

O engº Joaquim Rodrigues com um colega da área de geotecnia nos EUA.



## PATOLOGIAS E REPAIRBUSINESS

10 ANOS DESENVOLVENDO CULTURA TÉCNICA E TECNOLOGIA DE RECUPERAÇÃO.

ANÁLISE



Joaquim Rodrigues



Cultura é aquele estado de conhecimentos que todos desejam e se interessam em alcançar, de preferência com um pequeno toque de magia. Mas, o que será a cultura? Nos dicionários define-se como “acervo intelectual”, como “conhecimento em um domínio particular” e até como “um conjunto de estruturas sociais, religiosas etc, além de manifestações artísticas ou tecnológicas que caracterizam uma sociedade”. Ampliando a pesquisa, descobrimos também que cultura significa “comportamento e atitudes que predominam e caracterizam o funcionamento de um grupo ou organização”. Analisando esta definição, especificamente, vemos que cultura tem a ver não somente com a forma com que técnicos e engenheiros vêem sua empresa, ou na que trabalham, mas também como dirigem e ensinam as gerações que lá chegam e que se sucedem. Criar cultura não é fácil e muito menos barato, mas traz enormes dividendos.



**IPACON**



A MELHOR PERFORMANCE EM SERVIÇOS  
DE  
**RECUPERAÇÃO?**



IPACON INTERNATIONAL

## O IPACON ajuda você a tocar sucessos

Recuperar exige conhecimentos profundos de engenharia. Cada obra de recuperação é um caso específico que exige paciência para descobrir a causa e tecnologia para aplicar a solução verdadeira. Efectivamente, uma obra de recuperação não pode e não deve ser encarada como uma obra de

construção. Por que? Porque existirá uma ou mais causas que tornarão o trabalho específico e tipicamente de recuperação. É por isso que cada vez mais clientes procuram o Instituto de Patologias da Construção - IPACON para informações, consultorias e gerenciamento de obras de recuperação.



[www.ipacon.com.br](http://www.ipacon.com.br)  
e-mail: [atendimento@ipacon.com.br](mailto:atendimento@ipacon.com.br)  
(21) 2494-4099 / 2493-6862



O engº Sílvio Andrade, comercial da ROGERTEC e o engº Joaquim Rodrigues a bordo de uma plataforma da PETROBRÁS.



O engº Joaquim Rodrigues em Copenhague atrás de informações sobre proteção catódica para o concreto armado. Copenhague é uma das cidades onde se vê grandes serviços de tratamento da corrosão via proteção catódica.

Como fundador e diretor da editora THOMASTEC, de seu principal produto, a RECUPERAR e da ROGERTEC, empresa de importação e comércio, necessária e vital à sobrevivência e ao sucesso desta revista, convivi com incertezas, dificuldades e os altos e baixos que todo e qualquer empresário passa ao abrir um negócio. Alguns

meses após a fundação destas empresas, em 1994, percebemos que algo de muito especial tinha sido criado: uma cultura técnica super especializada em que o produto final realmente interessava e, o mais importante, gerava opinião precisa, inteligente e atualizada. Características

até então inexistentes no mercado dos tratamentos pós construção. Era a cultura do conhecimento profundo, onde física, química, eletroquímica, biologia, matemática etc, são parte integrante dos porquês, da boa técnica, das soluções verdadeiras. Era a cultura da patologia das construções. Since-



## Acabe com a rotina da manutenção...



**USE**

**DENSO FLEX**  
Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSO FLEX é uma fita isolante da corrosão para fins industriais cujas características principais são elasticidade permanente e dupla camada. É prática e versátil. Atende às rigorosas normas Alemãs DIN 30672 e DIN EN 12068 de aplicação em equipamentos e peças metálicas, enterradas ou não, assim como imersas em diversos fluidos. DENSO FLEX é composta de fibra de lã sintética impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração. O lado não aderente da fita DENSO FLEX é composto de filme de polipropileno de alta resistência, de modo a proteger seu elemento elastomérico aderente. DENSO FLEX, uma vez aplicada sobre superfícies metálicas é virtualmente impermeável à ação dos temidos vapor d'água e oxigênio, desencadeadores da corrosão. Duas camadas da Fita DENSO FLEX atende e excede às exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN EN 12068 com relação a tensionamentos. DENSO FLEX é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. Nº NG-5180BM00.

**DENSO FLEX**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 01

ramente, acho que, após 10 anos de estrada, foi dado um tremendo *start* num negócio de grande sucesso que, efetivamente, originou a criação de uma forte e verdadeira indústria: o repairbusiness.

### Os desafios

Provavelmente, nenhum outro negócio, no mercado da construção, depara com tamanha gama de desafios que, no final das contas, define um perfeito e sublime estado cultural que permite, ao técnico ou engenheiro, decidir situações com nível de certeza até então inalcançável. Evidentemente todas as organizações possuem cultura própria, de uma ou de outra maneira. A questão é que, para uma organização criar uma cultura própria e operá-la eficientemente, torna-se necessária muita pesquisa e visão, em todos os setores pertinentes.

### Assentando fundações

Para entender como desenvolver cultura em uma empresa, gostaria de abrir a cortina de nossa história, que começou no início dos anos 80. Sempre fui dado a desafios, mesmo



O engº Joaquim Rodrigues no que sobrou do prédio Areia Branca que ruiu em Recife recentemente.

quando trabalhava em uma importante empresa de consultoria e serviços especializados de recuperação. O trivial, a receita pronta me incomodavam porque ciclicamente res-

surgiam problemas anteriormente “tratados”. Como explicá-los? Atribuir a culpa apenas à mão de obra? Desejava mos-



### Mais uma tragédia anunciada

Estávamos fechando esta edição da RECUPE-RAR e eis que mais uma edificação vinha ao chão. Desta vez em Recife. É preciso deixar claro que cabe ao síndico diligenciar e zelar pela prestação dos serviços necessários à manutenção do prédio (art. 1348 - V - Código Civil Brasileiro). Nas edificações, os problemas são sintomáticos. Os dias, meses ou anos de indícios, presságios e sintomas evidenciados pela edificação antes da tragédia, infelizmente, de nada serviu e as medidas tomadas foram to-

talmente inócuas para a estrutura. O resultado todos já sabemos. Agora é correr atrás de pistas que levem às causas. Sempre que o síndico encontrar problemas estruturais em sua edificação deve, imediatamente, contactar um engenheiro patologista para diagnosticar a(s) causa(s). Daí partir imediatamente para a solução. Sair procurando pela construtora que executou a obra, geralmente incorre em perda de tempo, seja devido ao fato de não mais existir ou, o que é também comum, mostrar-se crimino-

samente desinteressada. Caso a própria assembleia não autorize o serviço há um dispositivo legal que diz: “As obras de recuperação necessárias podem ser realizadas por qualquer condômino, independentemente de autorização, omissão ou impedimento do síndico (art. 1341 - inc. II parágrafo 1ª - Código Civil Brasileiro). Diz ainda o Código: parágrafo 4º: O condômino que realizar obras de recuperação estrutural necessárias será reembolsado das despesas que efetuar...”

# REITEC

**Temos a experiência que você quer em qualquer parte do Brasil.**

- Impermeabilização por injeção em estruturas de concreto;
- Consolidação de turfas e areias orgânicas com permeation grouting (PG);
- Recuperação e reforço de estruturas;
- Tratamento da corrosão no concreto armado e protendido com proteção catódica.

**Tel.: 31-3291-9552**

**Fax: 31-3292-4078**

**e-mail: reitecengenharia@ig.com.br**

10 ANOS



O engº Silvío Andrade e esposa, o engº Joaquim Rodrigues com a esposa e o engº Flávio Caseres no stand da ROGERTEC no IV Simpósio Brasileiro sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas no município de Porto de Galinhas, Recife.

trar que as soluções, pelo menos as que estavam em nosso mercado, já não eram mais suportáveis. Desejava novos rumos. Era preciso buscar soluções que realmente pudes-

sem ser discutidas, de maneira inteligente, à luz da ciência, para uma área que estava para surgir entre nós: a patologia das construções.

A solução foi entrar no mercado internacional não pelas portas das grandes empresas fornecedoras de produtos para recuperação, mas sim pela porta dos institutos e empresas independentes de pesquisa da própria área. O objetivo era entender como se desenvolviam produtos e tecnologias para o repairbusiness. O mapa da mina, o caminho para desvendar o que, efetivamente, poderia e deveria ser a fonte das soluções verdadeiras, ou apenas mais um produto para a prateleira era e continua sendo por ali. O caminho da compreensão e do conhecimento está, sempre, na pesquisa e na cabeça das pessoas ligadas, direta ou indiretamente, a ela. Pessoas simples com experiência de obra e mercado, com conhecimento técnico e imaginação para criar soluções com total compatibilidade e que verdadeiramente funcionem.

Tínhamos conhecimentos de obra e de mercado, porque passamos anos com a mão na massa da recuperação, tanto leve quanto pesada. Nossa imaginação, entusiasmo e instintos projetou um canal muito amplo de

continua na pág. 10



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



DEMOX  
CIMENTO EXPANSIVO

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

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

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

- escavações de fundações
- correção de rochas para construção de estradas

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

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

Use tecnologia. Use DEMOX.

Tele-atendimento

(0XX21) 2493-6862

fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 02

# SOLUÇÕES DIFERENCIADAS

## REPAIR PRODUCTS



### Região Sul

**Paraná**  
Avelino Petrykowski  
Fone: (41) 668-4034  
engetintas@engetintas.com.br  
**Rio Grande do Sul**  
Cláudio Klein  
Fone: (51) 3342-2597  
siklein@cpovo.net  
**Santa Catarina**  
Pedro Curadi  
Fone: (47) 323-8200  
e-mail: durar@terra.com.br

### Região Sudeste

**Minas Gerais / Espírito Santo**  
Eduardo Micheletti  
Fone: (31) 3426-4995  
jeduardo@impervalle.com.br  
**Rio de Janeiro**  
Marcelo Iliescu  
Fone: (21) 9165-5373  
iliescu@iliescu.com.br  
**São Paulo**  
Flávio Caseres  
Fone: (11) 3208-4234 / 3209-7944  
flavio@uniontech.com.br

### Região Centro-Oeste

**Distrito Federal**  
Paulo Henrique  
Fone: (61) 361-2400  
ph@imperciabsb.com.br  
**Goiás/Tocantins**  
Richelieu Costa Miranda  
Fone: (62) 210-2392  
impercia@impercia.com.br

### Região Norte

**Amazonas**  
Frank Albert / Kassen Assi  
Frank – (92) 9994-2034  
Kassen – (92) 9981-9620  
frankalbert@uol.com.br  
**Pará**  
Eduardo Leal / Henrique Mendonça  
Eduardo – (91) 8119 4930  
Henrique – (91) 8119 4931  
e-mail: eduardo.leal@veloxmail.com.br  
henrique.mendonca@veloxmail.com.br

### Nordeste

**Bahia**  
Sérgio Teixeira  
Fone: (71) 362-6447  
ctl-ssa@uol.com.br  
**Ceará**  
Francisco José Gomes  
Fone: (85) 223-3337  
tec.franze@uol.com.br  
**Maranhão**  
Edison Costa  
Celular: (98) 9962-9635  
limits@uol.com.br

**Pernambuco**  
Ana Moura  
Fone: (81) 3228-7500  
ana\_moura@br.inter.net  
**Piauí**  
Carlos Brayner  
Fone: (86) 234-1767 / 232-5841  
carlosbrayner@webone.com.br  
**Rio Grande do Norte**  
Fernando Cysneiros  
Fone: (84) 221-6006  
comercial@cysneengenharia.com.br

10 ANOS



possibilidades para desenvolver um trabalho inteligente de criação, divulgação e fornecimento de tecnologia. Foi o que começou há exatos 10 anos, nos meses de setembro e outubro de 1994.

### Patologia em marcha

Cultura é um processo intensivo que requer busca, dedicação, fidelidade, compromisso e seriedade. A busca ou a pesquisa é



**Palestra oferecida pelo engº Joaquim Rodrigues.** uma atividade totalmente assentada no princípio do amor. No ambiente dos negócios entretanto, amor significa paciência e dedicação. Contactar pessoas, no mundo todo, seja em laboratórios de universidades, em empresas que desenvolvam tecnologia ou consultoria, com o objetivo de buscar soluções, questioná-las e testá-las requer amor.

Em 1998, a editora Thomastec dava lugar ao Instituto de Patologi-

as da Construção, IPACON, na medida que funcionava não apenas como um estabelecimento de criação de uma revista mas sim como um local onde chegavam, diariamente, dezenas de solicitações, perguntas, questionamentos. Onde, verdadeiramente, discutiam-se problemas, promoviam-se debates, encontros e quando algumas mesas já davam lugar a equipamentos para testes. Enfim, o local merecia uma transformação natural para que pudesse dar vazão àquilo que gerava.

A pedidos, pretendemos, em breve, abrir nosso ambiente para cursos de especialização e mestrado, em parceria com universidades. Inclusive com cursos à distância.

### REFERÊNCIAS

- **Joaquim Rodrigues** é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.

**Cursos do IPACON**

**Tudo sobre patologias das construções**

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

## SILANO-CORR

É concreto armado e protendido com repelência à água e com agente secreto protetor da corrosão. Não aparecem, mas estão lá dentro, garantindo impermeabilidade natural e proteção para as armaduras e cabos de protensão.

**A proteção natural do concreto aparente.**

### SILANO-CORR

Tele-atendimento

(0XX21) 2493-6740

fax (0XX21) 2493-5553

[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)

Fax consulta nº 03

ANÁLISE

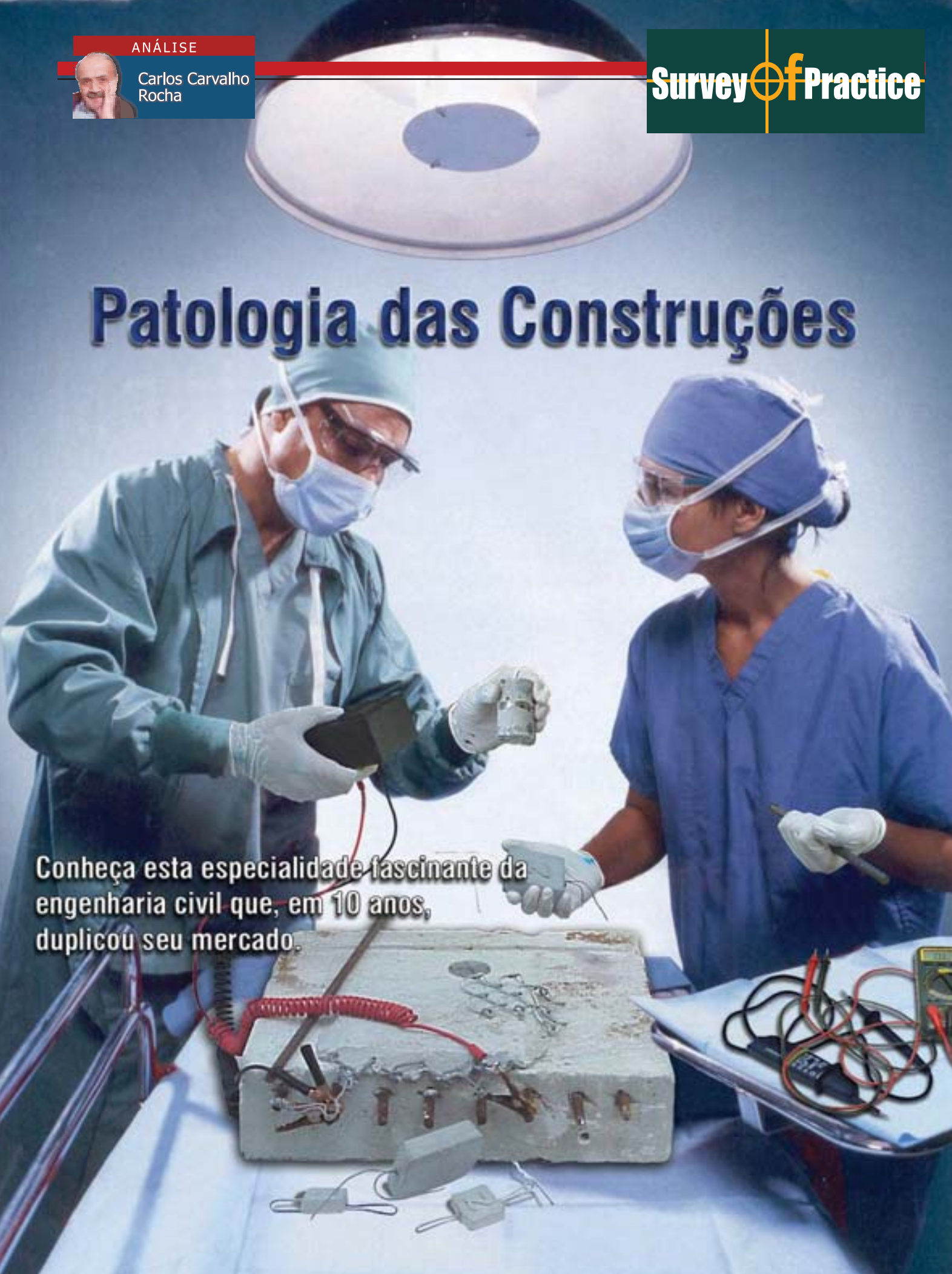


Carlos Carvalho  
Rocha

Survey of Practice

# Patologia das Construções

Conheça esta especialidade fascinante da engenharia civil que, em 10 anos, duplicou seu mercado.





Patologia das construções é a especialidade da engenharia civil responsável, em grande parte, pelos fundamentos científicos da prática construtiva. Se não, vejamos.

É a especialidade que estabelece a ponte entre as cadeiras básicas e as cadeiras aplicadas, exigindo do especialista conhecimentos teóricos e práticos ao mesmo tempo amplos e profundos. Nisto está seu fascínio, já que o especialista pode ter atuação muito abrangente, seja como pesquisador ou engenheiro engajado em diagnosticar pro-

blemas construtivos. Seu mercado está em contínuo desenvolvimento, como consequência das investigações dos problemas construtivos e dos avanços tecnológicos correlatos que se ampliam a cada dia.

### O patologista das construções

No passado, o engenheiro civil tocador de obras, ao ter um problema em sua obra adaptava uma técnica construtiva para ver-se livre do incômodo ou apelava a técnicos

ou engenheiros de grandes empresas fornecedoras de materiais de construção para indicar o “material adequado”.

Hoje, tudo isto mudou. O patologista das construções tem cadeira própria nas universidades e muita literatura específica que o torna auto suficiente, podendo solucionar problemas de fundações, discutir com calculistas a melhor técnica de reforço estrutural e diagnosticar o enigma de uma pintura nova que começou a ter bolhas na superfície.

## Esgotos, Efluentes Industriais e Produtos Químicos Pesados?



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

### EPÓXI 28

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 05

- Injeção de Poliuretano e Epóxi.
- Endurecimento Químico de Pisos.
- Recuperação e Reforço de Estruturas utilizando Fibra de Carbono.
- Impermeabilização por Injeção.
- Tratamento da Corrosão.
- Tratamento de Solos por Permeating Grouting.

**ALICERCE**

TECNOLOGIA EM SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO

(81) 3228-7500

(81) 9973-8955

alicerce@br.inter.net

## ENGEGROUT

G E O T E C N I A

**Tecnologia e Qualidade em Investigações:**  
**Este é o nosso Diferencial**

### Serviços:

- PDA - Prova de Carga Dinâmica (NR-13208).
- PIT - Ensaio de Integridade.
- Prova de Carga Estática (sapatas e estacas).
- Controle de Recalques.
- Acompanhamento Técnico da Execução.
- Ensaios CPT-CPTU/PIEZOCONE (medida de pressão neutra).
- Ensaios CPT-DELFT.
- Ensaios DMT - "Dilatômetro de Marchetti".
- Ensaios "Vane Test".
- Sondagem SPT e SPPT.
- Sondagens Rotativas.
- Ensaios DPL - Penetrômetro Dinâmico Leve.
- Ensaios de Perda D'água.
- Avaliação e Seleção de Áreas.
- Laudos Geológicos • Geotécnicos.
- Instalação de Poços de Monitoramento.
- Instalação de Inclínômetros e Piezômetros.

### Tele-atendimento

(0XX21) 2493-6862

fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 18



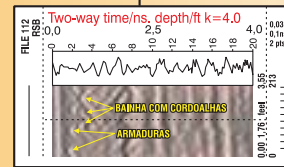
**Scanner de Eco-Impacto**

A técnica do eco-impacto (SEI) é um dos vários testes não destrutivos utilizados pelo IPACON para investigar a condição, as propriedades e a qualidade do concreto. O SEI emprega ondas de tensão transientes e sua reflexão para detectar, localizar e classificar falhas no concreto.

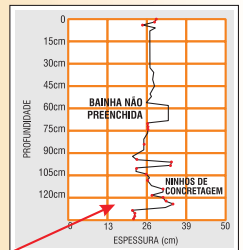
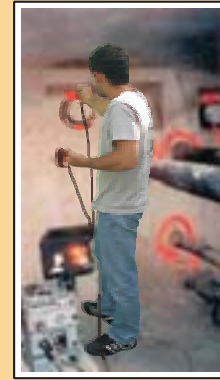
O patologista das construções, hoje, é parte integrante de qualquer tipo de obra civil ou industrial, principalmente as mais arrojadas. Sua opinião, efetivamente, implica em economia de tempo e dinheiro, para a obra e para o cliente, para curto, médio e longo prazos. O enorme desenvolvimento apresentado na ciência do concreto, nestes últimos dez anos, nos métodos de avaliação petrográ-

ficos, nos métodos clínicos de análises de materiais da construção, na utilização da espectroscopia do infravermelho para a determinação da estrutura molecular e identificação qualitativa e quantitativa das espécies químicas componentes dos materiais aplicados em uma obra, além da microscopia eletrônica de varredura como ferramenta de análise dá, ao patologista da construção, a precisão que seu diagnóstico necessita.

O CPR (Concrete Penetrating Radar) é uma das ferramentas mais modernas na pesquisa do estado do concreto.



O CPR e o Scanner de Eco - Impacto (SEI), quando aplicados em conjunto, são capazes de identificar, de forma precisa, vazios nas bainhas de cabos e cordoalhas protendidas.



Este SEI, feito numa bainha protendida, resultou em duas zonas não injetadas, entre 60 e 75cm e entre 96 e 102cm.

**RECUPERAR**  
 é Repairbusiness  
[www.recuperar.com.br](http://www.recuperar.com.br)

## Será que sua estrutura passa no teste de corrosão?

- SIM  NÃO  
 Você está realmente interessado em tratar a corrosão na sua estrutura?
- SIM  NÃO  
 Será que sua estrutura apresenta potenciais de corrosão?
- SIM  NÃO  
 Após a recuperação, quais são os potenciais de corrosão existentes?
- SIM  NÃO  
 Será que você neutralizou a corrosão?



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

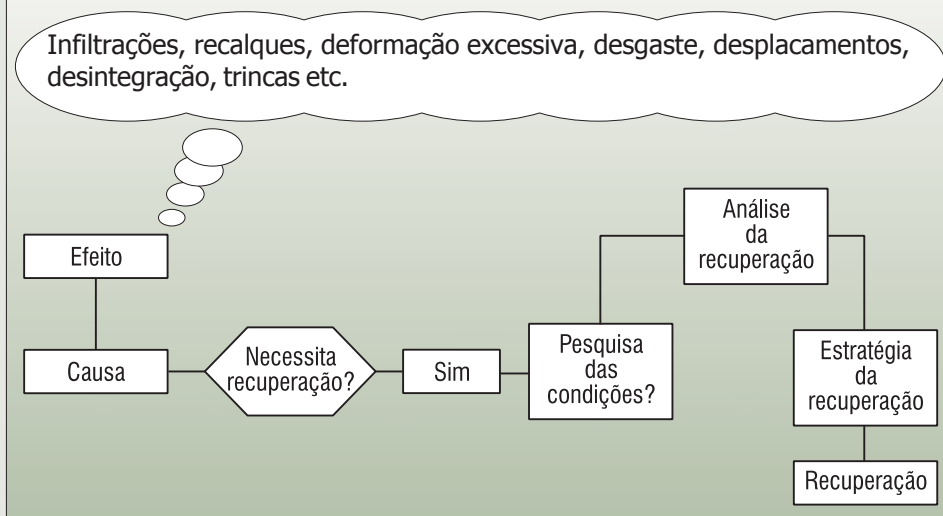
**LÁPIS SEMI-PILHA CPV4**  
 Tele-atendimento  
 (0XX21) 2493-6862  
 fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
 Fax consulta nº 06

As modernas técnicas hoje utilizadas na análise das mudanças dimensionais dos materiais, as técnicas miniaturizadas onde se minimiza os gradientes térmicos, da umidade e dos esforços mecânicos atuantes, aliados ao mais íntimo conhecimento da estrutura dos poros ou interstícios dos materiais, principalmente da matriz cimentícia do Portland permitem, ao patologista, dar saltos pirotécnicos na direção do perfeito diagnóstico.

### A técnica NDT

O uso da técnica não destrutiva, NDT, do inglês *nondestructive testing*, para a análise do concreto como de outros materiais da construção é relativamente nova, se considerarmos a moderna e enorme gama de aparelhos que permitem ao técnico ou engenheiro, tanto quantificar como qualificar um enigma. A técnica NDT é de uso freqüente pelo patologista da construção que, geralmente, emprega dois tipos principais de equipamentos: o primeiro tipo para testes sônicos e da velocidade de pulso, que envolvem a determinação da freqüência de ressonância e a média da velocidade da

## O processo de recuperação do concreto



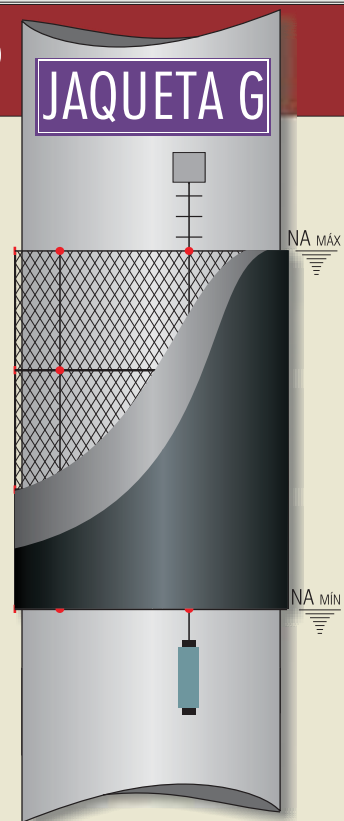
“viagem” do pulso compressivo, através do concreto ou outro material de construção. Incluem-se nesta categoria, também, os testes com ondas de tensões para identificar defeitos localizados (descontinuidades) ou generalizados. O segundo tipo, o mais genérico, inclui testes que estimam a resistência, além de outras propriedades, através da dureza

superficial, da penetração, do arrançamento e de métodos combinados.

### O patologista e a corrosão

Corrosão significa bilhões de reais gastos anualmente. Quer mais? Corrosão é o maior fator contribuidor da deterioração de indústrias, portos e pontes no Brasil e

# CORROSÃO EM ESTACAS DE CONCRETO ARMADO?



Sabe a zona de variação da maré? Aqueles dois metros de água que sobe e desce? Corrosão, não é? Passam dois ou três anos e a corrosão volta pior. Mais reforço, mais sobrecarga, mais dinheiro... JAQUETA G interrompe tudo isso. A malha galvânica da JAQUETA G interrompe, na hora, o processo de corrosão. Nada de barreiras passivas e perigosas com argamassa, epóxi ou jaquetas passivas de concreto. Concreto e aço não são super-heróis. Zona de variação da maré oxigena mais que peito de corredor. Água e oxigênio no concreto armado-protendido é corrosão contínua. Interrompa tudo isso com JAQUETA G.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 07



O IPACON está associado a diversos centros de pesquisa onde testa-se a real situação das peças estruturais.

em todo o mundo. O conhecimento profundo do fenômeno da corrosão e seu controle é, inquestionavelmente, de todos, o maior desafio do patologista da construção. A mistificação enraizada dos tratamentos tradicionais à base de massas pré-fabricadas, sejam com polímeros, inibidores de corrosão e com alto teor de cimento, mais os adesivos epóxicos ricos em zinco, além de promoverem barreiras caras sobre o aço com presença de corrosão, prejudicam ainda mais as armaduras estruturais, produzindo benefícios fictícios e aumentando o processo de corrosão (veja RECUPERAR nº 53). Este processo mistificador, que nasceu há 50 anos, com o início do advento exponencial da corrosão no concreto armado, isento de qualquer conhecimento e massa crítica, felizmente deixou de ser o maior en-

trave para o profissional patologista, que prega o diagnóstico precoce, o tratamento eficiente com proteção catódica e o posterior monitoramento. Estas três medidas, além de serem totalmente viáveis financeiramente ao engenheiro e/ou ao proprietário da obra, são a melhor resposta ao círculo vicioso inesgotável dos caros processos de corrosão em estruturas de concreto armado-protendido.



**e-mail consulta nº 08**



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Análise.

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

**REFERÊNCIAS**

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



**Plantão Técnico**

Quem quer respostas imediatas consulta RECUPERAR Online



## FITA DE FIBRA DE CARBONO

### STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco...      ...aplica-se o epóxi...      ...instala-se a fita e...      ...o preenchimento final com epóxi.

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

**Tele-atendimento**  
**(0XX21) 2493-6862**  
**fax (0XX21) 2493-5553**  
**produtos@recuperar.com.br**  
**Fax consulta nº 09**

# Semi-pilhas permanentes

ESTES NOVOS DISPOSITIVOS PERMITEM DIAGNOSTICAR PROCESSOS INCIPIENTES DE CORROSÃO, EVITANDO OS CAROS E PESADOS TRABALHOS DE "RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL". SUA UTILIZAÇÃO, APOS A RECUPERAÇÃO, É OBRIGATÓRIA EM OBRAS IMPORTANTES.



Com a inserção de semi-pilhas permanentes é possível monitorar o estado de corrosão das estruturas. Rumo às estruturas inteligentes.

## CORROSÃO



Michelle Batista

Poucos engenheiros civis entendem suficientemente de eletroquímica para opinarem sobre corrosão no concreto armado-protendido. E não é só no Brasil. Este grosso contingente não abre mão da consequente lógica técnica universal: a de fazer uso de materiais tidos como milagrosos em obras de recuperação de estruturas. Tudo bem, quando falamos de edificações residenciais, onde invariavelmente o diagnós-

tico da corrosão baseia-se no “ver para crer”. Mas em instalações industriais ou em estruturas em contato com a água, principalmente a salgada, o “ver para crer” é idiótico porque é inevitável o estado de corrosão. E com ele a interrupção do sistema e o prejuízo.

No moderno mundo dos negócios, empresas não podem parar por problemas de corrosão, principalmente as motivadas por



Semi-pilhas permanentes.

O melhor amigo do dono  
da empresa de recuperação.

As semi-pilhas  
permanentes RG  
podem ser de prata-cloreto de  
prata-cloreto de potássio e de cobre-sulfato de  
cobre. Simples de instalar e de usar, basta um  
voltímetro e pronto. Você tem a informação  
do que está ocorrendo em sua estrutura.  
Pense em monitoramento automático.

**Pense em semi-pilha permanente RG.**



**Semi-pilha  
Permanente  
RG**

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 11



A análise em laboratório de semi-pilhas permanentes garante a eficiência destes equipamentos no controle da corrosão.

paralizações não programadas. Isto porque existem mecanismos que detectam e controlam todo e qualquer processo de corrosão, seja a nível de projeto, seja na fase operacional ou mesmo após serviços de “recuperação estrutural”.

### Monitorar a corrosão

Significa obter dados para a análise do comportamento do aço dentro de estruturas de concreto armado-protendido facilmente contaminadas pelo ambiente circundante industrial ou *offshore*. Estes dados, na forma de potenciais, informam o comportamento do aço frente ao desenvolvimento de possíveis estados de cor-

rosão. O aço, uma vez em contato com a solução presente nos vazios e capilares do concreto, forma uma semi-pilha eletroquímica, com direito a ter potenciais próprios (voltagem). Para se analisar estes potenciais necessitar-se-á introduzir um dispositivo semelhante chamado semi-pilha de referência. Um exemplo típico é a semi-pilha CPV-4 portátil, formada por um eletrodo de cobre imerso em uma solução de sulfato de cobre. Sua utilização implica na formação de uma diferença de potencial com o aço, o que indicará o estado de corrosão deste último. O Instituto de Patologias da Construção (IPACON) dispõe de apostila específica sobre o uso da semi-pilha para verificação dos potenciais



Obra típica para o uso da semi-pilha permanente, após os serviços de tratamento da corrosão, recuperação/reforço estrutural.

**Quer conhecer o poder da água?**

Em ETAs

**Stik**

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 12

Barragens  
e muito mais.

Com o revolucionário STIK você mede na hora o poder oxidante (POX) da água ou de qualquer solução, assim como seu pH, temperatura, condutividade e o teor de cloro. Águas ou soluções com baixo POX corroem facilmente tubulações, o concreto e suas armaduras. POX é uma propriedade inerente a qualquer tipo d'água ou solução. O medidor STIK analisa a água em qualquer situação. É ideal, também, para quem trabalha em estações de tratamento de água, esgoto, barragens, fundações etc. Conheça hoje mesmo este revolucionário instrumento.



de corrosão, além da norma ASTM C-876, fornecida gratuitamente pela internet.

As semi-pilhas portáteis, como a CPV-4, são usadas de forma corriqueira para a rápida verificação dos potenciais de corrosão. Modernamente, em estruturas importantes como as industriais ou as construídas em ambiente marítimo, utilizam-se as semi-pilhas permanentes, que permitem leituras permanentes e a longo prazo.

### A semi-pilha permanente (SPP)

Conceitualmente, o monitoramento de uma estrutura com a instalação de SPPs estabelece um nível de estrutura chamada de inteligente que, idealmente, revelará quando e onde a ação corretiva será realizada, de forma precisa e econômica.

As SSPs ideais são a de prata-cloreto de prata/cloreto de potássio ( $Ag/AgCl/KCl$ ) e a de cobre-sulfato de cobre ( $Cu - CuSO_4$ ) usadas em estruturas de concreto armado-protendido há mais de 30 anos, com absoluto sucesso, pois são absolutamente estáveis.

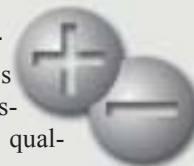
A seleção dos pontos para a instalação das SPPs é de particular interesse pois, de um modo geral, deverão ser instaladas nas regiões onde a corrosão seja mais provável



As semi-pilhas permanentes, são oferecidas em diversos tamanhos, para todo tipo de estrutura, inclusive para peças de fundação enterradas.

ou severa. Esta escolha, geralmente, cai naquelas regiões onde o meio ambiente é crítico e deverá levar em conta os princípios básicos da corrosão no concreto armado-protendido. Por outro lado, engenheiros e técnicos têm como hábito usar arga-

massas ou grouts pré-fabricados em serviços de “recuperação estrutural”, o que é danoso para qualquer sistema eletroquímico. Isto porque estas massas contém polímeros como látex, estireno butadieno, acrílico, plastifican-

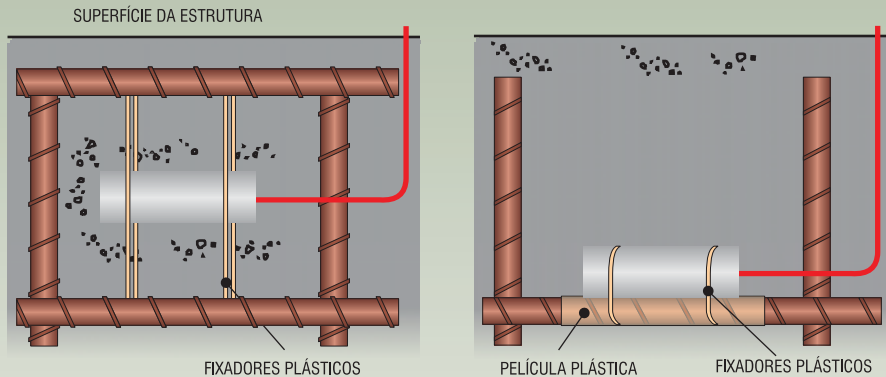


Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado já está disponível o novo conjunto semi-pilha CPV-4 com voltímetro digital. A semi-pilha CPV-4 é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar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

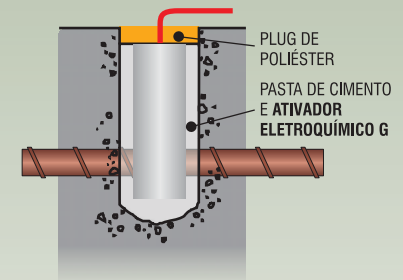
**CPV4**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta n° 13

## POSIÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DA SPP

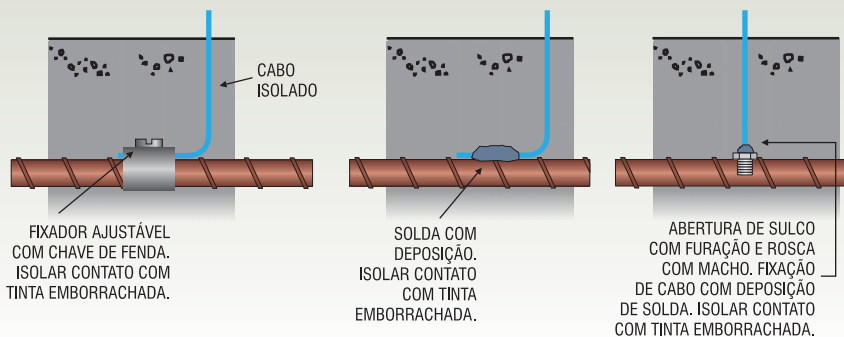
### a) Obras novas



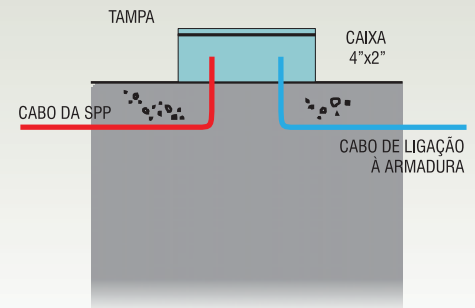
### b) Obras de recuperação



### c) Formas de Instalação do cabo de ligação à armadura (50cm distante)



### d) Caixa de ligação



tes diversos, assim como fumo de sílica, materiais com alta resistividade elétrica, para não dizer isolantes eletroquímicos. Portanto, não podem e não devem ser usa-

dos. Em seu lugar, dever-se-á usar argamassas ou micro concretos representativos do concreto original, aditivados com ATIVADOR ELETRQUÍMICO G.

A caixa 4"x2", de plástico, que ficará instalada na superfície do concreto da peça estrutural receberá o fio da SSP e o fio de ligação à armadura. A ligação do terminal

continua na pág. 26

## Procura-se uma solução que:

- Atue sobre a contaminação existente em superfícies metálicas e concreto.
- Neutralize sais solúveis como cloretos, sulfatos e nitratos.
- Atue sobre superfícies de concreto, adentrando como água e neutralizando a contaminação por sais existentes dentro da peça estrutural.
- Promova a remoção total da contaminação em superfícies metálicas antes da pintura.
- Não seja tóxica ou inflamável.
- Reduza a zero a possibilidade da surgência de corrosão sob películas de proteção em peças metálicas.
- Combata a corrosão por cloretos nas armaduras do concreto.
- Possa ser aplicada com hidrojato.
- Não interfira com a adesão em pinturas de proteção.



### É REMO-CLOR

REMO-CLOR é uma solução aquosa, incolor e com a mesma viscosidade da água, ou seja, é penetrante e altamente eficiente na busca e captura de íons salinos, como os cloretos, que detonam facilmente processos de corrosão. REMO-CLOR reage com estes íons, tornando-os inoperantes como oxidantes em processos de corrosão. A adição de REMO-CLOR em peças metálicas ou de concreto submetidas à contaminação desses sais, prolonga enormemente a vida das estruturas. REMO-CLOR é exatamente o que você queria.

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

# Corrosão é isso aí...

A corrosão no concreto armado/protendido literalmente come sua estrutura.

A única solução é proteção catódica.

## TELA GALVÂNICA G

- 100% proteção catódica.
- ampla proteção contra corrosão generalizada, em qualquer tipo de estrutura.
- interrupção instantânea da corrosão.
- facilmente incorporada à estrutura.
- seus benefícios são facilmente checados com uma semi-pilha.
- garantia superior a 15 anos.




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

## Os diferentes tipos de semi-pilhas e seus respectivos valores que determinam o estado de corrosão.

Probabilidade de corrosão	Semi-pilha de cobre sulfato de cobre (SPP – CSC)	Semi-pilha de Prata cloreto de prata (SPP – PCP)	Semi-pilha de Prata cloreto de potássio (SPP – PCP)
Superior a 90% de não haver	Mais positivo que – 200mV	Mais positivo que – 117mV	Mais positivo que – 81mV
Incerta	– 200 a – 350mV	– 117 a – 267mV	– 81 a – 231mV
Superior a 90% de haver	Mais negativo que – 350mV	Mais negativo que – 267mV	Mais negativo que – 231mV

ligado à armadura é feita a cerca de 50cm da instalação da SPP. A instalação é feita tanto furando-se a armadura (~Ø3mm), abrindo-se rosca e instalando-se um pequeno parafuso, como soldando-se um fino cabo elétrico à armadura. Este fio deverá ser isolado eletricamente e conduzido para a caixa 4"x2" instalada junto a SPP. Claro que toda a armadura na vizinhança deverá ser testada quanto a condutividade elétrica.

A superfície do concreto deverá ser testada quanto a presença de carbonatação e contaminação por cloretos, sulfatos e nitratos. A contaminação do concreto induz processos acelerados de corrosão. O Instituto de Patologias da Construção fornece gratuitamente, via internet, a norma NACE sobre o uso de semi-pilhas permanentes. 

### Próxima edição

# RECUPERAR

“Procedimentos para calcular a pressão admissível do solo e projetar a fundação”.

### e-mail consulta nº 16



## RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

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

### REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- Ansuini, F.J., and J.R. Dimond. “Long-Term Stability Testing of Reference Electrodes for Reinforced Concrete”.
- Arup, H., and B. Sorensen. “A New Embeddable reference Electrode for Use in Concrete”.
- ASTM C 876 (last revision), “Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete” (West Conshohocken, PA: ASTM).
- ASTM G 3 (last revision). “Standard Practice for Conventions Applicable to Electrochemical Measurements in Corrosion Testing”. West Conshohocken, PA: ASTM.
- Bazzoni, B., and L. Lazzari. “Interpretation of Potential Mapping on Bridge Decks for Reinforcement Corrosion Prediction”.
- Bennett, J.E. and T.A. Mitchell. “Reference Electrodes for Use with Reinforced Concrete Structures”.

- Berkeley, K.G.C., and S. Pathmanaban. Cathodic Protection of Reinforcement Steel in Concrete.
- Broomfield, J.P., Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation, and Repair.
- Caton, R.D. Jr. “Reference Electrodes”. Journal of Chemical Education.
- Clean, K.C. Unpublished work conducted under Strategic Highway Research Program Contract C-102A.
- Glasstone, S., and D. Lewis. Elements of Physical Chemistry. New York, NY.
- Ives, D.G., and G.J. Janz. Reference Electrodes: Theory and Practice. New York, NY.
- J.E. Bennett, et al., “Electrochemical Chloride Removal and Protection of Concrete Bridge Components: Laboratory Studies”, Report No. SHRP-S-657.
- Morgan, J.H. Cathodic Protection, 2nd ed. Houston, TX.
- Myrdal, R., and K. Videm. “Evaluation of Corrosion of Steel Reinforcement in Concrete from Potential Measurements of Embedded Reference Electrodes”.
- NACE Standard RP0290 (last revision), “Cathodic Protection of Reinforcing Steel in Atmospherically Exposed Concrete Structures”.
- Page, C.L., and P.J. Cunningham. “Electrochemical Methods of Corrosion Monitoring for Marine Concrete Structures”.
- Pastore, T., P. Pedferri, M. Tettamanti, and J.T. Redding. “Potential Measurements of Steel in Concrete Using Membrane Probes”.
- R.F. Stratfull, “Corrosion of Steel in a Reinforced Concrete Bridge”, Corrosion.
- R.F. Stratfull, “Progress Report on Inhibiting the Corrosion of Steel in a Reinforced Concrete Bridge”. Corrosion.
- Tinnea, J.S. “Rebar Corrosion”. Materials Performance 26.
- Unz, M. “Interpretation of Surface Potentials on Corrosion Tests, in Particular Steel Embedded in Concrete”. Israel Journal of Technology 4.

## TUBOS PROTEGEM O AMBIENTE...

## TERRA ANODO G (TAG)

Tubulações em concreto armado/protendido conduzem fluidos de toda a espécie, invariavelmente agressivos, às armaduras ou fios protendidos. Assim, é só uma questão de tempo para surgirem vazamentos, prejuízos, contaminação ambiental e paralização do sistema. Proteção Catódica é a única solução eficaz no tratamento da corrosão de armaduras, fios e cabos de protensão. TERRA ANODO G (TAG) garante sua estrutura de forma clara e monitorada, sem qualquer chance para a corrosão, conduza a tubulação qualquer tipo de “líquido”. Se você estiver projetando tubulações enterradas ou se já estiver com um abacaxi nas mãos, ponha tecnologia em seus serviços. TERRA-ANODO G. Damos total assessoria técnica.

Entre você também nesta cruzada.



TERRA ANODO G (TAG)  
Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 17

## ...E QUEM PROTEGE OS TUBOS?

The diagram shows a cross-section of a foundation pit. At the top, a concrete slab is supported by a central pile. Below the slab, a dense grid of white, spherical grout columns is arranged in a rectangular pattern. These columns are surrounded by a layer of soil, which is then enclosed by a vertical wall of soil, creating a confined zone. The surrounding soil is shown in various shades of brown and tan, representing different layers. The title 'REFORÇO DE FUNDAÇÃO COM CONFINAMENTO PERIFÉRICO' is overlaid in large, bold, yellow letters with a black outline.

# REFORÇO DE FUNDAÇÃO COM CONFINAMENTO PERIFÉRICO

SOLOS




Jorge Luiz  
F. Almeida

A introdução de elementos rígidos verticais em torno de uma fundação, formando uma espécie de cortina, cria um núcleo de solo confinado incapaz de sofrer deformação lateral, ao mesmo tempo que promove o aumento da capacidade portante e a redução/eliminação de recalques. Esta técnica de reforço de fundações também é empregada para reforçar estacas, com excelentes resultados.

## Aproximação teórica

Inicialmente iremos supor que a cortina formada pelas colunas do grouting sejam suficientemente longas, de modo a



Terrenos perigosos...

...COMPACTION GROUTING

**SOLOMAX GROUT**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 27

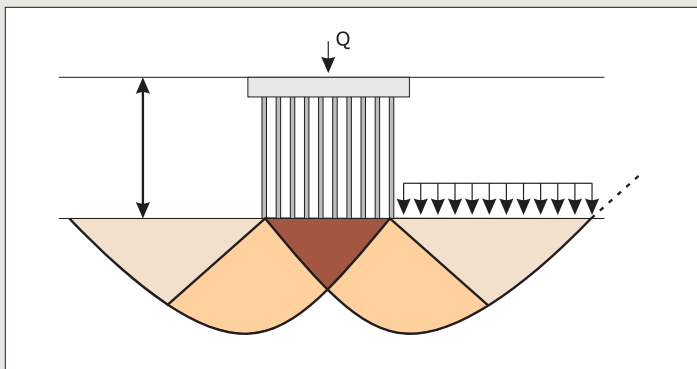


Figura 1 - Rutura em bloco ao formar-se um núcleo rígido sob a fundação, aumentando sua profundidade efetiva.

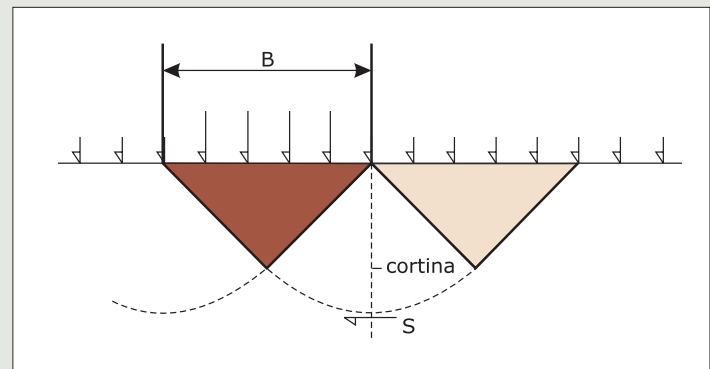


Figura 2 - Cortina em terreno coesivo.

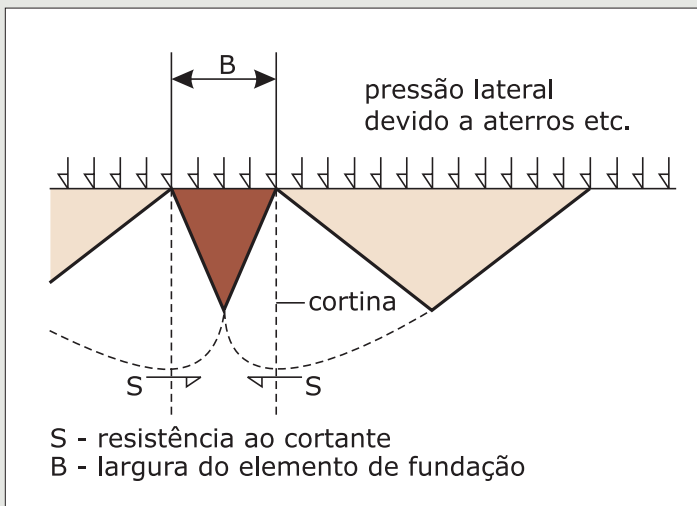


Figura 3 - Cortina em terreno granular.

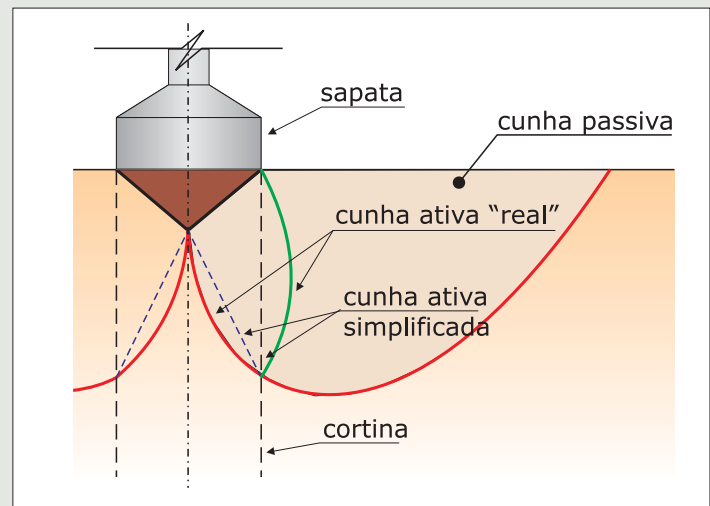


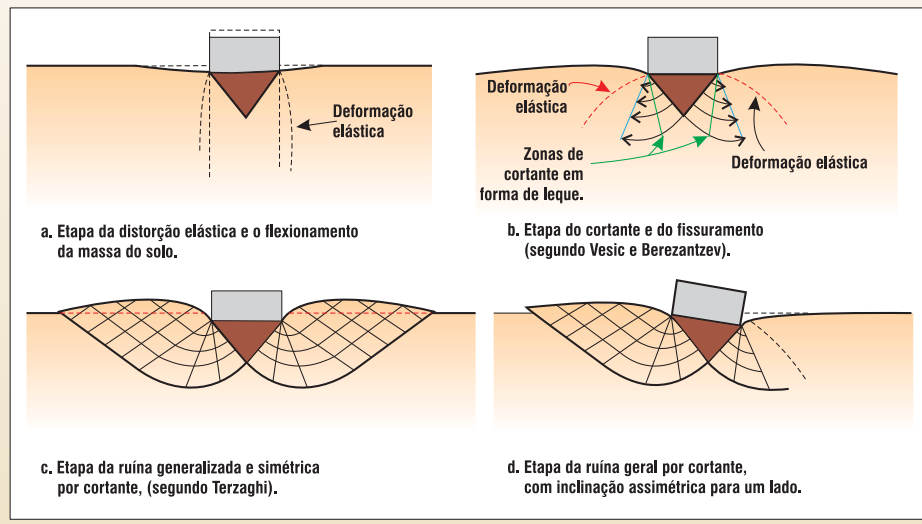
Figura 4 - Cortina trabalhando à flexão.

## Desenvolvimento sob a fundação da ruína por esforço cortante

Observando-se o solo, durante a aplicação de uma carga, por meio de um modelo de paredes de vidro, observar-se-á que a ruína ocorrerá em 3 etapas. Na primeira, o solo situado sob a fundação é forçado para baixo formando-se uma cunha (a). Na segunda, o solo em torno do perímetro da fundação separa-se e a superfície do esforço cortante propaga-se para fora, desde o vértice da cunha (b). Se o solo for muito compreensível, tolerando grandes deformações sem ocorrência de fluência, o estado de ruína fica circunscrito a duas zo-

nas em forma de leque, caracterizando o esforço cortante local. Na terceira, a fundação desloca-se para baixo com um pequeno aumento da carga. Se o solo for mais rígido, a zona do esforço cortante propaga-se para fora, até formar-se uma superfície contínua de ruína que se estende até a superfície do terreno, levantando-se (c). Esta patologia chama-se ruína generalizada por esforço cortante. A ruína pode não ser simétrica, o que é incomum mas, invariavelmente, leva ao colapso da estrutura (d).

excluir a possibilidade de rutura em bloco, já que, neste caso, o reforço seria equivalente ao aumento da profundidade do elemento de fundação, de acordo com o mecanismo da figura 1. Excluindo-se, portanto, esta possibilidade, as colunas ficariam apenas submetidas a flexão e corte. Caso o solo seja suficientemente rígido, predominará o efeito da resistência ao corte, com uma força cizalhante próxima à superfície de rutura, muito embora poderá supor-se que, com



## GLOSSÁRIO

**Cisalhamento** – conjunto de fenômenos de deformação que ocorrem quando, numa massa de solo, há uma tensão de cisalhamento, isto é, quando forças que atuam sobre a massa provocam o escorregamento de planos vizinhos uns sobre os outros. Estas forças atuantes são chamadas cortantes e a deformação imposta é chamada de cisalhamento.

**Resistência ao cisalhamento** – todo solo rompe por cisalhamento. A resistência ao cisalhamento é uma combinação de coesão e atrito interno. A coesão relaciona-se a adesão entre partículas do solo. É significativa em solos argilosos e zero em solos granulares ou arenosos. O ângulo de atrito interno ( $\theta$ ) tem a ver com a aspereza entre partículas e com a aplicação de uma carga normal, estando relacionada à equação de Coulomb: resistência ao cisalhamento = coesão + tensão normal  $\times$  tang  $\theta$ .

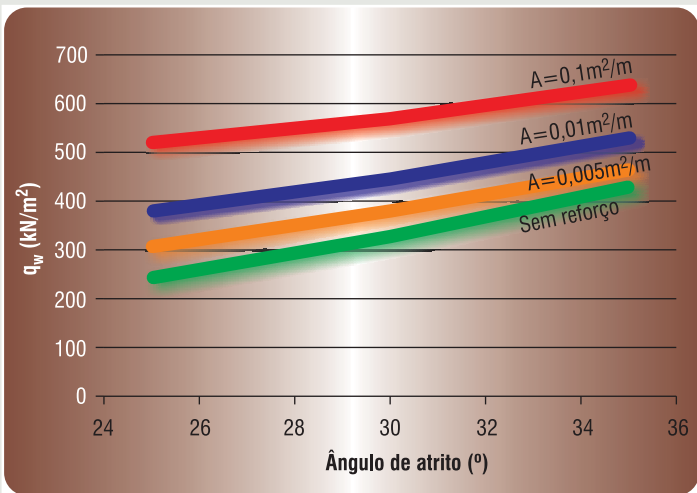


Figura 5 - Capacidade portante de sapatas reforçadas, em solo coesivo.

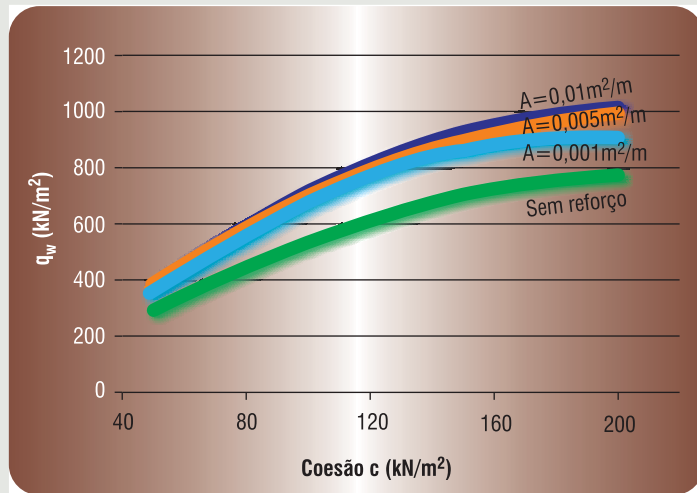


Figura 6 - Capacidade portante de sapatas reforçadas em solos com atrito.

a inclusão das colunas, a superfície será modificada. Para o caso de uma argila, a resistência ao corte das colunas somar-se-á à coesão resultante segundo a superfície de ruptura da figura 2.

Utilizando-se o modelo padrão para solos granulares, a resistência da cortina formada atua tangencialmente ao conhecido arco

de espiral logarítmico. O momento estabilizador resultante, referente ao bordo do elemento de fundação, somar-se-á à situação da capacidade portante (figura 3). Efetivamente, a cortina formada pelas colunas do grouting modifica a forma da superfície de ruptura. Observa-se que se a cortina é posicionada junto à sapata, com altura sufici-

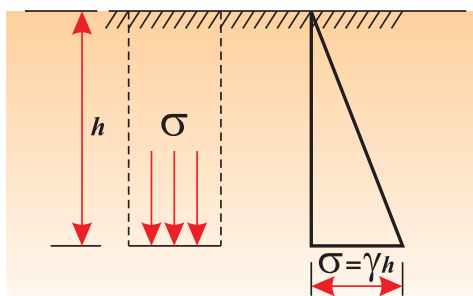
### Pressões devidas ao peso próprio do solo

Se um solo tem um peso específico  $\gamma$ , a uma profundidade  $h$ , a pressão ( $\sigma$ ) atuante será:

$$\sigma = \gamma h$$

No caso de  $n$  camadas com pesos específicos  $g_i$  e espessuras  $h_i$  ter-se-á, generalizando:

$$\sigma = \sum_l^n \gamma_i h_i$$



# BEIJU

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

Extrudados ou Elastômericos em cartuchos



BEIJU

Tele-atendimento (0XX21) 2493-6862 fax (0XX21) 2493-5553 produtos@recuperar.com.br Fax consulta nº 29

## BOMBA R25 E MISTURADOR R80

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

Tele-atendimento (0XX21) 2493-6862 fax (0XX21) 2493-5553 produtos@recuperar.com.br Fax consulta nº 28



## Escolha do tipo de fundação

Condições do subsolo	Possibilidades de fundação	
	Estruturas leves, flexíveis	Estruturas pesadas rígidas
Camada resistente a pequena profundidade	Sapatas ou blocos	1. Sapatas ou blocos. 2. "Radier" raso.
Camada compressível de grande espessura	1. Sapatas em solo não coesivo previamente compactado. 2. "Radier" raso. 3. Estacas flutuantes. 4. Compaction Grouting.	1. "Radier" profundo com eventual estrutura de enrijecimento. 2. Estacas de grande comprimento. 3. Compaction Grouting.
Camadas fracas sobrejacentes a uma camada resistente	1. Estacas de ponte. 2. Sapatas ou blocos em solo não coesivo previamente compactado ou em solo precarregado. 3. "Radier" raso. 4. Compaction Grouting.	1. Estacas de ponta ou tubulões. 2. Radier profundo. 3. Compaction Grouting.
Camada resistente sobrejacente a camada fraca	1. Sapatas ou blocos. 2. "Radier" raso. 3. Compaction Grouting.	1. Radier profundo (Fundação flutuante). 2. Estacas de grande comprimento ou tubulões, atravessando a camada fraca. 3. Compaction Grouting.
Camadas fracas e resistentes alternadas	1. Sapatas ou blocos. 2. "Radier" raso. 3. Compaction Grouting.	1. Radier profundo. 2. Estacas ou tubulões com apoio numa camada resistente. 3. Compaction Grouting.

ente para ultrapassar a superfície de ruptura (>2-3B), o núcleo do solo, sob a sapata, devido ao efeito poisson, dilata contra a cortina de colunas e o terreno periférico, impondo esforços de flexão e mobilizando uma cunha passiva no solo adjacente (figura 4). A cunha passiva não corresponde exatamente à hipótese de Rankine, pelo fato dos deslocamentos naquele limite vertical seguirem a lei parabólica. Por outro lado, torna-se necessário comprovar se os deslocamentos necessários para alcançar o estado passivo superam a flexão máxima tolerável para a cortina trabalhando à flexão.

Trabalhando à flexão, a pressão lateral de confinamento proporcionada pela cortina, imediatamente antes do estado de ruptura, dependerá de sua deflexão, tipicamente como uma mola. Esta pressão também dependerá, em grande parte, das condições de engastamento das extremida-

des da cortina. O momento flexor originado dependerá também da posição do engastamento inferior da cortina ou de sua altura máxima de flexão  $h$ , obtida facilmente por uma análise pressão-deslocamento, muito embora  $h$  possa estar próximo de 1,5B (solo coesivo sob carga e sem drenagem) ou compreendido entre 2B e 3B (solos granulares). As colunas injetadas em torno da sapata modelam-se como vigas verticais, pois agüentam o tranco da pressão do solo, impedindo-o de sair, garantindo o efeito cortina. As figuras 5 e 6 mostram os resultados aceitáveis obtidos instalando-se varas de ferro, em diferentes áreas, após a injeção e a formação das colunas. Como as colunas do Compaction Grouting são suficientemente robustas, admite-se que a colaboração do solo exterior seja mínima, possibilitando uma possível escavação sem perda apreciável da capacidade portante.

TF

### GLOSSÁRIO

**Tensão normal** – é o quociente da força atuante, numa determinada superfície, pela área dessa superfície. Componente perpendicular da tensão atuante. É extremamente importante para a resistência ao cisalhamento, no entanto, a pressão da água nos poros do solo subtrai parte desta carga, reduzindo a tensão normal. Lembramos que: tensão efetiva ( $\sigma'$ ) = tensão normal ( $\sigma$ ) – pressão da água nos poros.

e-mail consulta nº 30



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

### REFERÊNCIAS

- Jorge Luiz F. Almeida é professor e eng<sup>o</sup> de fundações.
- AZUAR, J.J. (1977). Stabilisation des massifs rocheux fissurés par barres d'acier scellées. Rapport de Recherche LPC n° 73, Paris..
- HO, C.L., COYNE, A.G. Y CANOU, J. (1997). Model tests of micropile networks applied to slope stabilization. Proc. 14th Int. Conf. SM&FE. Hamburg, 2, 1223-1226.
- HEMSLEY, J.A. (2000). Design applications of raft foundations. Telford, Londres, 626 p.
- JURAN, I., BAUDRAND, G., FARRAG, K. y ELIAS, V. (1990). Kinematic Limit Analysis for Design of Soil-Nailed Structures. J. of Geot. Eng. ASCE, 116, Jan. 54-72.
- JURAN, I. Y ELIAS, V. (1991). Ground anchors and soil nails in retaining structures. Foundation Eng. Handbook. 868-905.
- KURIAN, N.P. Y DEVI, N.C.N. (1997). Performance of skirted footings in sand. Proc. 14th Int. Conf. SM&FE. Hamburg, 2, 827-830.
- RECOMMANDATIONS CLOUTERRE (1991). Presses Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris. 268 p.
- SIMEK, J., SEDLECKY, O. Y HOLOUSOVA, T. (1991). The bearing capacity of large-diameter bored piles extended at the bottom by micropiles. X ECSMFE, Florencia, vol. II, 551-554.
- Mecânica dos solos e suas aplicações, Homero Pinto Caputo, volume 2.

## Iliescu Recuperação e Reforço de Estruturas

Eng<sup>o</sup> Marcelo Iliescu  
Consultor

- Diagnósticos e Laudos Técnicos de RRE.
- Ensaio de ion Cloreto e de Potenciais.
- Tratamento da Corrosão com Proteção Catódica com Anodos de Sacrifício.
- Reforço com Fibra de Carbono e Projetos Estruturais de RRE.
- Concreto de Alto Desempenho
- Impermeabilização com Injeção de Poliuretano e Resina Acrílica.
- Tratamento de Solos com Permeation Grouting.

Atendemos em todos os estados

www.iliescu.com.br  
iliescu@iliescu.com.br  
(21)9165.5373 / 2570.2406