

Estações de Tratamentos

FULL CONTACT

O PROIBIDO CONTATO DE SUPERFÍCIES DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO COM DESPEJOS AINDA É COMUM ENTRE NÓS. CONHEÇA TODAS AS IMPLICAÇÕES E OS MODERNOS REVESTIMENTOS UTILIZADOS NO MERCADO NORTE AMERICANO.



Superfícies de concreto armado-protendido novas, sem qualquer proteção ou, quando muito, com revestimentos "baratos" inspecíficos contra a ação de despejos extremamente corrosivos...



...expõem a superfície do falso sólido concreto que, literalmente, é comido.

ANÁLISE

Maria das Graças
F. Xavier

Efetivamente, desejamos lembrar uma vez mais que o contato direto de despejos com o concreto armado-protendido, literalmente detona-o, em prazos curtíssimos, muitas vezes menores que um ano.

A indústria de tratamento de despejos, seja residencial ou industrial nos EUA, como aqui, é a prova disso, com um prejuízo anual de milhões de dólares, devido a paralisações motivadas por corrosão, tanto do concreto quanto de suas armaduras. Contudo, lá, constantemente, são introduzidas estratégias super interessantes de manutenção, respaldadas em outros milhões de dólares gastos em pesquisas de revestimentos pro-

tetores para o concreto armado-protendido frente à agressão, tanto nas estações de tratamento de despejos residenciais (ETDRs) como em estações de tratamento de despejos industriais (ETDIs).

As estratégias e os novos revestimentos

Indiscutivelmente, o ambiente nas ETDRs e nas ETDIs está cada vez mais dow, particularmente devido à crescente corrosividade dos despejos tratados. Em linhas gerais, o atual estado da arte orienta que, para qualquer situação, dever-se-á obedecer critérios adequados de proteção para o concreto

GLOSSÁRIO

Despejos – rejeitos líquidos de habitações residenciais, comerciais e industriais, contendo matéria vegetal, animal ou industrial em suspensão ou solução, juntamente com as águas pluviais, subterráneas e da superfície presentes. Incluem-se os líquidos contendo minerais em solução, provenientes de laboratórios ou indústrias.

Esgoto – tubulação subterrânea ou canal aberto, pertencente a um sistema de despejos.

Gás do esgoto – gás proveniente da decomposição do despejo. Possui grande concentração de metano e sulfeto de hidrogênio.

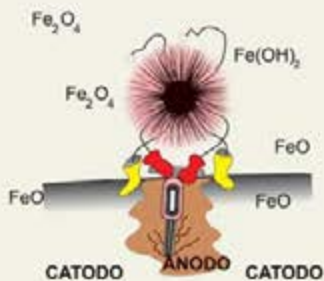
Abrandamento – termo que se aplica aos processos que removem ou reduzem a dureza da água.

Purificação – remoção da matéria orgânica e microorganismos da água.

Efluente – despejo líquido, parcialmente tratado, que flui de qualquer parte da estação de tratamento para um lugar final.

Sulfeto de hidrogênio ou ácido (gás) sulfídrico – ácido proveniente da dissolução do sulfeto de hidrogênio em líquidos. O sulfeto de hidrogênio forma-se pela putrefação de substâncias orgânicas que contêm enxofre. Odor parecido com o do ovo podre. Gás incolor, bastante tóxico, que dissolve-se moderadamente na água, formando ácido. Queima em contato com o ar, produzindo dióxido de enxofre (SO₂) e água. O sulfeto de hidrogênio reage com a maioria dos íons dos metais pesados, produzindo sulfetos insolúveis. Comporta-se como forte redutor (provocador da redução; aumento da carga negativa; associado a uma oxidação paralela).

REBACT

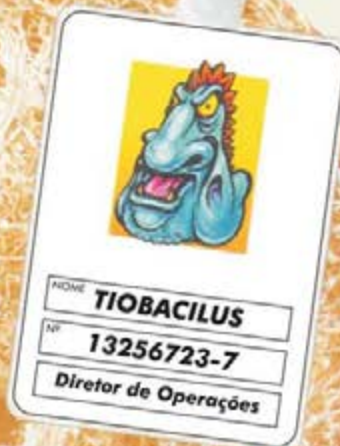


Proteja a superfície do seu concreto.

Novo REBACT, argamassa para revestimento, pronta para uso, à base de bauxita, com ação antibacteriana. Não deixa seu concreto ser comido pelas bactérias. Base obrigatória em estações de tratamento.



Condição a que o concreto fica submetido à ação bacteriológica



REBACT

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



Concreto em contato direto com despejos. Corrosão do concreto e das armaduras a curto e médio prazos.

armado-protendido, específico à corrosividade de cada um dos microambientes componentes de ETDRs e ETDIs, demandando produtos e estratégias específicos.

Por cima de tudo e de todos, no entanto, está o conhecido e desagradável sulfeto de hidrogênio, H_2S , que corrói literalmente todos os materiais, além do nosso próprio organismo. Este gás, ao condensar nas superfícies molhadas do concreto, ao longo das etapas de tratamento, é metabolizado pelas bactérias que reduzem sulfatos e pelas que oxidam o enxofre e que, como consequência, geram ácido sulfúrico diluído

que, por sua vez destroem toda espécie de concreto à base de cimento portland, além de seu ilustre hóspede chamado aço.

Quanto maior a estação, maior o problema

Curiosamente, modernos projetos de ETDRs, ETDIs e de estações de coleta de efluentes têm contribuído ainda mais para a corrosividade daqueles ambientes. Entre as décadas de 60 e 80, era comum pequenas estações de tratamento secundário, caracterizadas por estruturas totalmente expostas à atmosfera. Estes projetos tinham como marca principal o

GLOSSÁRIO

Decantar – separar impurezas contidas num líquido.

Sedimentação – processo em que, num ambiente líquido, substâncias se depositam.

Estação de tratamento de despejos – qualquer esgoto ou local de concentração de despejos, onde se executam trabalhos de tratamento, ou seja, purificação das misturas de despejos humanos, domésticos ou industriais por métodos aeróbicos ou anaeróbicos. Tratamento dos despejos por precipitação química, filtração, ação bacteriana ou qualquer outro método.

Lodo – sólidos do despejo, acumulados por sedimentação no fundo do tanque séptico, formando uma massa semi-líquida.

Esgoto sanitário – sistema que conduz despejos ou refulos líquidos e não águas pluviais.

Tanque séptico – reservatório que recebe o despejo e, por sedimentação e ação bacteriana, ocorre um processo parcial de clarificação e purificação.

História dos despejos

No passado, tratavam-se despejos das edificações por diluição, lançando-os em rios ou lagoas onde, com o oxigênio presente, procedia-se à destruição da matéria orgânica. Este procedimento, no entanto, não é mais aceito na comunidade internacional, muito embora ainda convivamos com esta prática. A proibição deve-se ao fato de que simplesmente não existe água suficiente para diluir grandes quantidades de despejos gerados pela população crescente e o aumento industrial. A impureza presente num despejo, ou melhor, a quantidade de tratamento necessário para aplicar num despejo é medida pelo teor de sólidos suspensos e pela demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Este último mede o teor de impureza pela quantidade de oxigênio necessário para oxidá-lo. Os métodos de tratamento de esgotos são divididos em:

Tratamento primário ou físico

Destina-se a remover de 30 a 60% dos sólidos suspensos e da DBO. O despejo é, usualmente, clorado para se promover a destruição de vírus e bactérias. Após o peneiramento dos grãos mai-

ores que 25mm, os finos presentes permitem a aglomeração e a uma melhor decantação, ocorrendo o processo chamado de floculação que leva a coagulação (é feita a adição de coagulantes) seguida pela sedimentação. O processo final leva à clarificação. O tratamento primário é considerado insuficiente para os padrões modernos.

Tratamento secundário

Nesta fase, a matéria orgânica dissolvida é oxidada de forma a reduzir de 85 a 90% a DBO. Desprende-se uma quantidade maior de gases e resta uma quantidade menor de sólidos. A oxidação bioquímica é acelerada pela colocação de um filtro percolador ou sistema de lodo ativado, ótimo removedor de substâncias dissolvidas e suspensas presentes no despejo, formado de microorganismos aeróbicos que digerem literalmente a

matéria. O líquido remanescente é, então, clorado para a destruição de microorganismos maiores e lançado no rio ou lagoa próximos.

Tratamento terciário

É feito após o tratamento secundário, visando remover poluentes que não tem DBO. Explica-se: Depois do tratamento secundário a "água" ainda contém fósforo (abundante em detergentes), nitrogênio e carbono na forma de substâncias em solução que servem de nutrientes para o crescimento superabundante de algas e outras plantas. Tudo isto tem a ver com despejos domésticos e comerciais. O tratamento dos despejos industriais é bem mais complexo e muito mais difícil, pois envolve fatores como redução do valor dos bens imóveis, perigo para a população e destruição da vida animal e vegetal. Uma forma de "tratar" é armazenar os rejeitos em lagoas. Geralmente promove-se a neutralização dos rejeitos ácidos ou básicos. O uso de trocadores iônicos é crescente. Nas edições nos 24 e 32 você encontra mais informações sobre estações de tratamento.

GLOSSÁRIO

Troca iônica – processo reversível através do qual íons são trocados entre sólidos e líquidos sem mudança estrutural substancial do sólido. Troca de íons, usualmente entre uma solução e um sólido.

Teoria da Durabilidade

Epóxi Novolac 28
o único que resiste à ação química



EPÓXI 28

A MAIS AVANÇADA BARREIRA CONTRA A AÇÃO QUÍMICA

Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28. Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

- ✓ **100% sólidos.**
- ✓ **Odor quase imperceptível.**
- ✓ **Excelente resistência química.**



EPÓXI 28. INIGUALÁVEL.

EPÓXI 28

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



A matriz cimentícia do portland não sobreviveu à ação contínua do despejo: agregados à vista.

uso da topografia para transportar despejos, pela própria gravidade, além de estações elevatórias e de bombeamento. Com o crescimento desordenado das cidades, e no mesmo compasso, assimilou-se a mania de construir grandes estações de tratamento, regionalizando a indústria. Neste caminho, no entanto, ficou um campo minado de problemas com o aumento do tempo do despejo dentro das estações de coleta: o aumento assustador e já característico da produção do mal cheiroso e corrosivo sulfeto de hidrogênio no sistema. Evidentemente, a lógica da tecnologia das grandes estações, engripada por grandes distâncias, faz uso de bombeamentos e de sistemas forçados ao invés das tradicionais galerias que utilizavam a gravidade como marca registrada. Uma radiografia desta situação nos mostra que sistemas forçados incentivam enormemente o transbordamento deste corrosivo e problemático gás. Explica-se: galerias de es-

gotos por gravidade têm em suas superfícies de contato com o despejo líquido, camadas de lodo anaeróbico, formadas pelas bactérias que oxidam o enxofre, havendo pequena área superficial. Nos sistemas forçados, a camada de lodo toma os 360° da circunferência da galeria, deixando o corajoso mas desprotegido concreto armado-protendido à beira de um ataque de nervos.

O concreto paga o pato

Sobrou para a superfície do concreto todo esse menu ácido e mal cheiroso presente nas galerias condutoras. Para complicar ainda mais a vida deste compósito é comum, em diversas ETDRs e ETDIs, próximas a zonas residenciais, coberturas sobre clarificadores, bacias de aeração etc, com o propósito de frear a overdose do mal cheiroso sulfeto de hidrogênio para a população vizinha. Este artifício



Resinas epóxicas NOVOLAC e à base de POLIURÉIA: resposta eficaz contra a corrosão do concreto armado-protendido.

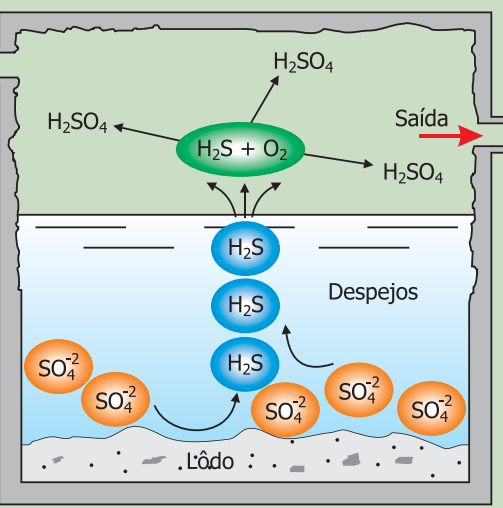
aprisiona e concentra o gás, aumentando enormemente a família da bactéria que oxida o enxofre, resultando em altas concentrações de ácido sulfúrico, que detonam rapidamente o concreto e o aço nas regiões superiores. Um outro “artifício” muito comum é a estocagem combinada do esgoto com águas pluviais, coletadas nos períodos de grandes chuvas, com armazenagem programada até os períodos de estiagem quando então, são liberadas para as estações de tratamento. Nestes locais de estocagem há enorme geração de sulfeto de hidrogênio. Um outro fato, que incrementa ainda mais a família daquela bactéria produtora do sulfeto de hidrogênio é o obrigatório pré-tratamento dos despejos industriais para remoção de metais pesados. A ausência destes metais complica ainda mais a cena do crime que, aliado ao nosso clima, por sua vez quente e muito úmido, serve de colírio para aqueles bichos. O mais grave, contudo, que faz com que as bactérias dêem saltos pirotécnicos de alegria, é a técnica bandida

Porque o concreto não resiste à ação bacteriana

O concreto à base de cimento Portland é rico em substâncias cálcicas, sobressaindo hidróxidos de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Com esta composição o concreto comum se desintegra a partir do pH inferior a 6,5 e é totalmente sensível à ação dos sulfatos e a conseqüente acidificação do meio.

Revestimentos à base de cimento aluminoso (bauxita), ao contrário, resistem a pH ácido e são indicados para revestir superfícies de concreto armado-protendido.

Diagrama esquemático da redução dos sulfatos e a oxidação do H_2S em um tanque de despejos, com conseqüente corrosão do concreto e das armaduras pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4).



GLOSSÁRIO

Clarificadores – local onde se adicionam substâncias químicas que aumentam a transparência da solução.

Demanda bioquímica de oxigênio – quantidade de oxigênio utilizado na oxidação bioquímica da matéria orgânica, de acordo com procedimentos padronizados em laboratório, ao longo de 5 dias e expresso em partes por milhão (ppm).

Bauxita – minério do alumínio formado com 45 a 60% de óxido de alumínio, 3 a 25% de óxido de ferro, 2,5 a 18% de óxido de silício e 2 a 5% de óxido de titânio.

A triste realidade das ETDRs e ETDIs

Comumente vemos estruturas de concreto armado/protendido de ETDRs e ETDIs sem qualquer revestimento protetor para o concreto armado. É o covarde e permitido corpo a corpo de despejos em contato direto com o falso sólido chamado concreto armado-protendido. Os valores apresentados a seguir foram tomados apenas 18 meses após a construção de uma ETDR municipal, exposta à atmosfera marinha, situada no estado de São Paulo, parida com concreto armado para ficar em contato direto com despejo. A concentração do gás sulfeto de hidrogênio (H₂S) nos espaços superiores ultrapassava 350ppm. O pH da superfície do concreto, nas

regiões já sintomáticas com presença de óxidos avermelhados escapulindo de pequenas fissuras, girava em torno de 2. Era visível o ataque ácido na superfície do concreto. Após sua paralisação, com vistas ao monitoramento das condições de suas paredes, ficou evidente a enorme quantidade de gesso (sulfato de cálcio), produto da reação do ácido sulfúrico com a matriz hidratada do cimento portland, componente principal do concreto. A perda de seção na superfície do concreto, nas regiões críticas (superiores) variava de 2 a 7mm, após ensaio a percussão feito apenas com a talhadeira. Paralisação à vista. Quem paga a conta?

do dimensionamento e criação de estruturas de concreto armado/protendido para ficarem com sua superfície em contato direto com o despejo. Projetistas e engenheiros embarcam na contramão do conhecimento que proíbe tal corpo a corpo. Lavam as mãos e, sem saber, condenam nosso velho e bom composto, chamado concreto armado-protendido, a uma vida curta e infeliz, induzindo a miragem de um futuro canteiro de obras já nos primeiros cinco anos.

Entidades fiscalizadoras municipais, estaduais, federais e até particulares, que deveriam ter este conhecimento e intervir, salvando o meu e o seu dinheiro também lavam as mãos e entregam a doce rapadura à amarga desperdiçobrás.

O resultado, que acompanhamos em nosso dia a dia, são os freqüentes colapsos nestes sistemas, com o conseqüente aumento dos custos e das taxas relativas a estes serviços.

O caminho

A atual situação da indústria norte americana, que trata do esgoto, não delimita territórios. Quer dizer, projetistas, técnicos e engenheiros do setor têm preocupações diferenciadas mas convergentes, seja insistindo em produtos de proteção com bom histórico para a superfície do concreto, seja investindo em novas barreiras de proteção que, efetivamente, garantam a natural durabilidade do concreto armado-protendido. Neste contexto, a solução com mantas de PVC, preconizada anos atrás, não decolou porque apresentou pouca eficiência. O atual estado da arte, lá por aquelas bandas, é uníssona e converge para o epóxi novolac. A questão toda gira em torno da espessura aplicada, nos diversos micro-ambientes que compõem ETDRs e ETDIs, além do tratamento das armaduras com proteção catódica, tanto nas novas construções quanto nas recuperações. Esta última medida já é regra, exatamente pelo fato do concreto armado-protendido apresentar, após o corte do "concreto comprometido", células de corrosão nas armaduras e alto nível de contaminação, suficiente para com-

COMPACTA. Engenharia especializada para ajudar você a restaurar a sua empresa




A **COMPACTA** oferece serviços especializados nas áreas de:

- Restauração de Fachadas
- Impermeabilização
- Recuperação e Reforço Estrutural
- Retrofit (Mudança no uso da estrutura)
- Tratamento de Caixa d'água
- Remodelação e Revitalização do Patrimônio

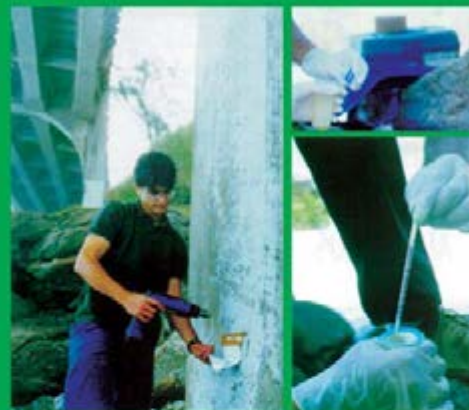
RR COMPACTA Engenharia Restauração Recuperação

Raul A. Nahas CREA 72295/D Renato A. Nahas CREA 10895/D

SP - (11) 3083-4299 Fax: (11) 3062-5783 - compactasp@uol.com.br
 RJ - (21) 2275-8449 Fax: (21) 2275-5296 - compactarj@uol.com.br
 DF - (61) 3225-1166 Fax: (61) 3225-3755 - compactadf@uol.com.br

www.compactaengenharia.com.br

Detector de contaminação por sais cloretos em peças metálicas e de concreto



Clor-test foi desenvolvido para analisar a contaminação em qualquer tipo de superfície. Seus componentes são pré-medidos, de modo a assegurar resultados precisos, em partes por milhão (ppm) e microgramas por centímetro quadrado (mgr/cm²), sem necessidade de qualquer correção em relação à temperatura ambiente. Em outras palavras: Clor-test é a precisão do laboratório na obra.

Tele-atendimento
 (0XX21) 2493-6740
 fax (0XX21) 2493-5553
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 03

CLOR-TEST

O fio da meada

A desintegração que ocorre na superfície do concreto é um fenômeno complexo que envolve processos químicos, físico-químicos, eletroquímicos e biológicos. Superfícies de concreto são bastante susceptíveis à ação desintegrante de bactérias e microorganismos. A atuação destes bichos está ligada, numa primeira etapa, aos ciclos do enxofre e do nitrogênio, onde são produzidas as substâncias iônicas SO_4^{2-} e NO_3^- . Nestes dois processos, as reações chaves são a redução do enxofre e a nitrificação, respectivamente. O enxofre apresenta-se em diversos estados de oxidação, variando de +6 (SO_4^{2-}) até -2 (H_2S), sendo de vital importância

para as células vivas, que contêm cerca de 1% de enxofre na forma de ácidos orgânicos (aminoácidos), principal componente das proteínas. Após a morte das células, estes ácidos se decompõem. Entre as diversas substâncias que contêm enxofre, sobressai o gás sulfeto de hidrogênio, devido ao seu cheiro característico de ovo podre, para concentrações tão pequenas quanto 0,2ppm. Neste lugar comum, sobressai o processo microbiano das bactérias que reduzem os sulfatos, onde se destaca a estrela desulfobrio e das bactérias que oxidam o enxofre, onde sobressai a bactéria *tio-bacilus*.

prometer o aço para o resto da vida, independente da aplicação de barreiras eficientes com novolacs. A presença de uma eficiente barreira novolac limita a intrusão de novos contaminantes, limitando a concentração existente. Estes contaminantes, presentes nos poros e interstícios do concreto antigo, alteram seu pH e modificam um sem número de substâncias que compõem a matriz cimentícia hidratada, tornando-a “fraca” e um mal hospedeiro para armaduras e cabos de protensão. De fato, uma vez “quimicamente viciado”, o concreto antigo “mecanicamente são” irá trocar figurinhas, quer dizer íons com a nova argamassa/concreto da

“recuperação” contaminando-os, independentemente da supereficiente barreira novolac situada na superfície e que não “enxerga” o que está situado abaixo dela. Assim, hoje, torna-se obrigatória a aplicação de proteção catódica nas armaduras e cabos de protensão, seja na forma de PASTILHA Z,

GLOSSÁRIO

Concentração – indica o teor que determinado componente figura na solução ou na mistura. O teor de um componente exerce influência pronunciada numa reação química. Maneira de expressar a preparação existente entre as quantidades de soluto, solvente e solução. Quociente da massa do soluto (em gramas) pelo volume da solução (em litros).

TELA G etc, de modo a impedir que a antiga contaminação, presente no concreto com “superfície mecanicamente são” interferira na vida do aço. Por outro lado, a aplicação de qualquer tipo de pintura na própria superfície do aço não garante coisa nenhuma contra a corrosão, já que invertem a polaridade entre anodos e catodos, criando um tremendo desarranjo eletroquímico, induzindo mais corrosão.

fax consulta nº 6



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Maria das Graças F. Xavier é eng^a civil, especialista em serviços de recuperação.
- A.W.W.A. Water quality and treatment.
- A.W.W.A. Water treatment plant design.
- Fair, G.M. Geyer, J.C. e Akm, D.A., Water and wastewater engineering.
- Schulz, C.R. e Okm, D.A., Surface water treatment for communities in developing countries.
- R.Winston Revie - Uhlig's corrosion handbook.



Silvio Andrade

Soluções de Engenharia



Oferecemos ao mercado da construção civil, em parceria com empresas éticas e de comprovada idoneidade técnica, soluções nas áreas de:

- Impermeabilização de concreto via injeção de polímeros hidroexpansivos.
- Tratamento da corrosão no concreto armado/protendido com Proteção Catódica por corrente galvânica.
- Reforço de estruturas com mantas, fitas e barras de fibra de carbono.
- Estabilização de solos com a tecnologia do Compaction Grouting.
- Produtos, testes e equipamentos para análise das estruturas.
- Tratamento de juntas de dilatação de pontes, viadutos, obras de arte etc.
- Tratamento de ETA's, ETE's, lagoas de contenção com PU elastomérico.
- Endurecimento químico de piso.
- Recuperação de pavimento de concreto.
- Recuperação de juntas, fissuras e trincas de pavimentos de concreto.
- Revestimento autonivelante, espaturado e pinturas epóxicas ou poliuretânicas

silvioandrade@silvioandrade.com

www.silvioandrade.com

Fone/Fax: (81) 3228 7500

Cel.: (81) 8814 4566 / (21) 9167 1215



NEUTRODOR
O controle total do odor

O neutralizador de odores **NEUTRODOR** recupera quimicamente gases nocivos, transformando-os em gases totalmente sem cheiro ou com aromas. A fórmula do **NEUTRODOR** utiliza ingredientes orgânicos biodegradáveis, absolutamente não corrosivos e seguros para o meio ambiente.

Projetado com o objetivo de desodorizar simultaneamente uma grande quantidade de gases ácidos ou alcalinos, as diversas fórmulas de **NEUTRODOR** dissolvem e neutralizam gases, através de reações químicas inversas e de absorção. As fórmulas do **NEUTRODOR** são especialmente adequadas para neutralizar odores de refinarias, estações de tratamento de esgotos e de lixo, indústrias de processamento químico etc.

Faça um teste rápido em seu laboratório (poucos minutos) e você saberá porque **NEUTRODOR** é a melhor resposta à presença daquele cheiro que compromete seu negócio.

NEUTRODOR

Tele-atendimento

(0XX21) 2493-6740

fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 04

Carga Pesada I

OU O QUE TODO PROJETISTA DEVE SABER SOBRE SUBLEITOS E SUB-BASES PARA DIMENSIONAR PISOS INDUSTRIAIS.



Figura 1 - O rolo “pé de carneiro” e o compactador tipo “sapo” são as ferramentas para trabalho de compactação de subleitos argilosos.

SOLOS

Jorge Luiz
F. Almeida

Esse fenômeno da transformação de um terreno em piso industrial ou comercial, nas águas quentes e turvas de solos cada vez mais problemáticos, com direito a futuros recalques, não é tarefa fácil. Para assegurarmos que o futuro piso resistirá às cargas do projeto, sem fantasmas dos recalques, formações de “bacias” ao longo do piso, fraturamento das cintas periféricas etc, torna-se vital conhecer as características do solo, de modo a dimensionar o subleito do futuro piso.

Características desejadas para o subleito

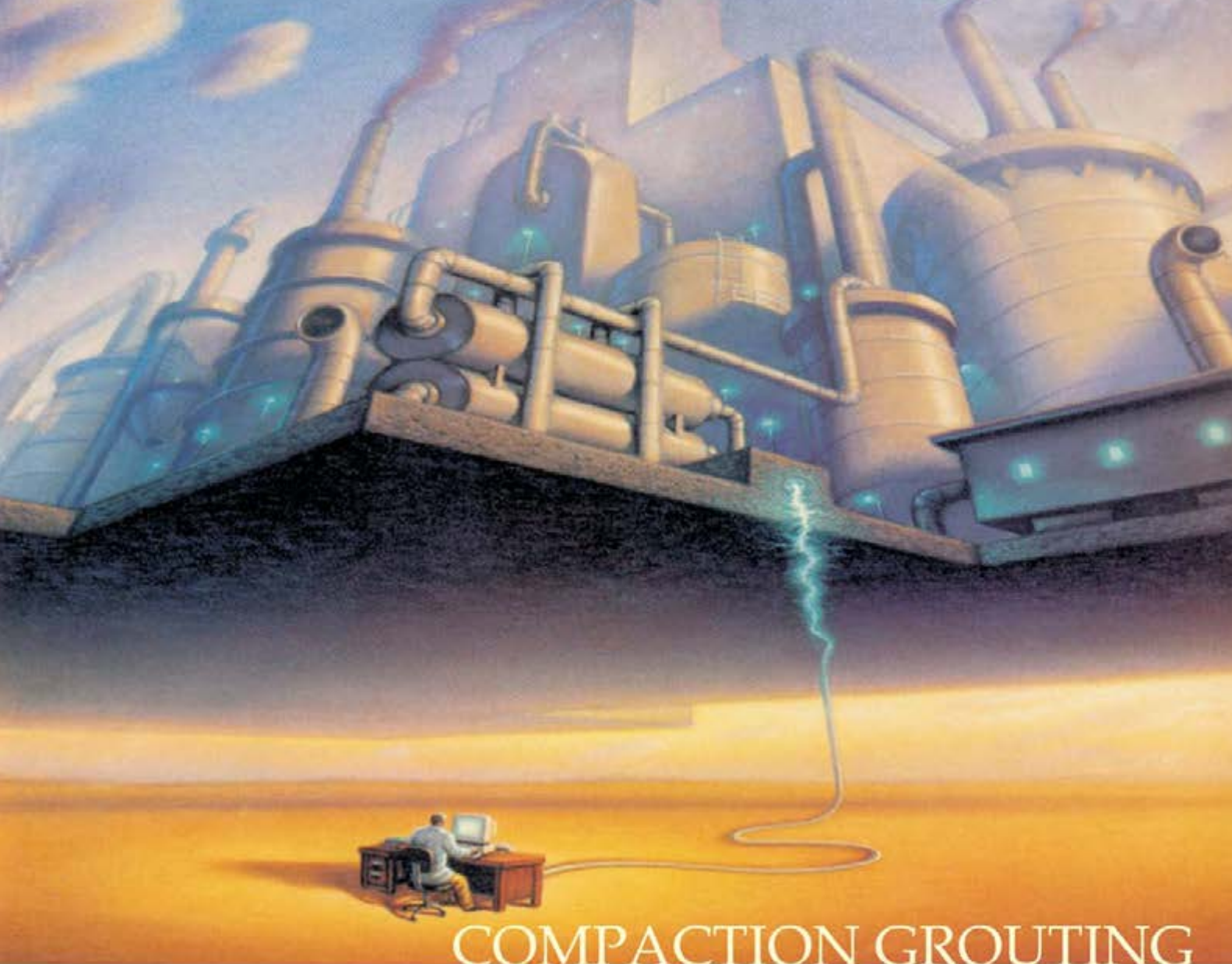
Subleito nada mais é do que o leito natural do terreno, obrigatoriamente uniforme (quer dizer sem mudanças tipo duro, mole ou de densidades), podendo ou não receber compactação, com ou sem direito a subbases sobre o qual o futuro piso assentará. Falamos “compactação”, no entanto, dependendo das sondagens feitas no local, poderemos ter uma sinuca de bico com a existência de uma camada de argila mole que,

GLOSSÁRIO

Subleito – solo abaixo da (opcional) sub-base ou sob o piso de concreto. O solo formador do subleito pode ser de emprésimo e, naturalmente recompactado, ou o próprio solo do local, retirando materiais inadequados e compactando-se sua superfície de 15 a 20cm.

Sub-base – camada (opcional) de solo estabilizado ou granular posicionado acima do subleito e abaixo do piso de concreto.

Densidade – medida da compactação imposta ou existente no subleito e na sub-base, medida como porcentagem da compactação, obtida de acordo com a norma ASTM D698.



COMPACTION GROUTING

Fique ligado na maneira mais moderna e eficiente de tratar problemas de fundação em indústrias, sem causar paralizações.



Com Compaction Grouting você interrompe todos os problemas de recalques e desnivelamentos sem qualquer interrupção na operação industrial. Nada de grandes mobilizações, perda de tempo e entulhos.

Apenas Compaction Grouting.

Compaction Grouting

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



Figura 2 - subleitos mal dimensionados ou preparados não suportam as cargas previstas, promovendo fraturas no piso. Juntas mal dimensionadas e nada estanques pioram ainda mais o problema.

certamente, exigirá mais do que o tratamento superficial do terreno. Estamos falando de consolidação profunda de camadas de argila mole, modernamente feito com Compaction Grouting e Drenos Verticais.

Se considerarmos pisos rígidos de concreto, teremos a conseqüente distribuição das cargas concentradas aplicadas, por exemplo, de pesados pallets de mercadorias (tipo rolos de papel, produtos metálicos etc), seja pelo tráfego de empilhadeiras carregadas, em grandes áreas do piso, reduzindo enormemente as tensões atuantes no terreno. Com

pisos intertravados ou similares a coisa é diferente. Em síntese, se tivermos cargas pesadas atuantes no subleito, dever-se-á considerar os efeitos do adensamento do solo a médio e longo prazos.

Como conhecer o solo?

O subleito sobre o qual constrói-se o piso é formado por um ou mais tipos de solos, pertencentes a uma grande e complexa família. Torna-se necessário identificar o solo de modo a poder classificá-lo comparativa-

GLOSSÁRIO

Limite de liquidez de um solo – separa o estado líquido do plástico. É a menor umidade que faz o solo fluir sob a ação de uma carga ou de seu próprio peso.

Limite de plasticidade – é o teor de umidade para o qual o solo começa a quebrar-se em pedaços, quando colocado em cilindros de pequeno diâmetro.

Índice de plasticidade – Já o índice de plasticidade (IP) representa a diferença entre o limite líquido e o limite plástico. Ou seja, representa a quantidade de água que ainda pode ser adicionada a partir do limite de plasticidade, sem alterar o estado plástico do solo. O índice de plasticidade considerado mínimo é de 10%.



Figura 3 - Nesta área de uma indústria havia uma camada de argila mole entre 4 e 7m de profundidade. Foi feita a consolidação desta argila com COMPACTION GROUTING, de modo a dar estabilidade ao futuro piso para um depósito.

A classificação segundo a ASTM

Esta tabela é a visualização do sistema de classificação de solos da ASTM. Quando o solo é uma combinação de dois tipos, associam-se ambos os nomes. Assim, uma areia argilosa é predominantemente uma areia que, no final das contas possui uma certa quantidade de argila. O inverso, ou seja, uma argila arenosa, é uma argila com certa quantidade de areia.

TERMINOLOGIA DO SISTEMA

G	Pedregulho
S	Areia
M	Silte
C	Argila
O	Solo orgânico
W	Bem graduado
P	Mal graduado
H	Alta compressibilidade
L	Baixa compressibilidade
PT	Turfas

		Grupos Símbolos	Nome Típico	Capacidade de Carga Provável** (MPa)	Módulo (K) de reação do subleito (MPa/m)			
SOLOS GRANULARES 50% OU MAIS RETIDOS* NA PENEIRA Nº 200 (75µm)	PEDREGULHO - 50% OU MAIS FICAM RETIDOS NA PENEIRA Nº 4 (4,7MM)	Pedregulho lavado	GW	Pedregulho bem graduado e misturas de pedregulho e areia com pouco ou sem finos	0,48	81 ou mais		
			GP	Pedregulhos mal graduados e misturas de pedregulho e areia com pouco ou sem finos	0,48	81 ou mais		
		Pedregulho com finos	GM	Pedregulho siltoso, misturas de pedregulho, areia e silte	0,24	54 a 81		
			GC	Pedregulho argiloso, misturas de pedregulho, areia e argila	0,20	54 a 81		
	AREIA - 50% OU MAIS PASSAM NA PENEIRA Nº 4 (4,7MM)	Areias lavadas	SW	Areias bem graduadas e areia graúda com pouco ou sem finos	0,36	54 a 81		
			SP	Areia mal graduada e areia grossa com pouco ou sem finos	0,29	54 a 81		
			SM	Areias siltosas, misturas de areias com silte	0,20	54 a 81		
		Areias com finos	SC	Areias argilosas, misturas de areia com argila	0,20	54 a 81		
			SOLOS FINOS 50% OU MAIS PASSAM NA PENEIRA Nº 200 (75µm)	SILTES E ARGILAS LIMITE DE LIQUIDEZ 50% OU MENOR	ML	Siltes inorgânicos, areias muito finas, areias finas siltosas ou argilas	0,10	27 a 54
					CL	Argilas inorgânicas de baixa a média plasticidade, argilas com pedregulho, argilas arenosas etc	0,10	27 a 54
OL	Siltes orgânicos e argilas siltosas orgânicas de baixa plasticidade	0,10			27 a 54			
SILTES E ARGILAS LIMITE DE LIQUIDEZ MAIOR QUE 50%	SOLOS ALTAMENTE ORGÂNICOS	MH	Siltes inorgânicos, micácea ou siltes/areias finas diatomácea, siltes elásticos	0,10	27 a 54			
		CH	Argilas inorgânicas de alta plasticidade, argilas gordas.	0,10	13,5 a 27			
		OH	Argilas orgânicas de média a alta plasticidade	0,10	13,5 a 27			
		PT	Turfas e outros solos altamente orgânicos					

* baseia-se nas amostras que passam na peneira de 75mm.

** National Building Code - American Insurance Association.

mente como bom ou ruim. Essa aparente simplicidade de identificar para classificar na verdade é complexa e, às vezes, confusa. Por exemplo, recomenda-se testes como

granulometria e limites de Atterberg para identificar um solo. Estes mesmos testes poderão ser requisitados para classificá-lo. **O sistema de classificação de solos** para

subleitos mais conhecido é do Federal Highway Administration, promovido pelo American Association of State Highway and Transportation Officials, M145, comu-



Figura 4 - Logo este solo aguentará cargas pesadas. Caso não esteja bem dimensionado, poderá comprometer o piso de concreto, os blocos e até suas estacas.

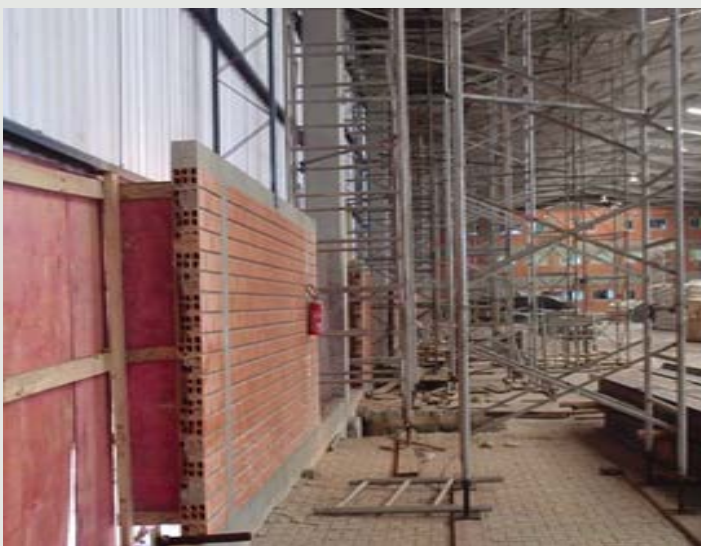


Figura 5 - Piso assentado sobre camada de argila mole sem tratamento. Formação de grandes "bacias" no piso de concreto. Com a continuidade das deformações (recalques) houve o afetamento das cintas periféricas e seus blocos, havendo a necessidade de escoramento.

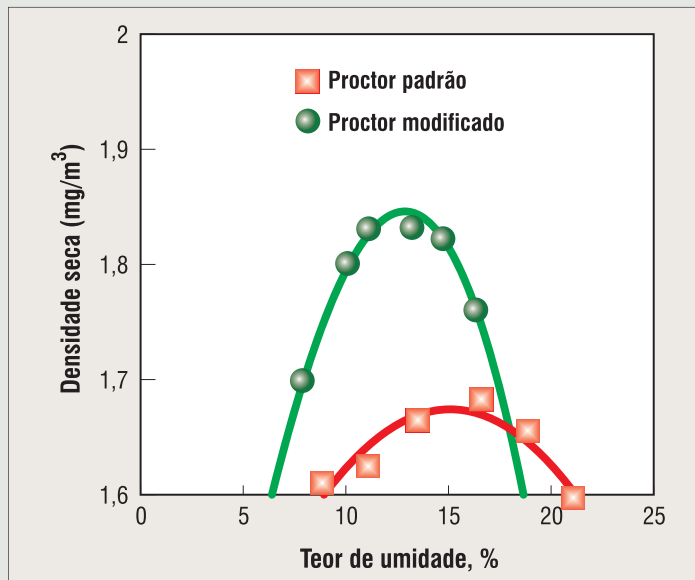


Figura 6 - Testes no solo determinam sua umidade ótima, otimizando sua compactação máxima.

GLOSSÁRIO

Limites de Atterberg – em 1911, A. Atterberg, um cientista sueco, associou a umidade presente no solo com seus diversos estados de consistência. São testes que determinam o teor mínimo de umidade, em solos coesivos ou plásticos, necessários para obter determinadas condições de consistência, usualmente expressa em porcentagem do peso do solo seco. A consistência de um solo serve para diferenciar materiais muito plásticos (argilas) daqueles com fraca ou nenhuma plasticidade (siltes). As medidas ou métodos para determinar a plasticidade do solo incluem o limite de liquidez, de plasticidade e o índice de plasticidade.

Graduação – é um termo descritivo para a distribuição e o tamanho dos grãos do solo, obtido pela análise granulométrica, cujo resultado é apresentado na forma de curva acumulativa dos grãos com seus tamanhos. Os tamanhos das partículas são colocados numa escala logarítmica, em referência a porcentagem retida (ou que passa), em relação ao peso total da amostra, colocada numa escala linear.

mente conhecido como AASHTO M145, que classifica os solos em sete grupos (A-1 ao A-7). Por outro lado, importantes órgãos como o U.S. Army Corps of Engineers, o U.S. Federal Aviation Administration e a American Society for Testing and Materials unificaram um sistema de classificação de solos identificado como ASTM D2487. A tabela, na página anterior, é a chave para a classificação.

A densidade de um solo está totalmente comprometida com sua resistência. O conhecimento da resistência de um solo, quer dizer, sua capacidade de suporte, é fundamental para o dimensionamento seguro de pisos que, efetivamente, nascem para agüentar cargas pesadas, algo como 2.000kg/m² ou mais. A radiografia de um

solo nos mostra que sua resistência está diretamente associada ao tipo de solo, seu grau de compactação e, claro, a umidade presente. Compactação é uma forma de densificar ou aumentar o peso unitário do solo, seja aplicando-se rolo, percussão ou vibração. É a forma de melhorar as propriedades estruturais do solo. Mede-se a densidade do solo utilizando a relação massa por umidade de volume. Quando se obtém grandes densidades em um solo, significa que teremos boa condição suporte. As normas ASTM D698 e D1557, "Relações entre densidade e umidade nos solos", ensinam a obter a maior densidade e o correspondente teor ótimo de umidade. A umidade do solo, expressa em porcentagem, é a relação entre a massa



Nada de injeção e perda de tempo.

Preencher e monolitizar trincas e fissuras no concreto estrutural ficou mais fácil com o revolucionário sistema epóxico de ultra baixa viscosidade PP50. Isendo de solventes, com 100% de sólidos, possui viscosidade praticamente igual a da água. Basta verter o produto e pronto. Sua estrutura está novamente monolitizada. PP50 é um potente monolitizador, superior ao METACRILATO pelo preço e pelo maior pot-life. Ideal para aplicação em estruturas com trincas e fissuras como lajes, pisos industriais, lajes de vertedouros etc.

- Garante monoliticidade.
- Alta penetração, mesmo sem injeção.
- Cola em presença d'água.
- Agora, também, na versão semi-rígida.

PP50

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



Figura 7 - Subleito, sub-base de concreto e juntas. Todos deverão trabalhar de forma harmônica. Para tanto, dever-se-á analisar, adequadamente, cada um deles dentro do contexto do futuro ambiente.

d'água dividida pela massa do solo seco, multiplicando-se por 100.

O **índice de plasticidade (IP)** expressa o grau de plasticidade de um solo. Quando podemos rolar um pequeno filete de solo entre as mãos, dizemos que o mesmo é plástico. O limite de plasticidade (LP) de um solo reflete sua umidade ao mudar do estado semi-sólido para o estado plástico. O limite de liquidez (LL) é a umidade quando o solo muda do estado plástico para o líquido. O índice de plasticidade (IP) é a diferença numérica entre o limite de liquidez (LL) e o limite de plasticidade (LP).

Solos problemáticos são os expansivos, compressivos ou que não oferecem resistência adequada. Solos argilosos, que possam ganhar umidade após sua compactação, por exemplo devido à variação do len-

çol freático, são fortes candidatos a problemáticos. É o caso dos solos com IP igual ou superior a 5 pois, ao ganharem umidade, com o movimento das cargas, são forçados a deformar, causando deflexões, comprometendo o piso. Ou seja, perdem resistência e capacidade de suporte à medida que absorvem umidade. Esta ocorrência é típica junto às bordas ou nos cantos do piso, à medida que a empilhadeira vai e volta.

Em resumo, todo e qualquer dimensionamento de pisos de concreto baseia-se na uniformidade da resistência do subleito. Qualquer coisa diferente deve ser analisado criteriosamente. Na próxima edição, apresentaremos Carga Pesada II com mais informações sobre o condicionamento de subleitos.

fax consulta nº 08



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.
- Kanare, H.M., Understanding Concrete Floors and Moisture Issues, CD014, Portland Cement Association, Skokie, Illinois.
- Kelley, E.F., "Applications of the Results of Research to the Structural Design of Concrete Pavements", Public Roads, Vol. 20, No. 5.
- Kosmatka, S.H., "Floor-Covering Materials and Moisture in Concrete", Concrete Technology Today, PL853, Portland Cement Association, Skokie, Illinois.
- Kunt, M.M., and McCullgh, B.F., "Evaluation of the Subbase Drag Formula by Considering Realistic Subbase Friction Values", Transportation Research Record 1286, Transportation Research Board National Research Council.
- Lytton, R.L., and Meyer, K.T., "Stiffened Mats on Expansive Clay", Journal, Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineers.
- Marais, L.R., and Pierre, B.D., Concrete Industrial Floors on the Ground, Portland Cement Institute, Midrand, South Africa.
- Nicholson, L.P., "How to Minimize Cracking and Increase Strength of Slabs on Grade", Concrete Construction, Hanley-Wood, LLC, Addison, Illinois.
- Okamoto, P.A., and Nussbaum, Peter J., Concentrated Loads on Industrial Concrete Floors on Grade, Portland Cement Association, Skokie, Illinois.
- Packard, R.G., Computer Program for Airport Pavement Design, SR029, Portland Cement Association.



Bomba Versátil

Bomba universal com acionamento elétrico para transporte, injeção e projeção de tintas, natas e argamassas bombeáveis de consistência plástica e fluida com granulometria máxima de 2mm.

A Bomba RG10 possui pressão de trabalho de 30kg/cm² e variação de velocidade de bombeio. RG10 é a bomba ideal para sua obra.

BOMBA RG10

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 09

Inadequadas & Comprometedoras

A CORROSÃO NAS ARMADURAS DO CONCRETO AINDA É TRATADA COM MASSAS E PINTURAS. MAIS CORROSÃO A CURTO E MÉDIO PRAZOS. SAIBA O PORQUÊ.



CORROSÃO

Joaquim
Rodrigues

Figura 1 - Pintura das barras com epóxis (ricos ou não), aplicação de massas pré-fabricadas (chipadas de aditivos ou não), encamisamentos etc. Nada disto pode ser considerado tratamento para a corrosão instalada. Corrosão é fenômeno eletroquímico, formado por pilhas (de corrosão) que só podem ser neutralizadas com a inserção de outras pilhas (de proteção).

Muitos engenheiros e técnicos ainda embarcam na canoa furada do pensamento sinistro de que a superfície do concreto é pau para toda obra, expondo a peito aberto a gases e líquidos corrosivos. Irmã siamesa do desperdício geral, a corrosão do aço futebol clube, que cresce assustadoramente na tabela do prejuízo privado e governamental, mascara a ruína de perna de pau de engenheiros e técnicos projetistas que teimam em acolher apenas a espessura do recobrimento do concreto

como medida ou estratégia de proteção, não aceitando que concreto é sólido falso. É firme, estável e resistente, mas possui uma formidável rede de capilares e poros, totalmente susceptível à passagem de líquidos e vapores. Queremos dizer que, tão importante quanto projetar uma estrutura de concreto armado-protendido, é fundamental estabelecer diretrizes específicas de proteção para as superfícies de seus dois componentes: concreto e aço, de modo que, efetivamente, façam a sua parte e ajudem a estrutura a du-

GLOSSÁRIO

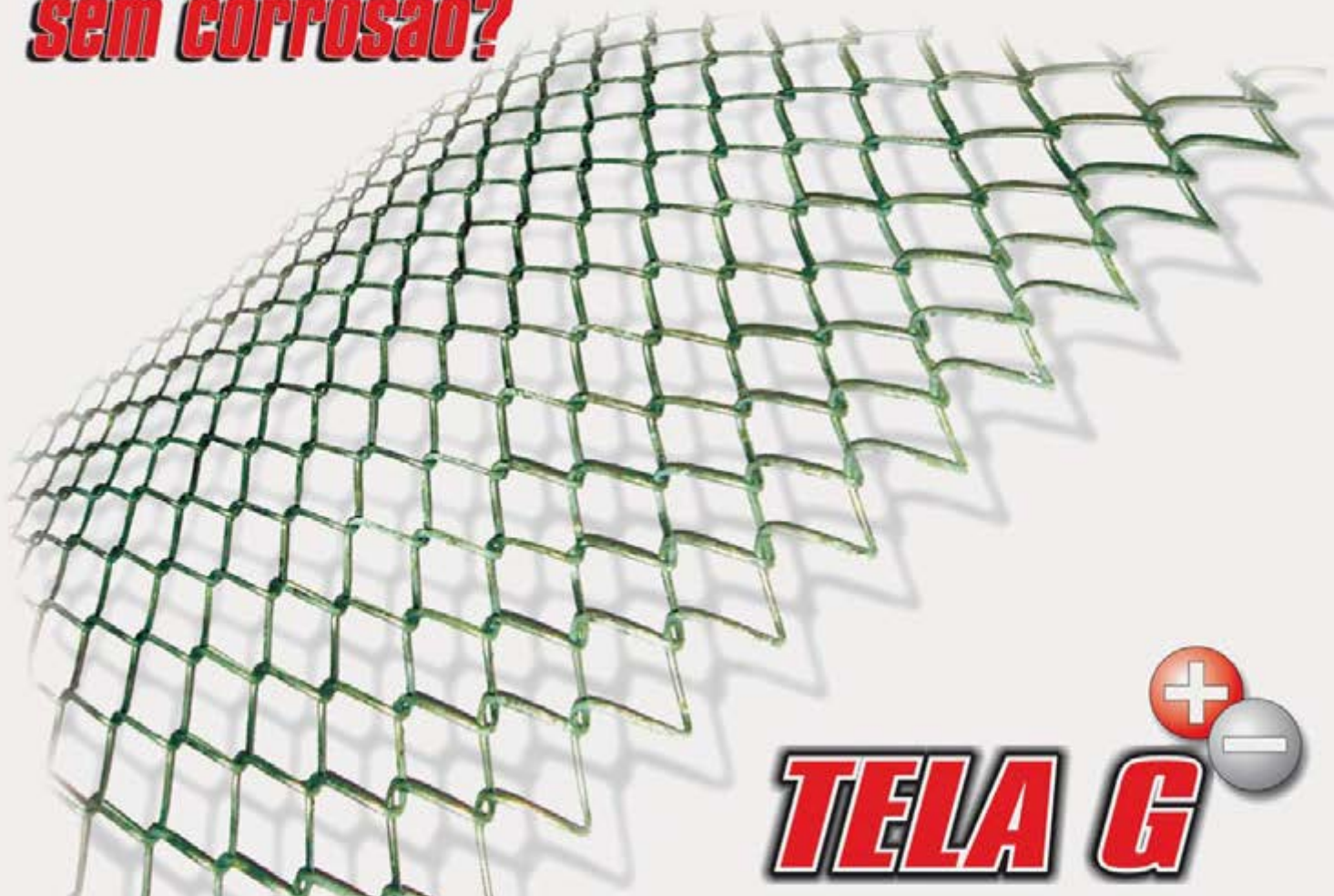
Íon – um átomo ou um grupo de átomos que ganharam ou perderam elétrons, passando a ter carga elétrica.

Pilha eletroquímica – um sistema eletroquímico formado por um anodo e um catodo em contato metálico (na própria superfície do aço) e imerso em um eletrólito. O anodo e o catodo geralmente são metais diferentes presentes na composição do aço ou mesmo em áreas heterogêneas etc.

Eletroquímico – relativo à eletroquímica. Ciência e técnica das transformações recíprocas das energias química e elétrica.

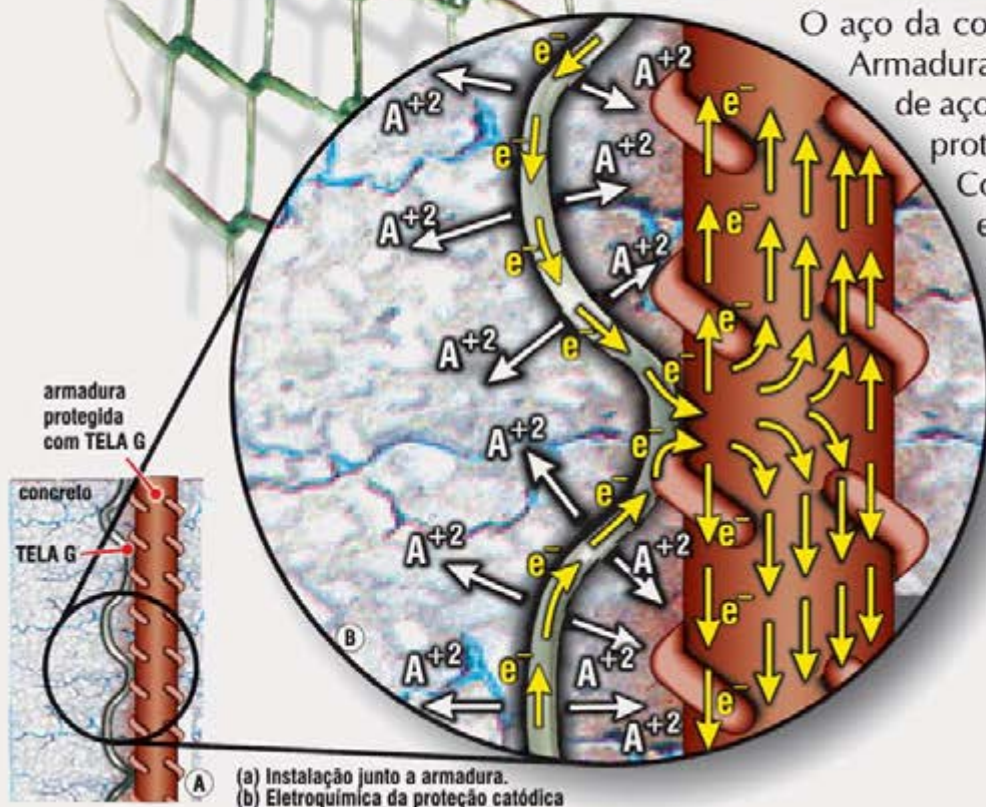
Eletrólito – substância química que contém íons que migram sob a ação de campos elétricos.

Concreto armado-protendido sem corrosão?



TELA G  

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é fria. Use **TELA G** preventivamente ou na recuperação. 20 anos de garantia.



(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

TELA G
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10

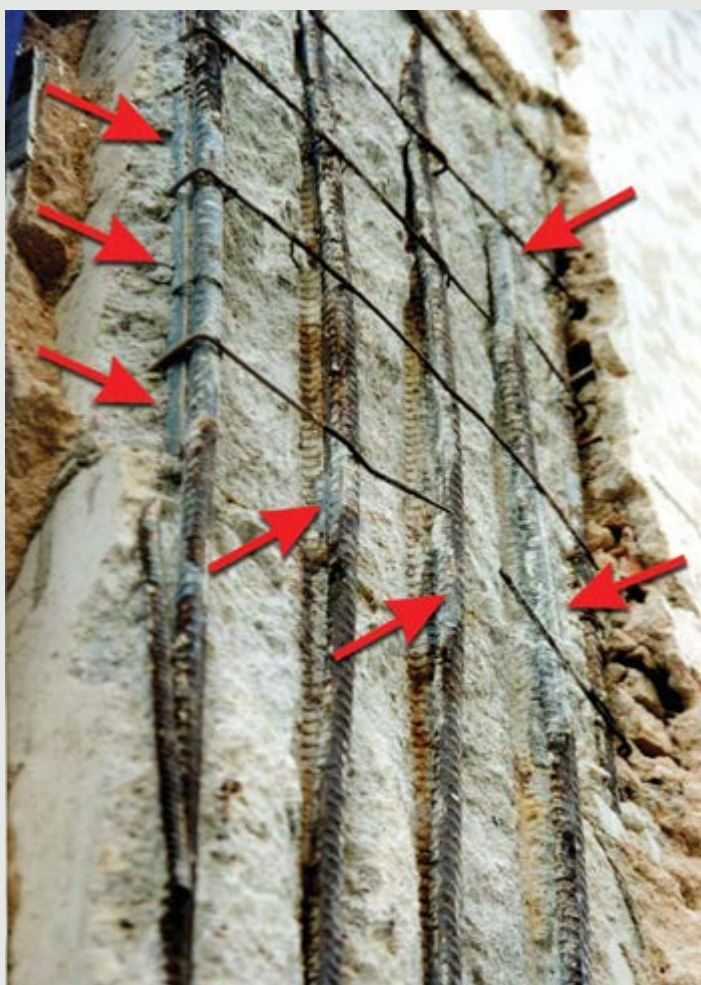


Figura 2 - As setas apontam para as armaduras anteriormente "tratadas" com "pintura anticorrosão" bem conhecida. Repare a intensidade da corrosão nas áreas adjacentes, anteriormente boas.



Figura 4 - Também nesta estrutura o tratamento anterior com "pintura anticorrosão".



Figura 3 - Pintura epóxica rica em zinco aplicada sobre as barras corroídas (antigos anodos). As regiões bem pintadas tornam-se catodos. As regiões mal pintadas, como furos na película e por trás das barras continuam anodos, agora corroendo de forma mais intensa pelo fato de concentrarem mais corrente. As regiões "aparentemente boas" e que não foram pintadas, antigos catodos, que fomentavam os antigos anodos, passam a ser novos anodos. A inclusão de partículas de zinco em meio epóxico simplesmente não funciona como trocador galvânico.

rar, evitando os manjados e precoces serviços de recuperação que, muitas vezes, começam já aos 5 anos de idade! Esta matéria é mais um alerta para as antigas e fascinantes, mas falsas e indecentes metodologias de tratamento da corrosão no concreto armado-protendido com base na aplicação de pinturas e/ou massas sobre as armaduras, não necessariamente nesta ordem.

Planejar para prevenir corrosão

Enxergar a verdade, quando se está apaixonado por manuais técnicos não é bom negócio. Somos técnicos e engenheiros. Não podemos aceitar fórmulas de tratamentos sem questioná-las. A base do questionamento será sempre a busca da causa e sua dissecação.

Antes de projetar uma estrutura, seja em concreto armado ou protendido é necessário entender o ambiente, como um todo, que envolverá a estrutura, assim como os micro-ambientes internos, cada um responsá-

vel pela formação de eletrólitos específicos, com marca registrada própria, que se embrenharão pelos capilares do concreto, contaminando-o e alterando sua condição de excelente hospedeiro para carrasco em relação ao aço. Esta medida simples possibilitará estratégias para a proteção das superfícies do concreto e do aço, durante ou após sua construção. A omissão de estratégias de prevenção da corrosão condenará, conseqüentemente, o proprietário a riscos de paralisações, aumento de seus custos e perda de produtividade. O planejamento de estratégias de prevenção da corrosão inclui revestimentos com epóxis específicos para resguardar a superfície do concreto e proteção catódica para a proteção do aço. Com estas duas medidas evitar-se-á autópsias recuperativas de curto e médio prazo, na maioria das vezes com falsos remédios que, além de não terem qualquer eficácia contra estados de corrosão em andamento, ainda atiram no próprio pé, induzindo mais corrosão. Estamos falando

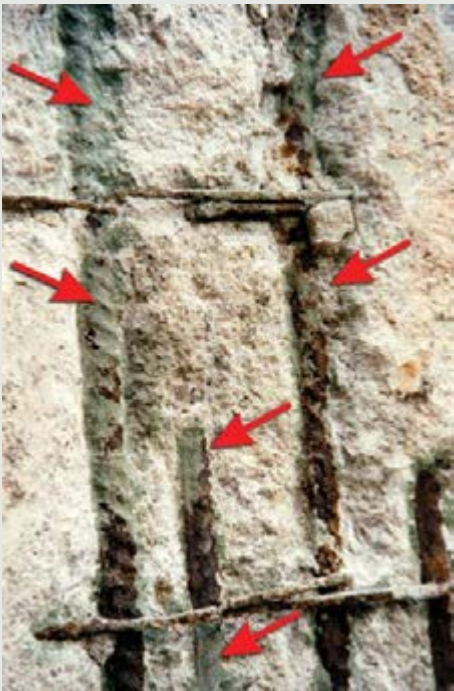


Figura 5 - Repare que as regiões não “tratadas” na “recuperação” anterior só fizeram surgir mais pilhas de corrosão.

das tradicionais pinturas das armaduras com ou sem aplicação de argamassas pré-fabricadas miraculosas, armas mortais da velha e sinistra sistemática de tratamento (apenas) dos efeitos. A aplicação destes materiais, “onde havia anteriormente corrosão”, ou seja, após a “limpeza” da superfície das armaduras, estabelece enorme desequilíbrio eletroquímico entre a área metálica assim “recuperada” e a área metálica envolta no concreto original, deflagrando pilhas de corrosão nesta última ou onde não havia.



Figura 6 - Neste estádio “tratou-se” a armação original e corroída da laje com “pintura anticorrosão”.

Especificando o melhor

A realidade é nua e crua. O que vemos na front das obras são crimes hediondos contra estruturas de concreto armado-protenvido em que, literalmente, maqueiam-se regiões comprometidas com deslocamentos ou até ferragem exposta e com corrosão, usando o manjado “corte do concreto comprometido e limpeza das armaduras aplicando-se pinturas e revestimentos chipados sobre o reparo”. Ignora-se que corrosão é um fenômeno eletroquímico, totalmente comprometido por suas leis e regras, facilmente encontradas em qualquer livro

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Sua composição baseia-se em fibra e matriz aglomerante.

Liga – metal resultantes da solidificação de uma mistura de dois ou mais metais, previamente fundidos.

Ácido – suas moléculas ionizam na água produzindo íons hidrogênio. A força de um ácido é proporcional a concentração dos íons hidrogênio.

Sal – substância que ioniza na água, produzindo íons diferentes dos íons hidrogênio e hidroxilas. É formado por íons de carga negativa (hidrogênio) de um ácido com íons de carga positiva de uma base metálica.

Base – substâncias que ionizam na água, produzindo íons hidroxilas (OH⁻). São típicos neutralizadores de ácidos, produzindo sais. A cal e o hidróxido de cálcio, presentes na matriz cimentícia, são bases típicas.

TECNOLOGIA?

Evite isto!

só com semi-pilha CPV-4

CPV-4

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

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




Figura 7 - O uso de proteção catódica com a fixação de tela galvanizada onde houver grande densidade de armaduras, interrompe a corrosão.

de química de 2º grau. Ignora-se o estado de contaminação presente na monstruosa favela de capilares do interior do concreto, com sua população original de íons cálcicos que agora compartilham com outros íons, tão estranhos quanto bandidos, reações químicas nada saudáveis para o concreto e muito menos para seu ilustre hóspede. O resumo dessa gororoba é que de nada adianta fazer reparo à base de pinturas ou argamassas onde haja estados de corrosão por contaminação do concreto. É como pôr fechadura nova com o ladrão dentro de casa. Se há sintomas evidentes de corrosão, torna-se necessário identificá-los e, adicionalmente, esquadrihar toda a superfície da estrutura. Então, com o estetoscópio, quer dizer, com a Semi-Pilha ouvir o que a superfície “sã” do concreto tem a dizer, com sua linguagem de milivolts. Se há ou não pilhas de corrosão amoitadas ao longo e sob a superfície do concreto. A presença de estados terminais (visíveis) de corrosão (ferros expostos) e a obrigatória constatação feita com a Semi-Pilha implica em tratamento eletroquímico (proteção catódica) para essas regiões, de modo a inter-

romper tais reações, utilizando-se anodos na forma de plastilhas, telas galvanizadas etc. Só então dever-se-á analisar o melhor coating de proteção para as superfícies, considerando-se cada micro ambiente presente. Por exemplo, se houver em um determinado micro-ambiente, como em estações de tratamento d’água e despejos, um ataque químico direto na superfície do concreto, sugere-se utilizar revestimento epóxico novolac, específico para estes casos.

fax consulta nº 12



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

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



Tecnologia em fundações

- *Compaction Grouting*
- *Permeation Grouting*
- *Jet-Grouting*

tel.: (21) 2493-6740
 engegraut@engegraut.com.br
 www.engegraut.com.br

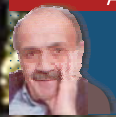
ENGEGRAUT
 G E O T E C N I A

Tecnologia em Grouting
 Este é o nosso Diferencial

Terapias equivocadas, baseadas em materiais e metodologias suspeitas, põem em questão a principal atividade do repairbusiness.

FUNDAMENTOS III APRESENTA UMA RADIOGRAFIA CLARA DOS PRINCIPAIS MANDAMENTOS DO REFORÇO ESTRUTURAL.

ANÁLISE



Carlos Carvalho Rocha

Fundamentos III

Patologias das Construções

Reforços estruturais significam, acima de tudo, interferir na qualidade da estrutura, invariavelmente anexando materiais (mais) resistentes e redistribuir as cargas atuantes com ou sem presença de deformações.

Na cesta básica dos materiais empregados temos o concreto armado, aplicado de modo convencional (com fôrma) ou projetado, estrutura metálica, protensão externa, e os modernos compósitos à base de epóxi e fibras altamente resistentes, além de combinações.

O principal problema nos serviços de reforço estrutural, com todas estas tecnologias, ainda deságua no mesmo delta: obtenção de compatibilidade e continuidade necessárias ao comportamento estrutural entre reforço e estrutura original.

Projetando um reforço estrutural

Usualmente não se utilizam regras definidas ou propriamente normas para os serviços de reforço estrutural. O calcanhar de Aquiles ainda é a mesma transferência

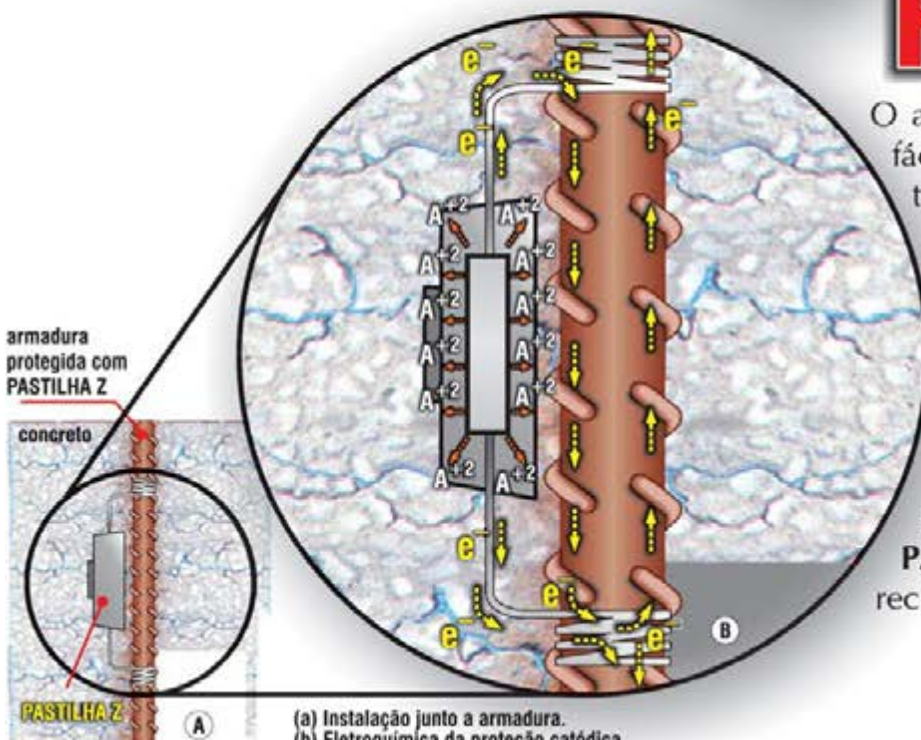
das forças cisalhantes entre o concreto original e o reforço, além dos diversos efeitos ambientais incidentes dos microambientes que cercam a estrutura. O uso de materiais cimentícios bem mais resistentes nos serviços de reforço, e um exemplo são os grouts que apresentam diferenças de fluência e retração em relação ao concreto original, é flagrante comum no repairbusiness. Torna-se necessário e obrigatório empregar massas com crachá onde se possa ler baixa fluência, retração e calor de hidratação.

Concreto armado-protendido sem corrosão?



PASTILHA Z

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço pelo concreto é apenas mecânica. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é fria. Use **PASTILHA Z** preventivamente ou na recuperação e tenha 20 anos de garantia.



(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

PASTILHA Z

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 24



Figura 1 - Vista de uma torre de pré-aquecimento após a execução do reforço com protensão. Barras de ancoragem foram instaladas em cada um dos lados dos pilares de quina da edificação, em cada um dos pavimentos, de modo a aumentar a resistência ao cisalhamento imposto pelas cargas laterais.

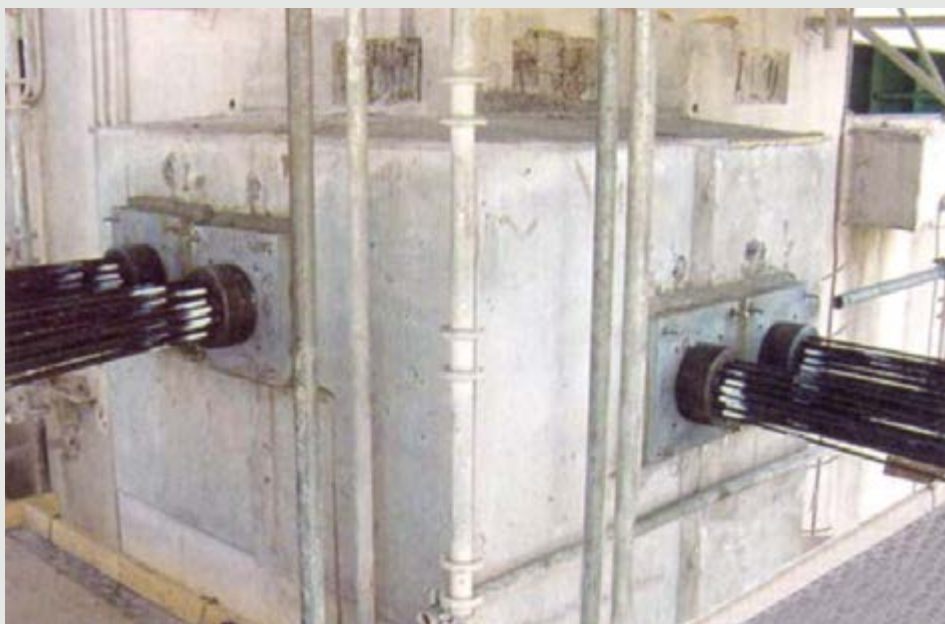


Figura 2 - Ancoragem finalizada. Utilizou-se cobertura à base de chapa galvanizada e posterior grauteamento.



Figura 3 - Todos os furos para os cabos de protensão, em cada um dos níveis da edificação, foram grauteadas, de modo contínuo, a partir das regiões mais inferiores.

A resistência e o módulo de elasticidade das massas empregadas precisam e devem ser balanceadas com o concreto original da estrutura a ser reforçada, de modo a inexistir futuras incompatibilidades.

O reforço, aplicado junto às armaduras submetidas a forças de tração, pode ser feito incorporando-se novas barras às antigas, através de protensão externa ou com o uso de compósitos à base de epóxi com fibra de carbono, vidro estrutural ou Kevlar.

Empregando protensão externa

A influência do reforço, com protensão externa, na durabilidade e nos estados limites da estrutura a ser reforçada poderá ser muito grande, em função do método de introdução e das diferentes formas de alinhar os cabos de protensão. Dever-se-á obedecer às diretrizes da Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP), através do seu “Recommendations for Acceptance and Applications of Post-Tensioning Systems”. Poder-se-á utilizar cabos aderidos ou não. O uso de elementos protendidos muito curtos é sensível a qualquer tipo de desvio, devido às próprias tolerâncias da construção (excentricidade, inclinações etc), dos elementos de ancoragem, do macaco empregado etc. O cálculo do reforço com protensão externa pode ser feito empregando-

se as mesmas diretrizes utilizadas no cálculo de construções de concreto protendido. Os efeitos da fluência e da retração, durante o cálculo das perdas de protensão, serão menores devido a idade do concreto da estrutura a ser reforçada. As tensões nos cabos não aderidos, considerando-se o estado último, serão levemente maiores do que a condição após as perdas de protensão. A proteção contra a corrosão deverá levar em consideração o ambiente e as condições existentes. Nos ambientes industriais e marítimos dever-se-á, obrigatoriamente, utilizar proteção catódica com anodos tipo FIO G envolvendo os cabos dentro das bainhas. Para cabos sem bainha, utilizar-se-á anodos tipo PASTILHA Z, TELA G ou VARAG.

É importante ressaltar que quando se faz reforço de estruturas existentes, com o uso

GLOSSÁRIO

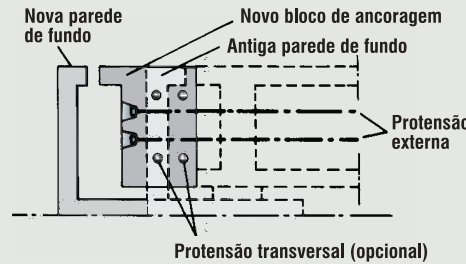
Fluência (creep) – imagine uma peça estrutural submetida a carregamento constante. É o aumento contínuo de sua deformação, em relação ao tempo. Lenta deformação sob tensão. A fluência é primária quando a velocidade da deformação é decrescente. É secundária quando tem velocidade bem pequena, quase constante. A terciária é com velocidade acelerada.

de protensão externa, geralmente, não será possível empregar armadura de combate a deslocamentos e rompimentos atrás das ancoragens, como nas estruturas convencionais de concreto protendido. Dever-se-á empregar protensão transversal, com a função de criar pressão de contato entre o novo e o antigo concreto, fazendo com que as tensões cisalhantes necessárias sejam transferidas através das juntas. Para asse-

gurar a desejada interação entre os novos cabos e a estrutura antiga, dever-se-á utilizar esta mesma sistemática ao longo de toda a viga, levando-se em conta que as tensões cisalhantes presentes serão quase insignificantes, podendo ser combatidas com armadura convencional.

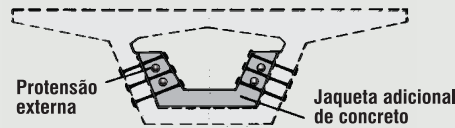
Para os que toparem fazer reforço com protensão externa, aí vão algumas dicas de como fixá-la à estrutura a ser reforçada.

- a) Ancorando no final da viga-caixão
Tem a vantagem de separar ou evitar que a introdução de forças concentradas localizadas

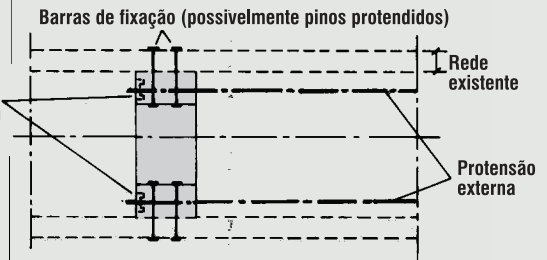


zadas na estrutura cheguem ao apoio. A desvantagem é que todos os cabos deverão ir de um apoio ao outro.

- b) Com suportes adicionais, fixados tanto no concreto como no aço da viga caixão.

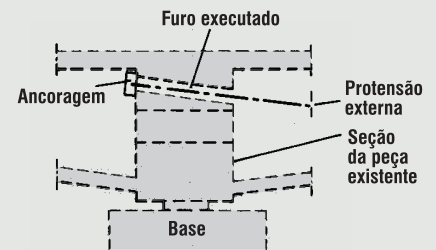


Promove eficiente distribuição de força nos cabos externos criando, no entanto,



altas tensões nos locais onde as forças de protensão são introduzidas.

- c) Ancoragem nos diafragmas existentes necessitam de grande quantidade de perfurações. Isto, para viabilizar a passagem dos cabos através dos diafrag-



mas, ancorando-os na parte de trás. Caso o diafragma não tenha capacidade de transmitir força de protensão, dever-se-á criar uma estrutura metálica para transferir a força longitudinal de protensão. A



VARA GALVÂNICA G consiste de um anodo cilíndrico com 20mm de diâmetro e comprimento variável. É fácil e rapidamente instalada, em furos abertos no concreto, promovendo imediata resposta contra processos de corrosão em estruturas de concreto armado ou protendido.

- Fácil de instalar.
- Interrompe todo e qualquer processo de corrosão em torno da área instalada.
- Resposta imediata conferida com a semi-pilha.
- Longa duração.
- Baixo custo em relação as pastilhas galvânicas.
- Proteção catódica eficiente e de baixo custo.



VARA G
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 25



Figura 4 - Reforço da viga caixão com cabos protendidos externos embutidos na viga de concreto.

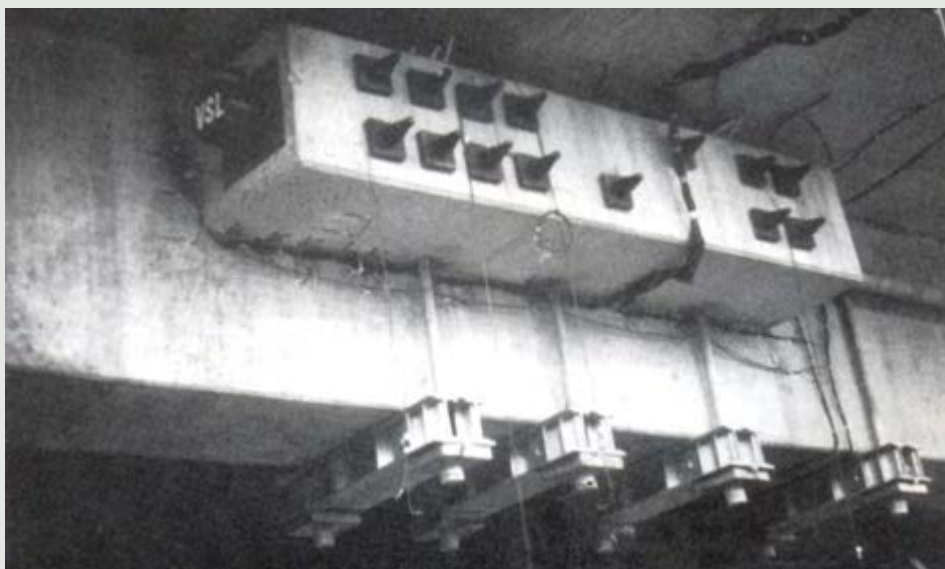


Figura 5 - Ancoragem de um cabo protendido externo.

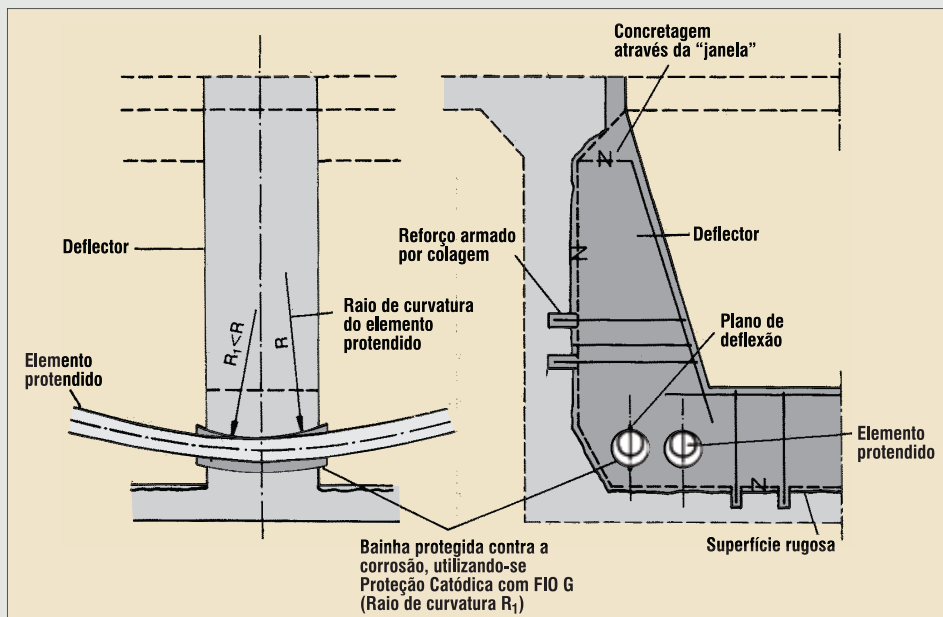


Figura 6 - Deflector para elementos protendidos externos.

figura 4 mostra um reforço feito com pós-tensão. Os cabos foram embutidos em vigas de concreto, fixados na viga-caixão através de barras protendidas bem curtas. Nota-se, na figura, parte do reforço feito com a viga e a bainha dos cabos, antes do segmento de concretagem. A figura 5 mostra a ancoragem dos cabos de uma protensão externa. A resistência ao cisalhamento da viga da ponte foi aumentada com a inclusão de barras verticais ancoradas nas bases metálicas transversais.

d) Afastadores (figura 6)

É utilizado quando o reforço perde a linearidade, percorrendo linhas poligonais. Utiliza-se afastadores de concreto ou de aço, fixados por diversos tipos de fixação. Dever-se-á utilizá-los impondo aos cabos um grande raio de curvatura.

Na próxima edição daremos continuidade a FUNDAMENTOS, apresentando reforços com elementos pré-fabricados de concreto armado-protendido e com deformação imposta.

fax consulta nº 26

RECUPERAR
Para ter mais informações sobre Fundamentos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é Engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.
- Fédération Internationale de la Précontrainte. Inspection and maintenance of reinforced and prestressed concrete structures. Thomas Telford, London.
- Rabe D. Die Unterhaltung von Stahlbeton- und Spannbetonbrücken. Bauingenieur.
- Standfuß F. Schäden an Straßenbrücken - Ursachen und Folgerungen. Str. Autobahn.
- Voss W. Bauwerksschäden und ihre Ursachen. Betonwerk Fertigteiltechnik.
- Organisation de Coopération et de Développement Economique. Remise en état et renforcement des ouvrages d'art. OCDE.
- Teyssandier J.P. Lessons from observation of existing bridges. Bull. Inf. Com. Eur. Béton, No. 163, 45-143.
- Matousek M. and Schneider J. Untersuchungen zur Strukturdes Sicherheitsproblems bei Bauwerken. Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich, Birkhäuser Verlag, Basel and Stuttgart.