

A EDIFICAÇÃO E OS CLORETOS

A luta de um condomínio contra a ação dos cloretos. Uma briga desigual e bastante cara.

Joaquim Rodrigues



A exposição constante à maresia, que ao evaporar deixa altas concentrações de sais cloretos na superfície das fachadas da edificação, juntamente com a umidade e temperaturas altas é a situação comum de todos os prédios situados à beira mar. Em Key West, Flórida, um condomínio, ficou sujeito a este ambiente marinho

agressivo e teve sua estrutura de concreto armado bastante deteriorada. A edificação foi construída em 1986 e tem 14 andares.

Caracterizado por suas varandas, esta estrutura começou a apresentar trincas e consequentes deslocamentos que se precipitavam no

Em 1990, o condomínio contratou uma empresa de recuperação para "solucionar" os problemas existentes. Esta obra durou cerca de quatro meses.

consultoria, no sentido de levantar os problemas que já estavam reincidentes.

O trabalho de pesquisa

Em toda a edificação, de modo generalizado, diagnosticou-se consequentes problemas originados pela corrosão

pavimento térreo, ocasionando sérios problemas de segurança aos transeuntes.

Em 1990, o condomínio contratou uma empresa de recuperação para "solucionar" os problemas existentes. Esta obra durou cerca de quatro meses.

Três anos mais tarde, a comissão de obras do condomínio decidiu contratar uma outra empresa de recuperação, especializada em

nas armaduras do concreto. Basicamente, todas as varandas apresentavam deslocamentos que ocorriam, principalmente, em suas bordas. Os pilares situados ao nível térreo, além de outros situados nas áreas internas da edificação, também apresentavam o mesmo tipo de degradação. A impermeabilização das varandas foi feita de forma bastante singular, com pintura epóxica seguido da colagem de elementos cerâmicos.

O guarda-corpo das varandas, em estrutura de alumínio, foi fixado à laje através de chumbadores do tipo "pé de galinha", em aço CA50, previamente chumbados ao concreto e que estabeleciam continuidade elétrica entre as armaduras e o alumínio do guarda-corpo. A presença destes metais dissimilares encorajavam o desenvolvimento de células de corrosão, assim como impactos e pressões que criavam alavancas no sistema de ancoragem da grade, abrindo trincas e brechas nas bordas das lajes, permitindo a pene-



Um guindaste fornece argamassa estrutural ao pessoal alocado nas plataformas.



Desplacamento nas bordas das varandas

tração d'água, cloretos e oxigênio, possibilitando uma linha direta com o concreto envolvente e as armaduras. Ficou claro que a rápida deterioração das bordas das varandas foi precipitada pela corrosão dos metais dissimilares num mesmo meio e acelerada pelos motivos acima descritos.

Testes Físicos

Para obter-se uma amostra representativa da estrutura, como um todo, foram coletados dados através de "janelas" abertas em seis regiões distintas da edificação. Além disso foram executados ensaios não destrutivos que complementaríamos a linha de pesquisa para o diagnóstico do problema da edificação.

Pesquisa Visual

- deslocamento em, praticamente, todas as lajes das varandas, particularmente em suas bordas e, de forma acentuada, junto ao sistema de ancoragem do guarda de corpo.
- armaduras expostas e em estado de corrosão.
- insuficiente camada de recobrimento.
- colunas de alumínio, que suportam a grade do guarda-corpo, apresentavam-se com folga.
- fissuras transversais ao longo do piso das varandas.
- deslocamento nas áreas anteriormente tratadas.

Continuidade Elétrica das Armaduras

Foram feitos testes que avaliaram a continuidade elétrica nas armaduras do concreto, de forma a configurar o fechamento do circuito para o levantamento do potencial (volts), em todas as áreas a serem testadas com a semi-pilha, tendo em vista o levantamento do estado de corrosão. Este teste também é importante para o caso de se optar por proteger a estrutura com proteção catódica com pintura energizante (PCPE). Basicamente, áreas com armaduras corroídas evidenciam uma má continuidade elétrica.

Testes com a semi-pilha

A medição dos potenciais de corrosão com o equipamento denominado semi-pilha, tem demonstrado ser o melhor método para o estabelecimento da atividade corrosiva, em extensão e grau, nas armaduras do concreto. Excetuando-se as áreas já atingidas pelo processo de estufamento, deslocamento e exposição das armaduras, houveram poucas áreas com sintomas de forte corrosão em andamento, detectadas pela semi-pilha e que significam deslocamentos futuros.

Levantamento das Áreas Desplacadas

O estufamento e o deslocamento da camada de recobrimento do concreto é motivado pelo aumento das seções das armaduras em processo de corrosão e o conseqüente estabelecimento de uma força expansiva que atua sobre a camada de recobrimento do concreto. Ficou evidenciado que a estrutura, em todas as regiões

analisadas, apresentava insuficiente camada de recobrimento.

A Contaminação por Cloretos

Com utilização de furadeira de impacto, foram feitos furos com três diferentes profundidades, obtendo-se pó de concreto para a análise da presença de íons cloretos no concreto. Utilizou-se o equipamento portátil "CL-100" para a determinação do grau de contaminação do concreto por cloretos na própria obra. Com a análise da presença de cloretos em três diferentes profundidades, observou-se que o maior grau de contaminação estava na superfície, obtendo-se valores de 3 a 4 vezes o limite máximo especificado na norma americana (0,20% em relação à massa de cimento). Além da linha das armaduras observou-se também uma contaminação,

não tão severa quanto na superfície mas, também preocupante, com a obtenção de valores médios em torno de 0,45%.

Certamente este comprometimento interno nasceu durante a execução da obra pela utilização de aditivos à base de cloretos.



A presença de metais dissimilares encorajavam o desenvolvimento de células de corrosão.

Determinando-se o PH

A determinação do PH no concreto



Varandas já recuperadas e reforçadas. Utilizou-se pintura elastomérica para a proteção das superfícies.

indica se o concreto armado apresenta condições de contrair corrosão ou não. Um PH igual ou inferior a 12,5 informa que há uma tendência à diminuição da alcalinidade com conseqüente deterioração da película passivadora que cobre as armaduras. De um modo geral, considera-se que 11,5 seja o limite a partir do qual (decrecendo) a corrosão possa ocorrer.

A maioria das cinquenta amostras analisadas apresentavam um PH em torno de 11,5 indicando, portanto, que a película de óxido passivante que protege as armaduras contra os agentes contaminantes estava na eminência de ser destruída.

Resistência à Compressão

O concreto tem como função básica proteger a armadura e fornecer resistência à compressão. Quando mais alta a re-

Tipo de problema estrutural

Causa

Deslocamentos e fissuramento

- Armaduras colocadas indevidamente
- Camada de recobrimento do concreto inadequada
- Tensões térmicas diferenciais em alguns pilares parcialmente expostos à intempérie

Corrosão nas armaduras

- Infiltração no sistema de ancoragem do guarda-corpo
- Alta contaminação por cloretos
- Concreto com baixo Ph

Qual é a sua especialidade?

Pisos/Pavimentos, Concreto Projetado, Pinturas, Impermeabilização, Corrosão?

Se você deseja contribuir com um artigo para a RECUPERAR, entre em contato conosco.

Tel.: (021) 493-6862 Fax: (021) 255-2414



ESTE-REESTRUTURA

Engenharia de Recuperação e Reforço Estrutural.
COM O COMPROMISSO DE RECUPERAR
E VALORIZAR SEU PATRIMÔNIO.

Av. Yervant Kissajikian, 260
CEP: 04657 - São Paulo - Telex: 1131209

TEL.: (011) 524-5155

PERFURA SOLO



**PERFURA SOLO
S/C LTDA.**

R. HUGO VITOR DA SILVA, 32,
CEP 04340
SÃO PAULO-SP

FONE: (011) 588-1000

FAX: (011) 588-2429



- Estacas Escavadas (0,20 a 1,50m)
- Estacas "PERFURASOLO"
- Aterros Sanitários Domésticos e Industriais:
- Piezômetros
- Drenos
- Poços de Monitoramento
- Poços de Recalque
- Etc.

sistência da estrutura, maior o seu sentido de durabilidade. Dos três corpos de prova retirados da edificação obteve-se a média de 20 MPa para a resistência à compressão. Modernamente, interpreta-se este valor como de baixa durabilidade relativa.

Análise Petrográfica

Três amostras do concreto, escolhidas aleatoriamente, foram enviadas para análise microscópica em laboratório conceituado, com o objetivo de se avaliar seu conjunto de atributos. Com os resultados, identificou-se microfissuras devido à retração, carbonatação suave até uma profundidade de 13mm, 5% de ar incorporado e uma relação água/cimento entre 0,47 e 0,53.

Recomendações

Baseado na análise visual realizada e nas informações obtidas a partir dos dados coletados da estrutura, principalmente os referentes à pesquisa do diagnóstico da corrosão e às análises de laboratório, estabeleceu-se que as

peças estruturais da edificação, de uma maneira geral, apresentavam-se em boas condições, muito embora com a performance DURABILIDADE comprometida. Baseado nesta posição, definiu-se a seguinte linha básica de serviços:

- As lajes das varandas que apresentavam deficiência estrutural seriam reforçadas com a técnica do FIBROCARBON-E.
 - Otimizar ao máximo o sistema de drenagem das varandas, isto é, ralos e tubos horizontais.
 - Executar os trabalhos de recuperação estrutural, baseado nos deslocamentos existentes e nas informações do diagnóstico da corrosão das armaduras, tanto nas lajes das varandas quanto nos pilares sintomáticos.
 - Modificar o sistema de ancoragem dos guarda-corpos das varandas de modo a isolá-los das armaduras.
 - Impermeabilizar as varandas com especial atenção para as soleiras das portas.
- Por último, dever-se-ia definir como seria o posicionamento em relação ao processo irreversível de corrosão existente (futuros deslocamentos), evidenciado pelos dados do potencial obtidos e uma decisão de se aplicar proteção catódica

CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

ALPHAGEOS

GEOLOGIA
GEOTECNIA E
COMÉRCIO LTDA.

(011) 7295-6699

Serviço de Atendimento ao Cliente 0800 156 800

Rua João Ferreira de Camargo, 44 - Tamboré - Barueri - SP - CEP 06460-060 - FAX (011) 7295-1656

attech



TECNOLOGIA DE PONTA



A SIKA possui elevado padrão com sistema de tecnologia compatível com as necessidades do Meio Técnico que confere com sua gama de produtos suporte e soluções Técnicas à Engenharia Nacional.



Sikatop[®]108 Armatec
Revestimento polimérico à base de cimento modificado com agentes inibidores de corrosão, recomendado para proteger as armaduras contra ataques corrosivos causados por carbonatação, ions de cloretos: agentes externos.

Sikatop[®]122
Argamassa predosada para reparos em geral. Possui fibras minerais que lhe dão altíssima resistência à tração, bem como à Compressão, além de consistência tixotrópica, grande aderência e impermeabilidade. É de fácil manuseio, aplicação e acabamento.



Sikacem[®]Gunite 133 / 143
Em caso de reforço estrutural de grandes áreas com sistema de reparos por aplicação mecânica. Tratam-se de Argamassas cimentícias poliméricas monocomponentes à base de MICROSÍLICA, especialmente indicados onde as elevadas resistências aos esforços mecânicos e impermeabilidade sejam exigidos.

Sikadur[®]32
Adesivo epóxi para reparos estruturais de concreto/ argamassa, ancoragens de tirantes e chumbadores. Apresenta elevadas Resistências mecânicas à compressão. Tração na Flexão e Compressão diametral.



CONSULTAS TÉCNICAS!
Procure nosso Dep. Assistência mais próximo de você!

RJ - Tel. (021) 270-2252	MG - Tel. (031) 334-9337
SP - Tel. (011) 706-5144	RS - Tel. (051) 342-2597
BA - Tel. (071) 594-8433	DF - Tel. (061) 233-7307
GO - Tel. (062) 210-1288	PR - Tel. (041) 254-6942
PE - Tel. (081) 339-2244	SC - Tel. (0473) 22-1203

Interpretando os potenciais obtidos com a semi-pilha.

Os potenciais de corrosão detectados com a semi-pilha e a análise do teor de cloretos obtidos nas regiões mais danificadas estão apresentados na tabela ao lado. Os números evidenciam uma forte correlação entre os indicadores elétrico/analíticos e a deterioração do concreto.

Valores do potencial de corrosão que apresentem grandes diferenças entre si, obtidos com a semi-pilha, representam um grande indicador da atividade de corrosão, mais até do que quando são obtidos grandes potenciais que apresentem valores próximos. Muito embora os potenciais de corrosão obtidos nas varandas tenham sido baixos, existia um grande diferencial (>250mV) entre leituras sucessivas nas amostras 3 e 4. Das varandas analisadas, esta era a que apresentava a maior diferença entre potenciais obtidos com a semi-pilha, enquanto que nas demais varandas os valores dos cloretos e dos mV negativos eram bastante próximos.

Resultado dos testes

Amostra nº	Nível testado (cm)	Teor de cloretos (solúveis em água)		Potenciais obtidos com a semi-pilha (volts)
		% por peso de concreto	% por peso de cimento	
1	0 — 2,5	0.085	0.595	-0.161
	2,5 — 5	0.069	0.483	
	5 — 7,5	0.074	0.518	
2	0 — 2,5	0.098	0.686	-0.115
	2,5 — 5	0.074	0.518	
	5 — 7,5	0.091	0.637	
3	0 — 2,5	0.122	0.854	-0.285
	2,5 — 5	0.098	0.686	
	5 — 7,5	0.085	0.595	
4	0 — 2,5	0.008	0.057	-0.026
	2,5 — 5	0.006	0.045	
	5 — 7,5	0.006	0.045	

com pintura energizante (PCPE) de modo a interromper tal processo. Com as informações apresentadas pelo teste com a semi-pilha ficou evidenciado que a extensão da corrosão não era

generalizada e que o PH estava no limite de tolerância, além de uma leve carbonatação. O problema residia na grande contaminação do concreto pelos cloretos.

Uma vez que o cliente exigia uma garantia de durabilidade da obra, optou-se por dois caminhos a serem percorridos. Aplicar PCPE nas regiões com maior potencial de corrosão de modo a



Tecnosolo s.a.

TEL.: (011) 574-8622
FAX: (011) 570-1130

RL MACHADO BITTENCOURT, 92 - CEP 04044-000

- TIRANTES E CORTINAS ATIRANTADAS
- ESTACAS-RAIZ E INJETADAS
- INJEÇÕES DE CIMENTO E PRODUTOS QUÍMICOS
- SONDAgens E PROVAS DE CARGA
- INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE TECNOLÓGICO
- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS E REFORÇO DE FUNDAÇÕES
- CONCRETO PROJETADO E ENFILAGENS
- DRENOS E REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO
- JET GROUTING E MICROANCORAGENS



**MÁXIMO
engenharia**


Mais de 30 anos de experiência
no mercado nacional de engenharia

CONCRETO PROJETADO
RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS
TRATAMENTO DE CONCRETO APARENTE
CONTENÇÃO DE ENCOSTAS
FUROS EM CONCRETO ATÉ 16"
DEMAIS SERVIÇOS ESPECIAIS

MÁXIMO MARTINS DA CRUZ ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA.

PABX: (011) 813-5999
FAX: (011) 212-4505
TELEX: (11) 80689

interromper o processo e aplicar um inibidor de corrosão nas áreas com baixo potencial. As regiões tratadas com inibidor de corrosão deveriam ser monitoradas após um prazo de dois anos, com a semi-pilha, de modo a se verificar a continuidade do processo. Caso se confirme essa continuidade, dever-se-á estender a PCPE às áreas tratadas com o inibidor.

Maiores informações risque o nº 135 no fax consulta. 

Referências:

Bulletin of ICRI

MAIS INFORMAÇÕES? LIGUE RECUPERAR SERVIÇOS ON LINE

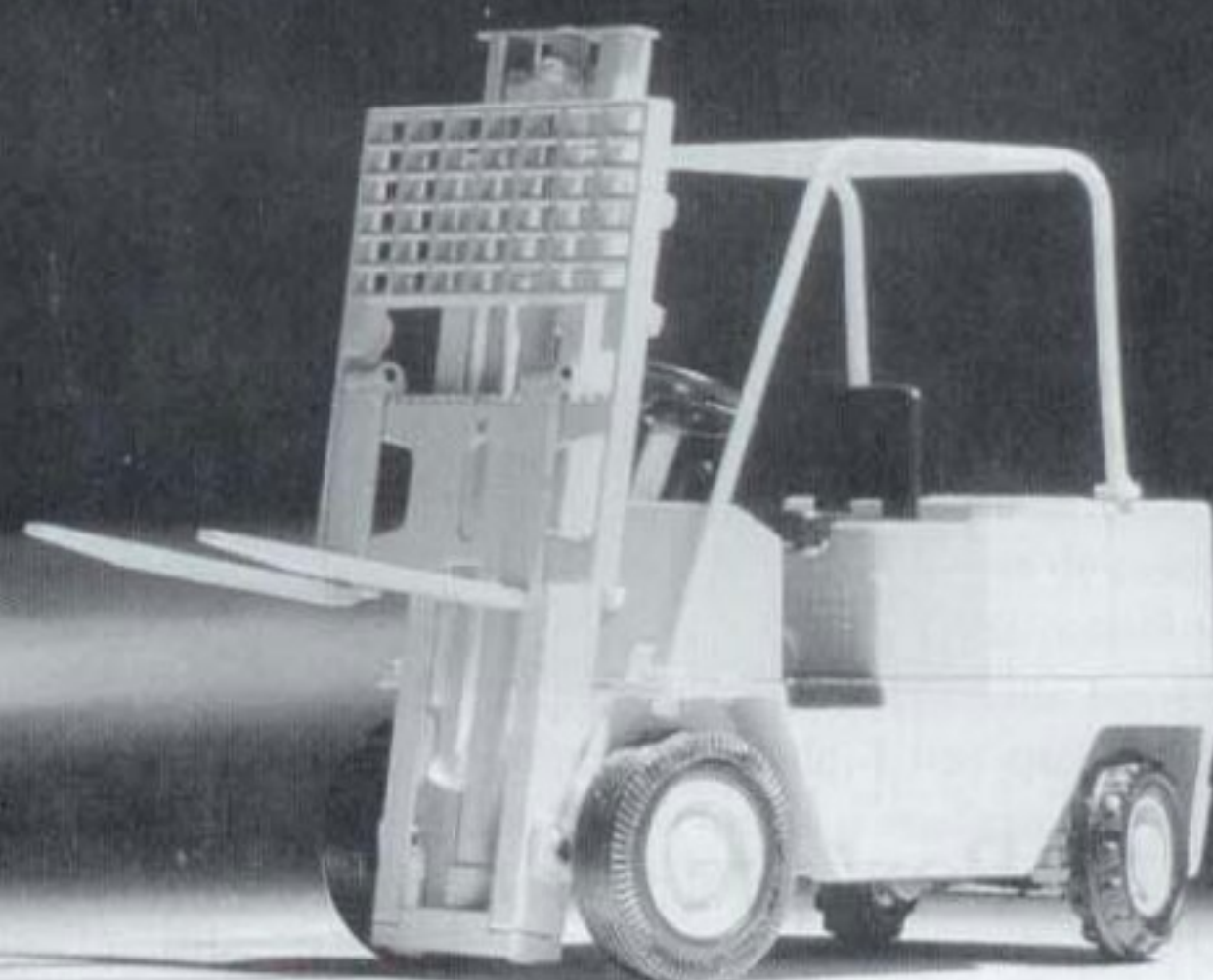
TEL.: (021) 493-6862

RAMAL: 204

FAX: (021) 255-2414

RUA CORREIA DE ARAUJO, 180
BARRA DA TIJUCA - RIO DE JANEIRO - RJ
CEP 22.611-060

Piso sem poeira?



CCC-100 nele

A silicatização de pisos comerciais e industriais deixa-os extremamente duros, eliminando a poeira e acrescentando alta resistência. Durabilidade garantida.

- Corte os custos periódicos de manutenção
- Elimine aquelas marcas dos pneus das empilhadeiras
- CCC-100 é à base d'água
- Ideal para aplicação após a execução do piso e para pisos antigos
- Impede qualquer tipo de risco no piso
- É protetor penetrante, logo não faz película
- 10 anos de garantia

FAX CONSULTA Nº 139