



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



Diagnóstico do estado de conservação e hierarquização das medidas de intervenção - estádio Bernardo Werner - Blumenau/SC

Diagnosis of the conservation state and action prioritization - stadium Bernardo Werner - Blumenau/SC

Gilberto Luiz

Engenheiro Civil, AD FIDUCIA AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA

Rua Dona Francisca 1.747, sala 2, Joinville/SC, CEP 89.221-007 – agilise@terra.com.br – 47 3472 2921

Resumo

O trabalho ora apresentado, trata do diagnóstico do estado de conservação e hierarquização das medidas de intervenção da referente à estrutura de concreto armado do Estádio Bernardo Werner, localizado em Blumenau/SC. O procedimento empregado constitui uma proposta de adaptação do método simplificado desenvolvido pela Comunidade Européia, CONTECVET – UE, baseado nos dados do projeto Brite – Euram BE-4062: Vida Útil Residual de Estruturas de Concreto. A adaptação proposta, procura otimizar os trabalhos de diagnóstico e terapia de elementos de concreto armado com corrosão de armaduras, empregando processos de pontuação, através de informações de inspeções da estrutura e de END – Ensaio Não destrutivo, disponíveis com alguma facilidade no Brasil.

Palavra-Chaves: Diagnóstico, Corrosão, Concreto Armado, Ensaio não destrutivo, CONTECVET

Abstract

The present work refers to the diagnosis of conservation status and action prioritization on reinforced concrete structure of Werner Bernardo Stadium, located in Blumenau / SC. The procedure employed is a proposal to adapt the method developed by the European Community, CONTECVET - EU, based on data from project Brite - Euram BE-4062: Residual Useful life of Concrete Structures. The adjustment proposal seeks optimizing the work of diagnosis and therapy of reinforced concrete corrosion, using scoring procedures, through information from structure inspections and END - Non destructive testing, easily available in Brazil

Keywords: Diagnosis, Corrosion, Reinforced Concrete, Non destructive testing, CONTECVET



1 Introdução

O trabalho ora apresentado, constitui uma adaptação do método desenvolvido pela Comunidade Européia, CONTECVET – UE, baseado nos dados do projeto Brite – Euram BE–4062: Vida Útil Residual de Estruturas de Concreto. Referido método, elaborado procurando otimizar os trabalhos de diagnóstico e terapia de elementos de concreto armado com corrosão de armaduras, emprega processos de pontuação, procurando obter um índice de dano estrutural IDE e uma ordem de prioridade de reparo em função do grau de deterioração identificado, com base na tabulação e análise de dados obtidos em campo. Referida proposta de adaptação foi estudada pelo signatário, procurando viabilizar o emprego do método de diagnóstico consagrado empregando END – Ensaios Não destrutivos, disponíveis com alguma facilidade no Brasil, tendo sido empregada no diagnóstico e indicação de alternativas de terapia das estruturas de concreto do Complexo Esportivo Bernardo Werner, em Blumenau / SC, considerado por muito tempo um dos maiores complexos esportivos da América Latina, englobando mais de 22.000 m² de estruturas de concreto armado, com mais de 30 anos de idade.

1.1 Procedimentos propostos

1.1.1 Caracterização da estrutura e formação de lotes

Procurando bem definir os critérios de análise das edificações, seus componentes são divididos em lotes com características, o tanto quanto possível assemelhadas, considerando:

- Individualização das edificações;
- Semelhança de tipologia estrutural;
- Agressividade ambiental; e
- Semelhança de materiais.

1.1.2 Ponderação dos dados de campo

A partir dos dados obtidos em campo pode-se obter o índice de dano estrutural (IDE) para cada um dos lotes, considerando:

- Índice de corrosão (IC) – Varia em função do índice de danos por corrosão (IDC) e do índice de agressividade ambiental (AA);
- Índice estrutural (IE) – Varia em função do tipo e das características do elemento estrutural; e
- Conseqüência de uma eventual falha estrutural.

O esquema lógico abaixo ilustra o princípio do método proposto:

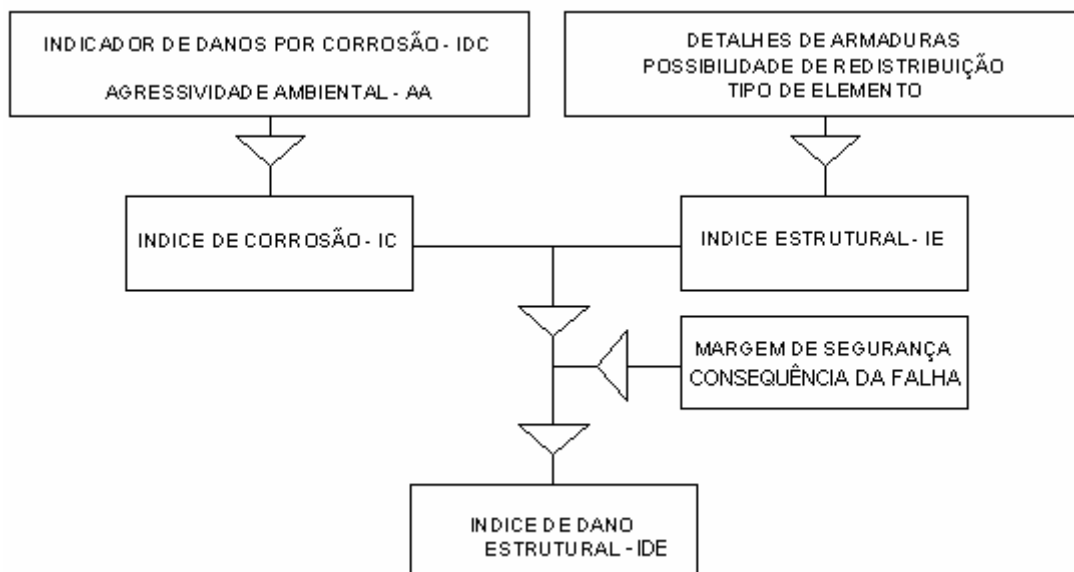


Figura 1 – Esquema lógico do método proposto

1.1.2.1 - ÍNDICE DE CORROSÃO (IC)

Obtido da relação entre o índice de danos por corrosão e o índice de agressividade ambiental, considerando:



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



a) ÍNDICE DE DANOS POR CORROSÃO (IDC)

Para ponderação das manifestações patológicas relacionadas à danos por corrosão, foram considerados os seguintes fatores e níveis:

Tabela 1 – Fatores e ponderações relacionadas a corrosão.

Indicador	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Profundidade de carbonatação [X _{CO2}]	[X _{CO2}] = 0	[X _{CO2}] < C ¹	[X _{CO2}] = C	[X _{CO2}] > C
Teor provável de cloretos [X _{cl-}]	[X _{cl-}] = 0	[X _{cl-}] < 0,4	[X _{cl-}] = 0,4	[X _{cl-}] > 0,4
Deslocamento por expansão das armaduras [w]	Sem fissuras	w < 0,3 mm	w > 0,3 mm	Fissuração generalizada e criptação
Perda de Seção [Ø]	[Ø] < 1%	1 < [Ø] < 5%	5 < [Ø] < 10%	10% < [Ø]
Pot. de corrosão ² [X _{MV}]	- - -	[X _{MV}] > -200	-200 > [X _{MV}] > -350	[X _{MV}] < -350

$$IDC = \frac{\sum_{I=1}^5 \text{nível de indicador}}{5} \quad (\text{Equação 1})$$

b) ÍNDICE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (AA)

Para ponderação da classe de agressividade ambiental, foram considerados os seguintes fatores e níveis:

Tabela 2 – Fatores relacionados a agressividade ambiental.

1 – Sem risco de corrosão		
Designação	Ambiente	Exemplos
XO	Concreto sem armaduras: Todos os ambientes exceto onde há ações de degelo, abrasão e ataques químicos	Concreto no interior de edifícios com teor de umidade baixa

¹ Cobrimento das armaduras

² Apesar de não indicar a intensidade efetiva de corrosão e sim a probabilidade de instalação, adotou-se a medição do potencial de corrosão como um parâmetro para diagnóstico em vista de sua facilidade de realização, se comparada a medição da intensidade de corrosão, considerada pelo método original.



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



Tabela 3 – Fatores relacionados a corrosão induzida por carbonatação.

2 – Corrosão induzida por carbonatação		
Designação	Ambiente	Exemplos
XC1	Seco a permanentemente úmido	Concreto submerso ou no interior de edifícios
XC2	Úmido, raramente seco	Contato com água durante longos períodos
XC3	Umidade moderada	Áreas externas protegidas da chuva
XC4	Ciclos de molhagem e secagem	Áreas externas

Tabela 4 – Fatores relacionados a corrosão induzida por cloretos em áreas não litorâneas.

3 – Corrosão induzida por Cloretos em áreas não litorâneas		
Designação	Ambiente	Exemplos
XD1	Umidade moderada	Vapores de cloro
XD2	Úmido, raramente seco	Piscinas. Águas com cloro
XD3	Ciclos de molhagem e secagem	Área de respingos

Tabela 5 – Fatores relacionados a corrosão induzida por cloretos em áreas litorâneas

4 – Corrosão induzida por Cloretos em áreas litorâneas		
Designação	Ambiente	Exemplos
XS1	Exposição a brisa do mar	Edificações da orla
XS2	Ambientes submersos	Pilares de piers submersos
XS3	Ciclos de molhagem e secagem	Pilares de piers

Tabela 6 – Ponderações relacionadas a corrosão em função dos fatores de agressividade ambiental

Classe	X0	X1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Peso	0	1	1	2	3	2	3	4	2	3	4

Através da média entre o índice de danos por corrosão e o índice de agressividade ambiental, anteriormente apresentados, obtém-se o índice de corrosão (IC):

$$IC = (IDC + AA) / 2$$

O índice de corrosão das estruturas é classificado da seguinte maneira:

Tabela 7 – Classificação do índice de corrosão (IC), em função da agressividade ambiental (AA) e dos danos constatados (IDC)

Corrosão	ÍC
Muito Baixa	0 a 1
Baixa	1 a 2
Média	2 a 3
Alta	3 a 4



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



1.1.2.2 – ÍNDICE ESTRUTURAL (IE)

Em função do tipo e das características de elemento estrutural

a) Elementos submetidos à flexão

Tabela 8 – Ponderações referentes a elementos estruturais submetidos a flexão

Armadura Transversal	Viga plana ($h < b$)		Viga normal ($h > b$)	
	Apoio	Centro do vão	Apoio	Centro do vão
Sem estribos	- - -	- - -	I	II
Alta densidade	II	III	III	IV
Baixa densidade	III	IV	IV	IV

b) Elementos submetidos à compressão

Tabela 9 – Ponderações referentes a elementos estruturais submetidos a compressão

Armadura Transversal	Dimensão mínima da estrutura			
	$a > 400$ mm		$a < 400$ mm	
	Alta separação de barras longitudinais	Baixa separação de barras longitudinais	Alta separação de barras longitudinais	Baixa separação de barras longitudinais
Estribos pouco espaçados (< 10 cm)	I	II	III	IV
Estribos bastante espaçados	II	III	IV	IV

Nota: Caso a estrutura seja hiperestática e possam existir redistribuições de tensões, poderá ser considerado um nível mais brando para o índice de dano estrutural.



Cinpar
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



1.1.2.3 – ÍNDICE DE DANO ESTRUTURAL (IDE)

Em função do índice de corrosão, do índice estrutural e da consequência de uma eventual falha estrutural.

Tabela 10 – Classificação do Índice de Dano Estrutural (IDE), em função de (IC), (IE) e das consequências de uma possível falha estrutural

IC – ÍNDICE DE CORROSÃO	IE – ÍNDICE ESTRUTURAL							
	I		II		III		IV	
	CONSEQUÊNCIA DE UMA POSSÍVEL FALHA							
	LEVE	SIGNIF	LEVE	SIGNIF	LEVE	SIGNIF	LEVE	SIGNIF
0 a 1	D	D	D	D	D	M	M	M
1 a 2	M	M	M	M	M	S	M	S
2 a 3	M	S	M	S	S	MS	S	MS
3 a 4	S	MS	S	MS	S	MS	MS	MS

D – Desprezível; M – Médio; S – Severo; MS – Muito Severo

1.1.3 – INTERVENÇÕES X ÍNDICE DE DANO ESTRUTURAL (IDE)

Dos resultados obtidos através das ponderações anteriormente apresentadas, consideradas as informações obtidas através dos trabalhos realizados, pode-se definir atividades de intervenção e novas inspeções, observando-se, em termos gerais, ao seguinte:

Tabela 11 – Resultado das ponderações propostas

IDE	URGÊNCIA DE INTERVENÇÃO (ANOS)	MEDIDA DE INTERVENÇÃO
DESPREZÍVEL	> 10	Nova inspeção em menos de 10 anos
MÉDIO	5	Nova inspeção em menos de 5 anos
SEVERO	2 a 5	Avaliação detalhada e reparo de 2 a 5 anos
MUITO SEVERO	0 a 2	Intervenção urgente

2 Aplicação do método proposto – Complexo Esportivo Bernardo Werner

2.1 Formação dos lotes

Atendendo ao anteriormente proposto, o diagnóstico da situação em função do grau de comprometimento da estruturas por corrosão de armaduras, bem como a definição de atividades e suas prioridades, foi viabilizado através da individualização da estrutura em 40 lotes, o tanto quanto possível, assemelhados.

As figuras a seguir ilustram a distribuição das edificações objeto dos trabalhos.

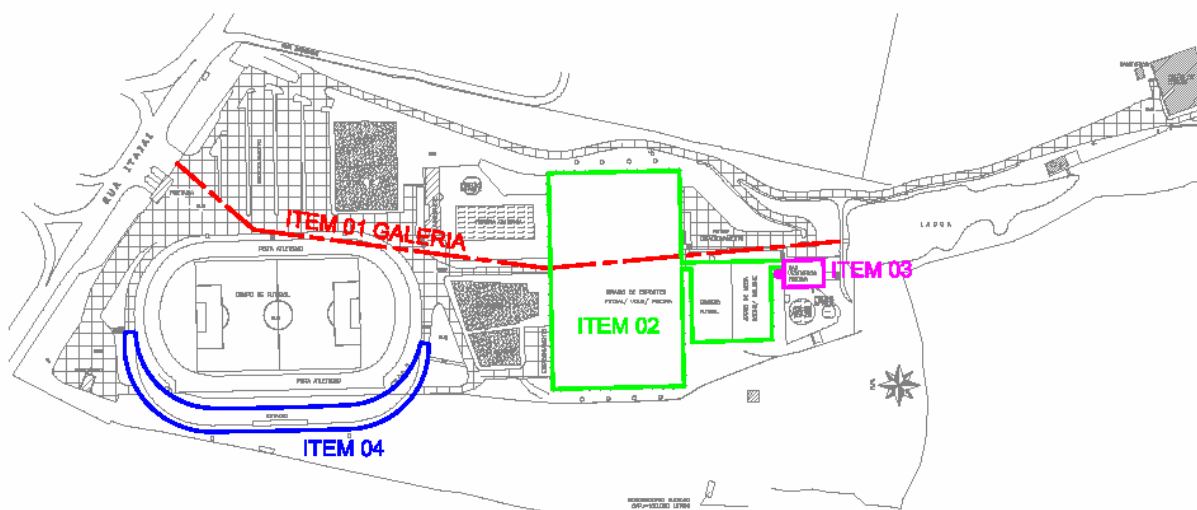


Figura 2 – Vista em planta das edificações objeto dos trabalhos



Figura 3 – Vista panorâmica das edificações objeto dos trabalhos



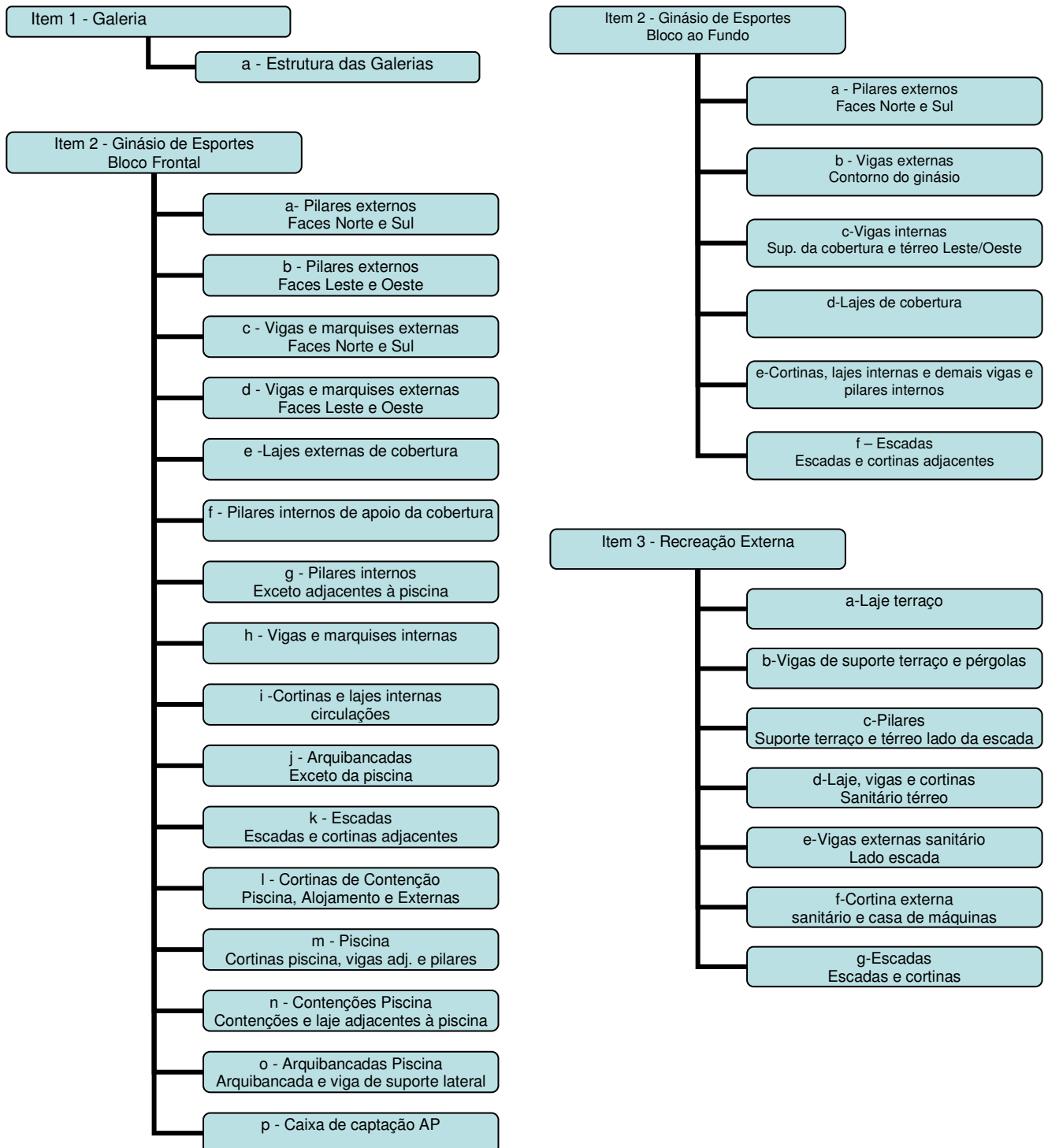
CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009





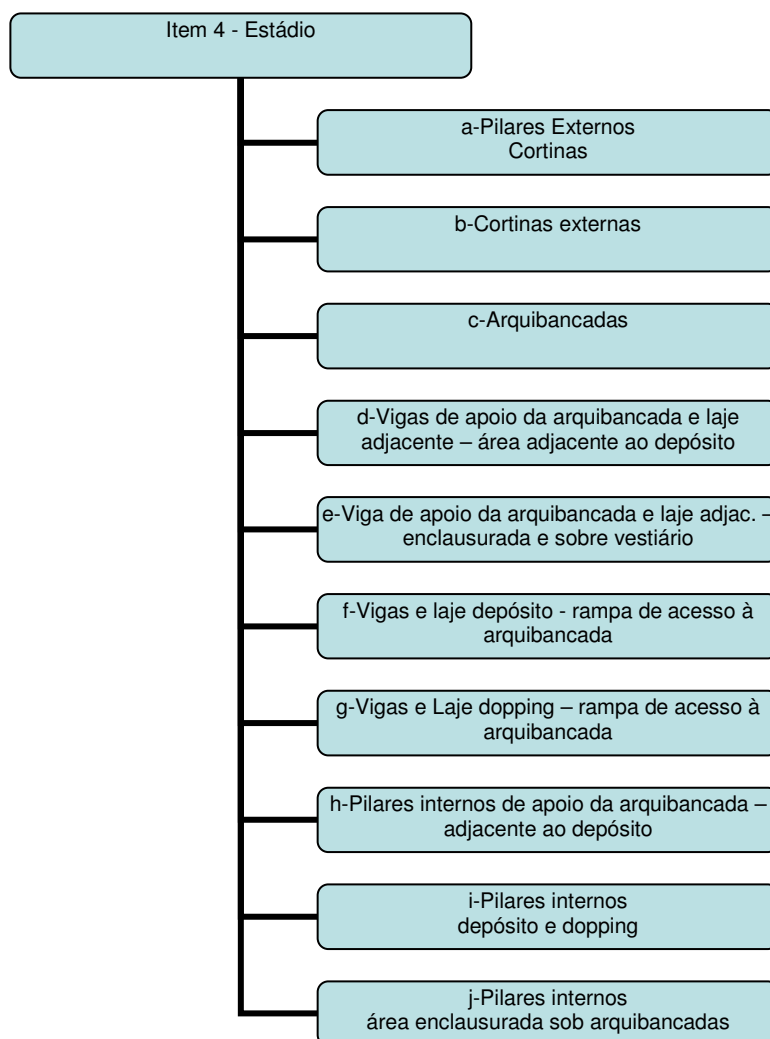
Cinpar
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



3 Inspeções, Análises e Ensaios

Para a realização dos trabalhos foram empregados as seguintes atividades, análises e ensaios:

a) Inspeção detalhada das edificações: procurando identificar manifestações patológicas (fissuras, manchamentos, deslocamentos, oxidação de armaduras, eflorescências, estimativa do cobrimento das armaduras, perda de argamassa por corrosão do concreto, existência de ninhos de concretagem, obstruções de galerias, etc), que possibilitassem orientar a realização das análises e identificar a condição das edificações;



Cinpar
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



Figura 4 – Cadastramento de fissuras

b) Medição do potencial de corrosão: procurando identificar a atual probabilidade de instalação de processos corrosivos nos elementos estruturais. Para tanto foi empregado um conjunto semi-pilha (milivoltímetro de alta impedância associado à eletrodo de cobre / sulfato de cobre). De acordo com a Norma ASTM C 876, Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, para valores superiores a -200 mV a probabilidade de corrosão dos elementos estruturais é menor que 5%, para valores entre -200 mV e -350 mV, a probabilidade de corrosão é da ordem de 50% e para valores inferiores a -350 mV, a probabilidade de corrosão é de 95%;



Figura 5 – Medição do potencial de corrosão

c) Levantamento das profundidades de carbonatação: procurando identificar a condição de passivação das armaduras empregadas no concreto armado. Para tanto foram extraídos diversos corpos de prova por broqueamento, os quais foram submetidos a testes de alcalinidade empregando solução hidroalcoólica de fenolftaleína a 1%. As regiões onde não ocorrem reações do indicador (incolor) são consideradas



Cinpar
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



despassivadas, $\text{pH} < 8,3$, regiões onde ocorrem reações do indicador (vermelho carmim), são consideradas passivadas $\text{pH} > 8,3$;

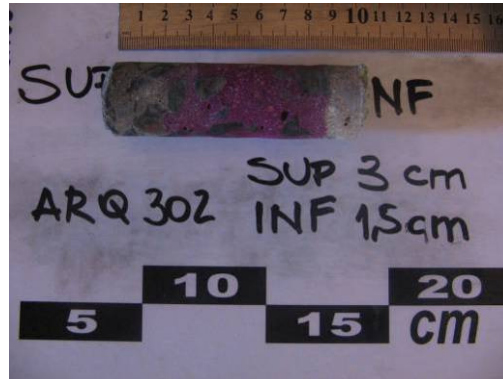


Figura 6 – Medição da profundidade de carbonatação

d) Extração de amostras de concreto e quantificação de cloretos através de métodos semi-quantitativos: procurando identificar a possibilidade de contaminação do concreto das estruturas em teores acima de 0,4 % em relação ao peso de cimento (quantidade que presume-se ser suficiente para despassivar o aço). Para tanto foram extraídas amostras superficiais do concreto (profundidade < 1 cm), as quais foram devidamente analisadas empregando: água destilada, nitrato de prata, cromato de potássio e bicarbonato de sódio.



Figura 7 – Contaminação por cloretos

Os dados obtidos foram lançados em planilhas eletrônicas de maneira a auxiliar na análise dos dados. Obtido o diagnóstico do estado de corrosão da estrutura, foi apresentada uma listagem de prioridades de intervenção, bem como propostas para a realização dos reparos.

4 Resultados dos Trabalhos

Considerando os critérios para definição do diagnóstico, conforme apresentado nos capítulos anteriores, pode-se obter o seguinte resultado, organizado por prioridade de intervenção. As edificações em análise, englobam mais de 22.000 m² de estruturas de concreto armado, com mais de 30 anos de idade:

Item 01 – Galerias

Lote	Descrição Complementar	Índice de Corrosão	Índice Estrutural	Índice de Dano Estrut.	Urgência de Intervenção
a – Estrutura Geral	Desnecessária	ALTA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS

Item 02 - Ginásio de Esportes - Bloco Frontal

Lote	Descrição Complementar	Índice de Corrosão	Índice Estrutural	Índice de Dano Estrut.	Urgência de Intervenção
m-Piscina	Cortinas, vigas adjac. e pilares	ALTA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
f-Pilares	Apoio da cobertura	ALTA	Classe II	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
n-Contenções Piscina	Cortina e laje adjac. piscina	ALTA	Classe II	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
a-Pilares externos	Faces Norte e Sul	ALTA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
o-Arquibancada Piscina	Arquibancada e viga suporte lateral	MÉDIA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
c-Vigas e marquises ext	Faces Norte e Sul	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
k-Escadas internas	Escadas e cortinas	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
i-Cortinas / Lajes internas	Circulações	MÉDIA	Classe II	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
j-Arquibancadas	Exceto da piscina	BAIXA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
b-Pilares externos	Faces Leste e Oeste	BAIXA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
p-Caixas de captação AP	Faces Leste e Oeste	MÉDIA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS
g-Pilares internos	Pilares div. exceto piscina	BAIXA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS
d-Vigas e marquises ext	Faces Leste e Oeste	BAIXA	Classe III	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS
h-Vigas e marquises	Internas	BAIXA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS
l-Cortinas Contenção	Alojamento/Piscina lado norte	BAIXA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS
e-Lajes externas	Cobertura	BAIXA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



Item 02 – Ginásio de Esportes – Bloco ao Fundo

Lote	Descrição Complementar	Índice de Corrosão	Índice Estrutural	Índice de Dano Estrut.	Urgência de Intervenção
b-Vigas externas	Contorno do ginásio	MÉDIA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
c-Vigas internas	Suporte cobertura e térreo Leste/Oeste	MÉDIA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
d-Lajes de cobertura	Desnecessária	MÉDIA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
a-Pilares externos	Faces Norte e Sul	MÉDIA	Classe II	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
f-Escadas	Escadas e cortinas adj	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
e-Cortinas, lajes e demais pilares e vigas internas	Circulações	MÉDIA	Classe II	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS

Item 03 - Recreação Externa

Lote	Descrição Complementar	Índice de Corrosão	Índice Estrutural	Índice de Dano Estrut.	Urgência de Intervenção
c-Pilares	Superior e Térreo ao lado da escada	ALTA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
e-Vigas Externas	Sanitário e ao lado escada	ALTA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
f-Cortina Externa	Sanitário e casa de maquinas	ALTA	Classe II	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
b-Vigas	Suporte terraço e pérgolas	ALTA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
a-Laje	Cobertura Terraço	ALTA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
g-Escadas	Escadas e Cortinas	ALTA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
d-Laje, Vigas e Cortinas de Contenção	Sanitário Térreo	MÉDIA	Classe II	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS

Item 04 – Estádio

Lote	Descrição Complementar	Índice de Corrosão	Índice Estrutural	Índice de Dano Estrut.	Urgência de Intervenção
d-Vigas apoio arq e laje adj	Área adjacente ao depósito	ALTA	Classe IV	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
h-Pilares internos	Apoio arquivancada	ALTA	Classe II	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
c-Arquivancadas	Desnecessária	MÉDIA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
f-Vigas e laje depósito	Rampa arquivancada	MÉDIA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
e-Vigas apoio arquivancada e lajes adj	Área enclausurada e sobre vestiário	MÉDIA	Classe III	MUITO SEVERO	REPARO URGENTE EM MENOS DE 2 ANOS
a-Pilares externos	Cortinas	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
b-Cortinas	Externas	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
i-Pilares internos	Sala Dopping e depósito	MÉDIA	Classe II	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
g-Vigas e laje dopping	Rampa arquivancada	MÉDIA	Classe III	SEVERO	AValiação DETALHADA E REPAROS DE 2 A 5 ANOS
j-Pilares internos	Área enclausurada sob arquivancadas	BAIXA	Classe II	MÉDIO	NOVA INSPEÇÃO EM MENOS DE 5 ANOS



CINPAR
2009

5º Congresso
Internacional
sobre Patologia e
Reabilitação
de Estruturas

Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



As figuras a seguir ilustram de uma maneira mais clara as manifestações patológicas identificadas:



Figura 8 – Ninhos e armaduras exposta
Galerias



Figura 9 – Deslocamentos em pilares



Figura 10 – Padrão de manchamentos – face
externa da piscina – Contaminação por cloretos



Figura 11 – Deslocamentos sob arquivancadas



Figura 12 – Reparos ineficientes



Figura 13 – Deslocamentos em arquivancadas



Anais do 5º Congresso Internacional sobre
Patologia e Reabilitação de Estruturas

CINPAR 2009

Junho / 2009



Referências

ANDRADE PERDIX, M. C.. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras.** Tradução e adaptação de Antonio Carmona e Paulo Helene, São Paulo, PINI, 1992.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T.. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo, PINI, 1998.

CANOVAS, M. F.. **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** São Paulo, PINI, 1988.

Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja". **CONTECVET - A validated users manual for assessing the residual service life of concrete structures.** GEOCISA, Madrid, 2002.