

**X Congreso Latinoamericano de Patología y XII Congreso de Calidad en la Construcción.  
CONPAT 2009. Valparaíso-Chile.  
29 de Septiembre al 2 de Octubre**

## **Análise das patologias em estruturas de concreto na zona litorânea da cidade do Recife-PE**

J. M. F. Mota<sup>1</sup>, R. B. Pontes<sup>1</sup>, J. A. Candeias Neto<sup>1</sup>, M. F. Oliveira<sup>1</sup>, H. T. Almeida<sup>1</sup>, A. M. P. Carneiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Civil e Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociência, Universidade Federal de Pernambuco, joao@vieiramota.com.br

### **RESUMO**

A inevitável agressão em estruturas de concreto localizadas em zonas costeiras remete a necessidade imperativa de manutenções preventivas, tendo em vista que a névoa salina apresenta-se como um elemento veicular operante de ataque por transportar cloretos, fundamentalmente, em peças de concreto armado aparente. Portanto, equipamentos com estrutura de concreto armado situados na orla marítima do Recife, tais como, observatório, chuveirão, bancos, poste de iluminação e aparelhos para exercícios, encontram-se visualmente num estágio avançado de deterioração. Este trabalho tem o objetivo de analisar as patologias em peças de concreto de uma Região litorânea do Recife-PE. Foi realizada “in loco” uma ampla inspeção visual com acervo fotográfico e ensaio de carbonatação, bem como se coletou diversas amostras do concreto para verificar o teor do cloreto em laboratório. Os resultados indicaram que, segundo a análise do nível de deterioração estabelecido pelo boletim 162 do CEB (1983), as maiorias das peças precisam de intervenções imediatas e que, o nível de cloretos encontrados em todas as amostras, eram superiores aos níveis aceitáveis e prescritos na NBR 6118 (2004) e em outras normas internacionais.

**Palavras chave:** Concreto, atmosfera marinha, corrosão de armadura.

## 1. INTRODUÇÃO

A concreta agressividade imposta pela névoa salina em estruturas de concreto armado, situadas em Regiões litorâneas, apresenta-se como uma forma peremptória para o surgimento de patologias. Pontes et al. (2007) corrobora dizendo que um dos agentes mais agressivos ao concreto armado é o íon cloreto oriundo da atmosfera marinha (fundamentalmente, quando o elemento de concreto encontra-se a até 400 m do mar), que são transportados pelo ar, onde esse íon ataca a camada passiva da armadura, ocasionando uma corrosão pontual conhecida como pite. No estudo realizado na cidade do Recife por Pontes et al. (2007), foi apresentado a deposição média de cloretos nas distâncias em relação ao mar de 7 m, 100 m, 160 m, 230 m e 320 m, de tal forma que, se concluiu, respectivamente, 586,27 (mg/m<sup>2</sup>.dia), 297,10 (mg/m<sup>2</sup>.dia), 119,32 (mg/m<sup>2</sup>.dia), 35,85 (mg/m<sup>2</sup>.dia) e 35,87 (mg/m<sup>2</sup>.dia).

Sabe-se que desde a entrada da obra em serviço, o planejamento para a manutenção das estruturas de concreto não pode ser negligenciada, tendo em vista que conforme a “lei dos cinco” de Sitter (1984 apud Carneiro, 2007 e Helene 2005), cada unidade monetária deixada de ser aplicada na etapa da manutenção preventiva poderá corresponder cerca de 25 vezes mais, para o caso de uma manutenção corretiva.

Diversas manifestações patológicas são encontradas no território nacional com relação às estruturas de concreto armado, onde a corrosão de armadura é responsável por quase 20% dentre todas (Helene, 1992). Em diferentes regiões no Brasil, a exemplo, no Estado do Rio Grande do Sul, observa-se que a incidência de corrosão das armaduras é da ordem de 30% (Galvão, 2004), e que um índice dessa mesma ordem foi encontrado na cidade de Brasília (Selmo et al., 2000). Na cidade do Recife foi detectado um índice preocupante e mais elevado devido possivelmente a sua posição geográfica, um valor próximo de 65% (Andrade, 1997).

A corrosão de armadura em concreto armado é função basicamente de aspectos físicos (barreira - cobertura da armadura) e químicos (alcanilidade do concreto). Os agentes agressivos como sulfatos, ácidos, reação álcali-agregado podem levar a deterioração do cobrimento, propiciando as condições necessárias para a despassivação da armadura devido ao ataque de materiais deletérios como CO<sub>2</sub> e íons cloreto (Helene, 1997). Por conseguinte, a última revisão da NBR 6118 (2004) estabeleceu valores consideráveis no quesito cobrimento das armaduras.

A pesquisa é justificada, uma vez que a cidade do Recife apresenta-se com uma considerável densidade de construções próximas ao litoral, bem como mostra uma elevada agressividade advinda do transporte de íons cloreto através das névoas salinas.

Nesse contexto, este trabalho objetiva analisar as patologias em peças de concreto armado de uma delimitada Região litorânea, mais precisamente, do Bairro de Boa Viagem, Recife-PE.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na Avenida Boa Viagem, próximo ao número 7058 / clube da Aeronáutica, Bairro de Boa Viagem, Recife-PE. Optou-se por examinar algumas peças de concreto armado localizadas no calçadão da orla marítima, logo após a areia da praia (cerca de 7 m do mar e com altitude entre 1 m e 4 m, aproximadamente), haja vista que essas estruturas sofreram as mais elevadas agressões dos cloretos advindos das névoas salinas.

Destaca-se que as peças estudadas representavam diversos outros conjuntos de elementos de concreto armado com as mesmas características, finalidades e patologias, situadas ao longo de toda Avenida Litorânea - bairro de Boa Viagem, onde desta forma, propicia-se mais um registro para servir como um possível parâmetro nesse encadeamento.

A Figura 1 mostra esquematicamente onde ocorreram os ensaios.

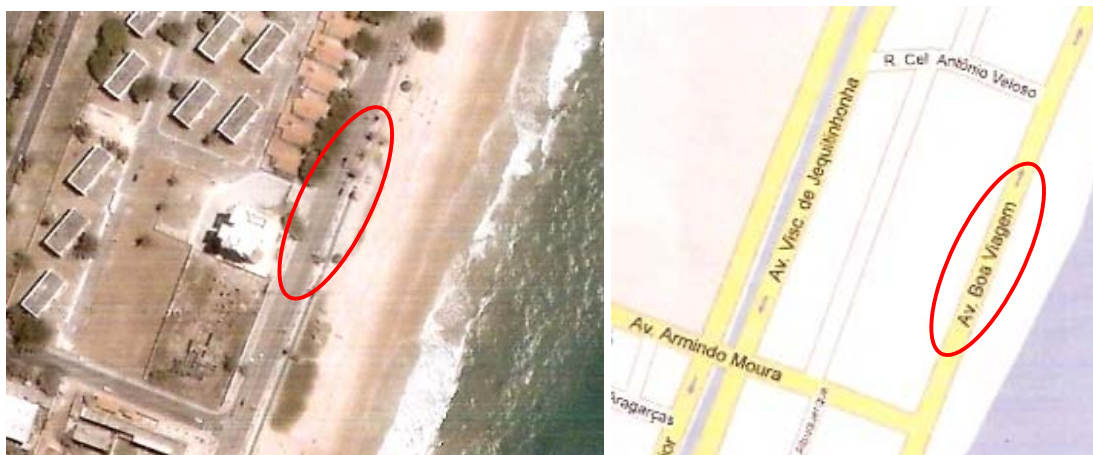


Figura 1. Região em que se encontravam as peças de concreto ensaiadas (earth.google.com,2008)

A Figura 2 apresenta a distribuição em que se encontravam os elementos estruturais (todos de concreto armado), sendo assim identificados: 1 – Observatório para salva-vidas; 2 – Chuveirão; 3 – Bancos; 4 – Prancha para exercícios; 5 – Barras para exercícios e 6 – Poste de iluminação pública.

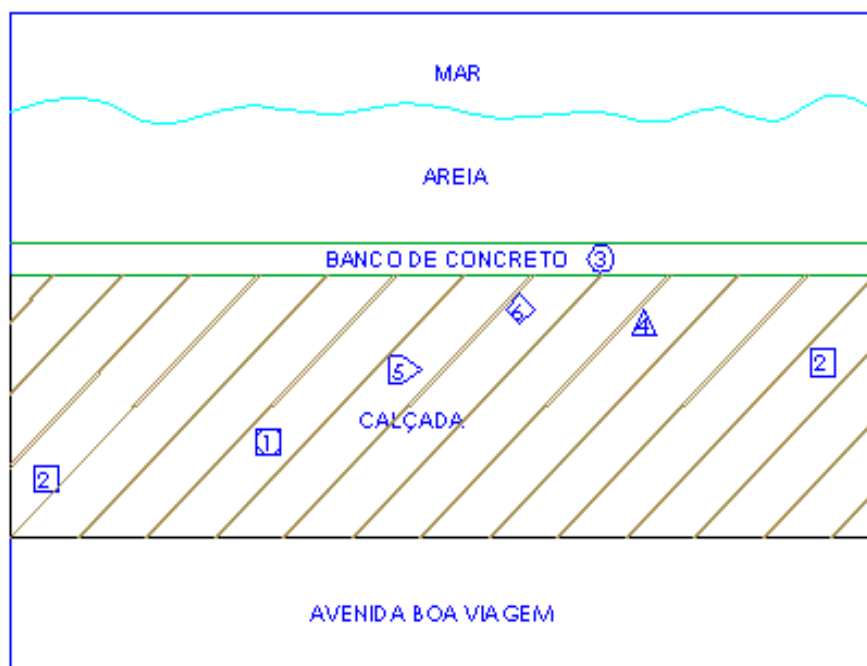


Figura 2. Distribuição dos elementos de concreto armado

Ressalta-se que, visualmente, os elementos estruturais mostravam-se em sua maioria deteriorados, indicando falta de manutenções preventivas e, ou, intervenções corretivas inoperantes. Deve-se salientar que é dever da engenharia despertar a atenção da sociedade civil para a necessidade cívica de planejar a manutenção e a reabilitação de todo patrimônio edificado, individualmente e coletivamente (Ripper, 2005).

As Figuras 3 “A, B, C, D e E” apresentam os elementos de concreto ensaiados.



(A) – Observatório para salva-vidas



(B) – Bancos



(C) – Poste e barras para exercício



(D) – Chuveirão



(E) – Prancha para exercícios

Figura 3 – Peças estruturais estudadas (Observatório para salva-vidas, bancos, poste de iluminação pública, chuveirão, barras e pranchas para exercícios)

O planejamento experimental comportou duas fases, a saber:

- a) Em campo - com uma minuciosa inspeção visual que resultou em um rico acervo fotográfico, focou-se na verificação da carbonatação, através de aspersão contínua da solução de 1% de fenolftaleína, 70% de álcool etílico e 29% de água destilada e no acolhimento de amostras do concreto para, em laboratório, detectar os teores de cloreto;
- b) Em laboratório – analisou-se o nível de deterioração a partir do que se encontra estabelecido no boletim 162 do Comitê International Du Beton – CEB (1983) e os níveis de cloreto encontrados nas amostras coletadas.

Relativo à carbonatação, observa-se que o intervalo da mudança de cor da solução de fenolftaleína situa-se numa faixa de pH entre 8,3 e 10, isto é, quando a cor encontrada é vermelho-carmim o concreto apresenta-se não carbonatado, entretanto, caso fique incolor, de fato, o concreto está carbonatado (Basset et al., 1981).

No que tange a obtenção do teor de cloreto em laboratório, fez-se com que o pó fino gerado da moagem da amostra do concreto de cada elemento, fosse adicionado a uma solução contendo HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) e AgNO<sub>3</sub> (nitrato de prata), concluindo ao final do processo do ensaio, o percentual em relação ao cimento (Andrade, 1992).

Concisamente, todas as considerações acerca das peças estudadas, foram dadas através da média das análises do conjunto de cada tipo de elemento, ou seja, o resultado médio das análises de todos os bancos de concreto gerou a conclusão técnica concernentes aos bancos, e assim para os demais elementos (peças).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As condições ambientais foram caracterizadas pelos dados obtidos através do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizado em Recife-PE, conforme mostra a Tabela 1. Postou-se 12 meses para uma maior representatividade. Evidencia-se que os fatores ambientais, em geral, não são relevantes em estruturas internas, entretanto, externamente, o nível de agressividade ao concreto armado torna-se mais aguçado (Silva et al., 2003).

Tabela 1. Dados climatológicos no período de um ano

Mês/Ano	Direção predominante do vento		Umidade relativa (%)	Velocidade do vento (m/s)	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)	Insolação (h)
	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>					
01/2007	SE	E	75	2,2	83,5	27,2	256,7
02/2007	SE	NE	76	2,2	226,7	27,4	196,2
03/2007	SE	S	78	2,1	138,7	27,0	226,3
04/2007	SE	Calmo	82	1,7	347,3	26,3	212,4
05/2007	SE	S	85	1,6	208,3	25,6	205,1
06/2007	S	SE	85	1,6	390,8	24,8	129,8
07/2007	S	SE	84	1,7	331,0	24,0	191,7
08/2007	S	SE	81	2,2	223,7	24,3	196,4
09/2007	S	SE	79	2,4	127,1	24,7	207,2
10/2007	SE	S	74	2,8	25,6	25,6	231,8
11/2007	SE	E	72	2,7	40,0	26,5	261,1
12/2007	SE	E	71	2,5	30,6	27,1	265,5

As peças estudadas apresentavam desempenho em serviço já comprometido em quase sua totalidade. Sabendo que não se encontrou registros oficiais que caracterizassem os elementos

estruturais estudados, buscaram-se dados que representasse de forma mais fidedigna, o tempo de construído e a resistência à compressão de cada peça.

Portanto, no decorrer deste trabalho, em entrevista realizada, o engenheiro civil Gomes (2007) informou os períodos estimados de construídos e as resistências à compressão dos elementos de concreto armado estudados, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização das peças estruturais ensaiadas

<b>Peças de concreto armado</b>	<b>Tempo em serviço (anos)</b>	<b>Resistência à compressão (MPa)</b>	<b>Tipo de revestimento</b>
Banco de concreto	16	15	Aparente
Poste de iluminação	18	13,5	Aparente
Observatório para salva-vidas	30	15	Argamassa e pintura
Prancha para exercícios	16	15	Aparente
Barras para exercícios	16	15	Argamassa e pintura
Chuveirão	16	15	Argamassa e pintura

### 3.1 Inspeção visual

Sublinha-se que todas as peças investigadas estavam posicionadas externamente, salientando os bancos, as pranchas, as barras e o poste de iluminação pública pelos quais eram de concreto aparente, sendo os demais, revestidos com argamassa e pintura.

As Tabelas 3a e 3b apresentam resultados médios dos danos catalogados por elemento (grupo de elementos) estrutural analisado, relatando aspectos identificados e suas causas prováveis.

Tabela 3a. Catalogação dos danos

<b>Peças de concreto armado</b>	<b>Danos</b>	<b>Aspectos identificados</b>	<b>Causas prováveis</b>
Banco de concreto	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Lasqueamento do concreto	Grandes lascas e, ou, rachaduras do concreto	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto
	Manchas de corrosão	Manchas avermelhadas na região da armadura	Cobrimento deficiente, armaduras expostas e com perda elevada da seção
	Ruína	Esgotamento estrutural - colapso praticamente total	Cobrimento ínfimo e perda de quase toda seção da armadura na região central dos vãos (flexão máxima)
Poste de iluminação pública	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Deterioração de partes do concreto	Grandes lascas e, ou, rachaduras	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto
	Manchas de corrosão	Manchas avermelhadas na região da armadura	Cobrimento deficiente, armaduras expostas e com perda elevada da seção

Tabela 3b. Catalogação dos danos

<b>Peças de concreto armado</b>	<b>Danos</b>	<b>Aspectos identificados</b>	<b>Causas prováveis</b>
Prancha para exercícios	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Lasqueamento do concreto	Grandes lascas e, ou, rachaduras do concreto	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto
	Manchas de corrosão	Manchas avermelhadas na região da armadura	Cobrimento deficiente, armaduras expostas e com perda elevada da seção
	Ruína parcial	Desagregação avançada do concreto e reparos inoperantes	Cobrimento ínfimo e perda elevada da seção da armadura
Barras para exercícios	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Lasqueamento	Grandes lascas e, ou, rachaduras do concreto	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto
	Manchas de corrosão	Manchas avermelhadas na região da armadura	Cobrimento deficiente, armaduras expostas e com perda elevada da seção
Chuveirão	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Lasqueamento do concreto	Grandes lascas destacada do concreto	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto
	Manchas de corrosão	Manchas avermelhadas na região da armadura	Cobrimento deficiente, armaduras expostas e com perda elevada da seção
	Ruína parcial	Desagregação avançada do concreto e reparos inoperantes	Cobrimento ínfimo e perda elevada da seção da armadura
Observatório para salvavidas	Bolor	Manchas escurecidas	Elevada umidade
	Eflorescência	Manchas brancas	Lixiviação
	Lasqueamento e rachaduras	Grandes lascas e/ou rachaduras do concreto	Corrosão da armadura com alto grau de expansão no interior do concreto

Além dos aspectos de projeto e execução identificados que colaboraram para as patologias das peças, isto é, processo técnico não normalizado, os fatores ambientais contribuíram categoricamente à baila, devido à exposição em todo tempo de serviço e substancialmente pelo acondicionamento exagerado da névoa salina, essencialmente, pela proximidade do mar.

Remete-se a inspeção visual aos níveis de deterioração dos elementos de concreto armado, em conformidade com o boletim 162 do CEB (1983).

Esse boletim estabelece níveis de deterioração de A até E, onde a partir dos níveis C e D, a intervenção deverá ser imediata, tendo em vista a ocorrência do esgotamento quase que integral da vida útil da peça estrutural.

Nesta ótica, a seguir apresentar-se-ão as considerações de análise média por grupo de elementos segundo o CEB (1983).

- a) Grupo de bancos de concreto – Nível “E”;
- b) Postes de iluminação pública – Nível “D”;
- c) Postos de observação para salva-vidas (corpo de bombeiros) – Nível “C”;
- d) Grupo de pranchas para exercícios – Nível “C”;
- e) Grupo de barras para exercícios – Nível “C”;
- f) Grupo de chuveirão – Nível “D”.

### **3.2 Análise da carbonatação**

Verificou-se que o nível de carbonatação (ataque da estrutura por CO<sub>2</sub>) na maioria dos casos foi baixo, haja vista as análises investigatórias realizadas “*in loco*” com aplicação da fenolftaleína. Em condições similares, esse resultado também foi atestado por Castro et al. (2000a), uma vez que esses autores verificaram em pesquisa realizada no México uma limitada carbonatação em estrutura de concreto em Região do litoral, atribuindo a corrosão da armadura ao ataque de cloreto, sendo, no entanto, a carbonatação existente tanto maior, quanto maior fossem o tempo de operação (serviço), a altitude e a distância do mar (até 200 m aproximadamente).

Nesta linha, Castro et al. (2000c) através de ensaios realizados, concluíram como fatores prováveis na limitação da carbonatação, a proximidade do mar e uma elevada resistência à compressão da estrutura de concreto. Nessas condições, pode-se concluir que em ambientes com substancial umidade e salinidade, a penetração do CO<sub>2</sub> é dificultada (Lopes e González, 1993).

Outro aspecto a ser considerado concernente ao baixo índice de carbonatação é a umidade relativa do ar da cidade do Recife (em média acima de 80%), pois conforme Newville<sup>20</sup> uma faixa de umidade ótima para gerar as condições ideais para o avanço da carbonatação seria em ambientes com umidade entre 50% e 70%. Vale dizer que, uma vez carbonatada, sua profundidade na estrutura de concreto, em condições higrométricas estáveis, é dependente do tempo de construído e da capilaridade do concreto (Andrade, 1992 e Carneiro, 2007), conforme a expressão:

$$D = Kt^{0,5} \quad (1)$$

Sendo:

D - profundidade de penetração de CO<sub>2</sub> (mm)

K - coeficiente de carbonatação (mm/ano<sup>0,5</sup>)

t – tempo (anos)

A Figura 4 mostra resultado típico do ensaio de carbonatação.



Figura 4. Ensaio de carbonatação com a utilização de solução de fenolftaleína nas barras para exercícios e banco

### 3.3 Teor de cloretos

Diferentemente da carbonatação, os teores de cloretos encontrados em todas as amostras coletadas mostraram-se elevados quando analisados comparativamente com os níveis estabelecidos em normas pertinentes.

Essa verificação pode explicar o elevado grau de fissuração das peças devido, basicamente, a forças internas de expansão de até 15 MPa das armaduras despassivada. É sabido que, o banho que a névoa salina impõe às peças de concreto, transporta íons cloreto suficiente para se combinar (capturar) com elementos que constituem a camada passivadora e protetora da armadura (Carneiro, 2007).

Dentro das seis amostras de concreto e uma da argamassa de recuperação, encontraram-se os percentuais de cloretos, a saber: Cl<sup>-</sup> encontrado na amostra em relação à massa de cimento – 1,2%, 0,97%, > (0,6%, 0,6%, 0,6%) e 0,21% (essa amostra apresentava-se com uma elevada alcalinidade) e 0,4% para argamassa de restauro. Percentual médio similar ao apresentado, também foi encontrado em pesquisa realizada por Castro et al. (2000b) em área próxima a orla marítima da cidade do Recife.

Ademais, concernente à concentração de cloreto encontrado em peças de concreto armado, Castro et al. (2000b) verificaram em pesquisas realizadas (Yucatán – México; Maracaibo – Venezuela e Recife – Brasil) que o percentual dessa concentração era maior quanto menor fosse a altitude (até 7,5 m aproximadamente) e a qualidade do concreto (elevada relação a/c), bem como, quanto maior fosse o período de exposição em meio ambiente de agressividade severa. Também não se encontrou cloreto em regiões de elevadíssima umidade ou seca, observando, entretanto, altos teores de cloreto em concretos que sofreram ciclos de molhagem e secagem constantes.

Por conseguinte, independente de alguns detalhes que devam ser considerados para avaliar os percentuais de cloretos, tais como, tipo de cimento, finura, dentre outros, os teores de cloretos superaram, de forma geral, os prescritos em normas como a NBR 6118 - 0,03%; BS 8110 - 0,2 a 0,4%; ACI 318 - 0,15 a 0,30%; EP - 0,4% e Cytel (1997) apud IBRACON (2005).

Pode-se exprimir que esse trabalho buscou unicamente analisar a influência do meio marinho agressivo em estruturas de concreto armado. Ademais, é sabido que toda essa Região investigada já se encontra prontamente recuperada pelos órgãos competentes.

#### **4. CONCLUSÃO**

Constatou-se na análise visual a necessidade de reabilitações imediatas, corroborado posteriormente com o que estabelece no boletim 162 do CEB (1983), ou seja, as peças de concreto estudadas apresentavam níveis de deterioração elevados, indicando que a vida útil encontrava-se praticamente esgotada.

Quanto à carbonatação, verificou-se na maioria dos grupos de elementos estruturais analisados, um índice de alcalinidade satisfatória, remetendo para o ataque dos íons cloreto, a causa principal da deterioração avançada das peças, tendo em vista os percentuais elevados de cloreto, em relação à massa de cimento, quando comparado com o limiar prescrito na literatura (0,4%) e, ou, média do que rege as normas pertinente.

Por fim, pode-se realçar a importância do projeto estrutural que contemple a durabilidade e da manutenção, pois essas se apresentam como as mais eficazes ações para subsistência saudável de elementos estruturais, uma vez que, todas as patologias encontradas nessa pesquisa, seriam, possivelmente, inibidas ou controladas, sendo certamente sanadas com menores custos.

## 5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. J. O. (1997) Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Goiás. Goiás.

ANDRADE, M. C. P. (1992) Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras. 1.ed. PINI. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: (2004) projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro.

BASSET et al. (1981) Análise inorgânica quantitativa. Editora Guanabara. Rio de Janeiro.

CARNEIRO, A. M. P. (2007) Notas de Aula da Disciplina: Patologia das construções – Pós-graduação em estruturas, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

CASTRO, P.; MORENO, E. I.; GENESCÁ, J. (2000a) Influence of marine micro-climates on carbonation of reinforced concrete buildings. Cement and Concrete Research. Pergamo.

CASTRO, P.; RINCON, O; T.; PAZINI, E. J. (2000b) Interpretation of chloride profiles from concrete exposed to tropical marine environments. Cement and Concrete Research. Pergamo.

CASTRO, P.; SANJUÁN, M. A.; GENESCÁ, J. (2000c) Carbonation of concretes in the Mexican Gulf. Building and environment. Pergamon.

COMITE EURO INTERNATION DU BETON – CEB (1983) Assessment of concrete structures and design procedure for upgrading (redesign). Paris, Bulletin D'Information n° 162, August.

Earth.google.com. .Net, abril. (2008) Disponível em: <<http://earth.google.com/.htm>>. Acesso em: 28 abril.

GALVÃO, S. P. (2004) Avaliação do desempenho de argamassas de reparo estrutural à base de cimento Portland modificadas por polímeros e contendo adições minerais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Goiás. Goiás.

GOMES, S. M. S. W. (2007) Engenheiro civil da Prefeitura da Cidade do Recife - Entrevista concedida a João Manoel de Freitas Mota. Recife, Dezembro.

HELENE, P. R. L. (2005) Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto. Red Rehabilitar. São Paulo.

HELENE, P. R. L. (1992) Manual Prático para Reparo e Reforço de Estruturas de Concreto. Editora PINI. São Paulo.

HELENE, P. R. L. (1997) Vida útil das estruturas de concreto. In: IV CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES. Porto Alegre.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO. (2005) Patologia das Estruturas de Concreto: Conceituação, Inspeção e Diagnóstico. 47.<sup>o</sup> Congresso Brasileiro do Concreto. Recife.

LÓPEZ, W.; GONZÁLES, J. A. (1993) Influence of the degree of pore saturation on the resistivity of concrete Research.

NEVILLE, A. M. (1997) Propriedades do concreto. 2. ed. PINI. São Paulo.

PONTES, R. B.; MONTEIRO, R. A.; OLIVEIRA, R. A.; PAIVA, S. C. (2007) Levantamento da concentração de cloretos em zona costeira do Recife-PE. IX CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE PATOLOGIA. Quito – Equador.

RIPPER, T. (2005) Sistemas Especiais para Reforço de Estruturas de Betão. O futuro em perspectiva segura. Portugal.

SELMO, S. M. S.; MORENO Jr, R.; MITRE, M. P. (2000) Caracterização básica das argamassas de reparos para estruturas de concreto industrializadas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS. Lisboa.

SILVA E. F.; GOMES de SÁ, C.; RAMIREZ, M. C.; RIBAS SILVA, M.; KROPP, J. (2003) Panteão da pátria Tancredo Neves – Monumento histórico de Brasília. In: VII CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – CONPTA. México.