Copyright 2010, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2010.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Desempenho de cupons de aço carbono 1020 na região metropolitana de Salvador - BA.

Kelly Jacqueline Campos Brambilla[1], Kleber Franke Portella[2], Danilo Damasceno Silva[3], Mário Seixas Cabussú[4], Daílton Pedreira Cerqueira[5] e Rogério Nascimento Salles[6]

Abstract

Salvador is a warm and moist city, typically tropical, with 2,500 hours per year of sunshine, windy, (t) long period of wet surface (» 4000 h / year), enabling a very corrosive environment (C4) and an annual average temperature of 25 °C. These weather conditions are extremely harmful for engineering materials, especially when an industrial pollution also takes place. This study makes an analysis of variables which affect the atmospheric corrosion process of 1020 carbon steel used in electric power transmission and distribution lines (RD) of Salvador's metro area as well as provided an environmental mapping of the region. A sorting of aggressive air and its effect on the 1020 carbon steel coupons were first made to provide data collection relating to 17th atmospheric corrosion stations (ECAs). As corrosion rate standards were used the NBR 6210 and ASTM G 1-90. The results of these parameters allowed us to observe an emphasis on Amaralina, Ipitanga Beach and Pituba as regions where there was a trend to greater mass losses and higher corrosion rates.

Keywords: corrosion, carbon steel, atmosphere, atmospheric corrosion, corrosion rate, Salvador

[1]Aluno de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia – UFPR
[2]Kleber Franke Portella – Pesquisador Doutor - LACTEC
[3]Aluno de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Salvador, Bolsista PIBITI – LACTEC
[4]Mário Seixas Cabussú – Gerente de pesquisa e Desenvolvimento - COELBA
[5]Daílton Pedreira Cerqueira – Coordenador do Setor de Expansão de Redes - COELBA

[6]Rogério Nascimento Salles – Coordenador de RDE - COELBA

Resumo

Salvador é uma cidade de clima quente e úmido, tipicamente tropical, com cerca de 2.500 h anuais de sol, ventilada, tempo de superfície úmida (t) elevado (» 4.000 h/ano), ou seja, de alta corrosividade ambiental (C_4) e uma temperatura média anual de 25 °C. Estas condições climáticas extremamente prejudiciais aos materiais de engenharia, principalmente nos locais onde há, concomitantemente, poluição industrial. Neste trabalho foram analisadas as variáveis que influenciam no processo de corrosão atmosférica do aço carbono 1020 da rede aérea de distribuição de energia elétrica (RD) da região metropolitana de Salvador, bem como a realização do mapeamento ambiental da região. Na classificação da agressividade atmosférica e do efeito desta sobre o aço carbono 1020 foram confeccionados cupons que proporcionaram desta forma o levantamento de dados referentes a dezessete estações de corrosão atmosférica (ECAs), onde foram distribuídos. Na determinação da taxa de corrosão as normas utilizadas foram a ABNT NBR 6210 e ASTM G 1-90. A análise dos resultados destes parâmetros permitiu observar um destaque para as regiões de Amaralina, Praia de Ipitanga e Pituba, como regiões onde houve uma tendência a maiores perdas de massa e taxa de corrosão dos corpos-de-prova.

Palavras-chave: corrosão, aço carbono, atmosfera, Salvador, corrosão atmosférica, taxa de corrosão

Introdução

Salvador é uma cidade de clima quente e úmido, tipicamente tropical, com cerca de 2.466 h anuais de sol, ventilada (ventos anuais com velocidade média de 2,2 m/s) e uma temperatura média anual de 25 °C. É considerada uma das cidades mais ensolaradas do mundo, com umidade média anual da ordem de 81%, tendo a vantagem de ser cercada pelo mar em três de seus lados. Estas condições climáticas são extremamente prejudiciais aos materiais de engenharia, principalmente nos locais onde há, concomitantemente, poluição industrial. Assim, têm-se como desvantagens, em boa parte das regiões analisadas: ambiente propício à corrosão ou degradação dos materiais como os metálicos, pela instauração de um tempo de superfície úmida (t) elevado (» 4.000 h/ano), neste caso, classificado pela NBR 14643/01 [1], como t_4, ou seja, de alta corrosividade ambiental (C_4); altas taxas de salinidade e material particulado de dureza

elevada, devidos aos ventos predominantes em direção ao continente, podendo causar corrosão atmosférica pelos íons cloretos e sulfatos e, também, erosão por abrasão das superfícies dos materiais e, alta taxa de radiação solar, com valor médio >2.400 h/ano, o que amplia a possibilidade de degradação dos materiais [1, 2].

Assim, o estudo das variáveis que influenciam no processo de corrosão atmosférica, é de fundamental relevância, haja vista que grande parte dos materiais presentes no cotidiano está susceptível ao processo de degradação. Tem-se, como exemplo, a maioria dos metais das linhas de distribuição e transmissão de energia elétrica, bem como de comunicação de dados, tais como: cabos, torres, linhas telefônicas, acessórios de rede, entre outros [2, 3]. Com base nestas informações esta pesquisa propõe apresentar uma metodologia para a determinação da taxa de corrosividade e de deterioração de aço carbono da rede aérea de distribuição de energia elétrica (RD) da região metropolitana de Salvador, BA. Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia baseada na implantação de 17 estações de corrosão atmosférica (ECAs) abrangendo diferentes ambientes corrosivos. Então, nestas ECAs foram monitorados, mensalmente, parâmetros meteorológicos, a fim de se obter subsídios para a classificação da corrosividade atmosférica, assim como, foram instalados, corpos-de-prova de aço carbono.

Revisão Bibliográfica

Classificação da corrosividade atmosférica

A corrosão atmosférica é um dos processos de corrosão mais comuns, pois a grande maioria das estruturas expostas a atmosfera é metálica. Ela ocorre quando se forma uma fina película de eletrólito sobre a superfície do metal, o que possibilita o ataque do tipo eletroquímico. A película é formada devido à presença de umidade na atmosfera. Mesmo para umidade relativa baixa, como 60%, pode ocorrer a formação dessa película [4]. A velocidade de corrosão dependerá fortemente da umidade relativa do ar e dos constituintes da atmosfera [5].

A norma NBR 14643 [6] da ABNT, fornece guias padrões para a classificação do grau de corrosividade da atmosfera frente a materiais metálicos padrões tais como aço carbono, alumínio, cobre e zinco. Esta reflete então o atual conhecimento sobre este tipo de classificação e caracteriza a atmosfera em cinco categorias de corrosividade, variando de C_1 (muito baixa) a C_5 (muito alta), conforme demonstrado na Tabela 1.

A classificação do grau de corrosividade de uma atmosfera sobre o aço carbono pode ser realizada a partir das taxas de corrosão obtidas no primeiro ano de exposição, conforme demonstrado na Tabela 2.

TABELA 1. CATEGORIAS DE CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA.

CATEGORIA DE CORROSIVIDADE	AGRESSIVIDADE
C_1	Muito baixa
C_2	Baixa
C_3	Média
C_4	Alta
C_5	Muito Alta

TABELA 2. CATEGORIAS DE CORROSIVIDADE ATMOSFÉRICA SEGUNDO DADOS OBTIDOS NO PRIMEIRO ANO DE EXPOSIÇÃO.

CATEGORIA DE CORROSIVIDADE	UNIDADES	AÇO CARBONO
C_1	g/m^2/ano µm/ano	≤ 10 ≤ 1,3
C_2	g/m^2/ano µm/ano	10-200 1,3-25
C_3	g/m^2/ano µm/ano	200-400 25-50
C_4	g/m^2/ano µm/ano	400-650 50-80
C_5	g/m^2/ano µm/ano	650-1500 80-200

Corrosão atmosférica do aço carbono

A corrosão de um metal, com liberação de elétrons e formação de íons metálicos, ocorre a um potencial dado pela equação de Nernst (1) [7]:

$$Me \rightarrow Me^{++} + 2\bar{e} \quad (1)$$

$$E^0 = -\frac{RT}{nF}\ln\left(\frac{aMe^{++}}{a.Me}\right), sendo a.Me = 1 \quad (2)$$

Quando o potencial se encontra a um valor inferior ao potencial dado pela equação de Nernst, a corrosão não irá ocorrer. Quando o potencial estiver acima dele, a forma estável é a iônica, ocorrendo, portanto, a corrosão do metal segundo a reação (1), independente do pH do meio, visto que a presença dos íons H^+ ou OH^- não intervém no processo [7, 8].

Entretanto, de alguma forma os íons H^+ e OH^-, não somente alteram o potencial, como condicionam as reações de corrosão, pois reagem com os íons Me^{++} produzindo óxidos e hidróxidos. Compostos estes que irão influenciar a velocidade de corrosão, devido a suas características mais ou menos protetoras. Além disso, acima de certo valor de potencial, distinto para cada metal, os metais se dissolvem, juntamente com os óxidos e hidróxidos previamente precipitados, originando ânions ou íons complexos [9, 10].

Tudo isso se torna importante para o estudo da corrosão, pois, nas condições em que se formam produtos solúveis é de se esperar que ocorra corrosão, enquanto que a formação de produtos insolúveis pode paralisá-la, chegando inclusive a proteger o metal por passivação. Sabe-se que a velocidade de corrosão alcança em um determinado período de exposição um regime estável e no geral muda pouco durante a exposição posterior.

Entre os produtos da corrosão atmosférica do ferro geralmente encontram-se os oxi-hidróxidos (α-FeOOH, goetita; γ-FeOOH, lepidocrocita; β-FeOOH, akaganeita), o óxido ferroso-férrico (Fe_3O_4, magnetita) e o hidróxido ferroso ($Fe(OH)_2$). Obviamente, os compostos que se detectam com maior facilidade são aqueles mais insolúveis e que, portanto, são encontrados em concentrações elevadas.

Nas atmosferas rurais, urbanas e industriais, longe da costa, geralmente se detecta exclusivamente goethita e lepidocrocita. Sua existência pode ser confirmada pela microscopia eletrônica de varredura (MEV). Nas atmosferas marinhas também ocorre à formação de akaganeita e magnetita. Pela lixiviação com água destilada quente e posterior concentração pode-se chegar a detectar a presença de cloretos e sulfatos de ferro solúveis. Ambas as espécies tendem a se concentrar na camada aderente de produtos de corrosão.

Em atmosferas não contaminadas, os produtos primários da corrosão do ferro, principalmente hidróxido ferroso, se transformam em óxidos férricos hidratados insolúveis

(produtos secundários), de natureza amorfa e coloidal, que dificultam a difusão através dos reagentes e produtos da reação, freando extraordinariamente o processo da corrosão. Na ausência de acidez o $Fe(OH)_2$ precipita, inibindo a formação da película de ferrugem. Entretanto o $Fe(OH)_2$ não é estável, e em presença de oxigênio se oxida a FeOOH. Em regiões da película onde o acesso de oxigênio está limitado (próximo à interface aço/ferrugem), os oxi-hidróxidos se reduzem eletroquimicamente à magnetita, de acordo com a seguinte reação:

$$8FeOOH + Fe^{2+} + 2e \rightarrow 3Fe_3O_4 + 4H_2O \quad (3)$$

Posteriormente a magnetita se reoxida pelo oxigênio do ar em presença de umidade:

$$4Fe_3O_4 + O_2 + 6H_2O \rightarrow FeOOH \quad (4)$$

Experimental

Para a classificação e correlação da região de Salvador-Ba foram levantados dados referentes a 17 ECAs localizadas em distintas áreas abrangendo desde os ambientes mais agressivos, devido à salinidade e aos poluentes industriais, até os menos agressivos nas regiões mais afastadas da orla marítima e de complexos industriais.

Regiões de monitoramento

Na Tabela 3, encontram-se listados os módulos e o período de coleta de dados para cada ECA.

Classificação Climática de Salvador

Altas temperaturas e umidade relativa são fatores que contribuem com o aumento da degradação dos materiais na atmosfera [11]. Com base em tal conceito, Brooks apud Morcillo *et al*. [12] apresentou um índice sobre o potencial corrosivo a partir de dados meteorológicos. O valor numérico denominado índice de deterioração de Brooks (Id), pode representar um importante índice sobre o potencial corrosivo a partir de dados meteorológicos, e é calculado a partir da pressão de saturação do vapor de água (este valor pode ser obtido experimentalmente ou por meio de tabelas padrão) [13] à temperatura e umidade relativa médias da região. De acordo

com o valor de Id, a taxa de corrosão tem uma correlação direta com a corrosividade atmosférica como é ilustrado na Tabela 4.

TABELA 3. MODULOS DE COLETA INSTALADOS NA REGIÃO DE SALVADOR-BA

ECAS	**Localização**	**Período**	
		Início	Fim
ECA 1	São Cristovão (SE SCR)	20/10/2008	5/8/2009
ECA 2	Federação (SE FDR)	17/10/2008	5/8/2009
ECA 3	Amaralina (SE AML)	17/10/2008	4/8/2009
ECA 4	Pituaçu (SE PUD)	17/10/2008	4/8/2009
ECA 5	Pituba (SE PIT)	17/10/2008	4/8/2009
ECA 6	Paripe (SE PPE)	17/10/2008	5/8/2009
ECA 7	Camaçari (SE CMU)	16/10/2008	2/8/2009
ECA 8	Sauípe (SE SPS)	16/10/2008	2/8/2009
ECA 9	Praia de Ipitanga (SE PR IPI)	7/11/2008	6/8/2009
ECA 10	Lapinha (SE LPN)	11/11/2008	5/8/2009
ECA 11	Candeal (SE CDL)	11/11/2008	5/8/2009
ECA 12	Itapagipe (SE IPG)	16/10/2008	6/8/2009
ECA 13	Cajazeiras II (SE CJD)	14/10/2008	5/8/2009
ECA 14	Centro Administrativo (SE CAB)	20/10/2008	6/8/2009
ECA 15	CIA Paripe (CIA PPE)	6/11/2008	7/8/2009
ECA 16	CIA Aeroporto (CIA AER.)	6/11/2008	5/8/2009
ECA 17	Estrada do Côco (ES COC)	6/11/2008	6/8/2009

Na Figura 1 têm-se esquematizada a localização das ECAs na região metropolitana de Salvador.

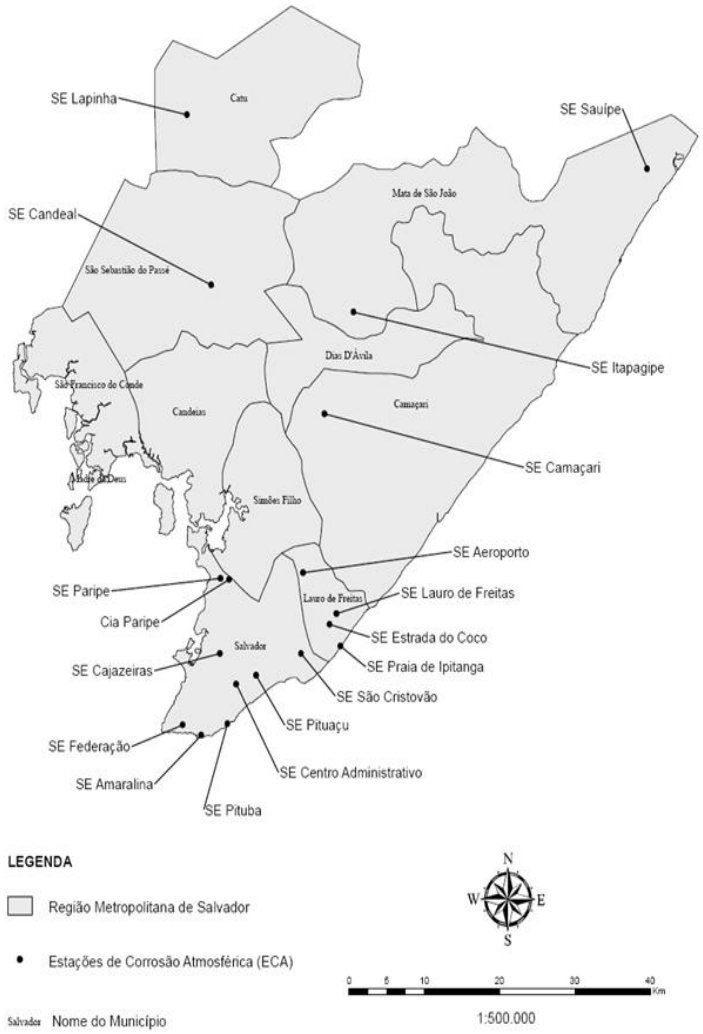

FIGURA 1. MAPA ILUSTRATIVO DA LOCALIZAÇÃO APROXIMADA, DAS 17 ECA´S INSTALADAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR.

TABELA 4. ÍNDICE DE DETERIORAÇÃO DE BROOKS [12].

Id	GRAU DE DETERIORAÇÃO	Id	AGRESSIVIDADE
Id ? 1	Muito baixo	0 -1	Não agressivo
1 □ Id □ 2	Baixo	1 - 2	Muito pouco agressivo
2 □ Id □ 5	Moderado	2 - 4	Pouco agressivo
Id □ 5	Alto	4 - 5	Agressivo
		5 -10	Muito agressivo

Estações de Intemperismo Natural

A implantação das estações de intemperismo natural teve como objetivo avaliar a agressividade dos contaminantes atmosféricos, aliada às condições climáticas locais, sobre o desempenho de CPs metálicos semelhantes às estruturas metálicas usadas na região. Estas estações foram situadas em áreas capazes de representar a região de avaliação de forma a considerar os parâmetros ambientais envolvidos, pois de acordo com a natureza e a concentração dos contaminantes, um ambiente pode ser caracterizado como muito agressivo para um determinado metal e pouco agressivo para outro.

Os corpos-de-prova foram instalados conforme norma ABNT NBR 6209 [14]. A direção e velocidade dos ventos foram parâmetros importantes na escolha do local, por influenciarem diretamente na dispersão e sinergismo dos poluentes.

Na Figura 2 é possível visualizar a instalação dos corpos-de-prova em uma estação de corrosão atmosférica, neste caso, a subestação está localizada em Lauro de Freitas.

Na Figura 3 têm-se a foto de um corpos-de-prova antes de ser instalado em uma ECA (Figura 3a), e na Figura 3b tem-se a sua foto após 1 ano de exposição.

Os corpos-de-prova foram devidamente cortados, desengraxados com solvente (acetona), preparados por limpeza química, pesados e tiveram sua área determinada conforme a norma ABNT NBR 6210 [15]. Após o preparo dos corpos-de-prova, estes foram codificados por meio de uma haste contendo letras e números (Tabela 5), estas hastes foram inseridas em um orifício feito dentro do corpos-de-prova.

FIGURA 2. SUBESTAÇÃO LDF- CORPOS-DE-PROVA *DE AÇO CARBONO*

a. b.

FIGURA 3. CORPOS-DE-PROVA *DE AÇO CARBONO.*

Os corpos-de-prova foram retirados com periodicidade trimestral. Após cada período de exposição dos corpos-de-prova e de terem passado por uma prévia inspeção visual e registro fotográfico, foi realizada a limpeza adequada dos produtos de corrosão de acordo com o tipo de material padrão. Neste trabalho foi adotada, primeiramente, a limpeza mecânica leve dos produtos de corrosão fracamente aderidos, utilizando-se escovas de cerdas macias, e, em seguida, procedeu-se à limpeza química que implicou na remoção dos produtos gerados, dissolvendo-os em reagentes químicos adequados para cada tipo de material, conforme as normas ABNT NBR 6210 e ASTM G1-90 [16].

A massa final dos corpos-de-prova, após remoção dos produtos de corrosão, foi determinada pela interseção das retas correspondentes à remoção dos produtos de corrosão e ao ataque do substrato, conforme demonstrado na Figura 4[3].

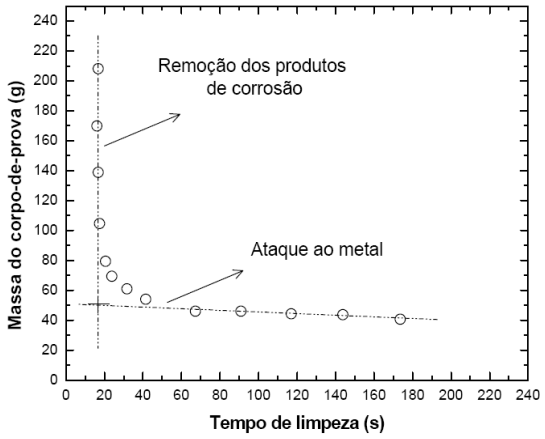

FIGURA 4. CURVA DA PERDA DE MASSA DO CORPO-DE-PROVA*, REMOVIDA POR ATAQUE QUÍMICO, EM RELAÇÃO AO TEMPO DE LIMPEZA[3].*

Devido ao fato dessa perda de massa ser influenciada pela área exposta e pelo tempo de exposição, essas variáveis foram combinadas e expressas numa fórmula que determina a taxa de corrosão [16].

$$\text{Taxa de corrosão} = \frac{K.M}{S.t.\rho} \quad (5)$$

Onde (K) é uma constante que determina a unidade da taxa de corrosão (conforme Tabela 7); (M) é a perda de massa em g, com aproximação de 1 mg; (S) é a área do corpo-de-prova em cm^2, com aproximação de 0,01 cm^2; (t) é o tempo de exposição em horas e (ρ) é a massa específica em g/cm^3.

Resultados e Discussão

Dados Metereológicos

No período considerado, Salvador bem como outras capitais do nordeste e norte do Brasil, apresentou índices de precipitação pluviométrica superior às últimas médias anuais [17, 18]. Assim, o índice de deterioração da atmosfera (ID), obtidos a partir da expressão Brooks foi de 5,1 para a cidade de Salvador-BA, o que pode ser considerado como muito agressivo.

Distância das ECAs ao mar

De acordo com GENTIL (2003), a água do mar pode ser considerada uma das mais corrosivas, visto que contém concentrações relativamente elevadas de sais funcionando como eletrólito forte, o que provoca um rápido processo eletroquímico de corrosão nos metais.

A salinidade em atmosferas marinhas acelera a corrosão metálica e varia dentro de amplos limites geográficos, contendo valores extremamente elevados perto das zonas de fortes rebentações oceânicas a valores baixos em águas calmas. A concentração de aerossóis marinhos na atmosfera depende diretamente de diversos fatores tais como a distância do mar, a topografia da terra, a orografia da terra (altura de montanhas e fronteiras), a predominância e a velocidade dos ventos.

Desta forma mediu-se a distância de cada ECA ao mar conforme a Tabela 5.

TABELA 5. DISTÂNCIAS DAS ECA´s AO MAR EM QUILÔMETROS.

NOME	DISTÂNCIA DA ECA ATÉ O MAR (Km)
SE SCR	3,77
SE FED	1,35
SE AML	0,15
SE PUD	2,83
SE PIT	0,5
SE PPE	1,68
SE CMU	20,5
SE SPS	2,87
PRAIA IPI	0,06
SE LNP	57,04
SE CDL	2,92
SE IPG	24,83
SE CJD	2,94
SE CAB	3,35
CIA PPE	2,83
SE AER	9,7
EST. COC	3,08

Ensaio de Intemperismo

São apresentados na Figura 5, a perda de massa dos corpos-de-prova de aço carbono 1020, assim como, na Figura 6 as respectivas taxas de corrosão.

Do gráfico da Figura 5, constatou-se que a perda de massa das ECA´s de Amaralina, Praia de Ipitanga, Camaçari e Pituba foram superiores às demais, sendo que a da praia de Ipitanga entre estas citadas foi a que mais se destacou. O mesmo foi observado em relação à taxa de corrosão apresentada na Figura 6, onde estas mesmas ECA´s se destacaram em relação às demais estações.

Uma explicação para o fato da taxa de corrosão e da perda de massa terem sido maiores nestas ECA´s está relacionada â proximidade destas estações ao mar, conforme demonstrado na Tabela 5.

Outro aspecto importante a ser tratado é o fato da ECA de Camaçari não estar próxima ao mar (20,50 Km de distância), e ter apresentado uma alta taxa de corrosão, quando comprada às outras estações. Este fato pode ser conseqüente de sua proximidade ao pólo industrial e petroquímico de Camaçari, onde se supõe maior concentração de poluentes atmosféricos.

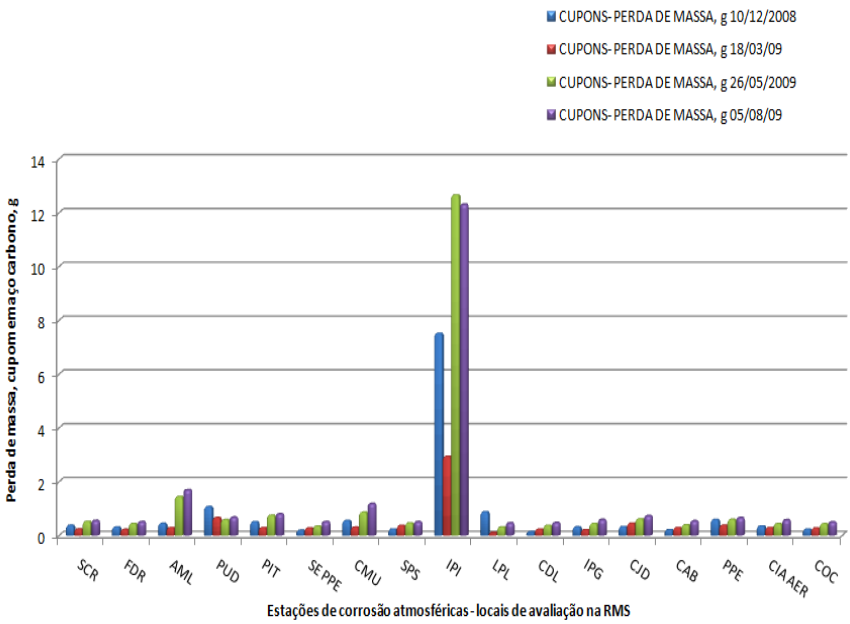

FIGURA 5. PERDA DE MASSA (g) DOS CORPOS-DE-PROVA *EM AÇO CARBONO 1020 NAS ECA´s.*

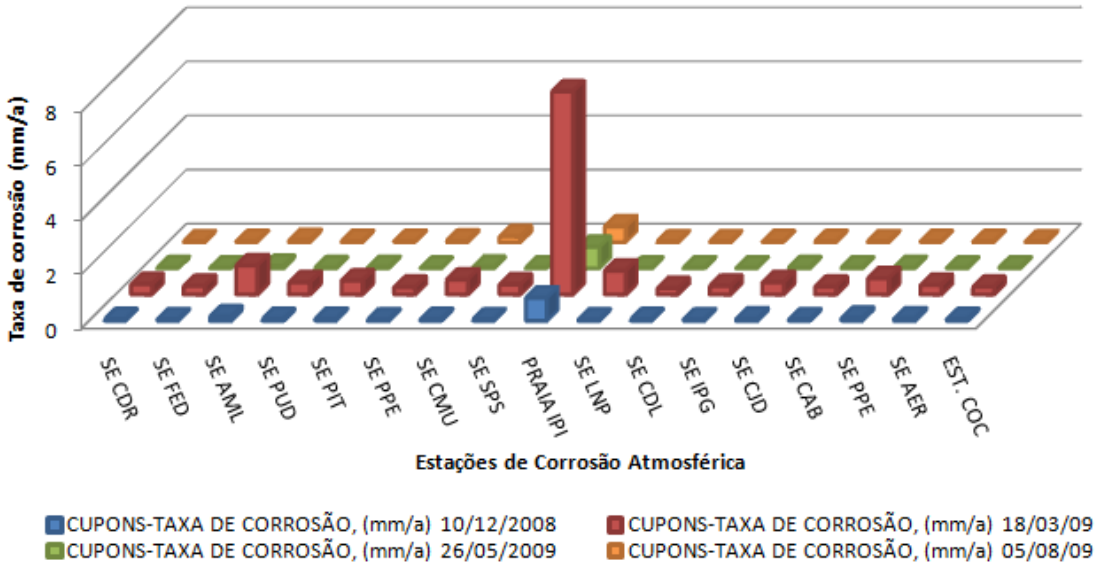

FIGURA 6. TAXA DE CORROSÃO (mm/a) DOS CORPOS-DE-PROVA *EM AÇO CARBONO 1020 NAS ECA´s.*

Categoria de Corrosividade

De acordo com a norma NBR 14643 [6] foi possível classificar as ECA´s em categorias quanto a sua corrosividade como pode ser observado na Tabela 6.

De acordo com a Tabela 6, foi possível observar que a corrosividade da Região Metropolitana de Salvador varia entre média e baixa, tendo apenas a ECA de Amaralina e Praia de Ipitanga como alta e muito alta, respectivamente.

TABELA 6. CATEGORIA DE CORROSIVIDADE EM RELAÇÃO À TAXA DE CORROSÃO, APÓS 1 ANO DE EXPOSIÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA.

NOME	***CATEGORIA DE CORROSIVIDADE***	***CORROSIVIDADE***
SE CDR	**C2**	**baixa**
SE FED	**C2**	**baixa**
SE AML	**C4**	**alta**
SE PUD	**C3**	**média**
SE PIT	**C3**	**média**
SE PPE	**C2**	**baixa**
SE CMU	**C3**	**média**
SE SPS	**C2**	**baixa**
PRAIA IPI	**C5**	**muito alta**
SE LNP	**C2**	**baixa**
SE CDL	**C2**	**baixa**
SE IPG	**C2**	**baixa**
SE CJD	**C3**	**média**
SE CAB	**C2**	**baixa**
SE PPE	**C3**	**média**
SE AER	**C2**	**baixa**
EST. COC	**C2**	**baixa**

Conclusão

Em relação a perda de massa e a taxa de corrosão, as ECAs de Amaralina, Camaçari, Praia de Ipitanga, e Pituba se sobressaíram em relação as demais ECA´s da Região Metropolitana de Salvador, sendo que a Praia de Ipitanga entre estas citadas foi a que mais se destacou. A razão para estes destaques pode ser explicado pelo fato destas ECA´s estarem localizadas próximas à zona de arrebentação marinha, sendo a estação da Praia de Ipitanga a de maior corrosividade ambiental devido à sua distância com relação ao mar (0,06 km).

Os resultados da pesquisa indicaram que outro fator influenciou à taxa de corrosão do aço carbono 1020, qual seja, sua exposição à atmosfera industrial (Estação de Camaçari).

A corrosividade da Região Metropolitana de Salvador variou entre média e baixa, tendo apenas a ECA de Amaralina e Praia de Ipitanga como alta e muito alta, respectivamente.

Agradecimentos

Às instituições e profissionais da COELBA, ANEEL, CNPq Processo: 303729/2008-2 e LACTEC pelo apoio financeiro e de infraestrutura para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

1. http://www.emtursa.ba.gov.br/Template.asp?nivel=00010006&identidade=12, acessada em Março de 2008; ABNT NBR 14643; *Corrosão atmosférica, classificação da corrosividade de atmosferas*, Rio de Janeiro, 2001.

2. PORTELLA, K. F.; PIAZZA, F.; INONE, P. C.; RIBEIRO JÚNIOR, S.; CABUSSÚ, M. S.; CERQUEIRA, D. P.; CHAVES, C. S. S. **Efeitos da poluição atmosférica (litorânea e industrial) em isoladores da rede elétrica da região metropolitana de salvador.** *Quim. Nova*, Vol. 31, No. 2, 340-348, 2008.

3. SICA, C. Y.; **Mapeamento da corrosividade atmosférica de São Luiz – MA e a correlação das variáveis ambientais que influenciaram na degradação dos materiais metálicos.** Curitiba 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

4. J-ATTWOOD, S. C. J. Corrosion and coatings. *Journal of the **Oil** and Colour Chemist's Association*, v. 75, n. 4, p. 128-137, 1992.

5. WOLYNEC, S.; WEXLER, S. B,, FENILI, C. *Manual de Proteção ContraCorrosão Durante o Transporte e Armazenamento,* São Paulo, 2 ed.. Cap 1, 1992.

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14643: corrosão atmosférica – classificação da corrosividade de atmosferas. Rio de Janeiro, 2001, 11 p. 50. LEUENBERGER-MINGER,

7. GENTIL, V.; Corrosão. 4ª ed., LTC-Livros Técnicos e Científicos S.A.: Rio de Janeiro, 2003, 341 p.

8. BARTON, K. Protection Against Atmospheric Corrosion. Theories and Methods, ranslation: Jonh R. Duncan, Nottingham University, Ed John Wiley & Sons, 1976.

9. MORCILLO, M.; ALMEIDA, E.; ROSALES, B.; URUCHURTU, J.; MARROCOS, M.; Corrosión y protección de metales en las atmósferas de iberoamerica: programa CYTED. Gráficas Salué: Madrid, 1998, 816 p.

10. JONES, D. A.; Principles and Prevention of Corrosion, 2ª ed., Department of Chemical and Metallurgical Engineering, University of Nevada, Reno, 1996, 600p.

11. FELIÚ, S.; MORCILLO, M.; *Corrosión y Protección de los Metalesen la Atmósfera*, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas, Ediciones Bellaterra S. A.: Madrid, 1982, p. 246.

12. MORCILLO, M.; ALMEIDA, E.; ROSALES, B.; URUCHURTU, J.; MARROCOS, M.; *Corrosión y Protección de Metales en lãs Atmósferas de Iberoamerica: Programa CYTED*, Gráficas Salué: Madrid, 1998, p. 816.

13. PERRY, R. H.; CHILTON, C. H.; *Manual de Engenharia Química*, 5th ed., Guanabara Dois S.A.: Rio de Janeiro, 1980, ch. 3, p. 50.

14. ABNT NBR 6209: *materiais metálicos não revestidos – ensaio não acelerado de corrosão atmosférica*. Rio de Janeiro, 1986.

15. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6210: preparo, limpeza e avaliação da taxa de corrosão de corpos de prova em ensaios de corrosão atmosférica. Rio de Janeiro, 1982, 16 p.

16. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM G 1-90: Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. 1990, 7 p.

17. http://www7.cptec.inpe.br/noticias/faces/noticias.jsp. Acessado em 28 de dezembro de 2009.

18. http://clima1.cptec.inpe.br/~rclima1/monitoramento_brasil.shtml, acessada em outubro de 2009.