

CORROSIVIDADE AMBIENTAL E DEGRADAÇÃO DE MATERIAIS METÁLICOS EM DUAS REGIÕES DO BRASIL: SAUÍPE-BA E PONTAL DO SUL-PR.

Portella, G. D. G.¹; Brambilla, K. J. C.²; Portella, K. F.³; Silva, G. C.⁴; Cabussú, M. S.⁵; Joutoski, A.⁶; Cerqueira, D. P.⁷; Salles, R. N.⁸

¹ Aluno de Graduação em Oceanografia – CEM – guidgportella@gmail.com

² Aluno de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Engenharia – UFPR – kelly.campos@lactec.org.br

³ Pesquisador Doutor – LACTEC - portella@lactec.org.br

⁴ Pesquisador Doutor – LACTEC - cunha@lactec.org.br

⁵ Pesquisador – COELBA – mcabussu@coelba.com.br

⁶ Pesquisador – LACTEC - alex@lactec.org.br

⁷ Pesquisador – COELBA – dcerqueira@coelba.com.br

⁸ Pesquisador – COELBA – rsalles@coelba.com.br

RESUMO

Costa do Sauípe e Pontal do Paraná são locais próximos ao mar e, por isto, o motivo desta pesquisa, cujo interesse encontra-se centrado na verificação comparativa do efeito da corrosividade atmosférica sobre os materiais de engenharia das redes de distribuição de energia (RD) localizadas em duas regiões brasileiras, a primeira, no nordeste e, a segunda, no sul do país, respectivamente. Os resultados encontram-se apresentados comparativamente e simultaneamente, a partir do levantamento em campo, da taxa de corrosão dos metais alumínio, aço carbono, aço galvanizado e zinco, em função do seu tempo de exposição, especificamente, os três primeiros meses de análise. Nas regiões de interesse, em Sauípe, região localizada em São João da Mata, a cerca de 80 km de Salvador-BA e no Paraná, no Centro de Estudos do Mar, no balneário Pontal do Sul, duas estações de intemperismo natural, denominadas estações de corrosividade atmosférica (ECAs) foram montadas, seguindo as recomendações de normas e de artigos técnicos. Além da exposição dos metais, foram e vem sendo levantados, simultaneamente, dados com relação à taxa de sulfatação e de salinidade e, também, dados meteorológicos, como a umidade relativa, temperatura, índice de precipitação pluviométrica e a velocidade e a direção dos ventos. A análise dos resultados destes parâmetros, apesar de ainda não se ter fechado o ciclo sazonal de um ano, permitiu observar um destaque para a taxa de corrosão do aço carbono em relação aos outros metais, tendo a região de Pontal do Sul como a estação onde esta taxa foi maior.

Palavras chave: corrosão atmosférica, materiais da rede de distribuição de energia, salinidade.

INTRODUÇÃO

A agressividade ambiental em materiais de RD é estudada a partir da classificação do ambiente em termos de tempo de superfície úmida, da taxa de sulfatação e do teor de cloretos. A sua classificação pode ser dividida em cinco ambientes corrosivos: rural, urbano, industrial, marinho e marinho industrial; de acordo com os teores de sulfato e cloreto [1-8].

As diferentes condições climáticas, bem como a umidade relativa, temperatura e a temperatura de superfície têm influência significativa nos processos de deterioração de

materiais de engenharia, desta forma foram escolhidas duas regiões distantes com climas relativamente diferentes para implantar as estações de corrosão atmosférica (ECA). A estação de Sauípe está localizada a cerca de 0,25 Km do mar. A estação localizada no Paraná, fica no município de Pontal do Paraná, no Centro de Estudos do Mar a, cerca de 0,4 Km do mar.

Pontal do Paraná é classificado como clima subtropical superúmido, com temperatura média de 22 °C. A precipitação média anual do município está em torno de 2000 mm, sendo o período mais chuvoso, o verão. Sauípe, pela sua proximidade a Salvador, pode ser caracterizada por um clima tropical úmido, influenciado pela massa tropical marítima, com período mais chuvoso no inverno. A temperatura varia bem pouco durante o ano, e apresenta média de 25 °C. O tempo de superfície úmida é elevado, classificado como de alta corrosividade ambiental [1, 9].

MATERIAIS E MÉTODOS

A ECA em Pontal do Sul teve início em agosto de 2009, quando foram instaladas dezesseis placas metálicas em um painel de aço carbono, cobre, alumínio e aço galvanizado (sendo 4 placas de cada material). Os painéis foram instalados conforme norma ABNT NBR 6209 [2]. Antes de serem expostos, os metais foram limpos com acetona, pesados e foram medidos quanto às suas dimensões largura, comprimento e espessura, conforme a norma ABNT NBR 6210 [5]. A perda de massa foi caracterizada em função do tempo de exposição no local de análise, cujos resultados foram expressos, segundo a Equação 1.

$$\text{Taxa de corrosão} = \frac{K.M}{S.t.p} \quad (1)$$

Onde (K) é a taxa de corrosão; (M) é a perda de massa em gramas; (S) é a área do CP em cm²; (t) é o tempo de exposição em h; e (p) é a massa específica em g/cm³.

Os parâmetros meteorológicos utilizados foram a temperatura, vento, precipitação e umidade relativa. Os dados meteorológicos foram cedidos pelo Grupo de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná. Os dados na região de Sauípe foram coletados no local [10].

As medidas da taxa de salinidade e de sulfatação foram analisadas mensalmente em ambas as estações, segundo métodos ABNT NBR 6211 [3] e NBR 6921 [4], respectivamente.

A classificação do grau de corrosividade da atmosfera seguiram os padrões da norma NBR 14643 em relação aos materiais metálicos analisados para se caracterizar a atmosfera local em cinco categorias de corrosividade, variando de C₁ (muito baixa) e C₅ (muito alta).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme visualizado na Tabela 1, dentre os metais analisados, o aço carbono apresentou a maior taxa de corrosão nos primeiros três meses de análise nas ECAs de Pontal do Sul e de Sauípe. A ECA de Pontal do Sul, apesar de estar localizada a uma distância maior da orla marítima, teve taxas de corrosão relativamente superiores para o aço carbono, devido, possivelmente, a estar instalada em uma região mais aberta do que a de Sauípe, que possui arborização alta e intensa circundando. Na classificação do grau de corrosividade, a agressividade em Pontal do Sul foi média e considerada como C₃, contra C₂, para Sauípe.

Em ambas as estações, os CPs de alumínio apresentaram as menores taxas de corrosão, possivelmente pela proteção causada pela sua película passivadora. O problema citado na literatura [11] e não observado nas placas de alumínio, nos locais analisados, de que o íon cloreto provoca neste material a corrosão por pites, pode ser devida ao curto espaço de tempo de exposição. Em Pontal do Sul, a taxa de corrosão encontrada foi 0,00188 mm/ano. Em Sauípe, essa taxa foi maior, sendo de 0,00214 mm/ano. Já, nos outros tipos de metais, a taxa de corrosão encontrada em Pontal foi mais alta do que de Sauípe. O fato pode, também, ser explicado pela umidade relativa. Os dados foram analisados durante o verão, quando o clima na Bahia é seco e no Paraná é chuvoso e quente.

As taxas de cloreto médias em Pontal do Sul (22,5 ± 12,0) mg/m².dia, foram mais baixas que na região de Sauípe (49,0 ± 7,1) mg/m².dia. Já, as taxas de sulfatação foram mais altas em Pontal do Sul (38,3 ± 2,4) mg/m².dia, do que em Sauípe (24,5 ± 4,9) mg/m².dia, nos meses analisados. Ambas puderam ser classificadas como ambiente marítimo, no período de exposição [8].

Tabela 1. Taxas de Corrosão das placas metálicas expostas nas regiões de Pontal do Sul, PR, e de Sauípe, BA, calculadas em milímetros por ano.

ECA	Pontal do Sul (28/08/2009 a 29/11/2009)	Sauípe (02/10/2009 a 01/02/2010)
Taxa de Corrosão (mm/ano)		
Alumínio	0,00188	0,00214
Aço carbono	0,35688	0,10240
Aço galvanizado	0,00842	0,00710
Cobre	0,01661	0,01991

CONCLUSÕES

O aço carbono apresentou a maior taxa de corrosão entre os metais. Em Pontal do Sul, a corrosão foi mais alta que de Sauípe. O fato de o verão na região sul ser chuvoso e no nordeste ser seco pode, também, explicar o resultado obtido, junto com os dados de umidade. Ressalta-se que a ECA de Sauípe se encontra circundada por mata cerrada.

A proximidade com o mar indica que a maior parte da corrosão esteja relacionada com a ação dos cloretos. Apesar de Pontal do Sul apresentar uma taxa, em média, menor de cloreto nos meses amostrados, a taxa de corrosão foi maior para a maior parte dos metais. No verão em Pontal do Sul as temperaturas são próximas as da Bahia, com maior umidade relativa. A maior diferença regional se dá no inverno, fato que deverá ser comprovado pela sazonalidade.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT NBR 14643. Corrosão atmosférica – classificação de corrosividade de atmosferas. Rio de Janeiro, 2001.
- [2] ABNT NBR 6209: *materiais metálicos não revestidos – ensaio não acelerado de corrosão atmosférica*. Rio de Janeiro, 1986.
- [3] ABNT NBR 6211. *Determinação de cloretos na atmosfera pelo método da vela úmida*. Rio de Janeiro, 2001.
- [4] ABNT NBR 6921. Sulfatação total na atmosfera – determinação da taxa pelo método da vela de dióxido de chumbo. Rio de Janeiro, 1981.
- [5] 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.
- [6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM G 1-90: *Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*. 1990, 7 p.
- [7] ISO 9223: *Corrosion of metal and alloys, classification of corrosivity of atmospheres*. Genebra, 1992.
- [8] KENNY, E. D.; CRUZ, O. M.; et al. Desenvolvimento para metodologia para monitoramento do grau de poluição nos alimentadores de 13,8 kV e 69 kV da ilha de São Luís. Curitiba. *Technical Report*, LACTEC, 2004.
- [9] 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.
- [10] PORTELLA, K. F.; PIAZZA, F.; INONE, P. C.; JOUKOSKI, A., S.; CABUSSÚ, M. S.; CERQUEIRA, D. P.; SALLES, R. N. Mapeamento ambiental para a determinação do grau de corrosividade e de degradação de materiais das redes aéreas de distribuição de energia elétrica com soluções corretivas. *COELBA, LACTEC, ANEEL*, 2008 (em andamento).
- [11] 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*.