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).

Taxa de corrosão de corpos-de-prova expostos no Ceará em atmosfera marinha de muito alta agressividade e em condições aceleradas no laboratório

Iêda N. S. Montenegro[1], Anadite M. de Luna[2], Ana L. Maia[3], Antônio R. de M. Filgueira[4], Narcelio de A. Pereira[5], Jailson S. Rodrigues[6], Jocilane de A. Rodrigues[7]

Abstract

The corrosion performance of the metals is greatly depend upon the type of atmospheric environment to witch they are exposed and to the climatic conditions prevailing during exposure. Therefore, It was possible in Ceará, to classify the type atmospheric environment to which carbon steel, zinc, copper and aluminum were exposure. These environment was defined as standard NBR 14643, based on data of (chlorides, sulfates and particles settling) pollutants collected and the number and frequency of wetting of the exposed metals measured., 2002-2008, in 19 testing site to study of atmospheric corrosion distributed in Ceará. The COFECO station was highlighted as an environment with extreme conditions and more atmospheric corrosivity and its geographical position, thus it is the station that offered study results are representative of other locations situated throughout coastal extension of Ceará (18,000 km^2). Various groups of different metallic alloys specimens were exposed an COFECO station (carbon steel 1005, uncoated; aluminum alloy AA 1100; aluminum alloy 6063-T6; electrolytic copper; bronze and electrolytic tin) for the purpose of being monitored for resistance to corrosion. The results of the weight loss of materials quantified after exposure in COFECO were compared with the weight loss of these same materials after being subjected to accelerated corrosion tests in the laboratory, in cycles consisting of a sequence of different atmospheric aggressiveness with the addition of corrodent fog and intervals pre-defined (specimens were sprayed with 0.2% H2SO4 and subjected by 620 hours in salt spray chamber). This comparison aimed to study variations in relative corrosion performance of materials exposed at marine tropical regions characterized by highly aggressive and materials exposed in accelerated corrosion tests. And it may be helpful to obtain more information in order to write the technical recommendations of the materials to be used in the network of electricity distribution companies that produce and distribute energy, such as the electric energy company of Ceará - Coelce.

[1]Doutor, Químico Industrial – FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL DO CEARÁ - **NUTEC**
[2]Especialista, Engenheira Eletricista - CONSULTORIA EM CIÊNCIAS E ENGENHARIA DOS MATERIAIS LTDA- **CONCEMA**
[3]Mestre, Engenheira Química - FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL DO CEARÁ - **NUTEC**
[4]Especialista, Engenheiro Eletricista - COMPANHIA ENERGÉTICA DO CEARÁ – **COELCE.**
[5]Mestre, Engenheiro Civil - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ - **CENTEC**
[6]Químico - FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL DO CEARÁ – **NUTEC.**
[7]Técnico em Química - FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL DO CEARÁ - **NUTEC**

Keywords: atmospheric corrosion, testing site to study of atmospheric corrosion, corrosion rate, accelerated atmospheric corrosion testing.

Resumo

Em geral, a resistência dos metais a corrosão depende do tipo de ambiente e das condições climáticas onde eles estão expostos. A atmosfera do Ceará foi classificada quanto à corrosividade com base na norma ABNT-NBR 14643 e com base em teores de poluentes atmosféricos e de medidas do tempo de umectação. Para tal, foram usadas 19 estações de estudos de corrosão atmosférica, as quais se encontram distribuídas no estado do Ceará. O período de estudo foi de 2002 a 2008. A estação COFECO destacada como ambiente com condições extremas e de maior corrosividade atmosférica devido a sua posição geográfica, foi usada como represente das demais localizações situadas em toda extensão costeira cearense (18.000 km^2). Muitos dados resultaram da exposição de diferentes materiais metálicos expostos na estação COFECO (aço carbono 1005 sem revestimento; liga de alumínio AA 1100; liga de alumínio 6063-T6; cobre eletrolítico; bronze e estanho eletrolítico). Os resultados das perdas de massa dos materiais quantificados após exposição na COFECO foram comparados com as perdas destes mesmos materiais depois de submetidos a ensaios acelerados de corrosão realizados em laboratório. Os ensaios acelerados consistiram de ciclos formados por uma seqüência de diferentes agressividades (pulverização com H_2SO_4 0,2%, seguido de 620 horas em câmara salt spray). Esta comparação teve como objetivo principal verificar uma possível variação de comportamento quanto à resistência a corrosão entre exposição natural, utilizando-se regiões altamente agressivas de clima tropical marinho, e atmosferas artificiais de ensaios acelerados de corrosão. Os resultados obtidos podem ser úteis no momento de estabelecimento das recomendações técnicas para materiais utilizados na rede de distribuição de energia elétrica, das empresas produtoras e distribuidoras de energia do estado do Ceará.

Palavras-chave: corrosão atmosférica, estações de estudo de corrosão atmosférica, taxa de corrosão, ensaios acelerados de corrosão atmosférica.

Introdução

A classificação da corrosividade da atmosfera do Ceará para materiais padrão (aço-carbono, zinco, cobre e alumínio), foi realizada com base na norma ABNT-NBR 14643. De maneira complementar, foram utilizados, também, os resultados de determinação dos teores de poluentes atmosféricos e de medidas do tempo de umectação. Para o estudo foram utilizadas 19 estações de estudos, distribuídas pelo território cearense. Onde, a estação COFECO destacou-se por ser a de maior corrosividade atmosférica do estado do Ceará. O destaque da COFECO fez está estação ser escolhida como referência entre as demais utilizadas na pesquisa, pois é representativa da atmosfera de localidades situadas nos 18.000 km^2 da extensão costeira do estado, o qual é classificado como clima tropical de região marinha. A taxa de corrosão de cada material padrão exposto na COFECO excede os limites superiores das taxas estimadas na categoria C_5, significando que o ambiente da COFECO se encontra fora do escopo da norma. Isto justifica a necessidade do desenvolvimento de ensaios para determinar os valores das taxas de corrosão dos materiais de interesse em uso na energia elétrica.

A pesquisa foi iniciada em dezembro de 2002 e tem continuidade até o momento.
Este trabalho apresenta os resultados do estudo da velocidade de corrosão dos materiais mais comumente utilizados nos sistemas de energia elétrica e nas confecções das peças de diversos equipamentos eletro-eletrônico, tais como: aço carbono 1005, aço carbono 1005 galvanizado, cobre eletrolítico, bronze (Cu-Sn), liga de alumínio AA-1100, liga de alumínio 6063-T6 e estanho eletrolítico. Os corpos-de-prova destes materiais foram confeccionados em chapas planas com área de exposição de 0,03 m² (10 cm de largura por 15 cm de comprimento) e foram fixados em cavaletes e expostos em ambiente natural (estação COFECO), para fins de serem ensaiados em atmosfera natural e, também, por meio de ensaios acelerados de corrosão (ciclos de diferentes atmosferas agressivas, com concentração de poluentes e periodicidade pré-definidos: pulverização de H_2SO_4 0,2%, seguida de 620 horas em câmara de névoa salina).
Os resultados das perdas de massa dos materiais após o primeiro ano de exposição na COFECO foram comparados com as perdas de massa dos mesmos tipos de materiais expostos aos ensaios acelerados de corrosão. Essa comparação é importante para estabelecer uma relação entre os comportamentos quanto à resistência dos materiais expostos em atmosfera natural de regiões altamente agressivas e em atmosferas definidas nos ensaios acelerados. Portanto, deverá contribuir para a elaboração de recomendações técnicas de materiais utilizados na região costeira cearense por empresas geradoras e distribuidoras de energia.

Revisão bibliográfica

Corrosão atmosférica é um processo descontínuo no qual a corrosão somente pode ocorrer quando uma camada de eletrólito está presente e as reações anódicas e catódicas que conduzem à corrosão podem fazer parte [5,6].
Os estudos sobre corrosão atmosférica são realizados em longo prazo e os ensaios de avaliação são muito específicos, no que diz respeito às condições geográficas, climáticas e ambientais.
Os ensaios acelerados de corrosão acontecem, em geral, sob condições onde os corpos-de-prova são expostos dentro de câmaras à ação de atmosferas artificiais específicas, as quais, normalmente, são mais agressivas do que as atmosferas naturais.
De acordo com a literatura[1-7], até o momento, ainda não se conseguiu estabelecer uma correlação satisfatória entre os resultados dos ensaios acelerados com os de campo, não têm nenhum suporte de ordem teórica e nem experimental. Contudo, tentativas existem para esclarecer algumas correlações, tais como, a que será apresentada neste trabalho ao comparamos os resultados de perda de massa obtidos para corpos-de-prova expostos em câmara cíclica com os resultados de perda de massa verificados em corpos-de-prova expostos na estação COFECO.

Metodologia

1) Classificação da corrosividade atmosférica

Foram considerados o tempo de superfície úmida e os teores de SO_2 e Cl^-, como sendo os fatores atmosféricos relevantes que influenciam os resultados das categorias de corrosividade da atmosfera referente ao material padrão desta pesquisa. Seguiram-se os passos descritos na norma NBR 14643:2001:

- instalação de velas de dióxido de chumbo (Figuras 1), para obtenção dos dados de sulfatação total na atmosfera (norma NBR 6921, out.1981), em duplicata, na estação COFECO, (coletores com alturas de 1,80 m);
- instalação de velas úmidas (Figuras 1), para obtenção dos dados de cloretos inorgânicos na atmosfera (norma NBR 6211, dez. 1980), em duplicata, na estação COFECO, (coletores com alturas de 1,80 m);
- construção dos painéis de exposição das amostras nas estações, conforme orientações da norma ASTM-G50-76 (Figura 1);
- instalação de medidores eletrônicos (Figuras 1) para a determinação do tempo de umectação na estação COFECO. O qual foi considerado como o número de horas/ano em que a umidade relativa do ar esteve acima de 80% e a temperatura acima de 0ºC. Em virtude do altíssimo grau de corrosividade desta estação, em alguns meses, os sensores apresentaram problemas de contatos e adotou-se a classificação do tempo de umectação com base nos exemplos de ocorrência citado na NBR 14643:2001;
- as categorias de corrosividade foram baseadas em medidas de taxa de corrosão de metais-padrão, conforme NBR 14643:2001;
- ainda de acordo com a NBR14643: 2001, a categoria de corrosividade da atmosfera C_1, C_2, C_3, C_4 e C_5 tem a agressividade respectivamente classificada como corrosividade muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Podendo esta, também, ser feita através da classificação da atmosfera em termos de dados atmosféricos (tempo de superfície úmida e contaminação por SO_2 e Cl^-) ou de medidas de taxas de corrosão de metais-padrão.

2) <u>Ensaio não-acelerado de corrosão atmosférica</u>

Materiais metálicos utilizados:

- aço carbono 1005;
- aço carbono 1005 galvanizado;
- cobre eletrolítico;
- bronze;
- liga de alumínio AA 1100;
- liga de alumínio 6063-T6;
- estanho eletrolítico.

Os corpos-de-prova dos materiais acima mencionados foram confeccionados em formatos de chapas planas, com área de exposição de 0,03 m² (10 cm de largura por 15 cm de comprimento).

Pré-tratamento realizado antes dos corpos-de-prova serem submetidos ao ensaio não-acelerado:

- desengraxe em ultra-som;
- decapagem em soluções especifica para o material do corpo-de-prova, segundo NBR 6210;
- lavagem com água deionizada e desmineralizada;
- secagem em estufa a 110° C por duas horas, resfriamento em dessecador por trinta minutos e pesagem em balança analítica com duas casas decimais. Voltar para a estufa e repetir o procedimento até peso constante;
- embalagem dos corpos-de-prova, imediatamente após obterem peso constante. Em seguida, os corpos-de-prova são levados para a estação de estudo de corrosão atmosférica COFECO e fixados em cavaletes (Figura 1) para exposição em ambiente natural.

3) Ensaio acelerado de corrosão atmosférica

Os mesmos materiais metálicos foram ensaiados:

- aço carbono 1005;
- aço carbono 1005 galvanizado;
- cobre eletrolítico;
- bronze;
- liga de alumínio AA 1100;
- liga de alumínio 6063-T6;
- estanho eletrolítico.

Os corpos-de-prova dos materiais acima mencionados foram confeccionados em formatos de chapas planas, com área de exposição de 0,03 m² (10 cm de largura por 15 cm de comprimento).

O pré-tratamento realizado antes dos corpos-de-prova serem submetidos ao ensaio acelerado foram os que seguem:

- desengraxe em ultra-som;
- decapagem em soluções especifica para o material do corpo-de-prova, segundo NBR 6210;
- lavagem com água deionizada e desmineralizada;
- secagem em estufa a 110° C por duas horas, resfriamento em dessecador por trinta minutos e pesagem em balança analítica com duas casas decimais. Voltar para a estufa e repetir o procedimento até peso constante;
- pulverização dos corpos-de-prova com H_2SO_4 0,2% e depois, exposição por 620 h em câmara acelerada de corrosão, utilizando uma solução de NaCl – 5% para efetuar a nebulização (**Figura 02**).

4) Avaliação das perdas de massa

Os resultados quantificados das perdas de massa dos materiais após o primeiro ciclo de exposição em câmara de ensaio acelerado de corrosão foram comparados com os resultados quantificados das perdas de massa dos materiais após o primeiro ano de exposição na estação COFECO e com os valores apresentados para o primeiro ano de exposição para as cinco categorias de corrosividade especificados na NBR 14643:2001. Os resultados para estanho eletrolítico ainda não foram concluídos e, por este motivo, não será aqui apresentados.

Figura 1 – Estação de estudo de corrosão atmosférica

Figura 2 – Ensaios acelerado de corrosão dos corpos-de-prova em câmara de corrosão cíclica.

3. Resultados e Discussões

3.1) Classificação da corrosividade atmosférica

Tabela 1 – Média anual dos teores de poluentes atmosféricos da estação COFECO, dezembro de 2002 a maio de 2008.

Concentração de sulfatos (mg de SO_2/m^2.dia)						Concentração de cloretos (mg de Cl^-/m^2.dia)					
Ano 0	**Ano 1**	**Ano 2**	**Ano 3**	**Ano 4**	**Ano 5**	**Ano 0**	**Ano 1**	**Ano 2**	**Ano 3**	**Ano 4**	**Ano 5**
76,45	399,49	163,16	155,37	125,36	99,01	492,00	1518,36	3219,19	2217,34	2664,52	2070,70

Ano 0 - Dezembro / 2002 a Maio / 2003;
Ano 1 - Junho / 2003 a Maio / 2004;
Ano 2 - Junho / 2004 a Maio / 2005;
Ano 3 - Junho / 2005 a Maio / 2006;
Ano 4 - Junho / 2006 a Maio / 2007;
Ano 5 - Junho / 2007 a Maio / 2008.

Tabela 2 - Classificação da agressividade atmosférica da estação COFECO, dezembro de 2002 a maio de 2008.

Tempo de superfície úmida	Concentração de sulfatos por ano da pesquisa (mg de SO_2/m^2.dia)						Concentração de cloretos por ano da pesquisa (mg de Cl^-/m^2.dia)					
Categoria	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
t_5	A_2	A_3^*	A_3	A_3	A_3	A_3	B_3	B_3^*	B_3^*	B_3^*	B_3^*	B_3^*

Tabela 3 - Categorias de corrosividade estimada da atmosfera da estação COFECO, dezembro de 2002 a maio de 2008.

Materiais metálicos padrão	Estimativas dos valores das categorias de corrosividade da atmosfera						
	Por ano da pesquisa						Média dos 6 anos
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	
AÇO CARBONO	5	5*	5*	5*	5*	5*	C_5^*
ZINCO E COBRE	5	5*	5*	5*	5*	5*	C_5^*
ALUMÍNIO	5	5*	5*	5*	5*	5*	C_5^*

Para avaliação dos resultados dos fatores que contribuem para a agressividade da atmosfera da estação COFECO, Tabelas 1 e 2**,** observou-se:

- no ano 1, a classificação em termos de contaminação por SO_2 teve valor $^{(*)}$ mais elevado que os classificados na norma NBR 14643:2001. Nos demais anos da pesquisa, apresentaram valores de SO_2 dentro da faixa superior definida na referida norma (categoria (A_3));
- apenas no ano 0, a classificação em termos de contaminação por Cl^- teve valor dentro da faixa superior, categoria (B_3). Nos demais anos da pesquisa, apresentaram valores mais elevados que os classificados na Norma NBR 14643:2001;

- a classificação em termos de tempo de superfície úmida, expresso em horas por ano (τ > 5500 (h/a), calculado para UR > 80% e T > 0ºC, teve valor dentro da faixa superior, categoria (t_5), definida no escopo da referida norma;
- das condições apresentadas na atmosfera da COFECO, para cada ano da pesquisa, apenas no ano 0, os valores das categorias de corrosividade estimadas para os materiais metálicos padrão (aço carbono, zinco, cobre e alumínio) foram correspondentes ao valor numérico mais elevado do código de categoria de corrosividade (5) e para os demais anos, os valores(*) das categorias de corrosividade estimadas para estes materiais devem ser considerados superiores, ou sejam, corresponder ao código de categoria de corrosividade (5^*), ver Tabelas 3, sendo este superior ao definido no escopo da norma NBR 14643:2001.

3.2) Ensaio não-acelerado de corrosão atmosférica

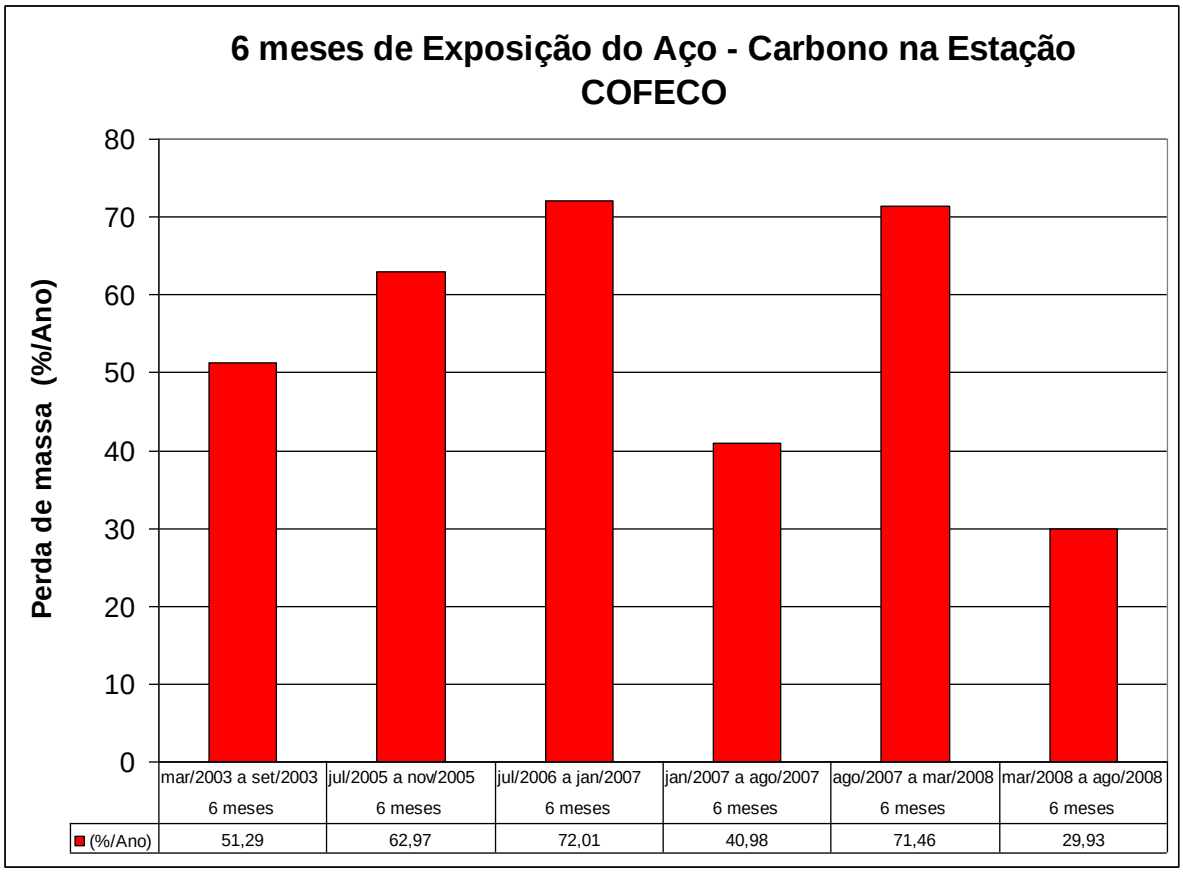


Figura 3 – Perda de massa do aço carbono após seis meses de exposição.

Na Figura 3, estão apresentados os diferentes valores percentuais de perda de massa, determinados em corpos-de-prova confeccionados por um mesmo tipo de aço carbono, após exposição na estação COFECO, durante igual tempo de exposição, com duração de seis (06) meses. Se compararmos as colunas dos resultados do percentual de perda de massa resultante do processo corrosivo dos corpos-de-prova expostos durante o primeiro semestre com os corpos-de-prova expostos durante o segundo semestre, é possível observar que as colunas dos resultados dos corpos-de-prova expostos durante o segundo semestre sempre

são significativamente maiores do que as colunas do primeiro semestre, sugerindo que em todos os anos pesquisados, a corrosividade atmosférica durante o segundo semestre (agosto a dezembro), é mais agressiva. Justifica-se esta afirmativa, pela mudança climática: chuvas mais constantes e intensas durante o primeiro semestre e período seco e com presença dos ventos mais fortes constantes e velozes originados do mar em direção ao território, durante o segundo semestre, os quais por conseqüências distribuem a deposição dos sais da maresia, com maior intensidade, sobre as superfícies dos materiais onde se desencadeia o processo corrosivo.

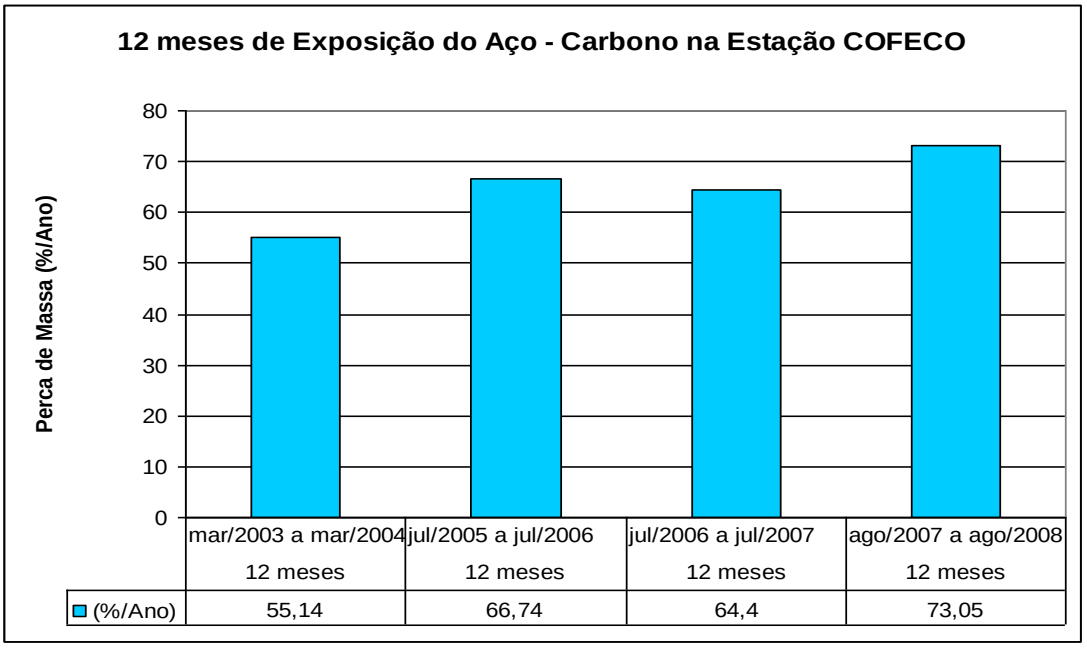
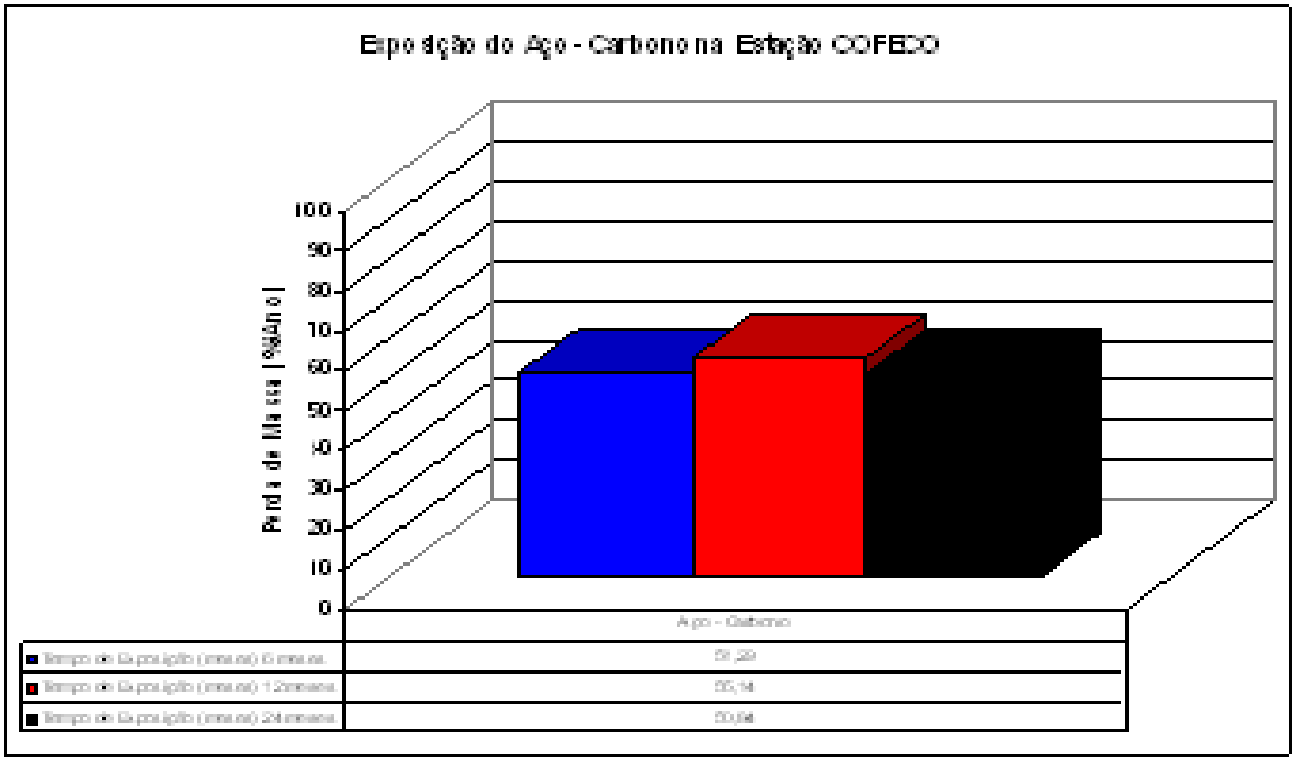


Figura 4 – Perda de massa do aço carbono após primeiro ano de exposição.

Na Figura 4, estão apresentados os diferentes valores percentuais de perda de massa, determinados em corpos-de-prova confeccionados de um mesmo tipo de aço carbono, após exposição na estação COFECO por períodos de doze (12) meses, em quatro (04) diferentes anos. Estes valores mostram que de um ano para o outro, pode existir diferença na corrosividade da atmosfera da estação em estudo. E que o período da pesquisa compreendido entre agosto de 2007 e agosto de 2008 foi o de maior agressividade da atmosfera na estação COFECO. Também, pode ser observado que em todos os anos, a perda de massa por corrosão foi superior a 50% da massa do corpo-de-prova, o que indica que este tipo de material não deve ser exposto sem uma proteção contra corrosão.



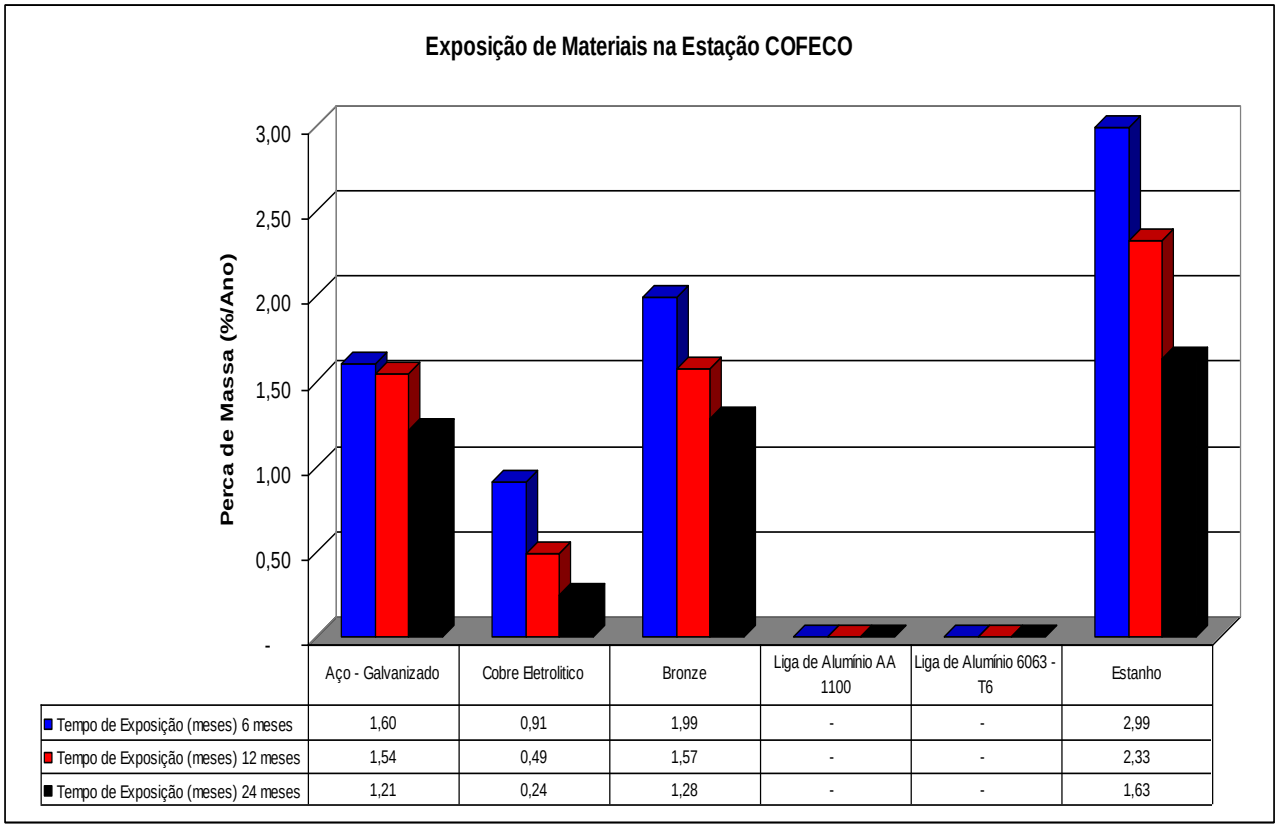
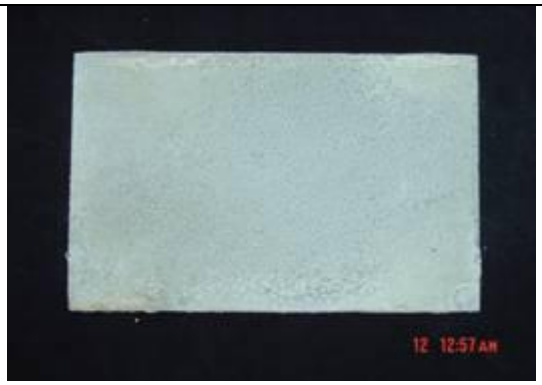


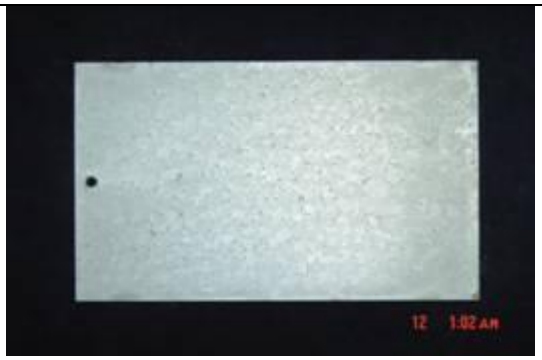
Figura 5 – Perda de massa dos materiais expostos na estação COFECO.

Na Figura 5, observa-se a velocidade de corrosão expressa em (% de perda de massa/ano) para os materiais expostos na estação COFECO, onde o aço carbono apresentou uma perda de massa bem superior a dos outros materiais. A ausência de resultados de perda de massa para as ligas de alumínio está de acordo com as citações literárias[7], não podendo esta ser quantificada por este método. E deve-se ao fato do seu processo corrosivo não se desenvolver de forma generalizada, como nas demais ligas desta pesquisa (corrosão por pites). A avaliação da velocidade deste tipo de corrosão é feita pela medida da penetração do pite na estrutura do material. Pode-se também visualizar a variação da velocidade de corrosão dos materiais, onde verifica-se uma maior velocidade de corrosão nos primeiros seis meses de exposição, com exceção do aço carbono e da liga de alumínio, e essa velocidade de corrosão diminui com o passar do tempo. Isso ocorre devido, principalmente, à formação do produto de corrosão que fica sobre o substrato metálico, atuando como barreira física, dificultando a difusão dos íons agressores até a superfície do metal. No aço carbono a velocidade de corrosão não diminui significativamente com o passar do tempo, devido ao fato de seu produto de corrosão não oferecer proteção ao substrato metálico. Já o alumínio não apresentou velocidade de corrosão, pois não apresentou perda significava. Na Figura 6, é possível ser vista a forma dos produtos de corrosão destas ligas, resultantes das reações dos agentes agressores presentes na atmosfera marinha com a superfície dos corpos-de-prova, após um ano de exposição na COFECO.

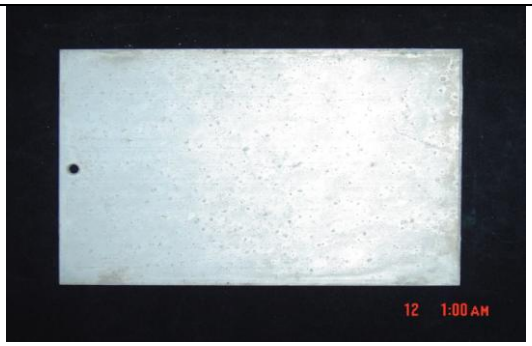
Aço carbono 1005



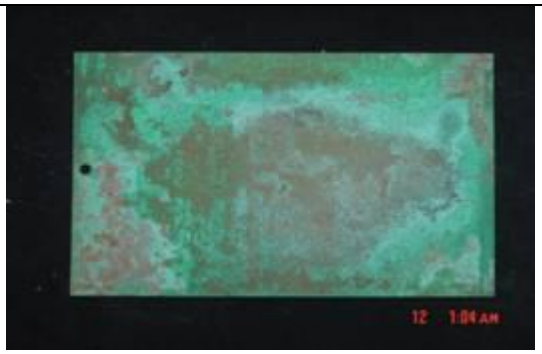
Aço carbono 1005 galvanizado



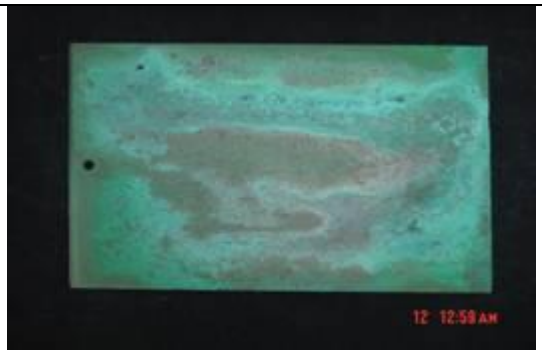
Liga de alumínio AA 1100



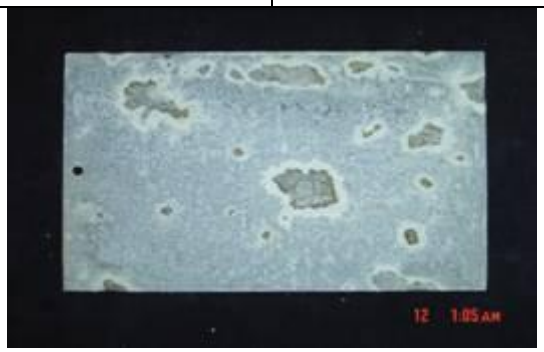
Liga de alumínio 6063-T6



Bronze



Cobre eletrolítico



Estanho eletrolítico

Figura 6 – Produto de corrosão dos corpos-de-prova após 12 meses de exposição na estação COFECO.

3.3) Ensaios acelerados e não-acelerados de corrosão atmosférica

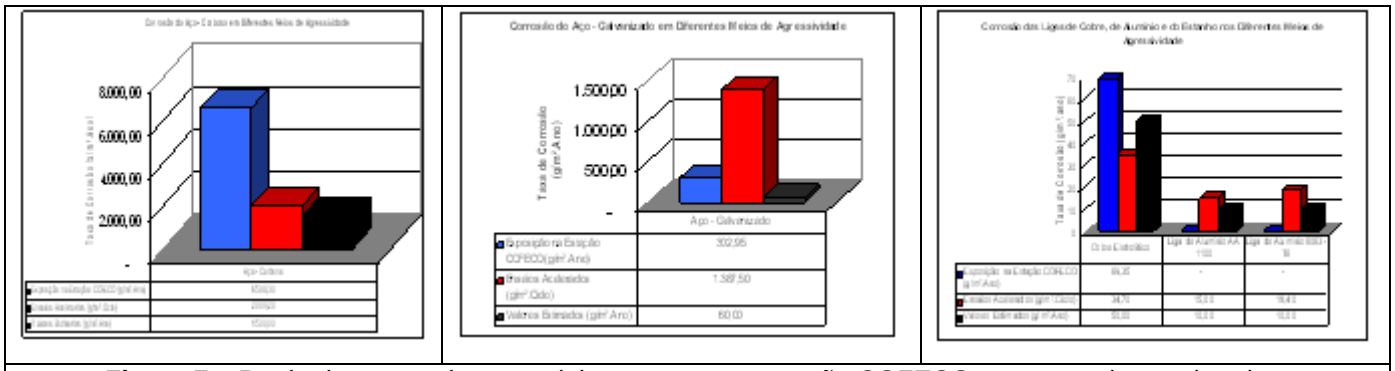


Figura 7 – Perda de massa dos materiais expostos na estação COFECO e nos ensaios acelerados.

Na figura 7, são mostradas, através das colunas dos gráficos, as diferenças entre os resultados das taxas de corrosão dos materiais após o primeiro ano de exposição na estação COFECO e das taxas de corrosão dos mesmos tipos de materiais após um ciclo de exposição nos ensaios acelerados, respectivamente, azul e vermelha. Também, são mostrados pela coluna de cor preta, os valores máximos de perda de massa após o primeiro ano de exposição dos materiais padrão para a categoria de corrosividade estimada, C_5, citados pela norma NBR 14643:2001. Destes resultados, algumas observações são apresentadas:

Aço carbono 1005:

Este material foi o que apresentou a maior taxa de corrosão na estação COFECO, sendo o valor desta taxa, aproximadamente, três vezes maior que a taxa deste aço nos ensaios acelerados. Também, a taxa de corrosão do aço carbono 1005 da estação COFECO é superior ao valor máximo que está citado para o aço carbono padrão na norma NBR 14643:2001, logo a classificação da categoria de corrosividade atmosférica da COFECO para o aço carbono 1005, esta acima do escopo da norma.

Aço carbono 1005 galvanizado:

O aço galvanizado apresentou a taxa de corrosão resultante dos ensaios acelerados, aproximadamente, quatro vezes maior que a taxa de corrosão deste aço na estação COFECO. Comparando o valor da taxa de corrosão aço carbono 1005 galvanizado na COFECO com o valor máximo citado na norma para o zinco padrão, verifica-se que a categoria de corrosividade atmosférica da COFECO para o aço carbono 1005 galvanizado esta acima do valor máximo citado na norma NBR 14643:2001 para o zinco padrão.

Cobre eletrolítico:

O cobre eletrolítico apresentou maior taxa de corrosão na estação COFECO, sendo o valor desta taxa, aproximadamente, duas vezes maior que a taxa do cobre eletrolítico resultante dos ensaios acelerados. Também, a taxa de corrosão do cobre eletrolítico da estação COFECO é superior ao valor máximo que está citado para o cobre padrão na norma NBR 14643:2001, logo a classificação da categoria de corrosividade atmosférica da COFECO para o cobre eletrolítico, esta acima do escopo da norma.

Ligas de alumínio, AA – 1100 e 6063-T6:

De acordo com a literatura[7], após o primeiro ano de exposição na estação COFECO, onde o ambiente é caracterizado pela extrema agressividade marinha, constatou-se o desenvolvimento de corrosão, como era previsto, na forma de pites e alvéolos. Contudo, este tipo de produto de corrosão, por não se distribuir de forma generalizada sobre a superfície do substrato metálico, não permitiu resultados reprodutíveis e em quantidade significativa para ser quantificado pelo método gravimétrico para a determinação da perda de massa do produto de corrosão da superfície de área conhecida. Portanto, também de acordo com a literatura [7], a taxa de corrosão deve ser feita por meio da medida da profundidade de penetração do pite por tempo de exposição na atmosfera, em fase de realização por microscopia óptica. No entanto, devido à aplicação da solução ácida de H_2SO_4 0,2% borrifada no substrato das ligas de alumínio, a qual provoca a diminuição do pH, o desenvolvimento acelerado de um processo corrosivo generalizado por toda superfície do substrato é o responsável pela quebra da camada de passivação. O produto resultante desta corrosão permite medir a perda de massa após um ciclo de exposição em câmara acelerada de corrosão. Então, o valor da taxa de corrosão resultante dos ensaios acelerados para ambas as ligas de alumínio, AA – 1100 e 6063-T6 foram superiores ao valor máximo que está citado para o aluminio padrão na norma NBR 14643:2001.

4. Conclusões

Do exposto neste trabalho, podemos concluir:

- a classificação da corrosividade atmosférica da estação COFECO está acima do escopo da norma NBR 14643:2001, por conseguinte, o ambiente da estação COFECO e os 18.000 km^2 da região costeira cearense são considerados como sendo de extrema corrosividade atmosférica para todos os materiais padrão definidos nesta norma;
- a taxa de corrosão dos materiais é diretamente proporcional a corrosividade atmosférica,;
- o aço carbono 1005 é o material que apresentou menor resistência à corrosão entre os materiais expostos na estação COFECO. A perda massa do aço carbono 1005, em menos de dois anos sob as condições da agressividade da estação COFECO, certamente chegará a 100 %;
- o ensaio acelerado aplicado neste trabalho, não representou uma simulação das condições de agressividade natural da estação COFECO.

Referências bibliográficas

(1) MONTENEGRO, I. N. S. **Corrosão Atmosférica nos Materiais Utilizados no Setor Elétrico em Fortaleza.** 1996. Dissertação de Mestrado - Depto. de Química, UFRN, Natal, 1996.

(2) LUNA, A. M.; MONTENEGRO, I. N. S.; FILGUEIRA, A. R. M.; PEREIRA, N. A.; FERREIRA, W.M.; RODRIGUES, J.A. **Mapeamento da Corrosividade Atmosférica do Estado do Ceará.** In: 28º Congresso Brasileiro de Corrosão e 2nd International Corrosion Meeting, 2008, Recife. ABRACO. Rio de Janeiro, 2008.

(3) PEREIRA, N. A;LUNA, A. M.; MONTENEGRO, I. N. S.; FILGUEIRA, A. R. M. **Determinação do Tempo de Umectação nas Estações de Estudo de Corrosão**

Atmosférica no Estado do Ceará. In: 28º Congresso Brasileiro de Corrosão e 2nd International Corrosion Meeting, 2008, Recife. ABRACO. Rio de Janeiro, 2008.
(4) Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 14643 - Corrosão atmosférica – Classificação da corrosividade de atmosferas**. Jan. 2001.
(5) MANSFELD, F. New approaches to atmospheric corrosion research using electrochemical techniques. In: CORROSION processes. R.N. Parkins. Applied Science Publishers. London, New York. 1982. Chapter 1. p. 1-76.
(6) SILVA, José Maurilio da, PORTELA, Kleber et al. Exposição de materiais metálicos em estações atmosféricas no Paraná - parte I - dois anos de experiência. In: 3º CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE CORROSÃO E PROTEÇÃO/CONGRESSO BRASILEIRO DE CORROSÃO, 1989. v.I. p. 471-483.
(7) BARTON, K. Schutz gegen Atmosphaische Korrosion, Verlag Chemie. Weinheim/Bergstr, West Germany, 1973.