



**Avaliação de Íons Cloreto no ar Atmosférico da Avenida litorânea em São Luis-Ma e sua relação com a corrosão metálica.**

**Evaluation of Chloride Ions in the Atmospheric Air of the Coastal Avenue in São Luis-Ma and its Relationship with Metal Corrosion.**

Denilma De Oliveira Lobato<sup>1</sup>  
Ana Patrícia Pinto Farias<sup>2</sup>

**RESUMO**

Estudos comprovam que desgastes provocados pela corrosão afeta diretamente no Produto Interno Bruto de países que sofrem com esta problemática. Assim, deve-se ressaltar que este fenômeno necessita de condições propícias para que ocorra, e a avenida litorânea de São Luís, capital do Maranhão, está entre essas regiões de condições satisfatórias para tal fenômeno. Essa região apresenta-se satisfatória por ser classificada como costeira possuindo grande incidência de névoa marinha proveniente da quebra das ondas do mar, que tem um grande potencial corrosivo, pois em sua solução há grande complexidade contendo microrganismos, gases dissolvidos e matéria orgânica que por sua vez formam a incrustação biológica. Neste trabalho avaliou-se o teor de cloreto para as amostras coletadas em cinco diferentes pontos da ilha de São Luís sendo o principal ponto o da avenida litorânea o qual apresentou um alto teor de cloreto em comparação a norma 15900-6/2009. Desta forma, diante de grandes impactos sofridos pelos materiais metálicos, causados pela corrosão no meio tecnológico, buscando entender e minimizar tais impactos o presente artigo aborda de forma clara a avaliação de íons cloreto no ar atmosférico bem como sua relação com a corrosão metálica.

**PALAVRAS -CHAVE:** Atmosfera; Corrosão; Metais

**ABSTRACT**

Studies prove that wear caused by corrosion directly affects the Gross Domestic Product of countries

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Engenharia Civil a. Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CEUMA.. Tec. Em edificações, Graduanda em Engenharia civil 7º período na Universidade do CEUMA. E-mail: [denilmaedifica@hotmail.com](mailto:denilmaedifica@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ana Patrícia Pinto Farias, Professora da Universidade CEUMA. Mestre em Química Analítica- Universidade Federal do Maranhão. Integrante do Núcleo de Pesquisa em Gestão da água e Tratamento de água. E-mail: [anapatriciapf@hotmail.com](mailto:anapatriciapf@hotmail.com)



that suffer from this problem. Thus, it should be noted that this phenomenon needs favorable conditions for it to occur, and the coastal avenue of São Luís, capital of Maranhão, is among these regions with satisfactory conditions for this phenomenon. This region is satisfactory because it is classified as coastal, with a high incidence of marine mist from the breaking of ocean waves, which has a great corrosive potential, as its solution is highly complex, containing microorganisms, dissolved gases and organic matter that due to its instead form biofouling. In this work, the chloride content was evaluated for samples collected in five different points on the island of São Luís, the main point being that of the coastal avenue, which presented a high chloride content compared to the norm 15900-6/2009. Thus, in view of the great impacts suffered by metallic materials, caused by corrosion in the technological environment, seeking to understand and minimize such impacts, this article clearly addresses the evaluation of chloride ions in atmospheric air as well as its relationship with metallic corrosion.

**KEY WORDS:** Atmosphere; Corrosion; Metals

## INTRODUÇÃO

A utilização dos materiais metálicos na indústria tornou-se possível pois tal material além de possibilitar seu uso em diversas aplicações otimizou tempo e mão - de - obra bem como minimizou desperdícios. Assim, a variação da utilização deste material possibilitou a sua exposição na atmosfera, como sua utilização em placas de outdoor, condutos, estruturas, dentre outras aplicações. No entanto, este tende naturalmente em voltar ao seu estado natural de minério proporcionando assim o fenômeno da corrosão que por sua vez compromete o propósito ao qual foi empregado o material, afetando assim, sua durabilidade bem como seu desempenho.

Segundo (Gentil, 2011), A corrosão é uma deterioração de um material, geralmente metálico, por uma ação química ou eletroquímica do meio ambiente associada ou não a esforços mecânicos. Logo, a corrosão por meio da ação química é aquela onde ocorre o ataque de algum agente químico que age diretamente sobre um determinado material podendo este ser metal ou não, enquanto a eletroquímica necessita da presença de água onde haverá a transferência de elétrons ocasionando tal fenômeno. Desta forma fez-se necessária a análise da água do mar uma vez que na avenida litorânea há diversos metais expostos a névoa marinha que se forma a partir da quebra das ondas do mar sendo arrastadas pelo vento essa névoa (em forma de gotículas) deposita-se sobre as superfícies de matérias



expostos neste ambiente, possui um grande potencial corrosivo pois em sua solução há microrganismos, gases dissolvidos e matéria orgânica que formam a incrustação biológica.

Além disso, São Luís possui grande potencial para ocorrência desse feito, pois tem uma das condições mais propícias que é o seu clima tropical o qual possui temperaturas elevadas assim como a umidade relativa, vapores e gases existentes por emissão no meio. Logo, tornando-se um ambiente com grande potencial para ocorrência. Assim, o objetivo deste estudo é avaliar a variação dos íons cloreto em diferentes pontos de coleta e sua relação com a corrosão metálica.

## **OBJETIVO**

Este estudo tem como objetivo analisar os íons cloreto no ar atmosférico da avenida litorânea em São Luís do Maranhão e sua relação com a corrosão metálica bem como quantificar o teor de cloreto tendo como parâmetro a NBR 15900 - 6 /2009.

## **METODOLOGIA EMPREGADA (MATERIAIS E MÉTODOS)**

Aplicou-se ao estudo a metodologia de análise de águas por volumetria de precipitação também chamado de Método de Mohr. Este método foi desenvolvido por Karl Frederick Mohr, o químico alemão que desenvolveu este estudo em 1806 -1879. O estudo consiste em titular o nitrato de prata com solução de cloreto de sódio, utilizando a solução de cromato de potássio como indicador. Assim neste método busca-se titular os íons cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) em uma solução de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) já padronizada juntamente com o cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ), a fim de detectar visualmente o ponto de equivalência que é evidenciada quando todos os  $\text{Ag}^+$  apresentam-se depositando na forma de ( $\text{AgCl}$ ). Logo, ocorrendo a precipitação de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) identificado por uma coloração marrom-avermelhada ou cor de tijolo para fácil identificação.

## **PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS**

A princípio, coletou-se amostras de água do mar em recipientes de 200 ml cada, devidamente higienizados, a fim de evitar qualquer contaminação se coletou uma quantidade de 06 amostras para cada local, assim, totalizando 30 amostras para análise laboratorial. Sendo 05 pontos



de coleta diferentes na ilha de São Luís-Ma, são estes: Praia de São Marcos -Avenida Litorânea São Luís /Ma ( $2^{\circ}29'16.1''S$   $44^{\circ}17'35.8''W$ ), Bacia do Bacanga (Barragem do Bacanga) - Avenida dos Portugueses São Luís /Ma ( $2^{\circ}32'52.5''S$   $44^{\circ}18'17.6''W$ ), Praia do Araçagi-Região metropolitana de São Luís/Ma ( $2^{\circ}27'53.8''S$   $44^{\circ}11'47.3''W$ ), Praia da Raposa-Raposa/Ma ( $2^{\circ}24'57.9''S$   $44^{\circ}06'18.0''W$ ) e Praia de São José de Ribamar- São José de Ribamar /Ma ( $2^{\circ}33'51.0''S$   $44^{\circ}03'11.8''W$ ) como pode ser visualizas abaixo.



Figura 1: Praia de São Marcos  
Fonte: Próprio autor -2020



Figura 2: Barragem do Bacanga  
Fonte: Próprio autor- 2020



Figura 3: Praia do Araçagi  
Fonte: Próprio autor- 2020



Figura 4: Praia da Raposa  
Fonte: Próprio autor -2020

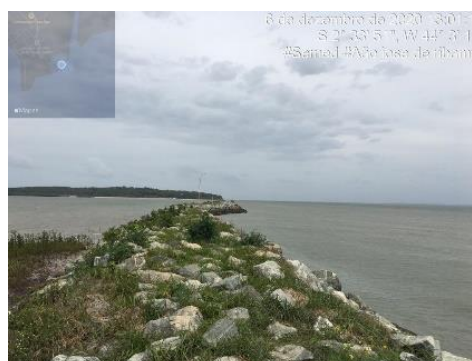


Figura 5: Praia de José de Ribamar  
Fonte: Próprio autor- 2020

## RESULTADOS

A princípio realizou-se um ensaio em branco no qual indicam a interferência de outras espécies nas amostras permitindo também identificar se analitos provenientes de amostras já analisadas estão contaminando novas análises. Assim para o ensaio em branco ocorre um ligeiro excesso de prata realizado afim de eliminar o erro de titulação.



Dando início ao processo de análise pipetou-se 10 mL de água do mar (NaCl) juntamente com 0,5ml (pipeta decimal de 1mL) de solução indicadora de cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ), acrescentou-se a esta solução 10 mL de água destilada e sob agitação com solução de nitrato de prata de 0,1M(mol) já padronizado até o ponto de equivalência onde é possível identificar a cor marrom-avermelhado como na imagem abaixo:



Figura 6: ponto de Equivalência

Fonte: Próprio autor- 2020

O processo de titulação repetiu-se para cada amostra coletada sendo o total de 30 ensaios, essa quantidade alta de análise de amostras aqui citado fez-se necessário para garantir uma média ideal excluindo quaisquer possibilidades de excesso de titulante bem como qualquer erro a fim de identificar um valor médio real em ml de cada titulação por ponto de coleta. Desta forma, determinou-se o índice de cloreto como mostra a tabela abaixo.

**Tabela 1-** Quantidade(ml) gasta de Nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) por amostra

Pontos Coleta	Amostra1	Amostra2	Amostra3	Amostra4	Amostra5	Amostra6	Média
Litorânea	49,50	50,00	50,00	49,50	50,00	50,00	49,83
Barragem do Bacanga	38,50	36,00	35,60	36,50	35,00	34,50	36,20
Araçagi	49,40	48,50	48,50	50,00	50,00	47,50	48,98
Raposa	47,80	47,80	45,50	40,50	49,50	49,00	46,68
São José de Ribamar	46,50	46,00	44,20	44,00	46,20	45,50	45,40

Fonte: Próprio autor- 2020

## DETERMINANDO TEOR DE CLORETO EM AMOSTRAS



A determinação do teor de íons cloreto deu-se por meio da seguinte fórmula:

$$\frac{mg}{L} Cl = \frac{(A - B) \times N \times 35.45}{ml \text{ da solução}} \times 1000$$

Fonte: ABNT NBR 15900-6/2009

Onde: A = representa o volume da solução de AgNO<sub>3</sub> gasto para titular a amostra, em ml

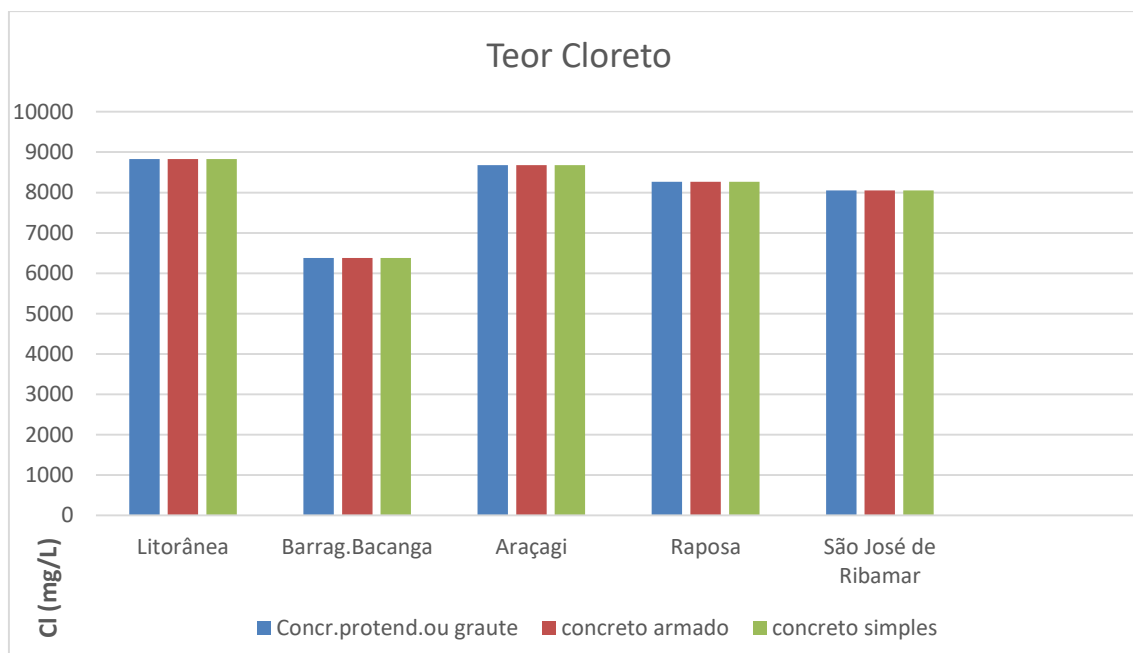
B = volume da solução de AgNO<sub>3</sub> gasto para titular o branco, também em ml

M = concentração molar da solução AgNO<sub>3</sub>

### TEOR DE CLORETO EM COMPARAÇÃO COM NBR 15900-6:2009

Tendo como parâmetro a NBR 15900-6 de 2009, no qual descreve o uso final da água bem como o teor máximo de cloreto para utilização das mesmas. Tem-se que para concreto protendido o teor máximo de cloreto permissível é de 500 Cl mg/L, concreto armado 1000 Cl mg/L e para Concreto simples (sem armadura) 4500 Cl mg/L. Assim para as amostras coletadas obteve-se o gráfico abaixo apresentando o teor de Cl por ponto de coleta.

Gráfico 1: Gráfico de teor de cloreto para uso final em comparativo a norma.



Fonte: Próprio autor- 2020





## DISCUSSÃO

O presente estudo analisou e quantificou o teor de íons cloreto para cada ponto coletado evidenciando o ponto de equivalência identificado pela mudança na cor da solução obtendo uma coloração marrom avermelhada muito comparada a cor de tijolo e a formação de precipitado em cada amostra, possibilitando assim, encontrar um valor médio de nitrato gasto por pontos de coleta. Logo, a partir da quantidade média de nitrato gasto foi possível observar que o valor médio encontrado na amostra da avenida litorânea teve a maior média dentre os pontos coletados.

Comparando com a norma 15900-6/2009 o teor de íons cloreto encontrado para cada ponto de coleta foi possível identificar que todas as amostras se apresentaram com valores elevados ultrapassando os valores descritos em norma.

## CONCLUSÕES

As amostras analisadas apresentaram-se com um elevado teor de cloreto em relação a Norma 15900-6 a qual descreve o teor de cloreto, bem como seu uso final estabelecendo assim um parâmetro. Todas as amostras analisadas apresentaram valores que ultrapassam os valores descritos em norma.

Observou-se ainda, que comparando as amostras entre si, o maior teor encontrado foi o coletado no ponto da Avenida Litorânea. Desta forma, pode-se citar como algumas das causas problemas o ataque a materiais metálicos expostos. Como é o caso das famosas esculturas metálicas que dão nome a praça dos pescadores, também estruturas de empreendimentos no local bem como armaduras em concretos.

Diante da análise destes dados é necessário que materiais metálicos expostos nestes locais devem possuir uma proteção anticorrosiva tendo em vista os níveis altos de cloreto encontrados nas amostras.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15900-1/2009, **Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos**. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UPKuPAXH8-IJ:propesp.furg.br/anaismpu/cd2013/cic/1756.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 11 de fevereiro de 2022.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15900-6/2009 - **Água para amassamento do concreto - Parte 6: Análise química - Determinação de cloreto solúvel em água.** Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/visualizador-lite/Viewer.asp?ns=28960&token={B958FC04-5BA6-431D-BA22-318F6092E567}&i=True&pdf=True&s=True&u=False&lim=0&sid=914843077&cnpj=23.689.763/0003-59&email=&tracking=>, Acesso em: 03 de março de 2022.

CAMPOS, João Paulo et al. **Análise de Sistemas de corrosão em diferentes meios.** Disponível em: [https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas\\_e\\_engenharia/article/view/1031](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/1031) Acesso em: 11 de fevereiro de 2022.

CLESCERI, L. S.; GREENBERGH, A. E.; TRUSSELL, R.R. (Editors). Standard Methods: For Examination of Water and Wastewater, 17th. adiition. Washington, 1989

GENTIL, Vicente **Corrosão** - 6° ed. Rio de janeiro: gen ltc,2011

HELENE, Paulo Roberto do lago **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado.** Disponível em: <http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/TD1.pdf>. Acesso em: 06 de março de 2022.

LIMA, Luiza Rodrigues et al.-**Avaliação da corrosão do aço carbono em água do mar natural e artificial.** Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:UPKuPAXH8-II:propesp.furg.br/anaismpu/cd2013/cic/1756.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 03 de março de 2022.

VOGEL, A.I. "Análise Química Quantitativa". Editora Guanabara Koogan S.A., 1992. Rio de Janeiro, RJ.

SANTOS, Davi Valente; et al. **Avaliação de teor de íons cloro no ar atmosférico da praia do Porto das Dunas, em Aquiraz/CE.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/307923106\\_Avaliacao\\_de\\_teor\\_de\\_ions\\_cloro\\_no\\_ar\\_atmosferico\\_da\\_praia\\_do\\_Porto\\_das\\_Dunas\\_em\\_AquirazCE\\_Evaluation\\_of\\_chlorine\\_ion\\_content\\_in\\_the\\_atmospheric\\_air\\_from\\_the\\_beach\\_of\\_Porto\\_das\\_Dunas\\_in\\_AquirazCE](https://www.researchgate.net/publication/307923106_Avaliacao_de_teor_de_ions_cloro_no_ar_atmosferico_da_praia_do_Porto_das_Dunas_em_AquirazCE_Evaluation_of_chlorine_ion_content_in_the_atmospheric_air_from_the_beach_of_Porto_das_Dunas_in_AquirazCE). Acesso em: 14 de abril de 2022.