



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO

PIAUÍ

CAMPUS PARNAÍBA

LINCENCIATURA EM QUÍMICA

**Análise de íons cloreto, capturados por velas úmidas, da
atmosfera da cidade de Parnaíba empregando o método de
Morh**

PARNAIBA-PI

2023

INGRID CABRAL VERAS

Análise de íons cloreto, capturados por velas úmidas, da atmosfera da cidade de Parnaíba empregando o método de Morh

Projeto de pesquisa apresentado como requisito para a aprovação na disciplina de conclusão de curso de curso de Licenciatura em Química, no Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba.

Orientadora: Prof. Dr. Janiciara Botelho Silva

Coorientador: Prof. Me. Iuri Augusto Alves Lustosa

Parnaíba

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

V476a Veras, Ingrid Cabral
 Análise de íons cloreto, capturados por velas úmidas, da atmosfera
 da cidade de Parnaíba empregando o método Morth / Ingrid Cabral
 Veras. — 2023.
 42 f. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –
 Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2023.
 Orientadora: Prof^a. Dra. Janiciara Botelho Silva.
 Coorientador: Prof. Me. Iuri Augusto Alves Lustosa.

 1. Química. 2. Método Morth. 3. Velas úmidas. 4. Cloreto. Título.

CDD – 540

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

INGRID CABRAL VERAS

**Análise de íons cloreto, capturados por velas úmidas, da atmosfera
da cidade de Parnaíba empregando o método de Morh**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - Campus Parnaíba.

Aprovada em: _25_ / _01_ / ___2023__.

BANCA EXAMINADORA

Janiciara Botelho Silva

Prof^a. Dr^a. Janiciara Botelho Silva (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Luiz Augusto Alves Lustosa

Prof^o. Me. Iuri Augusto Alves Lustosa (Coorientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Rosylana Rocha da Ponte Araripe

Esp. Eng. Civil Rosylana Rocha da Ponte Araripe

André de Almeida Lima e Silva

Doutorando André de Almeida Lima e Silva
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, irmão e namorado que me apoiaram, aos técnicos tanto do laboratório de química como de edificações. Meus amigos e amigas que tiveram ao meu lado nestes nove anos de IFPI, alguns já até se formaram. A todos os professores que passaram nessa jornada. E principalmente aos meus orientadores, profa. Janiciara Botelho Silva e prof. Iuri Augusto Alves Lustosa que aceitaram este tema para me orientar.

Resumo

Devido a incidências de manifestações patológicas, que a área da engenharia civil, este trabalho buscou nortear cientificamente as discussões sobre a ação dos cloretos as construções, uma vez que estes advindo do aerossol marinho causam danos as estruturas de concreto armado. Existem trabalhos, de determinação dos íons cloretos empregando vela úmida, esta construída especificamente para essa captura de íons cloretos, estes já divulgados em revista científica da área. Porém ainda não há relatos para esse tipo de estudo nas cidades de Parnaíba e Luís Correia, e isso foi despertar para a realização deste trabalho. O trabalho teve como objetivo fazer o mapeamento das velas úmidas, capturar os íons cloreto e determinar sua concentração utilizando o método de Mohr. Construiu-se então as velas úmidas, com material de baixo custo, e estas foram, estrategicamente, deixadas em 3 pontos para a realização da coleta de cloretos do ar. Foi constatado que ponto de coleta localizado na praia pedra do sal onde ocorreu a determinação da maior concentração de íons cloro, o que já era esperado, estando próximo do mar. Os outros dois pontos, estes localizados na cidade de Parnaíba, apresentaram resultados próximos e com concentração menor de íons cloro quando comparados ao resultado mensurado na praia. Diante dos resultados experimentais obtidos pode-se constatar o bom desempenho na captura dos íons cloreto, bem como atestar a presença deste por uma metodologia clássica analítica.

Palavras chaves: vela úmida; cloreto; método de mohr

Abstract

Due to the incidence of pathological manifestations in the area of civil engineering, this work sought to scientifically guide the discussions on the action of chlorides in the constructions, since they come from the marine aerosol and cause damage to reinforced concrete structures. There are studies on the determination of chloride ions using a humid candle, which was specifically built for the capture of chloride ions, and these have already been published in scientific journals. However, there are still no reports of this type of study in the cities of Parnaíba and Luís Correia, and this was the stimulus for this work. The objective of the work was to map the wet sails, capture the chloride ions and determine their concentration using Mohr's method. The wet candles were then built with low cost material, and these were strategically placed in three points for the collection of chlorides from the air. It was found that the collection point located on the pedra do sal beach where the highest concentration of chloride ions was determined, which was already expected, being close to the sea. The other two points, located in the city of Parnaíba, showed close results and a lower concentration of chlorine ions when compared to the result measured at the beach. In view of the experimental results obtained, the good performance in the capture of chloride ions can be verified, as well as its presence by a classical analytical methodology.

Keywords: wet sail; chloride; mohr method

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Exemplo de corrosão por erosão	15
Figura 2 - Mecanismo da oxidação por pites	17
Figura 3 - Formação aerossol	19
Figura 4 - Zonas de agressividade do concreto.....	20
Figura 5 - Processo da destilação da água	25
Figura 6 - Estação de tratamento da água encanada.....	27
Figura 7 - Vela úmida.....	27
Figura 8 - Vela úmida que estava localizada na praia Pedra do Sal.....	30
Figura 9 - A: Imagens da primeira vela úmida (A) colocada na praia Pedra do Sal e da quarta vela (B) colocada nas proximidades do aeroporto.....	31
Figura 10 - Mapeamento dos locais das velas	32
Figura 11 - Demonstração da presença e ausência íons de cloreto em água	33
Figura 12 - Etapas da titulação do Método de Mohr	34
Figura 13 - Titulação final as amostras pelo Método de Mohr	37

Lista de Tabelas

Tabela 1 - correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto armado - NBR 6118.....	22
Tabela 2 - Classes de agressividade ambiental – NBR 6118 (ABNT, 2014).	24
Tabela 3 - Tabela com as médias encontradas.....	38
Tabela 4 - Concentração do íon cloreto	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

IFPI- Instituto Federal do Piauí

SEBASP

ETAs – Estação de Tratamento de água

LISTA DE SÍMBOLOS

Porcentagem - %

Mg- miligrama

MI- mililitro

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. Histórico sobre degradações.....	15
2.2. Corrosão por pites	16
2.3. Íons Cloreto.....	18
2.4. Ambientes marinhos	19
2.4.1. Aerossol Marinho.....	19
2.4.2. Zonas de atmosferas marinhas.....	20
2.5. Fatores que influenciam o transporte.....	21
2.5.1. Vento	21
2.5.2. Umidade	21
2.5.3. Temperatura	21
2.5.4. Altitude	21
2.6. Concreto armado	22
2.7. Água e concreto.....	25
2.8. Vela úmida	27
2.9. Método de Mohr.....	28
3. OBJETIVO.....	29
3.1. Objetivo geral.....	29
3.2. Objetivos específicos.....	29
4. METODOLOGIA	29
4.1. Tipo de pesquisa	29
4.2. Sujeito da pesquisa	30
4.3. Instrumentos de pesquisa	30
4.3.1. Preparação da vela úmida	30
4.3.2. Localização das velas úmidas.....	31
4.3.3. Simulação modelo	32
4.3.4. Análise de cloreto	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
5.1. Problemas encontrados.....	35
5.2. Presença de íons de cloreto.....	36
5.3. Quantificação pelo Método de Mohr	36
5.3.1. Cálculos da concentração de íons cloreto	38
6. CONCLUSÃO	39
7. REFERENCIAL:	40

1. INTRODUÇÃO

Na cidade em estudo Parnaíba, é uma cidade litorânea, na qual se tem como economia o turismo. Sendo assim a análise de cloreto seria de grande importância para poder saber os impactos que causaria no concreto armado.

Metha e Monteiro (1994), descrevem que a água do mar é o principal agente dos processos físicos e químicos de degradação em ambientes marinhos, e os mesmos falam que a composição química da água marinha, tem 3,5% do seu peso é de sais solúveis, dentre eles, a concentração de íons de Cl^- e Na^+ é mais abundante. Esses sais são transportados para longe por causa da formação do aerossol marinho. (Albuquerque, 2005)

O aerossol marinho produz um efeito sobre as estruturas de concreto armado construídas tanto próximas quanto afastadas do mar, por causa da sua agressividade devido a salinidade marinha que não limita somente a região litorânea, mas se estende na direção do interior. Como consequência desse evento, estruturas longe do mar são afetadas, em uma área conhecida como zona de atmosfera marinha. (Albuquerque, 2005)

Alguns fatores ambientais também desempenham uma grande importância para este fenômeno ocorrer, como a temperatura que segundo Neville (1997), altas temperaturas são grandes influenciadoras na degradação de uma estrutura de concreto em zona marinha, pois o aumento gradativo da temperatura incrementará a velocidade da corrosão. O vento, influencia pelo processo hidro meteorológico, uma vez que ao retirar a camada de ar saturado próxima ao solo e substitui-la por uma com menos umidade.

Outro fator é a precipitação, segundo Studart (2006), estes fenômenos no qual a água volta pra terra pela condensação do vapor de água contido na atmosfera, nessas condições são provocadas fissuras devido a movimentação diferenciada. A altitude segundo Cipriano e Blanchard (1984), é diretamente proporcional a concentração de íons de cloreto, pois quando se tem um aumento de altitude existe um aumento na concentração dos íons de cloreto, quando existe uma diminuição de altura a concentração de cloreto diminui também.

Este trabalho servirá, para procurar maneiras a fim de diminuir os impactos dos íons cloretos que são trazidos pelo ar de zonas marítimas para a cidade. Com isto pode-se certificar-se a quantidade certa de cada elemento. Sendo importante para a engenharia pois tem-se o controle de onde haverá mais corrosão na estrutura das construções civis. Na cidade de Parnaíba, ainda não foi encontrada nenhuma pesquisa sobre este tipo de estudo na cidade, mais em estados vizinhos como Ceará, Sergipe e Salvador já são encontrados este tipo de pesquisa, que beneficia a cidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

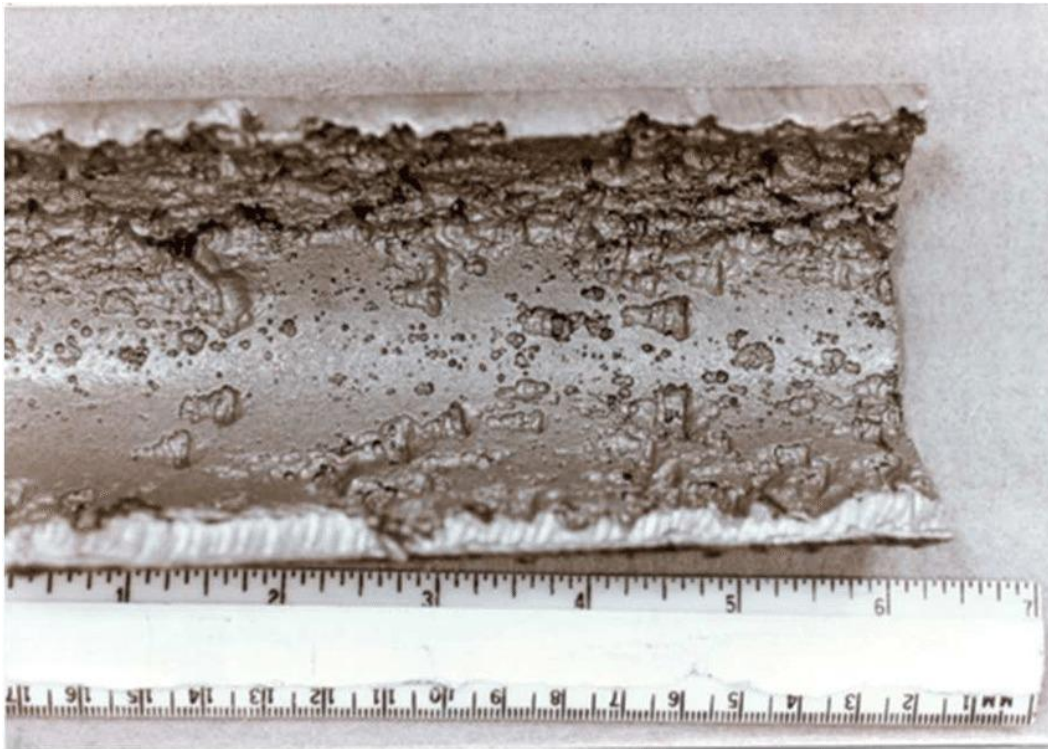
2.1. HISTÓRICO SOBRE DEGRADAÇÕES

Existe vários tipos de degradação no concreto armado, que são as corrosões tendo-se a uniforme, pontual, pites, tensão, erosão, na qual serão descritas no parágrafo a seguir, segundo Pires 2007, estará sendo descrito a seguir dando-se ênfase na corrosão pites como no estudo de Sousa, 2011.

A uniforme também conhecida como generalizada, é caracterizada pela corrosão do metal em toda a sua superfície exposta, o que resulta na diminuição gradual do diâmetro da barra e fissuração do concreto de cobrimento devido à produção de ferrugem. Pontual, é uma corrosão localizada em pequenos pontos ao longo da superfície do metal e que vai penetrando cada vez mais até a perfuração completa, causada principalmente por cloretos, a por pites, como também é chamada, provoca furos na armadura, uma vez que a película passiva desaparece em alguns pontos, corrosão por tensão fraturante, ocorre concomitantemente a uma tensão de tração, podendo ocasionar fissuras instantâneas. É um tipo de corrosão bastante perigosa, pois pode romper a barra de aço bruscamente, sem deformações excessivas ou aviso prévio. Corrosão por erosão, é uma corrosão localizada que se desenvolve em consequência da erosão de películas protetoras da barra de aço pela passagem de um fluido e corrosão por erosão.

Na imagem a seguir, é um exemplo de uma corrosão localizada, na cidade de Parnaíba ocorrida consequentemente pela a erosão da película protetora.

Figura 1 – Exemplo de corrosão por erosão



Fonte: Amador Emilio (2020)

2.2. CORROSÃO POR PITES

Corrosão é a deterioração de metais causada por eles mesmos acontecendo pelo processo eletroquímico das reações de oxidorredução. Em geral provocada pelo oxigênio, porque, em superfícies metálicas ou são mais oxidantes do que ele, ou seja, os metais tendem a perder elétrons para o oxigênio presente no ar atmosférico. Na equação abaixo, por exemplo, pode-se observar a oxidação do ferro quando exposto ao ar e à umidade, processo comumente chamado de ferrugem.

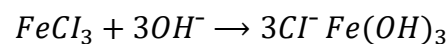
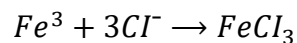
Reação no anodo: $\{ 2 Fe \rightarrow 2 Fe^{3+} + 6 e^{-}$

Reação no catodo: $\left\{ \frac{3}{2} O_2 (do\ ar) + 3H_2O + 6e^{-} \rightarrow 6 OH^{-} \right.$

Reação global: $\{ 2Fe + \frac{3}{2} O_2 + 3H_2O \rightarrow 2 Fe(OH)_3$

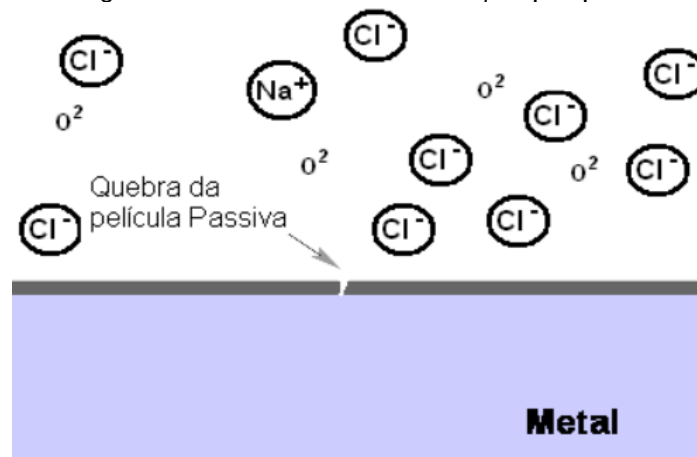
Segundo Camila Craus, analisou em sua dissertação para mestrado, que tem como título, penetração de cloretos em concretos com diferentes tipos de cimento submetidos a tratamento superficial, o cloreto é encontrado diferentes maneiras no

concreto sendo combinados quimicamente ao C-S-H ou como o cloroaluminatos, conhecido como sal de Friedel. Sendo eles adsorvidos fisicamente às paredes dos poros ou estando livres na solução dos poros do concreto. Estes íons são especialmente agressivos, pois, diferente do ataque por CO_2 ou soluções ácidas, os cloretos podem danificar as armaduras mesmo em condições de alta alcalinidade da solução dos poros, visto que tais íons não são consumidos no processo de corrosão, permanecem disponíveis para novas reações. Essa reação está representada a seguir:



Como pode-se observar nas reações á cima, o íon cloreto só serve como catalisador, neste caso, como uma ponte de salina de cloro, pois ele conecta o anodo que é a reação de oxidação, e o catodo que é a reação sofre, redução para formação do oxido expansivo, podendo ser liberado para novas reações. O efeito dessas reações na armadura do concreto, na qual estará o esquema da sua ação, onde o sódio (Na^+), cloreto (Cl^-) e oxigênio (O_2), que estão presentes na atmosfera, até a quebra da película passiva na armadura que é o metal. Como está sendo mostrado na figura 2.

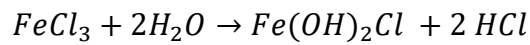
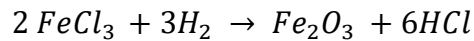
Figura 2 – Mecanismo da oxidação por pites



Fonte: Calderón-Hernández, 2011

Para Vicente (1996), quando existisse uma atmosfera marítima, tem-se como poluente em maior quantidade de NaCl que, por ser um eletrólito forte, originando um processo de corrosão acentuado, tendo como produto o ferro no qual vai ter também cloreto de ferro (III), que é muito solúvel em água e muito corrosivo pois se hidrolisa formando ácido clorídrico. Podendo-se assim encontrar, no produto corrosão, cloreto

básico de ferro, $Fe(OH)_2Cl$, insolúvel. Sendo assim a composição da ferrugem vai depender da composição existente na atmosfera. Como mostrado nas equações abaixo:



2.3. ÍONS CLORETO

O cloreto é um dos principais causadores das patologias que existem nas estruturas civis. Principalmente em cidades litorâneas, pois a alta concentração dos íons na atmosfera, como uma fonte de sais, influencia significativamente a penetração de cloretos no concreto.

No Brasil, este fenômeno acontece por existir uma extensa faixa litorânea onde 26,58% da população brasileira reside em zonas costeiras, as estruturas localizadas próximas a região do mar são fortemente atacadas pelo íon cloreto. Através do aerossol marinho transportado pelo vento, ocasionam corrosões localizadas, que levam às desagregações dos cobrimentos protetores das armaduras embutidas, comprometendo o desempenho e a durabilidade do componente estrutural. (Prata e Carvalho 2021)

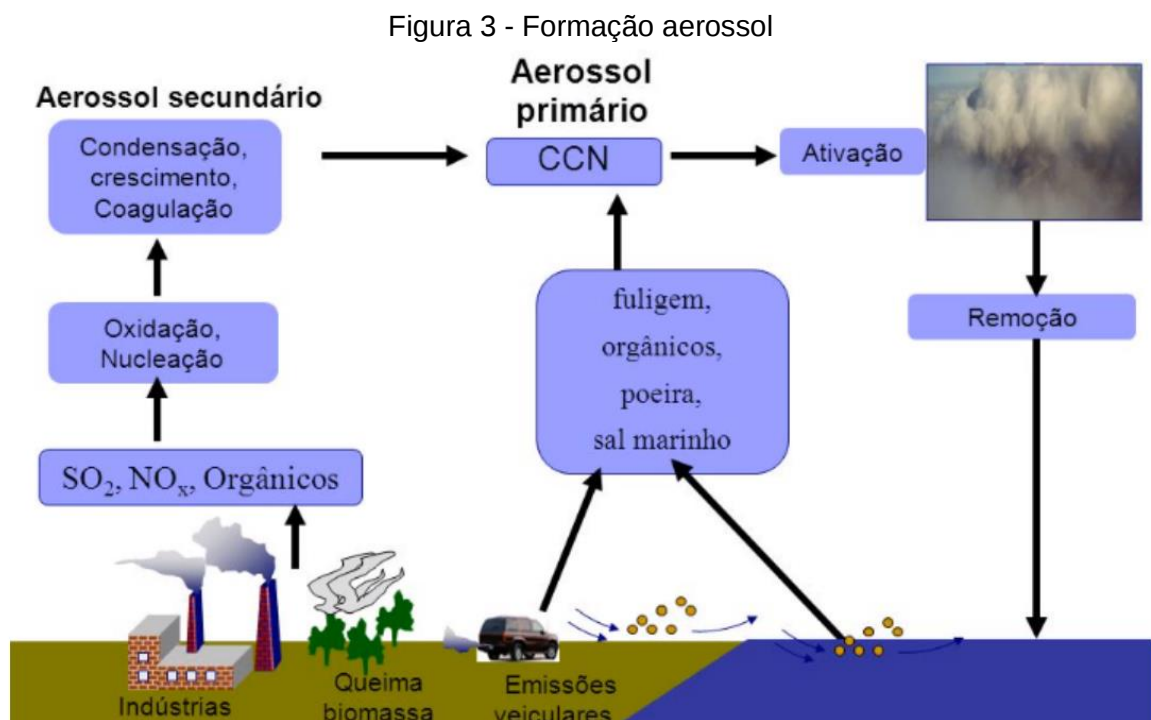
Para alguns autores como Helene (1986) aborda que os íons cloretos como os maiores causadores da corrosão de armaduras, provocando as mais sérias manifestações patológicas que uma estrutura pode apresentar. E segundo Varela (2010), a penetração de cloretos no concreto pode ocorrer de duas formas: quando o cloreto é adicionado no concreto durante a mistura ou quando a estrutura está exposta em ambientes com presença de névoa salina. No primeiro caso, a concentração de cloretos fica homogênea em toda estrutura.

A salinidade do aerossol marinho é principalmente influenciada pelas características do vento. Por consequências do aerossol marinho, se tem uma corrosão localizada que levam a desagregações dos cobrimentos protetores das armaduras embutidas, comprometendo o desempenho e durabilidade do componente estrutural.

2.4. AMBIENTES MARINHOS

2.4.1. Aerossol Marinho

Sabe-se que em ambientes marinhos pode ser enquadrado, na classe III e IV na classificação de patologias do concreto, segundo a ABNT, que é Associação Brasileira de Normas Técnicas, que são classificadas como forte e muito forte o risco de deterioração, causada pelos aerossóis marinhos. Dividido em duas formas na qual, o aerossol primário e secundário como demonstrado na figura abaixo.



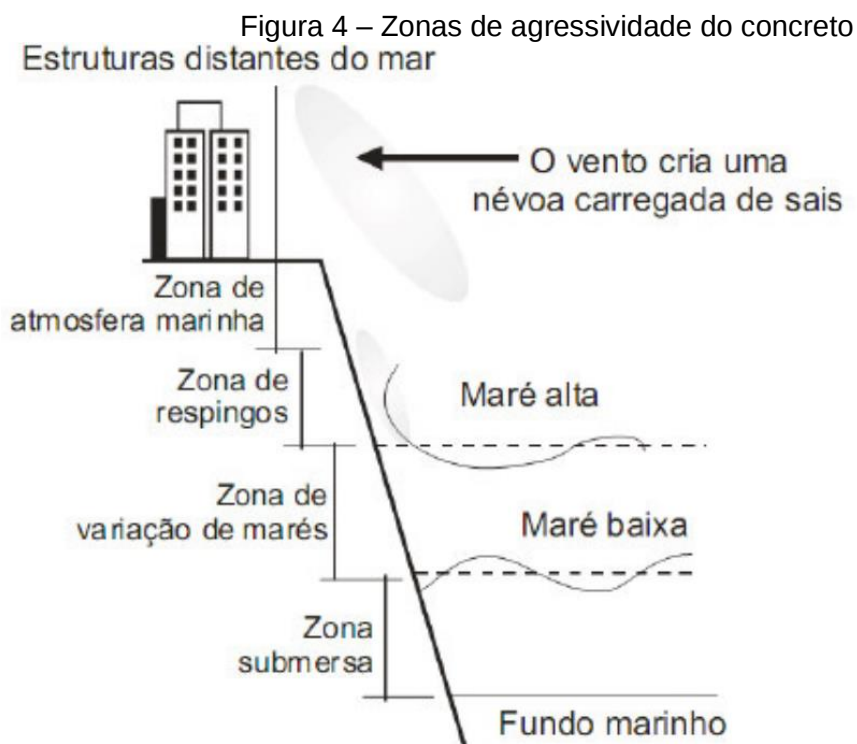
Fonte: Willian Fernandes, 2018

Zeza e Macri (1195), as gotículas se formam, para ocorrer um equilíbrio das mesmas com o meio ambiente. No qual alguns fatores podem influenciar, como é o caso dos ventos, temperatura e umidade podem transformar essas pequenas gotas em cristais (sais) ou em soluções salinas de diversas concentrações. O conjunto desses cristais e das soluções, formam os chamados aerossol marinho.

Com a formação do aerossol marinho, e a sua facilidade em deslocasse que os cloretos existentes nele se depositam na superfície do concreto e podem penetrar no mesmo através de diferentes processos, dependendo das características dos materiais e do micro ambiente no qual se insere. Em algumas pesquisas pode-se ver que em tempo de chuva, há uma redução na quantidade de cloreto na atmosfera.

2.4.2. Zonas de atmosferas marinhas

Existem estudos os quais mostram as zonas em que existe mais degradação no concreto em ambientes marinhos, isto segundo Greylson 2021, em qual a pesquisa tinha como nome a avaliação do teor do íon cloro no ar atmosférico da praia do futuro, em fortaleza, em função da altitude. E essas zonas foram classificadas por Silva, 2011 este esquema estará na imagem a seguir.



Fonte: Duracrete (1999 apud SILVA, 2011).

A seguir estará o esquema de cada uma dessas zonas segundo o Silva 2011:

- **Zona de atmosfera marinha:** caracteriza-se pela presença elevada de sais na estrutura de concreto, apesar desta não está em contato com o mar. O vento tem efeito preponderante nestas zonas, pois transportam as partículas sólidas ou gotículas da solução salina. Além do mais, as quantidades de sais depositados nas estruturas diminuem conforme se aumenta a distância em relação ao mar;

- Zonas de respingos: caracteriza-se pelo contato direto com o mar, devido às ondas ou aos respingos do mar. Os maiores danos causados nas estruturas nestas zonas ocorrem devido ao cloreto;
- Zona de variação de marés: região limitada pelos máximos e mínimos das marés. A degradação ocorre em razão da ação de sais agressivos, ação das ondas, microrganismos e corrosão;
- Zonas submersas: região nas quais as estruturas de concreto estão submersas. Os efeitos da degradação ocorrem em razão dos microrganismos, que podem causar corrosão biológica nas armaduras, e pela ação de sais agressivos, como sulfatos e magnésio.

2.5. FATORES QUE INFLUENCIAM O TRANSPORTE

2.5.1. Vento

Como sendo um dos principais fatores que influencia o deslocamento do aerossol marinho, pois o ar está em constante movimento e isto é sentido como vento. Este processo hidrometeorológico, uma vez que ao retirar a camada de ar saturado próxima ao solo e substitui-la por uma com menos umidade, faz com que o processo de evaporação seja contínuo.

2.5.2. Umidade

A umidade para Pontes (2006), a corrosão aumenta com o acréscimo da umidade relativa do ar, atingindo um valor relativo do ar. Atingindo um valor de no máximo 95%, e reduzindo a nível mais baixo.

2.5.3. Temperatura

Esta pode interferir, por causa do estudo de Neville (1997), altas temperaturas são grandes influenciadoras na degradação de uma estrutura de concreto em zona marinha, pois o aumento gradativo da temperatura incrementará a velocidade da corrosão.

2.5.4. Altitude

Para Cipriano e Blanchard (1984), estudaram durante oito dias no mês, que a influência da altitude na concentração do aerossol marinho em uma edificação. Existe uma diminuição gradual da concentração de íons cloretos na medida em que se aumenta a altitude.

Tal diminuição deve-se ao fato de as maiores partículas de sais voltarem à superfície do oceano ou mesmo ao nível do solo do continente, uma vez que a gravidade é fator altamente nas partículas.

2.6. CONCRETO ARMADO

Coloca-se em obras cívicas água potável na mistura com o cimento. Mas futuramente pode-se ser um dos fatores que ocasionou uma patologia nas estruturas feitas. Pois segundo Monteiro (1996), o cimento tem uma grande influência na penetração de cloretos. Onde se tem a formação de cloretos Aluminatos.

Para fundamentos do concreto armado, tem em sua composição cimento, água, agregados e miúdos como areia e agregados graúdos como britas ou pedras. A água utilizada neste processo é abastecimento público, este processo é usado para evitar futuras fissuras. E ainda nos fundamentos do concreto armado, ele fala sobre a qualidade do concreto e o seu cobrimento, que é segundo a NBR 6118, na qual diz que:

“...a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura. Ensaio comprobatório de desempenho da durabilidade da estrutura frente ao tipo e classe de agressividade prevista em projeto devem estabelecer os parâmetros mínimos a serem atendidos. Na falta destes e devido à existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e sua durabilidade, permite-se que sejam adotados os requisitos mínimos expressos...”

Na tabela 1 da NBR 6118 há correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto armado.

Tabela 1 - correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto armado - NBR 6118

Concreto	Classe de agressividade ambiental (CAA)			
	I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	$\leq 0,65$	$\leq 0,60$	$\leq 0,55$	$\leq 0,45$
Classe de concreto (NBR 8953)	$\geq C20$	$\geq C25$	$\geq C30$	$\geq C40$

Fonte: NBR 2014

Por isso existe uma grande importância para saber-se a quantidade certa de água, e a origem da água, o tipo de cimento, de concreto, se é concreto armado ou não.

Os componentes que existem no concreto são, o calcário a principal matéria-prima, sendo extraída da jazida subterrânea ou ao céu aberto, após a extração do calcário, vai para a britagem, etapa que reduz às dimensões adequadas ao processo industrial. Depois se tem argila, que é outra matéria-prima essencial, é extraída de lavras a céu aberto e também passa pelo britador. No pré-homogeneizador, é feita a preparação dessas matérias-primas. Logo em seguida, no Moinho Cru, elas se transformam em uma farinha, dando início à homogeneização. A “farinha” vai para a clínquerização, que é a queima. Para isso, ela passa pelo pré-aquecedor e pelo forno – auxiliado pelo moinho de carvão e óleo – até formar o clínquer. O clínquer é o produto granulado que surge após a queima de calcário misturado com argila e pode receber adições (gesso, pozolana, filler, calcário e escória). Das adições é feita a moagem de cimento a partir dos separadores dos componentes minerais. Os silos de cimento são os locais onde o material, já pronto, é armazenado até deixar a fábrica.

Sendo assim pode-se ver uma difusão dos íons cloretos, pela água que enche os poros do concreto. Essa difusão ocorre por conta, do transporte de substâncias agressivas no concreto sendo ocasionado por mecanismos físico-químicos, que irá depender das concentrações de substâncias agressivas, ambientais e tortuosidade dos poros. E esses íons agredem o concreto de quatro formas que são a permeabilidade, que o transporte é o cloreto ocorre devido a diferença da pressão. Migração quando o transporte de cloretos no concreto se dá pela diferença de potencial elétrico.

Existem uma classificação de cimentos, pela ABNT, na qual existem onze tipos sendo esses, CPI (cimento de Portland Comum), que é o mais simples e utilizado normalmente nas obras, CPI-S (cimento Portland comum com adição) este é bastante semelhante ao nosso primeiro tipo, CP II-E (cimento Portland composto com escória) este possui mais ativos que os outros cimentos. Sendo que o seu nível de escória é de 6% a 34%, esse tipo é utilizado em materiais que não liberam muito calor, CP II-Z (cimento Portland composto por pozolona) este tem uma resistência sendo de 32 Mpa, sendo assim indicado para obras subterrâneas ou outras que fiquem em contato com

a água. Já o CP II- F (cimento Portland composto por fíler), este é semelhante ao CP II- Z, porém com uma maior resistência maior, girando em torno de 40 Mpa, sendo bastante versátil, mas tem seu uso indicado para obras que exijam grande resistência do cimento.

Os outros tipos são, CP III (cimento Portland de alto forno), com panoramas de 25,32 ou 40 Mpa, ele é de alto forno se destaca por sua grande durabilidade, podendo ser utilizado para obras convencionais, CP IV (cimento potland pozolanico), com índice de 15% e 31% de pozolana, sendo um cimento de alta resistência à compressão, ele é indicado para obras que seja submetido a grande variação de temperatura. CP V-ARI (cimento Portland de alta resistência inicial), é um cimento básico, mas com o diferencial de apresentar alta resistência inicial, se torna duro e resistente em muito menos tempo do que os outros modelos, RS (cimento Portland resistente a sulfatos), eles podem ter como aditivos C3 ou adições carbonáticas, este sendo resistente a sulfatos ele é bastante utilizado em obras ricas neste composto, como em construções de esgotos e plantas industriais. Os dois últimos tipos são o BC que é conhecido como cimento Portland de baixo calor de hidratação, utilizasse este em obras que pedem mais resistência á grandes temperaturas, evita o surgimento de fissuras e aumenta a durabilidade da estrutura. Já o CPB, que é o cimento Portland branco, que tem como maior característica a sua coloração.

Como pode-se ver que cada cimento tem a sua classificação e consequentemente terá o seu grau de degradação no concreto armado quando exposto, á fatores que possibilitam a patologias, para isso existe uma tabela que será mostrada à baixo. Na qual determinar o grau que podem ocorrer essas patologias, e o tamanho da armadura, que eles vão ter que ter dependendo da sua exposição

Tabela 2 - Classes de agressividade ambiental – NBR 6118 (ABNT, 2014).

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

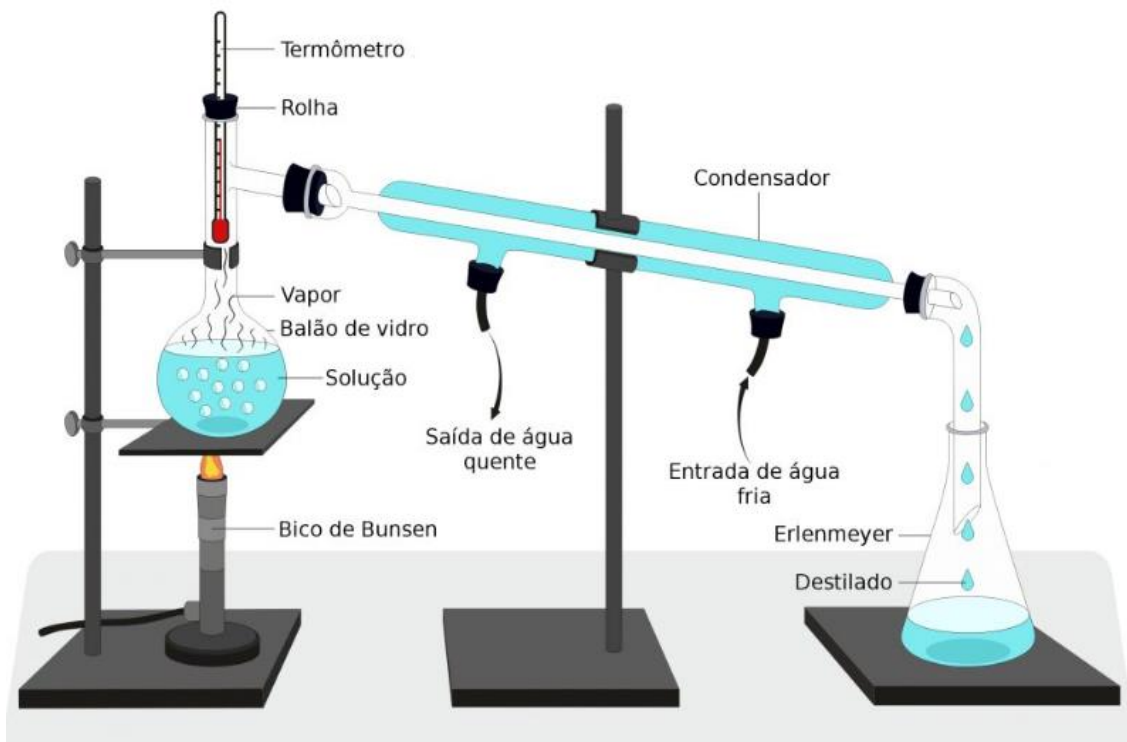
Fonte: NBR 6118:2014

2.7. ÁGUA E CONCRETO

Um dos maiores fatores que afetam o concreto é água do mar, por ser composta por vários elementos químicos, como o cloro, o enxofre, sódio, cálcio e potássio. Por isso que quando esta água entra em contato com uma concentração de cobre, que se pode encontrar nas armaduras de concreto, existe um aumento a resistência ou seja a sua correção.

Na pesquisa será utilizada água destilada para a captura do cloreto, por conta que não tem impurezas na sua composição, pois foi submetida a um processo de destilação. Que ocorre quando a água é aquecida a 100 °C e assim as moléculas de água evapora. Em seguida, é permitido que o vapor viagem pelo o tubo de condensação, onde o fluxo de água absorve o calor no vapor seguido de condensação. Podendo assim coletar as gotas de água condensada em outro recipiente limpo. Sendo assim ela só tem moléculas de água sem nenhum interferente, e o seu pH é 7, que é neutro. Esse processo será mostrado na figura 3 que estará a baixo, de como funciona um condensador.

Figura 5 – Processo da destilação da água



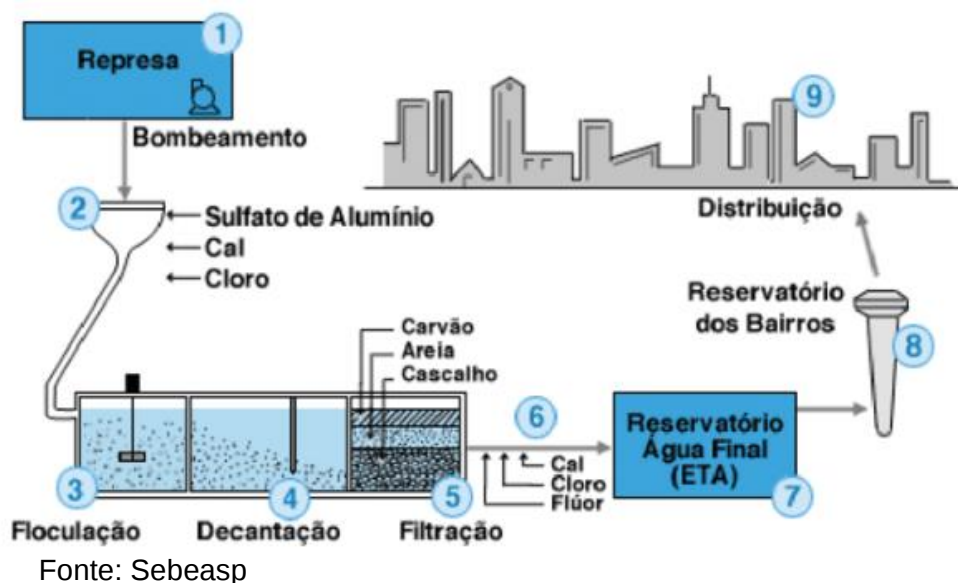
Fonte: Renata Tomaz (2016).

Já a água utilizada no processo de construção civil é de água potável, no qual a maior diferença das duas está que a utilizada neste processo tem impurezas na sua composição e sais mineiras. E o seu processo começa pela captação, seguido pela adução onde as bombas levam a água para a estação de tratamento, o terceiro passo é a coagulação onde é adicionado o sulfato de alumínio, o quarto é a floculação a água é agitada para que as impurezas formem blocos maiores, o quinto passo é a decantação onde a água é armazenada em tanques, para que os blocos de impurezas afundem.

Os três últimos processos são a filtração onde a água passa por filtros para a remoção das impurezas que restam, em seguida se tem a desinfecção nessa etapa são adicionados cloro, flúor, além de ser feito o controle de pH, e para a sabaesp, esses índices são utilizados especificamente em São Paulo, pois eles mudam com relação às outras regiões o índice do pH para o consumo humano é entre 6 a 9,5. Este cloro é utilizado para que ela esteja livre de micro-organismos patogênicos, essa etapa é importante também para a água chegue potável nas casas das cidades, evitando assim a contaminação e a disseminação de doenças.

E o último processo de reservação onde a água potável é armazenada em reservatórios a onde estará pronta para entrar na rede de distribuição. Para isso, são definidos os pontos de pressão, na qual são instaladas bombas e válvulas. Sendo que estes equipamentos tem a função de bombear o fluxo de água para que ela chegue nas torneiras das casas. Na figura 4 a seguir estará a representação de como esse processo ocorre nas ETAs, que são as estações de tratamento.

Figura 6 - Estação de tratamento da água encanada



2.8. VELA ÚMIDA

Ela é a principal método usada para capturar o cloreto na atmosfera, ela segue as normas de recomendações da NBR 62111 (ABNT, 2001) na qual diz que a corrosão atmosférica- determinação de cloretos pelo método da vela úmida. Que será representada na figura a seguir. No qual tem-se as medidas padrão utilizadas na confecção que são, uma rolha de 0,25 cm para fechar a entrada do cano, 15 cm de um cano de PVC para não ter interferência na amostra, gases cirúrgicas por onde o íon de cloreto ficara, e será levado para a água destilada por absorção e dentro estar dois tubos de ensaio com gases cirúrgicas também, como pode-se observar na figura 5.

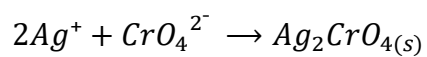
Figura 7 - Vela úmida



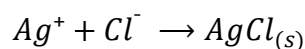
Fonte : Autoral 2023

2.9. MÉTODO DE MOHR

Sabe-se que este método segundo N.Baccan, fala que é para determinação de cloretos e haletos é titulado com uma solução- padrão de nitrato de prata usando-se cromato de potássio como indicador. Quando chega no ponto de precipitação do cromato de prata, fica vermelho com o excesso de íon Ag^+ , como mostra a equação a seguir:



Essa titulação usa diferentes valores dos produtos de solubilidade do $AgCl$ e Ag_2CrO_4 , sendo muito importante a concentração do indicador. O ponto da titulação, e conseqüentemente uma quantidade de prata igual, como vê-se na equação:



Tendo assim, no ponto final ocorre um pouco além do ponto de equivalência, devido à necessidade de se adicionar um excesso de Ag^+ para precipitar Ag_2CrO_4 . Neste método é necessário fazer um branco para corrigir os erros que podem ser feitos nas outras amostras.

3. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GERAL

Determinar a quantidade de íons de cloreto na atmosfera nas localidades de Parnaíba coletados por vela úmida.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Montar a sistemática da vela úmida

Construir a sistemática da vela úmida

Capturar os íons cloretos utilizando as velas úmidas construídas

Realizar análises química para identificar qualitativamente e quantitativamente a presença de íons cloretos coletados em cada ponto mapeado.

4. METODOLOGIA

4.1. TIPO DE PESQUISA

A produção deste trabalho será apresentada por pesquisas experimentais, que para Gil (2008), é caracterizada por manipulação, o pesquisador precisa fazer algo, desenvolver um elemento de estudo, para poder analisar pelo menos uma de suas propriedades e/ou características, e onde o pesquisador precisa introduzir um ou mais elementos de controle.

4.2. SUJEITO DA PESQUISA

As velas úmidas, que foram confeccionadas, no laboratório de solos do IFPI (Instituto Federal do Piauí campus Parnaíba), estas foram distribuídas em pontos da cidade de Parnaíba para coletar íons de cloreto da atmosfera. Posteriormente realizou-se uma análise qualitativa quantitativa quantidade desse íon capturado da atmosfera, estes experimentos ocorrerão para determinar a presença ou não, de íons cloreto na atmosfera, sendo realizado o teste de Mohr no laboratório de Química, também no IFPI (Instituto Federal do Piauí campus Parnaíba).

4.3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

4.3.1. Preparação da vela úmida

As velas úmidas foram construídas com material inerte ao íon cloro, ou seja, na constituição das velas, os materiais poderiam ser vidro ou plástico, isto para evitar contaminações pelos cloretos livres, certificando-se assim eu não haveria interferente para mascarar os resultados obtidos. Na qual, essas velas úmidas foram feitas com galões de 5l de plástico, onde foi adicionado aproximadamente 4mL de água destilada, de PVC de 25 centímetros, onde 10 centímetros ficaram imerso na água destilada, por causa que ela não tem impurezas. E 15 centímetros que ficará para fora, revestido por gazes 100% algodão, para captar os íons cloretos da atmosfera. As gazes tem que ser 100% algodão pois ela não é tão porosa, e é mais fácil para a absorção. Na ponta do cano de PVC, foi colocado uma vedação também de pvc ("*taps*" comercial), foi necessário para fechar completamente a entrada e saída de ar, pois, segundo a metodologia, os íons cloretos, uma vez absorvidos pela gaze externa, iriam ser arrastado por capilaridade até a parte interna, sendo depositado na água destilada contida dentro do garrafão, foram construídas um total de 4 velas úmidas.

Depois de feita a vela úmida, mediu-se o diâmetro do cano com a gaze em volta, medindo este 2,5 cm, que é a área de superfície. Essa medida foi tomada como padrão para as demais velas. Utilizou-se bastante gaze, um pacote e meio, para deixá-la sem poros aparentes como pode-se ser visto na figura abaixo. E, por fim, foi medido, com uma régua, à altura da água destilada, determinou-se que o padrão seria de 4,5 cm.

Figura 8 - Vela úmida no laboratório



Fonte:autoral (2022)

4.3.2. Localização das velas úmidas

As cinco velas úmidas foram colocadas em cinco pontos diferentes. Elas foram distribuídas em alguns pontos das cidades de Parnaíba. O primeiro ponto escolhido foi na praia Pedra do Sal, o segundo ponto foi nas proximidades da rodoviária, o terceiro ponto foi no próprio Campus do IFPI-Parnaíba e o quarto ponto foi nas proximidades do aeroporto.

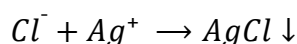
Figura 9 – A: Imagens da primeira vela úmida (A) colocada na praia Pedra do Sal e da quarta vela (B) colocada nas proximidades do aeroporto

NaCl em 150ml de água), esse processo foi repetido 2 a 3 vezes por dia, durante duas semanas, quando então coletou-se uma alíquota da água do garrafão para o teste qualitativo do cloreto, que enfim formou o precipitado branco esperado, ou seja, identificou a presença de íons cloreto através da precipitação do cloreto de prata. Agora com a eficácia da capilaridade da vela úmida funcionando conforme o esperado organizamos a distribuição nos pontos de coleta.

4.3.4. Análise de cloreto

Para analisar se existe ou não a presença de cloreto foi realizada dois métodos químicos: o primeiro é um procedimento qualitativo simples, utilizando uma solução de nitrato de prata e o segundo trata-se de um procedimento quantitativo chamado método de Mohr.

A análise qualitativa, pipetou-se uma alíquota de aproximadamente 2 mL da amostra (no caso da água destilada da vela após o tempo de exposição desta no local) e transferiu-se essa amostra para um tubo de ensaio. Em seguida adicionou-se 2 ou 3 gotas da solução de nitrato de prata 0,5 mol/L, no caso do resultado positivo pode ser observado a formação de um precipitado branco no tubo de ensaio, segundo a reação abaixo:



A Figura 9 mostra uma demonstração realizada no laboratório sobre essa análise qualitativa, onde pode-se visualizar bem a descrição da metodologia na prática. Na imagem há dois tubos de ensaio, um identificado pela letra A (água) e outro pela letra T (teste com solução salina), onde pode-se visualizar que ao adicionar o nitrato na solução salina tem-se uma solução turva esbranquiçada, o que comprova a eficácia do método, enquanto na amostra sem íons cloreto não há mudança de cor. É importante ressaltar que como é um teste com solução saturada de cloreto de sódio ($NaCl$) é intensa tanto a cor como a turvação, que é a formação em suspensão do cloreto de prata, fica bem nítida, porque vai depender da concentração dos íons cloretos na amostra.

Figura 11 - Demonstração da presença e ausência de íons de cloreto em água



Fonte: Autoral 2022

Na análise quantitativa utilizou-se a clássica volumetria analítica de precipitação de Karl Friedrich Mohr, mais conhecida como Método Mohr, que faz uso do íon cromato para visualmente observar o ponto de viragem da amostra empregando o método simples da titulação. O cromato de sódio (Na_2CrO_4) é utilizado como um indicador para as determinações argentométricas de íons cloreto, brometo e cianeto por meio da reação com íons prata para formar um precipitado vermelho-tijolo de cromato de prata (Ag_2CrO_4) na região do ponto de equivalência da titulação.

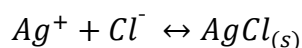
Figura 12 – Etapas da titulação do Método de Mohr



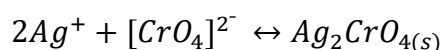
Fonte: Autoral 2022

A Figura 10 apresenta as etapas reacionais envolvidas durante todo o processo de titulação empregando o Método de Mohr: O erlenmeyer nº 1 demonstra o volume da

amostra (solução salina padrão) após a adição do indicador, que no caso é o cromato de sódio, essa coloração amarela é padrão em função da própria solução indicadora. Então inicia-se a titulação utilizando a solução de nitrato de prata (que por sua vez é incolor). Após as primeiras gotas de nitrato na amostra já pode-se observar a mudança da cor amarela para branca (erlemeyer nº 2), em função da reação do íon cloreto em solução com o íon prata da solução titulante



Ao término da análise, tendo apenas o cloreto de prata, esta prata reage com o indicador cromato dando o ponto final da titulação, o chamado ponto de viragem ou ponto de equilíbrio, e a cor neste ponto torna-se a clássica vermelho-tijolo (erlemeyer nº 3) de acordo com a reação:



No caso das análises da água coleta das velas úmidas deste trabalho, com o auxílio de uma pipeta volumétrica de 100 ml pipetou-se 50 ml da amostra, esta foi transferida para um erlemeyer de 250 mL, onde fora adicionado duas gotas da solução indicadora de cromato de potássio 0,5 mol/L, para então ser titulada utilizando-se uma bureta de 50 ml devidamente aferida com uma solução de nitrato de potássio até o ponto de viragem final. Este procedimento foi feito em triplicada, para cada ponto de coleta, e comparado a um teste branco, que é o mesmo processo descrito empregando no lugar da amostra apenas água destilada.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. PROBLEMAS ENCONTRADOS

Teve-se problemas na execução da vela, pois não estava conseguindo captar cloretos, no lugar colocado que foi no IFPI, as velas em questão foram colocadas em 8 de junho de 2022 e retirada no dia 13 de setembro. Depois de retirado foi feito o teste de cloreto na água destilada e não foi encontrado nenhum teor de cloreto.

Observou-se que tinha ocorrido alguns erros de execução na confecção da vela, pois estava sendo utilizados tubos de ensaios e encobertos pela gaze, só que a gaze não ficava bem justa nestes tubos tendo espaços muito grandes, um outro problema que foi encontrado, foi a vedação, pois os tubos de ensaios ficavam ou muito frouxos

ou muito apertado, interferindo assim nas gases. Sendo viu-se a necessidade de procurar uma marcenaria, para padronizar os buracos na tampa, onde ele furou e lixou separadamente, depois de resolvido o problema da tampa pois não estava vedando pois o cano estava solto, foi substituído o tubo por um cano de PVC, e em sua cavidade que ficaria para cima, se colocou uma rolha, para obstruir a passagem de qualquer interferente.

Depois destes ajustes foi colocado uma vela úmida na praia e deixou-se por duas semanas, e ao passar dessas semanas se retirou uma pequena amostra, para saber se ela estava realmente captando ou se necessitaria de alguma outra alteração. Nisso foi levado para o laboratório de química do IFPI, e feito o teste com nitrato de prata, onde observou-se que tinha presença de cloreto. Sendo assim, prosseguiu-se com a distribuição das outra, confeccionadas com as modificações.

5.2. PRESENÇA DE ÍONS DE CLORETO

Ao longo dos dois meses, em que as velas estavam expostas nos locais escolhidos, foram realizadas análises qualitativas para a detecção dos íons cloretos. Após adicionar algumas gotas da solução de nitrato de prata nas alíquotas coletadas observou-se que dependendo da localização do ponto tínhamos soluções mais esbranquiçadas (como na amostra coletada na Pedra do Sal) e menos (como no ponto próximo à rodoviária), mas, em todos os pontos a amostra não estava completamente incolor mais. Portanto a presença da turvação esbranquiçada caracterizou qualitativamente a presença do íon cloro em todos os pontos da amostra.

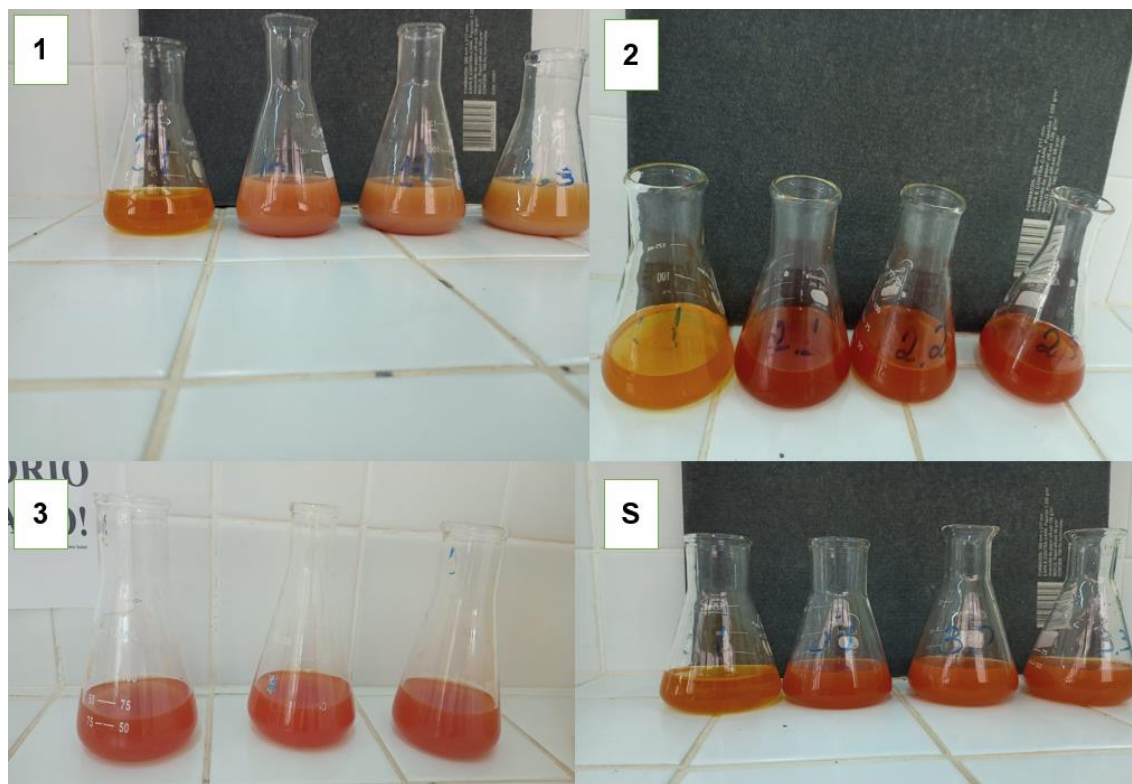
5.3. QUANTIFICAÇÃO PELO MÉTODO DE MOHR

Decorrido o tempo de dois meses, todos os garrafões forma recolhidos e levados ao laboratório de química do IFPI – Campus Parnaíba, para realizar as quantificações de íons cloro de cada ponto de coleta utilizado o método de Mohr.

O primeiro passo foi montar o sistema de titulação, para isso uma bureta de 25mL foi completamente cheia e aferida com a solução de nitrato de prata ($AgNO_3$) 0,5 mol/L e reservada. A segunda parte foi retirar uma alíquota de 50 ml da amostra e transferir para o erlemeyer de 125 mL, em seguida foi colocado 1 mL de cromato de potássio (K_2CrO_4) 0,5 mol/L, deixando a amostra levemente amarela, para então

iniciar a titulação. Durante a titulação foi verificado a mudança do aspecto da amostra de amarelo límpido para branco esbranquiçado até atingir o ponto de viragem, assumindo a cor vermelho tijolo, como apresentado na Figura 11.

Figura 13 – Titulação final as amostras pelo Método de Mohr



Fonte: Autoral (2022)

Na imagem nº1 pode ser visualizada a titulação da amostra coletada na praia Pedra do Sal, que apresentou a cor característica do método, o vermelho tijolo, indicando a presença do íon cloro. Os erlemeyer da imagem nº 2 representa a titulação do ponto localizado próximo a rodoviária, percebe-se que a coloração ficou um vermelho mais fechado, assim como na imagem nº 3, onde a solução foi coletada com a vela deixada no campus IFPI-Parnaíba. A última imagem do nº 4, que se apresenta levemente vermelha é o registro das titulações realizadas com a amostra coletada nas proximidades do aeroporto de Parnaíba, lembrando que todas as amostras foram feitas em triplicata. Como referência, ou contra prova, foi feito também o chamado branco, que nas imagens pode ser observado nos erlemeyer que tem a solução laranja, onde se fez todo o procedimento substituindo a amostra por água destilada.

5.3.1. Cálculos da concentração de íons cloreto

Primeiro foi feita a estimativa da média de volume gasto nas titulações de cada ponto de amostra, ou seja, o volume necessário de nitrato de prata para precipitar os íons cloreto na solução da amostra. Os resultados estão apresentados na tabela 4 abaixo:

Tabela 3 - Tabela com as médias encontradas

Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto S
14,5 mL	1,7mL	1,2mL	1,6 mL

Fonte: Autoral

Como pode-se ver na tabela o ponto 1, que é a praia teve a maior média, o que já era esperado, pois, a concentração de íons cloreto deve ser maior que os demais na cidade em função da própria maresia. Para se determinar a concentração de cloreto utilizou a fórmula abaixo:

$$mg/L Cl = \frac{(A-B) \times N \times 35,45}{mL da amostra}$$

Onde cada uma das letras significa:

A: mL do titulante gasto na amostra.

B: mL do titulante gasto no branco

N: concentração do titulante

Onde pode se analisar na seguinte tabela:

Tabela 4 - concentração do íon cloreto

Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto S
0,094g/ mL	0,032g/ mL	0,0176 g/mL	0,024 g/mL

Fonte: Autoral

De acordo com a Tabela 4 pode-se dizer que o ponto 1, que estava na praia tem uma concentração de cloreto maior (0,094 mg/L de Cl⁻), o que está conforme o esperado, em função da sua proximidade com a maré. O menor valor estimado foi o

do ponto 4, nas proximidades do aeroporto (0,0176 mg/L de Cl^-), o que está dentro do esperado, pois, locais mais próximos ao mar devem apresentar íons cloreto em uma concentração maior que pontos mais distantes da costa.

6. CONCLUSÃO

Após todo o desenvolvimento deste trabalho podemos comprovar a funcionalidade eficaz da vela úmida fabricada, artesanalmente, no IFPI, utilizando materiais de baixo custo, o que representa uma metodologia simples e de fácil acesso para o monitoramento da presença de íons cloreto. As concentrações determinadas de cloreto, no estudo realizado na cidade de Parnaíba, apresentaram resultados interessantes para uma análise preliminar abordando as temáticas na área da construção civil.

E esses dados da análise química utilizando o método de Mohr pode ser mais aprofundado a fim de ter um estudo cientificamente fundamentado, com dados estatísticos, para descrição contribuir com as normas da área para a região de Parnaíba, ficando para estudos futuros, por exemplo, determinar a concentração de cloretos em mais pontos na cidade e em diferentes períodos do ano.

7. REFERENCIAL:

Análise da penetração de íons cloreto em compósito cimentícios contendo diferentes teores de escória de alto-forno, Thiago Abdela Magalhães, Belo Horizonte Escola Engenharia da UFMG/2019

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013. 150 p. ISBN 1. Análise da água. 2. Controle da qualidade da água. 3. Consumo de água (Saúde ambiental). I. Título. II. Série.

CAIO SANDER ANDRADE PORTELLA AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DE CONCRETOS PRODUZIDOS SEGUNDO A ABNT NBR 6118:2007 E EXPOSTOS AOS CLORETOS DISSEMINADOS EM NÉVOA SALINA NA PRAIA DO FUTURO, EM FORTALEZA – CE.

Gelson Luz 2022 Composição Química da Água do Mar

Efeito do distanciamento em relação ao mar na agressividade por cloretos/ Gibson Rocha Meira, Ivo José Padaratz/ professor CEFET-PB Doutorando pelo programa de pós graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina/ Professor PhD, Departamento de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

Fatores que influenciam a concentração de íons cloreto na atmosfera urbana de Aracaju/SE Factores influencing the concentration of chloride ions in the urban atmosphere of Aracaju/SE. Ana Larissa Cruz Prata 1 [orcid.org/ 0000-0003-1324-8171](https://orcid.org/0000-0003-1324-8171) Carlos Henrique de Carvalho 1 orcid.org/0000-0002-9839-7813 Francisco Luiz Gumes Lopes 2 orcid.org/0000-0001-5054-9331 1 Departamento de Engenharia Civil, Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Sergipe, Aracaju, Brasil. 2 Departamento de Química, Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia de Sergipe, Aracaju, Brasil

Felipe Alisson De Sousa E Silva/ Avaliação Do Teor De Cloreto no ar atmosférico da Praia do Futuro Em Fortaleza Ceara

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008

<https://blog.brkambiental.com.br/agua-branca-saindo-da-torneira/#:~:text=filtro-gem%3A%20a%20%C3%A1gua%20passa%20por,pot%C3%A1vel%20%C3%A9%20armazenada%20em%20reservat%C3%B3rios.>

https://cimentomaua.com.br/cimento-como-feito-composicao-e-nomenclatura/?fb_comment_id=1806861512721198_3372002209540446

<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/norma-comentada-abnt-nbr-6118/>

<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/norma-comentada-abnt-nbr-6118/>

[https://www.institutodaconstrucao.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-cimento-e-suas-aplicacoes/#:~:text=Os%20tipos%20de%20cimento&text=CP%20I%20\(Cimento%20Portland%20Comum,Portland%20composto%20com%20pozolana\)%3B](https://www.institutodaconstrucao.com.br/blog/conheca-os-principais-tipos-de-cimento-e-suas-aplicacoes/#:~:text=Os%20tipos%20de%20cimento&text=CP%20I%20(Cimento%20Portland%20Comum,Portland%20composto%20com%20pozolana)%3B)

<https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaId=47>

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS ARACAJU DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO CO-
ORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL CURSO DE BACHARELADO EM ENGE-
NHARIA CIVIL ANA LARISSA CRUZ PRATA MEDIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE
CLORETO NA ATMOSFERA URBANA DE ARACAJU/SE MONOGRAFIA ARACAJU
2017

Meira, Gibson Rocha. Corrosão de armaduras em estruturas de concreto : fundamen-
tos, diagnóstico e prevenção / Gibson Rocha Meira. – João Pessoa : IFPB, 2017. 130
p. : il. ISBN 978-85-63406-62-0 1. Corrosão. 2. Corrosão de armaduras. 3. estruturas
de concreto. I. Título

MF-430.R-1 - MÉTODO DE MOHR PARA DETERMINAÇÃO DE CLORETO Notas:
Aprovada pela Deliberação CECA nº 0101, de 04 de setembro de 1980. Publicada no
DOERJ de 18 de setembro de 1980.

Penetração de cloretos em estruturas de concreto em zona de atmosfera marinha –
resultados de quatro anos de exposição natural no Nordeste do Brasil G. R. Meira¹ ,
J. C. Borba Jr.¹ , C. Andrade² , C. Alonso² ¹Departamento de Construção Civil, Cen-
tro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, João Pessoa – PB – gibson-
meira@yahoo.com ² Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Madri,
Espanha

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL PENETRAÇÃO DE CLORETOS EM CONCRETOS COM DIFERENTES TIPOS DE CIMENTO

SUBMETIDOS A TRATAMENTO SUPERFICIAL DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL CURSO DE ENGENHARIA CIVIL GREYLSN NUNES AGUIAR AVALIAÇÃO DO TEOR DO ÍON CLORO NO AR ATMOSFÉRICO DA PRAIA DO FUTURO, EM FORTALEZA, EM FUNÇÃO DA ALTITUDE. FORTALEZA 2021

UNICAP UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO Programa de Pós-Graduação - Mestrado em Engenharia Civil, ADRIANA MARIA MONTEIRO PASSOS VERIFICAÇÃO DE PENETRAÇÃO DE CLORETOS EM CORPOS DE PROVA PARCIALMENTE IMERSOS EM ÁGUA DO MAR E RECIFE, PERecife, PE Junho / 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA UNESP - Campus de Bauru/SP Departamento de Engenharia Civil e Ambiental 2117 - ESTRUTURAS DE CONCRETO I FUNDAMENTOS DO CONCRETO ARMADO Prof. Dr. PAULO SÉRGIO BASTOS Disponível em: wwwp.feb.unesp.br/pbastos (paulo.ss.bastos@unesp.br) Bauru/SP Abril/2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CENTRO DE TECNOLOGIA

Vogel, Arthur Israel, 1905- Química analítica quantitativa/ Arthur L. Vogel; [tradução por Antônio Gimeno da] 5.ed. Svehla. – São Paulo: Mestre Joul, 1981

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

Vicente Gentil, corrosão 2. Edição 1982