

**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Arraial do Cabo

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais em  
Áreas Costeiras

Evelyn Teixeira Dias

Análise de Obras Civas na Faixa de Praia afetadas pela Influência  
do Ambiente na Estrutura de Concreto Armado: o caso da Prainha  
em Arraial do Cabo, RJ.

Arraial do Cabo  
2023

EVELYN TEIXEIRA DIAS

ANÁLISE DE OBRAS CIVIS NA FAIXA DE PRAIA AFETADAS PELA INFLUÊNCIA  
DO AMBIENTE NA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: O CASO DA  
PRAINHA EM ARRAIAL DO CABO, RJ.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Federal do  
Rio de Janeiro, como requisito parcial  
para obtenção do grau de especialista  
em Ciências Ambientais em Áreas  
Costeiras.

Orientador: Prof. Dr. David Barreto de  
Aguiar.

Arraial do Cabo  
2023

D541

Dias, Evelyn Teixeira.

Análise de obras civis na faixa de praia afetadas pela influência do ambiente na estrutura de concreto armado: o caso da prainha em Arraial do Cabo, RJ / Evelyn Teixeira Dias – Arraial do Cabo, RJ, 2023.

39 f. : il. ; 21 cm.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Davi Barreto de Aguiar.

1. Construção de concreto. 2. Meio Ambiente – Arraial do Cabo(RJ). I. Barreto, Davi de Aguiar. III. Título.

IFRJ/CAC/CoBib

CDU 69.01:502(815.3)

EVELYN TEIXEIRA DIAS

ANÁLISE DE OBRAS CIVIS NA FAIXA DE PRAIA AFETADAS PELA INFLUÊNCIA DO AMBIENTE NA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO: O CASO DA PRAINHA EM ARRAIAL DO CABO, RJ.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, para obtenção do grau de especialista em Ciências Ambientais em Áreas Costeiras.

Aprovado em 22/11/2023

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente  
 DAVID BARRETO DE AGUIAR  
Data: 29/01/2024 19:41:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. David Barreto de Aguiar  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente  
 RAFAEL ALEXANDRE RIZZO  
Data: 09/02/2024 17:22:55-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Msc. Rafael Alexandre Rizzo  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Documento assinado digitalmente  
 RALPH DOS SANTOS MANSUR  
Data: 06/02/2024 17:47:52-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Ralph Dos Santos Mansur  
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois Ele tem tornado tudo isto possível. Ele tem me dado sustento, motivação e inteligência para ter chegado até aqui e continuar a caminhada do aperfeiçoamento. Tua graça tem me impulsionado a cada dia em tudo, inclusive na confecção deste trabalho de conclusão de curso. A Ele toda honra e toda glória sempre!

Agradeço aos meus pais, Luciene Teixeira e Everaldo Dias, e ao meu irmão, Emanuel Teixeira, que têm me apoiado com seus atos, palavras e amor, e entendido meus momentos de ausência. Amo vocês.

Agradeço a instituição pela oportunidade de ter sido escolhida no processo seletivo e pelas excelentes aulas ministradas pelos nossos queridos professores, em especial ao Dr. David Aguiar que aceitou o convite de ser meu orientador.

## RESUMO

Arraial do Cabo é um município litorâneo, cercado por belas praias banhadas pelo Oceano Atlântico, o que lhe confere a denominação de península. Anteriormente era uma colônia de pescadores, sendo esta a principal atividade há poucas décadas. Hodiernamente é um município popular devido as suas belezas naturais que atraem todo o ano turistas em buscas de praias e lazer voltadas a estas, como passeios de barcos, buggy, mergulho e trilhas, tornando-se hoje a principal atividade econômica e renda da maioria dos munícipes, motivando cada vez mais o seu crescimento urbano. As cidades litorâneas estão frequentemente expostas à maresia, uma névoa fina de água salgada que podem ser transportadas a quilômetros de distância através do vento. Por ser altamente corrosiva, a maresia afeta as ferragens de edificações civis, principalmente as que estão mais próximas ao mar. Este trabalho tem por finalidade apresentar as principais manifestações patológicas em edificações de concreto armado alocadas na faixa de praia da Prainha, Arraial do Cabo – RJ. A metodologia consistiu em registros e análises das manifestações patológicas encontradas nas edificações de concreto armado à beira mar e breve abordagem de legislações que trazem temas relacionados ao Zoneamento Urbano das áreas propícias a construções no Município de Arraial do Cabo – RJ. Os resultados obtidos foram manifestações patológicas diversas encontradas nas fachadas das edificações, que tinham a presença de vegetação parasitária, bolor, eflorescência e estalactites, fissuras, trincas, rachaduras, fendas, corrosão de armadura, ninhos de concretagem, deslocamento de revestimento e desprendimento da camada de tinta. Conclui-se que a maresia é um forte agente degradante nas estruturas de concreto armado. Devido a proximidade das edificações com o mar e a ação frequente de ventos do município, o efeito se torna potencializado fazendo com que materiais que compõem a edificação venham a sofrer uma perda de resistência mais brevemente que as edificações que se encontram em locais mais afastados do Litoral.

**Palavras-chave:** Ambiente Costeiro. Manifestações Patológicas. Estruturas de Concreto Armado.

## **ABSTRACT**

Arraial do Cabo is a coastal municipality, surrounded by beautiful beaches bathed by the Atlantic Ocean, which gives it the name of a peninsula. Previously it was a fishing colony, this being the main activity a few decades ago. Nowadays, it is a popular municipality due to its natural beauty that attracts tourists all year round in search of beaches and leisure activities related to these, such as boat rides, buggy rides, diving and trails, today becoming the main economic activity and income for most residents. citizens, increasingly motivating their urban growth. Coastal cities are often exposed to salt spray, a fine mist of salty water that can be carried kilometers away by the wind. Because it is highly corrosive, sea air affects the ironwork of civil buildings, especially those closest to the sea. This work aims to present the main pathological manifestations in reinforced concrete buildings located on the Prainha beach strip, Arraial do Cabo – RJ. The methodology consisted of recording and analyzing the pathological manifestations found in reinforced concrete buildings on the seafront and a brief approach to legislation that brings topics related to the Urban Zoning of areas suitable for construction in the Municipality of Arraial do Cabo – RJ. The results obtained were diverse pathological manifestations found on the facades of the buildings, which had the presence of parasitic vegetation, mold, efflorescence and stalactites, fissures, cracks, splits, corrosion of reinforcement, concreting nests, peeling of the coating and detachment of the layer of ink. It is concluded that sea air is a strong degrading agent in reinforced concrete structures. Due to the proximity of the buildings to the sea and the frequent action of winds in the municipality, the effect becomes enhanced, causing the materials that make up the building to suffer a loss of resistance more quickly than buildings located in locations further away from the sea Coast.

**Keywords:** Coastal Environment. Pathological Manifestations. Reinforced Concrete Structures.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Viga de Concreto Armado .....	9
Figura 2 Localização do Bairro Prainha no Município de Arraial do Cabo – RJ .....	15
Figura 3 Instrumentos de medição utilizados (trena métrica e fissurômetro, consecutivamente) .....	18
Figura 4 Local do Estudo (Canto da Prainha, Arraial do Cabo – RJ) .....	20
Figura 5 Faixa de segurança.....	20
Figura 6 Faixa de segurança.....	21
Figura 7 Rachadura em estrutura de concreto armado e oxidação em armadura....	23
Figura 8 Medição de abertura em estrutura de concreto armado utilizando trena métrica .....	23
Figura 9 Armadura exposta e oxidada devido a agentes externos e deslocamento do concreto.....	24
Figura 10 Rachadura de 3,0 mm de espessura medida com auxílio de um fissurômetro.....	24
Figura 11 Desenvolvimento de vegetação na estrutura .....	25
Figura 12 Desenvolvimento de vegetação na estrutura (raiz) .....	25
Figura 13 Desenvolvimento de bolores .....	26
Figura 14 Eflorescência.....	27
Figura 15 Lixiviação de sais e formação de estalactites.....	27
Figura 16 Lixiviação de sais e formação de estalactites.....	28
Figura 17 Ninhos de concretagem .....	29
Figura 18 Desprendimento de camada componente da parede.....	30
Figura 19 Deslocamento do revestimento de fachada .....	31
Figura 20 Deslocamento do revestimento de fachada .....	31
Figura 21 Desprendimento da camada de tinta.....	32
Figura 22 Desprendimento da camada de tinta.....	33

## LISTA DE TABELAS, QUADROS E GRÁFICOS

Tabela 1 Tabela de Classe de Agressividade Ambiental (CAA).....	11
Tabela 2 Tabela de Cobrimento Nominal conforme CAA.....	11
Tabela 3 Quadro explicativo das legislações de âmbito Federal e Municipal.....	16
Tabela 4 Principais Leis sobre construção em áreas costeiras.....	16
Tabela 5 Dimensão e classificação de aberturas.....	18
Gráfico 1 Relação de Manifestações Patológicas encontradas nas Fachadas das Edificações.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>7</b>
<b>3 PROBLEMA.....</b>	<b>7</b>
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
4.1 OBJETIVO GERAL.....	8
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
5.1 LEGISLAÇÕES AMBIENTAL E URBANÍSTICA.....	12
<b>6 METODOLOGIA .....</b>	<b>16</b>
<b>7 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>17</b>
7.1 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	20
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>33</b>
<b>9 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
<b>GLOSSÁRIO.....</b>	<b>39</b>

## 1. Introdução

Arraial do Cabo é uma península localizada na Região dos Lagos, interior do Estado do Rio de Janeiro. Era habitada por indígenas da tribo Tamoios e foi onde o navegador Américo Vespúcio desembarcou com sua expedição, exatamente na atual Praia dos Anjos, a qual ele havia batizado de Praia da Rama (AEMERJ, 2017).

Arraial do Cabo é uma cidade turística, que anteriormente era uma colônia de pescadores, por tal motivo, a pesca era a principal atividade da cidade naquela época. Hodiernamente é um município popular devido a grande divulgação em meios de comunicação como televisão e internet de suas belas praias, tendo como principais a Praia Grande, Prainha, Praia dos Anjos, Praia do Pontal e Praia do Forno, que alavancaram a área do turismo, com os passeios de barcos, buggy, mergulho, dentre outros. A renda da cidade sempre teve como base as praias.

Mas, Arraial do Cabo nem sempre foi um município, já foi um distrito da cidade de Cabo Frio, mais precisamente o 4º distrito, emancipado em 1985 (IPHAN, 2014).

Arraial do Cabo é uma cidade com grande diversidade de praias banhadas pelo Oceano Atlântico e com faixas de praia de diferentes extensões podendo ser algumas bem estreitas como a da Prainha que possui a extensão aproximada de 900 m, localizada na entrada da cidade, e outras extremamente extensas como a Praia Grande com sua extensão aproximada de 40 km, que atravessa outras cidades como Araruama e Saquarema, por exemplo. As praias possuem águas cristalinas e areias com pequena granulometria e de coloração clara.

O solo arenoso é altamente permeável e de fácil movimentação formando dunas de diferentes formas e tamanhos. Por tal motivo se torna difícil a realização de obras civis, sujeitando as estruturas implementadas a uma situação de possível risco e a possível recalque, que consiste em uma deformação no solo devido a carga ao qual o mesmo foi submetido resultando na penetração da estrutura no solo, podendo ser uma penetração uniforme, a qual a estrutura afunda por igual, diferencial, a qual parte da estrutura afunda mais que a outra, e distorcional, onde há variações pontuais no solo, caso a estrutura não receba a fundação adequada; como o que ocorreu na cidade de Santos, situada no litoral do Estado de São Paulo na década de 70, que sofreu um recalque diferencial.

A partir desta data, notou-se que alguns dos edifícios da cidade de Santos estavam começando a inclinar. Isso devido ao tipo de fundação que foi utilizada naquela época, fundações rasas como sapatas, em conjunto com as camadas de diferentes solos em que foram depositadas essas fundações.

O solo onde as edificações sofreram recalque em Santos é formado por uma primeira camada de areia, uma segunda camada formada por argila, a terceira camada formada por areia, novamente, e a quarta camada formada por fragmentos de rocha. Como a areia e a argila são solos de fácil movimentação, ocorreu o recalque unilateral da estrutura, ou seja, devido a movimentações nas camadas do solo, houve também a movimentação da superestrutura dos prédios.

Uma edificação realizada em locais com solos de baixa estabilidade, como em faixa de praia, não seria somente um possível risco para a sociedade; ela também afeta as áreas de interesse ambiental, incluindo a fauna e a flora. Pois, além do risco presente devido à instabilidade do solo, maresia e outros agentes externos que causam a degradação da edificação, também existe a poluição por resíduos que são descartados muitas vezes inadequadamente na areia, podendo facilmente serem transportados para o meio aquático, através de ventos, marés etc., e atingir assim, espécies que vivem nesse meio, como as aves marinhas e tartarugas, que muitas vezes confundem resíduos sólidos com alimento.

A realocação dos quiosques da Praia Grande, localizada em Arraial do Cabo, é um dos casos em que as edificações se encontravam em faixa de areia. Os quiosques hodiernamente ocupam quase toda a orla da praia, na parte urbanizada.

A estética e balneabilidade das praias devem ser preservadas, tanto por moradores e trabalhadores voltados a área do turismo, quanto pelos próprios turistas. Afinal, é desse meio que muitos cidadãos buscam o seu sustento, e havendo degradação, tornando o meio esteticamente feio e sujo, não haverá uma boa pesca nem a presença constante de turistas no município, afetando assim a renda gerada pela cidade. A falta de conservação interfere na questão social, econômica e ambiental, ou seja, afeta todos os três pilares da sustentabilidade.

A maioria das praias da cidade de Arraial do Cabo possuem vegetação de Restinga com espécies de gramíneas nativas e ipomeias. Todo esse ecossistema serve como abrigo para aves, répteis, aracnídeos e insetos em geral. A mesma Lei,

em seu Art. 3º, diz que o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) deverá prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira, priorizando a conservação e proteção para os seguintes bens:

“Art. 3º, I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas.” (BRASIL, 1988)

Porém, não somente em Arraial do Cabo, mas também em outros lugares, existem edificações presentes em alguns desses ambientes supracitados. A Lei nº 7.661, em seu Art.6º, trata do licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, e a alteração das características naturais da zona costeira deverá observar, além do que diz a Lei nº 7.661, as normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro. (BRASIL, 1988, Art. 6º)

A implementação de qualquer edificação requer estudos preliminares das características do terreno, procedimento técnico de estudo do solo para definir o tipo de fundação que será realizada, espessura das camadas, resistência e localização do lençol freático; esses são alguns dos itens que são observados.

Também é preciso verificar se o local escolhido não é de proteção ambiental, ou seja, se não há qualquer restrição construtiva. Para isso, a melhor opção é fazer uma consulta na Prefeitura Municipal, solicitando as informações sobre o terreno, para que possíveis problemas futuros sejam evitados. Tudo estando de acordo, serão elaborados estudos ambientais.

Edificações em áreas litorâneas são mais suscetíveis às manifestações patológicas relacionadas a oxidação de armadura; essa manifestação patológica é comum em estruturas de concreto armado, porém, se não tratada gera uma grande alteração no desempenho estrutural da edificação.

## **2. Justificativa**

Esta pesquisa torna-se importante pela razão de que muitas obras civis são realizadas sem a devida consulta ao Código de Obras, normas e legislações pertinentes ao tema, gerando desta forma edificações irregulares que podem ser demolidas a qualquer momento por ordem de órgãos responsáveis.

Além de toda questão burocrática, existe a desocupação forçada de famílias que residem nestas edificações por eventos climáticos extremos e/ou a perda do local de trabalho por questões legais, ambos já ocorridos na área de estudo.

Para este segundo exemplo são comuns os quiosques situados nas orlas das praias. Como diz a Lei nº 7.661/1988:

“A falta ou o descumprimento, mesmo parcial, das condições do licenciamento previsto neste artigo serão sancionados com interdição, embargo ou demolição, sem prejuízo da cominação de outras penalidades previstas em lei.” (BRASIL, 1988, Art. 6º, § 1º).

Sendo o município de Arraial do Cabo o local escolhido para o presente estudo, por se tratar de uma cidade praiana, possui um alto índice de salinidade no ar, portanto, edificações que estão cada vez mais próximas ao mar, recebem com maior intensidade essa maresia, elevando assim a Classe de Agressividade Ambiental.

Cidades litorâneas estão frequentemente expostas à maresia, uma névoa fina e úmida, formada por diversas partículas de água salgada que são transportadas através do vento podendo chegar a quilômetros de distância do mar. São altamente corrosivas e atuam nas ferragens que compõem a edificação se instalando no interior da mesma por meio de microfissuras ou até mesmo pela porosidade do concreto. (SOUZA et. al, 2019)

### **3. Problema**

Edificações, assim como o corpo humano, possuem locais de fragilidade em si, tendo o máximo de força que suportam conforme a sua finalidade, e também podem apresentar as manifestações patológicas, que para um ser humano seria uma doença.

O meio ao qual uma edificação é inserida pode acelerar o processo de surgimento de manifestação patológica, caso não haja a devida proteção sobre a mesma, mas, não isenta o surgimento de tais manifestações, apenas o retardo.

Alguns locais possuem um grau de agressividade maior nas edificações, que é o caso da Prainha.

Por se tratar de um local à beira mar, há uma constante ação de íons de cloretos sobre as estruturas inseridas o que acelera a degradação de seus componentes.

Além do local não ser indicado para construção devido a esses problemas que surgem nas edificações interferindo em sua resistência, existem legislações que não permitem a inserção das mesmas em praias.

Em alguns locais é comum a presença de obras civis, antigas ou atuais, em faixa de praia. Mas seriam essas edificações legais? estariam elas em conformidade com o Código de Obras, Decretos, Normas e Leis que tratam de tal assunto? Caso estejam, se a sua estrutura estaria em estado de usabilidade, como estaria a resistência mecânica e os componentes das edificações instaladas na faixa de praia ou até mesmo próximas a esse local?

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo Geral**

Apresentar e avaliar as manifestações patológicas de obras civis implementadas na faixa da praia Prainha localizada no Município de Arraial do Cabo - RJ.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar o conjunto de obras civis implementadas em faixa de areia da praia;
- Analisar, com base em legislações vigentes, as normas para realização de obras civis;
- Analisar as possíveis manifestações patológicas que as mesmas viriam a sofrer devido ao local de sua implementação;

## **5. Fundamentação Teórica**

O local onde se pretende realizar uma habitação/edificação, deve ser muito bem selecionado. Pois dependendo de onde for inserida, de como será feita, da qualidade do material de construção utilizado, dentre outras decisões, implicará na vida útil da edificação, podendo a mesma se tornar imprópria para uso em questão de poucos anos de construção.

O concreto armado é um sistema estrutural bastante utilizado no Brasil. “Tal como o aço, o concreto começa a ganhar expressão como material construtivo em meados do século XIX, justamente quando a industrialização chega à construção civil.” (SANTOS, 2008). Ele reúne a resistência do concreto à compressão e a resistência do aço à tração, tornando-o assim um sistema estrutural muito usual.

O concreto armado é composto por uma armadura de aço preenchida e protegida por concreto, sendo cobertura o nome dessa proteção física. O concreto é uma pasta composta de cimento, água e agregados graúdo (brita) e miúdo (areia). A junção do concreto e da armadura proporciona um material que supre a fraqueza do outro, já que o concreto é resistente a compressão e o aço a tração. Com a quantidade certa de aço e de concreto, essa combinação se torna resistente o suficiente para suportar grandes cargas e/ou vãos.



Figura 1: Viga de Concreto Armado  
Fonte: MENEGHEL, 2022

Apesar de toda a resistência, existem substâncias e agentes que são danosos para ambos, um exemplo é a maresia que é composta por íons de cloreto. Segundo Cabral (2000), os cloretos, como cristal sólido, não oferecem grandes riscos à durabilidade da estrutura; pois a dimensão dos poros do concreto é menor que a dos cristais, dificultando assim a sua penetração. Porém, quando estes estão presentes no exterior da estrutura são dissolvidos por agentes externos como a própria água da chuva e facilmente encaminhados para o interior do concreto. Com a penetração dos cloretos no concreto, a armadura pode ser atingida com mais facilidade ocorrendo assim a redução da resistência, deslocamento do concreto e argamassa de revestimento, ocorrência de eflorescência, e outras manifestações patológicas.

A corrosão do concreto é de grande importância, pois provoca não somente a sua deterioração, mas também pode afetar a estabilidade e a durabilidade das estruturas. A armadura não é suscetível de sofrer corrosão, a não ser que ocorram contaminação e deterioração do concreto. Os constituintes do concreto inibem a corrosão do material metálico e se opõem à entrada de contaminantes. Daí, se poder afirmar que quanto mais o concreto se manifesta inalterado, mais protegida estará a armadura. (GENTIL, 1996)

A tabela de Classe de Agressividade Ambiental (CAA) é um item importante e indispensável. A mesma está disponível na ABNT NBR 6118:2014 que trata de projeto de estrutura de concreto, através dela será definida a Classe de Agressividade Ambiental conforme a classificação do tipo de ambiente para efeito do projeto e o risco de deterioração da estrutura, Arraial do Cabo possui a Classe de Agressividade Ambiental III, agressividade forte, tipo de ambiental marinho/industrial, cujo risco de deterioração da estrutura é grande.

De acordo com cada CAA, existe o cobrimento nominal específico, em milímetros, conforme também o tipo de sistema estrutural, sendo o caso do trabalho aqui disposto, concreto armado. À medida que a CAA aumenta, também ocorre o aumento do cobrimento. Segundo a ABNT NBR 6118:2014, " ... para garantir o cobrimento mínimo ( $c_{mín}$ ), o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal ( $c_{nom}$ ), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução ( $\Delta c$ )", Ferreira Neto e Vieira (2018) apontam que em obras correntes o valor de  $\Delta c$

deve ser igual ou superior a 10 mm. Porém, essa medida varia conforme a Classe de Agressividade Ambiental, tipo de estrutura e componentes, como supracitado e exposto na tabela 2 (Tabela de Cobrimento Nominal conforme a CAA) apresentada abaixo.

Tabela 1: Tabela de Classe de Agressividade Ambiental (CAA)

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

<sup>a</sup> 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).

<sup>b</sup> 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.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014

Tabela 2: Tabela de Cobrimento Nominal conforme a CAA

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Fonte: ABNT NBR 6118:2014

## 5.1 Legislações Ambiental e Urbanística

Muitas construções civis são provenientes de invasão de terras, algumas são adquiridas através da usucapião, que são exemplos de cenários que facilitam a aquisição. Porém, a Lei Federal nº 7.661, de 16 de maio de 1988, instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) que apresenta preocupação para com o uso sustentável dos recursos naturais da Zona Costeira, propondo o estabelecimento de diretrizes para ordenamento da ocupação deste território. Estados e municípios têm a autorização para instituir seus Planos de Gerenciamento Costeiro. O licenciamento será auxiliado por esses Planos os quais poderão abordar normas para uso e ocupação do solo, subsolo e águas. A mesma Lei também aponta que normas federais, estaduais e municipais devem ser levadas em consideração para ações específicas.

“O licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, com alterações das características naturais da Zona Costeira, deverá observar, além do disposto nesta Lei, as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro.” (BRASIL, 1988, Art.6º)

O tema uso do solo é algo que deve ser observado, analisado e respeitado. Para tal, existem legislações que tratam do assunto. Como a Constituição Federal, em seu Art.23, VI e VII, que determina ser competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios proteger o meio ambiente, combater a poluição em qualquer forma e preservar as florestas, a fauna e a flora. Assim também como o Art.30, VIII, da mesma Lei, que compete aos municípios promover, no que couber, o adequado ordenamento territorial mediante o planejamento e controle do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano. (BRASIL, 1988); e a Lei 7.661, Art. 5º, que fala sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC):

“O PNGC será elaborado e executado observando normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, estabelecidos pelo CONAMA, que contemplem, entre outros, os seguintes aspectos: urbanização; ocupação e uso do solo, do subsolo e das águas; parcelamento e remembramento do solo; sistema viário e de transporte; sistema de produção, transmissão e distribuição de energia; habitação e saneamento básico; turismo, recreação e lazer; patrimônio natural, histórico, étnico, cultural e paisagístico.” (BRASIL, 1988, Art.5º)

Em casos voltados para engenharia ou qualquer outra alteração em solo pertencente à União, solos protegidos por lei, será considerado infração administrativa contra o patrimônio da União. Como preconiza o Decreto-Lei nº 2.398, Art. 6º.

“Incorre em infração administrativa aquele que realizar aterro, construção, obra, cercas ou outras benfeitorias, desmatar ou instalar equipamentos, sem prévia autorização ou em desacordo com aquela concedida, em bens de uso comum do povo, especiais ou dominiais, com destinação específica fixada por lei ou ato administrativo.” (BRASIL, 1987, Art. 6º, § 1º)

Uma vez violado o Artigo supracitado, tem-se como punição o embargo da obra, serviço ou atividade, até que a União ou órgão do SISNAMA, quando for o caso, se manifeste quanto à regularidade de ocupação, aplicação de multa, desocupação do imóvel e demolição e/ou remoção do aterro, construção, obra, cercas ou demais benfeitorias, bem como dos equipamentos instalados. (BRASIL, 1987, Art. 6º, § 4º).

Ao se tratar de construções civis, o local em que a mesma será realizada é algo que deve ser analisado com cautela. A análise prévia deve levar em consideração o tipo de solo, suas características e sua estabilidade, a Classe de Agressividade Ambiental, fator de risco, dentre outras particularidades do local que informam se há viabilidade de implementação da edificação ou não naquele local com aquelas características; muito importante também é a legalização da construção e o porte de todas as licenças necessárias para assim poder iniciar, ou no caso de uma obra já iniciada, dar-se continuidade. Assim como trata a Lei 7.661 “Para o licenciamento, o órgão competente solicitará ao responsável pela atividade a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e a apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, devidamente aprovado, na forma da lei.” (BRASIL, 1988, Art. 6º, § 2º), a depender do porte e do potencial poluidor da atividade ou outros estudos complementares.

A praia é classificada como um local público, ou seja, todos têm acesso gratuito. E segundo a Lei nº 7.661, Art. 10, § 3º:

“Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subseqüente de material detrítico, tal como areias,

cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema.”

Desta forma, a ocupação costeira pode vir a causar algumas ameaças, como, a devastação das coberturas vegetais nativas, que resulta em movimentação de dunas e desabamento de morros, a incidência de luz artificial nas praias, que causa desorientação de animais durante o período noturno e poluição da água através de elementos orgânicos e inorgânicos, como lixo e esgoto, que interferem na alimentação dos animais marinhos.

Diante dos impactos que uma edificação possa causar ao meio ambiente, assim também como outras interferências humanas, uma solução é minimizar estes impactos com edificações mais sustentáveis. Estas edificações são projetadas para estar em harmonia com o meio ambiente, utilizando menos água no processo construtivo, gerando menos resíduos sólidos, implementando telhados verdes e utilizando materiais ecológicos, que não agredem tanto o ambiente. Levando sempre em consideração o local de implementação da edificação, pois cada região possui uma incidência maior ou menor de agentes degradantes da estrutura. Desta forma, deve-se fazer uma análise da viabilidade de cada material e sua devida proteção para uma maior durabilidade e preservação de sua resistência para um bom funcionamento e utilização de todo sistema.

O Plano Diretor é uma lei municipal muito importante pois através dele que se dispõe o crescimento e desenvolvimento da cidade e deve ser elaborado em conjunto com a sociedade. Trata do uso e parcelamento do solo, urbanização, divisão territorial e administrativa do município, seus distritos e zonas que o mesmo subdivide.

No Art. 11 da Lei Municipal 2.483 de 2023, é abordada a caracterização das áreas, zonas e eixos do Município de Arraial do Cabo; como a Zona de Praia (ZP), a qual é uma zona destinada para uso e preservação das praias, e a Zona Residencial (ZR), que é uma zona de uso residencial unifamiliar, bifamiliar ou multifamiliar.

De todas as Zonas que a Lei 2.483 de 2023 determina, em seu Art. 11, vale destacar a Zona Residencial (ZR), subdivisão 2 (ZR – 2), que é a Zona Residencial da Prainha. A Figura 2 apresenta o Bairro em questão, onde situa-se objeto de estudo do presente trabalho. A mesma Lei, Lei Municipal 2.483 de 2023, em seu Art. 14, trata da não permissão do parcelamento do solo conforme algumas singularidades, como a descrita no item IX, que diz que não é permitido o parcelamento do solo na faixa de segurança, que seria na extensão de 30 (trinta) metros a partir do final da praia. O item X, do mesmo Artigo, da mesma Lei, ainda aponta pontas litorâneas e praias, além de outros, como locais não permitidos para parcelamento do solo.

O parcelamento do solo consiste na divisão de terras independentes para o uso conforme a Zona a qual está localizada e o zoneamento. As Zonas apresentadas na Lei Municipal 2.483 de 2023, são de extrema importância para que haja um bom planejamento urbano e que assim se possa obter êxito no ordenamento da cidade, sendo respeitada cada zona conforme seu uso e característica, para que o meio ambiente e os munícipes estejam em constante harmonia.

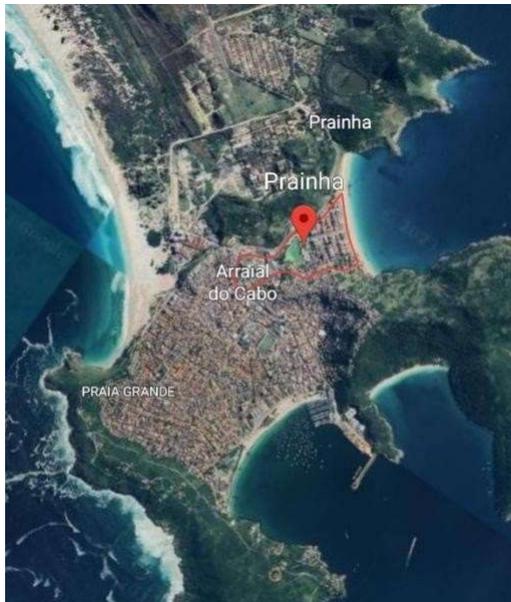


Figura 2: Localização do Bairro Prainha no Município de Arraial do Cabo - RJ  
Fonte: Google Earth, 2023

A Tabela 3 apresentada abaixo, é um quadro explicativo das legislações de âmbito federal e municipal tratando de algumas restrições de cada Lei, assim também como orientações e obrigações de cidadãos e instituições como Meio Ambiente.

**Tabela 3: Quadro explicativo das legislações de âmbito Federal e Municipal**

Legislações de Âmbito Federal	
Constituição de 1988 - Art 225	"Todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações."
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - Novo Código Florestal	Especifica e delimita as Áreas de Preservação Permanentes (APPs), define reservas legais e atividades de interesse sócioeconômico, dentre outras determinações.
Lei nº 6.938, de 31 agosto de 1981 - política Nacional do Meio Ambiente	Tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), foi criado em 1989 e tem como finalidade executar esta Lei, exercendo o controle e a fiscalização sobre o uso dos recursos naturais. Para esta Política Nacional ser cumprida com eficiência, órgãos como Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) foram criados para dar suporte institucional e técnico para a gestão ambiental no país; esta Lei obriga o poluidor, pessoa física ou jurídica, a sanar possíveis danos ambientais provenientes de atividades degradadoras, para que assim se evite um passivo ambiental.
Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 - Parcelamento do Solo Urbano	Em seu parágrafo único diz, "Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais."
Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Crimes Ambientais	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Urbanisticamente falando, esta Lei especifica sobre crimes contra o ordenamento urbano e o patrimônio cultural, além de ordenar a obrigatoriedade do licenciamento ambiental para empreendimentos potencialmente poluidores do meio ambiente.
Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto da Cidade	Estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental. Dentre outras diretrizes, estabelece a obrigatoriedade, porém há exceções, dos Planos Diretores nos Municípios.
Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional dos Resíduos Sólidos	Dentre outras providências, determina diretrizes tais como: proteção da saúde pública e da qualidade do meio ambiente; não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos; incentivo ao uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados; gestão integrada de resíduos sólidos; logística reversa; dentre outros.
Legislação de Âmbito Municipal	
Lei 2.483, de 16 de maio de 2023 - Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo	É o instrumento básico de ordenação do território municipal, a que se integram as políticas urbanas e de expansão urbana, ambiental e de recursos do mar, e ainda políticas setoriais, de caráter socioeconômico.

Fonte: Acervo da autora, 2023

A tabela a seguir apresenta as principais Leis que tratam sobre meio ambiente e uso do solo, assim como um breve resumo de seu conteúdo abordado no presente trabalho.

**Tabela 4: Principais Leis sobre construção em áreas costeiras**

Principais Leis sobre construção em áreas costeiras	
Decreto Lei nº 9.760/46	Dispõe sobre os bens imóveis da União
Decreto Lei nº 1.561/77	Dispõe sobre a ocupação de terrenos da União
Lei nº 6.766/79	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano
Decreto Lei nº 2.398/87	Dispõe sobre foros, laudêmios e taxas de ocupação relativas a imóveis de propriedade da União
Lei nº 7.661/88	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
Lei nº 9.636/98	Altera dispositivos do Decreto Lei nº 9.760/46
Decreto nº 5.300/04	Regulamenta a Lei nº 7.661/88

Fonte: Acervo da autora, 2023

## 6. Metodologia

Foram realizadas saídas em campo com o objetivo de obter levantamento de manifestações patológicas de obras civis na faixa de praia da Prainha, com a

localização em mapa para facilitação de visualização, registrou-se tais manifestações por meio de fotografias ressalta-se que muitas das edificações apresentavam mais de uma manifestação, devido a isso, não foram apresentadas em fotografia no presente trabalho as manifestações patológicas encontradas em todas as edificações pois as mesmas estavam presentes em diversas fachadas. Porém, através de gráfico, houve o relato de tais manifestações patológicas na íntegra.

Foram efetuadas as análises das manifestações patológicas que as fachadas de tais edificações estão a sofrer, tendo como principal fator o local de sua implementação, que tem uma significativa proximidade com o mar, assim também como a breve avaliação do local objeto de estudo em relação às Leis, Decretos, Resoluções e Normas vigentes que tratam sobre edificações em faixa de praia. Assim também como demarcação da faixa de segurança, tratada em Lei, em imagem adquirida via satélite por meio do google Earth.

Consultou-se artigos científicos e trabalhos acadêmicos através do google acadêmico, sites oficiais de órgãos públicos para a área de Normas e legislações, literatura física voltada para a áreas de engenharia abordando assuntos como estruturas de concreto armado e patologia em estruturas.

Na saída em campo utilizou-se um fissurômetro, instrumento para medição de aberturas em estruturas, com escala mínima de 0,05 mm e máxima de 3,0 mm, produzido em material transparente, para tais análises. Havendo aberturas maiores que 3,0 mm, fez-se uso da trena métrica com extensão de 7,5 metros.



Figura 3: Instrumentos de medição utilizados (trena métrica e fissurômetro, consecutivamente)  
Fonte: Acervo da autora, 2023

Tabela 5: Dimensão e classificação de aberturas

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: SILVA, 2016, apud MAGALHÃES; FIGUEIREDO, 2021.

A tabela 5, apresentada acima, trata da classificação das aberturas de acordo com a sua dimensão. Iniciando nas fissuras, que são aberturas de até 0,5 mm, e finalizando nas brechas que são aberturas acima de 10 mm. Por meio destas aberturas apresentadas, agentes agressivos como a maresia, que é composta por íons de cloreto, substância extremamente corrosiva para o aço que compõe as estruturas aqui estudadas, penetram na estrutura e atingem a armadura. Essa penetração ocorre através de microfissuras, da dissolução dos íons em cristais, vindo a ter uma espessura menor após esse processo, que estão alojados no exterior das estruturas e que são facilmente encaminhados para o interior da mesma através dos poros do concreto devido a essa dissolução, carbonatação que é o resultado da reação entre o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) com hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), também

conhecido como cal hidratada, presente no cimento. Esta reação resulta na redução do pH do concreto possibilitando assim mais uma forma de atingimento da armadura resultado em sua oxidação e posteriormente sua despassivação.

## **7. Resultados e Discussões**

Na faixa de praia até o sopé do morro, verificou-se a inserção de construções civis, como apresentadas na Figura 4. Quiosques e similares na faixa de praia ou próximos a ela apresentam uma maior possibilidade da presença de resíduos sólidos como embalagens de alimentos, latinhas de bebidas, canudos, sacolas plásticas, dentre outros, na areia; e que podem ser facilmente transportados para o meio aquático com a ocorrência de aumento de volume do mar e incidência de ventos.

No local em questão, canto da Prainha, a elevação da maré atinge algumas das edificações implementadas no local, ocorrendo o contato direto entre as mesmas e a água salgada, o que é extremamente prejudicial para as mesmas, pois os materiais utilizados para estas construções não são os indicados para ter contato direto com esse agente que irá degradá-las continuamente com este contato direto ou spray marinho, que seria a maresia. Um exemplo de deterioração na estrutura de concreto seria a expansão por sulfatos, podendo a mesma ser causada pela água do mar. Ferreira Neto e Vieira (2018) apontam que os sulfatos se alastram na estrutura através dos poros da pasta de cimento hidratada e iniciam a formação de compostos expansivos.

A ação dos íons de cloreto que ficam depositados nos poros do concreto é um feito extremamente danoso à estrutura de concreto armado, pois ocorre a corrosão e aumento de seção do aço, surgimento de abertura, podendo ser fissuras, trincas, rachaduras, fendas ou brechas, deslocamento do concreto e perda de resistência estrutural.



Figura 4: Local do Estudo (Canto da Prainha, Arraial do Cabo - RJ)  
Fonte: Acervo da autora, 2023

Abaixo é apresentada uma vista via satélite da Prainha, Arraial do Cabo – RJ, onde foram realizadas duas marcações aleatórias nas figuras, linhas vermelhas, com extensão aproximada de 30 m a partir do final da praia, para uma simulação do que seria a faixa de segurança tratada na Lei Municipal 2.483 de 2023, Art. 14, item IX, que aborda o parcelamento do solo.

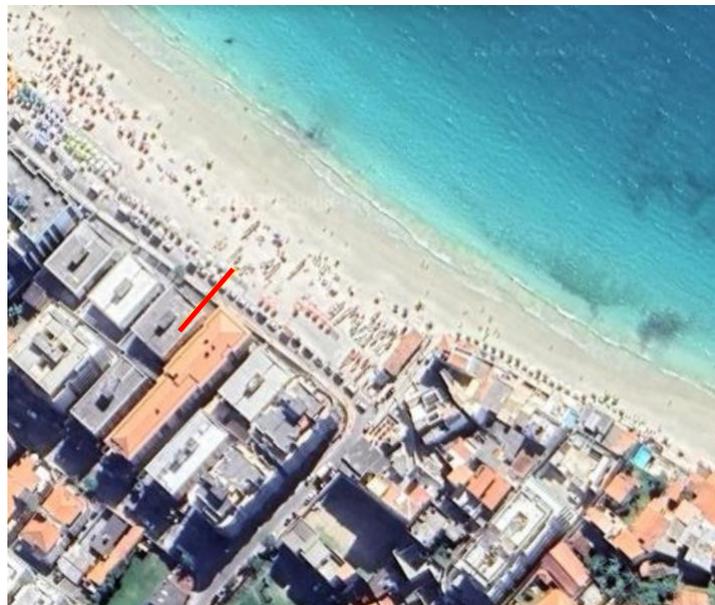


Figura 5: Faixa de segurança  
Fonte: Google Earth, 2023

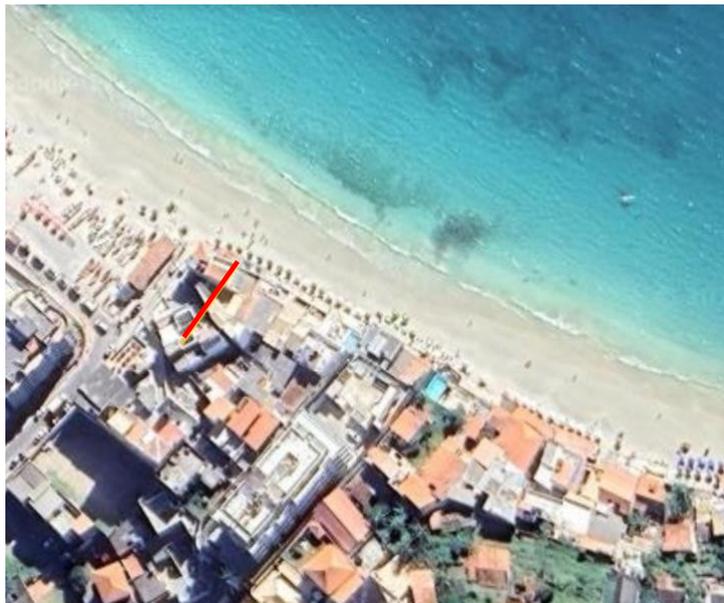


Figura 6: Faixa de segurança  
Fonte: Google Earth, 2023

## 7.1 Análise das Manifestações Patológicas

Através da interação entre o ambiente e os materiais, a penetração de cloretos pode ocorrer na estrutura através de microfissuras no concreto até atingir o aço em seu interior e assim começar o processo de oxidação, podendo haver o deslocamento do concreto e a exposição da armadura.

Existem diversas causas para a oxidação da estrutura conforme o ambiente na qual foi inserida, como por exemplo, os métodos utilizados para a execução ou manifestações patológicas, que acabam por desencadear outras manifestações patológicas. Como por exemplo as fissuras, que podem se manifestar desde a concretagem ou tempos depois de terminada a etapa de construção da edificação. Essas fissuras são portas de acesso para o interior da estrutura facilitando muito a entrada de agentes degradantes que atingem a armadura de aço que se encontra no interior do concreto.

Com a armadura atingida, começa o processo de oxidação, o qual reduz a resistência da estrutura. Sena, et. al (2020), apontam que para a corrosão de armadura aconteça precisa que um conjunto de fatores que tornam o ambiente favorável como a presença de água, de ar, área anódica, área catódica, um condutor metálico (a armadura) e um eletrólito (solução aquosa existente no concreto).

Nos levantamentos observados, constatou-se nas fachadas das edificações a presença de vegetação parasitária, bolor, eflorescência e estalactites, fissuras, trincas, rachaduras, fendas, corrosão de armadura, ninhos de concretagem, deslocamento de revestimento e desprendimento da camada de tinta. Tais manifestações patológicas foram encontradas nas fachadas (não houve observação no interior das edificações).

Na maioria das edificações, foram encontradas diversas rachaduras, trincas e fendas. Na fenda encontrada, medindo aproximadamente 1 cm, observou-se que a armadura havia aumentado muito a sua seção devido a oxidação. Este fenômeno de aumento de seção causa pressões internas no concreto, ou seja, a armadura oxidada começou a exercer forças de expulsão do concreto, fazendo assim que a abertura ficasse maior e futuramente vir a ocorrer o deslocamento deste material.

O concreto, além de suas funções mecânicas, exerce também a função de proteção da armadura. Caso esta camada de concreto seja destruída, mesmo que microscopicamente, a armadura está em risco de sofrer degradação.

O surgimento da abertura, mesmo pequena, eleva a facilidade de agentes degradantes adentrarem no concreto e continuarem atingindo a armadura. Com a armadura atingida, a estrutura corre risco em perder sua capacidade de resistência a esforços solicitantes, a perda de aderência entre o concreto e a armadura, dentre outros fatores. É um problema que afeta não só a utilização da edificação devido a modificação da formação estrutural do aço como também compromete a estética local. Uma corrosão não tratada pode causar, no pior dos casos, um colapso estrutural.



Figura 7: Rachadura em estrutura de concreto armado e oxidação em armadura  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 8: Medição de abertura em estrutura de concreto armado utilizando trena métrica  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 9: Armadura exposta e oxidada devido a agentes externos e deslocamento do concreto  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 10: Rachadura de 3,0 mm de espessura medida com auxílio de um fissurômetro  
Fonte: Acervo da autora, 2023

A presença de vegetação parasitária em edificações é uma manifestação patológica que afeta a parte mecânica da estrutura e também a sua estética. As raízes da vegetação causam tensões internas na estrutura que dependendo de sua intensidade, podem fraturar os materiais que a compõe, além de comprometer a estética da edificação proporcionando um aspecto de descuido. Seu surgimento é

devido a presença de umidade e radiação solar, o qual proporciona a vegetação possibilidade de desenvolvimento. O surgimento de vegetação parasitária em edificações é uma ação biológica.

Observou-se a presença de raízes e plantas contendo folhas entre os revestimentos da edificação.



Figura 11: Desenvolvimento de vegetação na estrutura  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 12: Desenvolvimento de vegetação na estrutura (raiz)  
Fonte: Acervo da autora, 2023

O bolor encontrado nas fachadas das edificações abordadas foi classificado como misto. Em relação a sua coloração, foram identificados bolores nas cores verde (com diferentes intensidades) e bolores na cor preta. O bolor é formado por fungos filamentosos alocados em colônias e se desenvolvem melhor em ambientes com pH básico. Assim como a presença de vegetação parasitária, é uma ação biológica sobre a estrutura.

O surgimento de bolor é devido ao alto índice de umidade e falta de incidência direta dos raios solares no local. A presença de tal patologia está geralmente ligada a uma deficiência na impermeabilização, com isso, a umidade fica frequente no local favorecendo o desenvolvimento destas colônias de fungos filamentosos.



Figura 13: Desenvolvimento de bolores  
Fonte: Acervo da autora, 2023

A eflorescência é uma manifestação patológica que possui uma coloração, geralmente, branca e ocorre devido a lixiviação de sais, que podem estar presentes no cimento. Esse transporte dos hidróxidos presentes na pasta de cimento afeta a resistência mecânica da estrutura devido a perda de sólidos. Sena, et. al (2020), apontam que para que a eflorescência ocorra, são necessários alguns fatores como uma fonte de sais solúveis, umidade, um meio poroso e condições ambientais

favoráveis. Todos esses fatores estão presentes em uma edificação à beira mar, tornando a eflorescência uma manifestação patológica recorrente.

A estalactite é uma manifestação patológica semelhante a eflorescência. A água de infiltração percola pela estrutura efetuando a lixiviação dos sais, com essa água atingindo o exterior da estrutura, ela começa a criar um formato pontiagudo por causa da solidificação dos sais. As estalactites geralmente ocorrem em lajes e vigas.



Figura 14: Eflorescência  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 15: Lixiviação de sais e formação de estalactites  
Fonte: Acervo da autora, 2023

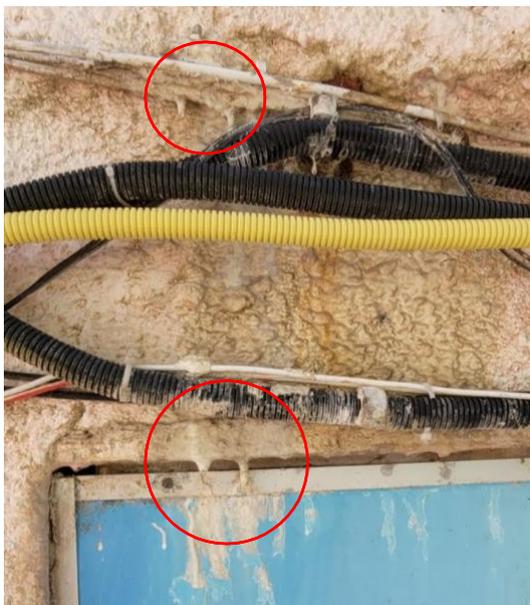


Figura 16: Lixiviação de sais e formação de estalactites  
Fonte: Acervo da autora, 2023

A segregação no concreto, popularmente conhecido como ninhos de concretagem ou bicheira, é uma manifestação patológica proveniente da falha no adensamento do concreto. Quando ocorre a deposição do concreto nas formas e não há a realização adequada do adensamento, erro no traço do concreto, dentre outros fatores, devido a isto, há a ocorrência de vazios entre os agregados graúdos da estrutura. É um problema que afeta a estética e o desempenho estrutural da edificação. Com uma superfície mais porosa e não uniforme agentes externos como íons de cloreto se alojam com mais facilidade e em maior quantidade nestas descontinuidades que existem na estrutura. Observa-se na Figura 17 que o agregado graúdo está nitidamente exposto e há vãos na superfície do concreto.



Figura 17: Ninhos de concretagem  
Fonte: Acervo da autora, 2023

Uma parede é composta por camadas, são elas, alvenaria, chapisco, emboço e reboco. Na Figura 18 podemos observar uma parede com alvenaria exposta a intempéries, por causa do desprendimento da camada que a compõe. A maresia possui um efeito muito forte sobre as edificações, não somente nas estruturas metálicas, mas também afetando outros materiais, como o concreto, revestimentos, pinturas etc. Na figura a seguir, ocorreu o deslocamento de fragmentos do concreto que compõe esta parede deixando os tijolos aparentes.



Figura 18: Desprendimento de camada componente da parede  
Fonte: Acervo da autora, 2023

O deslocamento de revestimento é uma manifestação patológica que afeta a estética da edificação, apresenta risco para as pessoas que transitam no local e gastos financeiros para reparar o problema. No caso, o revestimento apresentado nas Figuras 19 e 20 são em pedra. Algumas causas para o deslocamento de revestimentos são falhas no projeto, mão de obra desqualificada, umidade, uso de materiais com validade vencida, dentre outras. Mas no caso de edificações em regiões litorâneas, a facilidade de ocorrência de manifestações patológicas é maior, devido a ação de íons de cloreto contidos na névoa da maresia que atinge as estruturas que muitas vezes não estão tão próximas assim do mar, porém, as edificações aqui apresentadas estão à beira mar, tornando tais efeitos ainda mais nocivos. Todo material que se desprende do conjunto da edificação é um meio facilitador da penetração de sais, cloretos e outras substâncias que afetam a resistência e estética da mesma. Caso não haja a devida manutenção, a estrutura vai sendo cada vez mais degradada até chegar ao seu estágio final, o colapso.



Figura 19: Desplacamento do revestimento de fachada  
Fonte: Acervo da autora, 2023

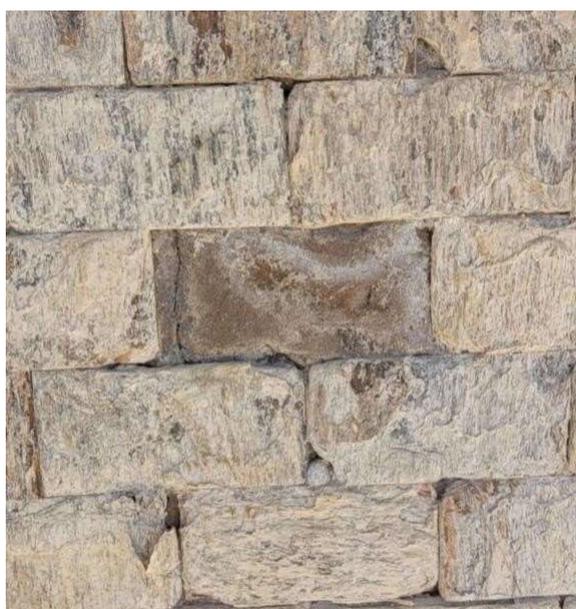


Figura 20: Desplacamento do revestimento de fachada  
Fonte: Acervo da autora, 2023

Para locais altamente afetados pela maresia, ou até mesmo umidade em excesso, os ambientes externos, ou muito afetados por esses agentes, devem possuir tintas emborrachadas, pois podem garantir uma maior durabilidade da permanência do material na edificação, ajudando assim a manter não somente a estética do local

por mais tempo, mas também sendo útil como uma camada de proteção para os materiais que a mesma sobrepõe.

Nas Figuras 21 e 22 pode-se constatar o desprendimento da camada de tinta em duas edificações diferentes, ocorrendo assim a exposição das camadas porosas da parede. Em ambas Figuras também pode-se identificar uma concentração de sais na parede, podendo ser a ocorrência de eflorescência ou deposição de sais contidos na própria maresia devido a proximidade da edificação com o mar.



Figura 21: Desprendimento de camada de tinta  
Fonte: Acervo da autora, 2023



Figura 22: Desprendimento de camada de tinta  
Fonte: Acervo da autora, 2023

O Gráfico 1 apresenta a relação das manifestações patológicas encontradas nas fachadas das edificações que estão na faixa de areia da Prainha, Arraial do Cabo – RJ. O gráfico apresenta informações referentes ao número de vezes que tal manifestação patológica foi encontrada em fachadas de diferentes edificações, podendo algumas edificações apresentar mais de uma manifestação patológica.

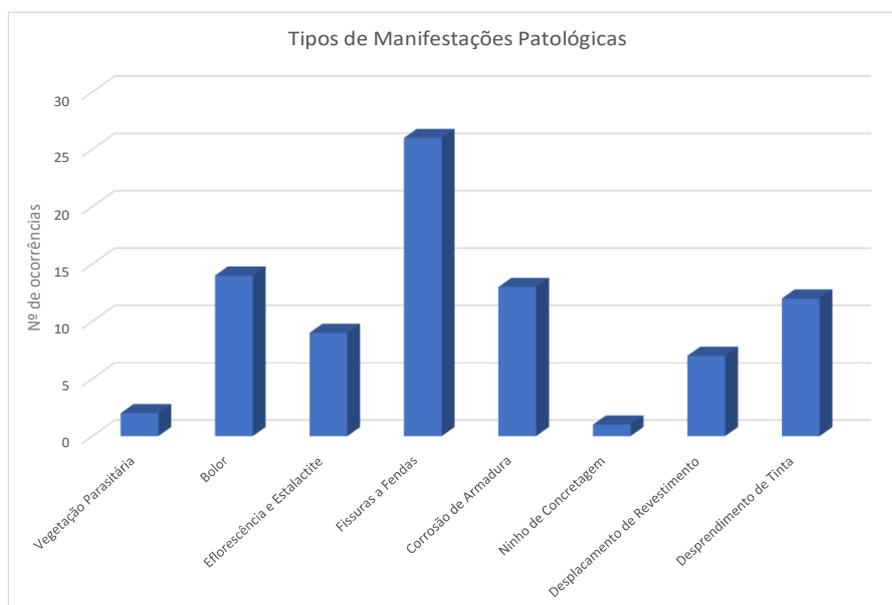


Gráfico 1: Relação de Manifestações Patológicas encontradas nas Fachadas das Edificações  
Fonte: Acervo da autora, 2023

## 8. Considerações finais

Através do presente trabalho conclui-se que edificações em cidades litorâneas estão mais suscetíveis à ação de agentes externos corrosivos advindos da maresia devido à exposição marítima. É recomendada e de extrema importância a limpeza e proteção de todas as dependências da edificação por meio de impermeabilizantes, tintas e produtos especiais próprios para tais fins, possibilitando uma maior durabilidade e estabilidade da edificação e materiais utilizados para sua construção. O local de implementação de uma edificação deve ser escolhido com análise prévia e com base em documentos legais, pois existem zonas que são protegidas e não podem ser utilizadas para moradia e/ou lazer, porém existem outras zonas com uma maior flexibilidade para tais fins.

Como abordado, a ocupação e modificação de locais não permitidos resultam em penalidades como demolição da edificação e multas.

Ressalta-se que há um histórico de ocupação desordenada na Prainha, levando em consideração que há um morro logo ao final da praia. Algumas moradias já foram erguidas no local. A consequência que uma ocupação desordenada possa

vir acarretar é uma maior geração de resíduos, inchaço populacional, desmatamento e deslizamentos.

A maresia não se limita a atingir somente edificações à beira-mar, pois a mesma pode percorrer grandes distâncias, tanto horizontal quanto verticalmente, podendo também ser impulsionada pela ação de fortes ventos, um fator constante no município de Arraial do Cabo. Sendo a maresia uma névoa fina e úmida formada por gotículas de água salgada no ar, seus íons de cloreto são excelentes transportadores de elétrons o que acelera a corrosão do ferro. Nas estruturas de concreto armado, estas gotículas de maresia se depositam no concreto, que é um material poroso facilitando essa fixação, com a ação de um meio diluidor, como por exemplo, a água da chuva. Esses sais são dissolvidos e conseguem penetrar no concreto através de seus poros, e após esta penetração a armadura que se encontra no interior do concreto tende a expandir devido a oxidação que sofre pela presença do oxigênio e íons de cloreto. Esse aumento de seção do aço não é suportado pelo concreto que o cobre, devido a isto, o concreto tende a rachar e se não tratado, a deslocar e assim cada vez mais a edificação perde sua resistência podendo vir a atingir seu extremo e colapsar com o tempo.

O concreto autocicatrizante é uma boa alternativa para cidades litorâneas, incluindo Arraial do Cabo. É uma tecnologia que consiste no fechamento de fissuras, ou seja, aberturas com até 0,5 mm de espessura, que o concreto sofreu. É um concreto que possui menos poros que o concreto convencional, devido a isto, tornar-se mais difícil a penetração de cloretos na estrutura que possam vir a atingir a armadura, aumentando assim a durabilidade da estrutura. Takagi et. al (2018), apontam que o que proporciona essa cicatrização do concreto é um aditivo cristalizante que é inserido no mesmo, e o mecanismo de cicatrização pode ser ativado mais de uma vez.

A maresia pode atingir diversas partes e materiais que compõe uma edificação, como telhados, madeiras, paredes, dentre outras. Neste trabalho, o foco foi para o concreto armado, o qual é formado por concreto e aço. Porém, não se descarta que todos os elementos de uma edificação são importantes e devem ser protegidos com produtos e materiais específicos para cada finalidade e em combate ao agente degradante presente na localidade.

## 9. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de Estruturas de Concreto. Rio de Janeiro, p. 238. 2014.

ASSOCIAÇÃO ESTADUAL DE MUNICÍPIOS (AEMERJ). Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.aemerj.org.br/index.php/municipios/32-arraial-do-cabo>

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf)

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.561, de 13 de julho de 1977. Dispõe sobre a ocupação de terrenos da União e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del1561.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1561.htm)

BRASIL. Decreto-Lei nº 2.398, de 21 de dezembro de 1987. Dispõe sobre foros, laudêmios e taxas de ocupação relativas a imóveis de propriedade da União, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del2398.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del2398.htm)

BRASIL. Decreto-Lei nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm)

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.760, de 05 de setembro de 1946. Dispõe sobre os bens imóveis da União dá outras providências. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=740560](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=740560)

BRASIL. Lei nº 2.483, de 16 de maio de 2023. Lei Municipal de Arraial do Cabo. Diário Oficial. Edição 291, 2023. Disponível em: <https://arraialdocabo.rj.leg.br/leis/1124>

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm)

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm)

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm)

BRASIL. Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Lei nº 9.760, de 15 de maio de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2º do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9636.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9636.htm)

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os Arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)

CABRAL, A. E. B. **Avaliação da eficiência de sistema de reparo no combate à iniciação e à propagação da corrosão do aço induzida por cloretos**. Porto Alegre, RS, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3523>

Engenharia civil na internet, 2024 - **Dicionário**. Disponível em: <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/>

FERREIRA NETO, Augusto José; VIEIRA, Luara Batalha. **Manual de Engenharia Civil: Estruturas de concreto**. vol. 1. Salvador: 2B, 2018. 112 p.

GENTIL, Vicente. **Corrosão e anticorrosivos**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 345 p.

Google Earth, 2023. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **História – Arraial do Cabo (RJ)**. Brasil, 2014. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1679/>

MENEGHEL, Ricardo. CarLuc, 2022. Concreto Armado – O que é, Composição e Uso. Disponível em: <https://carluc.com.br/materiais-de-construcao/concreto-armado/>

SANTOS, Roberto Eustaáquio dos. **A ARMAÇÃO DO CONCRETO NO BRASIL: História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia**. Belo Horizonte, MG, 2008. Tese (Doutor) – Faculdade de Educação da UFMG – UFMG, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-84KQ4X>

SENA, G.O., NASCIMENTO, M.L., NABUT NETO, A.C. **Patologia das Construções**. Salvador: 2B, 2020. 256 p.

SOUZA, Elói Romão dos; SILVA FILHO, Luiz Ferreira da; SILVA, Gecílio Pereira da. **Estudo de caso: O efeito da corrosão em estruturas de concreto armado sob a ação da maresia na praia de Tibau/RN**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6280>

Takagi, E. M., Lima, M. G., Helene, P. (2018) **Concretos autocicatrizantes com cimentos brasileiros de escória de alto forno ativados por catalisador cristalino**. Concreto e Construções 41(73), p. 75 – 79. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7661135/mod\\_resource/content/1/19%20Concreto%20auto\\_cicatrizante.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7661135/mod_resource/content/1/19%20Concreto%20auto_cicatrizante.pdf)

## GLOSSÁRIO

**ARMADURA** – Elemento executado em varões de aço, que são cortados, montados e atados para a execução de vigas, pilares, lajes, dentre outros elementos estruturais.

**COBRIMENTO** – Espessura de concreto entre a face interna da forma e a armadura.

**FACHADA** – Face exterior de um edifício.

**FISSURÔMETRO** – Instrumento para medição de aberturas.

**FUNDAÇÃO** – Alicerce da edificação.

**MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA** – Degradações encontradas na edificação.

**RECALQUE** – Deformação no solo devido a carga da estrutura que causa desnível na edificação.

**SUPERESTRUTURA** – Parte da estrutura que está acima do solo.