



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL

CARLOS MAGNO ROSA MUNIZ

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E VALORIZAÇÃO
IMOBILIÁRIA EM EDIFÍCIOS DA PRAIA DO FUTURO EM FORTALEZA**

FORTALEZA

2020

CARLOS MAGNO ROSA MUNIZ

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E VALORIZAÇÃO
IMOBILIÁRIA EM EDIFÍCIOS DA PRAIA DO FUTURO EM FORTALEZA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil
do Centro Universitário Christus, como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Msc. Marisa Teófilo
Leitão

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M963a Muniz, Carlos.
 Análise das manifestações patológicas e valorização
 imobiliária em edifícios da Praia do Futuro em Fortaleza / Carlos
 Muniz. - 2020.
 66 f. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro
 Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,
 Fortaleza, 2020.
 Orientação: Profa. Ma. Marisa Teófilo Leitão.

 1. Manifestações patológicas. 2. Valorização. 3. Praia do
 Futuro. I. Título.

CDD 624

CARLOS MAGNO ROSA MUNIZ

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E VALORIZAÇÃO
IMOBILIÁRIA EM EDIFÍCIOS DA PRAIA DO FUTURO

TCC apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Msc Marisa Teófilo Leitão

Aprovado em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Profa. Msc. Marisa Teófilo Leitão
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Profa. Msc. Rafaela Fujita Lima
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Msc. Nelson de Oliveira Quesado Filho
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

AGREDECIMENTO

À minha família, especialmente meus pais, irmãos e tias que sempre me mostraram os melhores caminhos, apoiaram-me em todas as minhas decisões e me ensinaram a retirar o melhor da vida.

À Profa. Msc. Marisa Teófilo Leitão, pela orientação e a oportunidade para que eu pudesse desenvolver e finalizar esse trabalho, mesmo no momento de quarentena por causa da pandemia.

À Profa. Dra. Ana Vlória Cabral Sobral, pela orientação e a ajuda em desenvolver uma parte desse trabalho.

A todos os professores e colegas do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Christus, que me ajudaram direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

A todos meus amigos, pelo apoio e companheirismo.

A Deus por tudo e, principalmente, pela minha vida e caminhos trilhados.

A todos, o meu sincero obrigado.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”.

(Aldo Novak)

RESUMO

A Praia do Futuro é um dos principais pontos turísticos de Fortaleza, no estado do Ceará, porém o grande potencial turístico não é refletido no mercado imobiliário desse bairro por conta da baixa valorização dos imóveis. O presente trabalho apresenta as manifestações patológicas em alguns edifícios da Praia do Futuro, descreve as características dos apartamentos, analisa e compara esses imóveis em relação aos de bairros de alto padrão e de periferia da cidade de Fortaleza, mostrando a diferença de valorização do m² entre essas regiões. A análise das manifestações patológicas foi realizada em visita local e registrada por meio de fotos. Os dados e valores de m² de cada empreendimento foram obtidos por meio de uma imobiliária local. Como resultado, o presente estudo apontou que, devido a atmosfera agressiva, presente no bairro da Praia do Futuro, muitas manifestações patológicas são identificadas em prédios da região. Muitas dessas manifestações por serem facilmente visualizadas, prejudicam a estética do edifício causando assim uma desvalorização do empreendimento e conseqüentemente do bairro. Quando comparado o valor médio do m² com o bairro de alto padrão, obteve-se uma diferença de 131% e, em relação aos bairros de periferia, alcançou-se até 35% de desigualdade.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Valorização. Praia do Futuro.

ABSTRACT

Praia do Futuro is one of the main tourist spots in Fortaleza, in the state of Ceará, but the great tourist potential is not reflected in the real estate market in this neighborhood due to the low valuation of properties. The present work presents as pathological manifestations in some buildings of Praia do Futuro, describes as apartment characteristics, analyzes and compares these properties in relation to the high standard neighborhoods and the periphery of the city of Fortaleza, showing a difference in valuation between m² of these regions. An analysis of pathological manifestations was carried out at a local visit and recorded using photos. The data and m² values of each project were captured through a local real estate company. As a result or present study, that due to the aggressive atmosphere present in the Praia do Futuro neighborhood, many pathological manifestations are identified in properties in the region. Many of these manifestations, because they are easily visualized, impair the aesthetics of the building and can cause devaluation of the enterprise and consequently in the neighborhood. When compared with the average value of m² with the neighborhood of high standard, it can cause a difference of 131% and in relation to the suburbs affected up to 35% of inequality.

Key words: Pathological Manifestations. Appreciation. Praia do Futuro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Incidência relativa dos tipos de fissuras em concreto armado	19
Figura 2	-	Exemplos de (a) fissura, (b) trinca e (c) rachadura	20
Figura 3	-	Avanço de carbonatação nos intervalos de tempo	21
Figura 4	-	Representação esquemática da penetração de CO ₂ por difusão e processo de carbonatação.....	22
Figura 5	-	Edifício com problema de destacamento de placas cerâmicas	23
Figura 6	-	Problemas apresentados devido as infiltrações: (a) bolhas, (b) mofo e (c) descascamento do revestimento	24
Figura 7	-	Exemplo de eflorescência em superfície de alvenaria rebocada	25
Figura 8	-	Exemplo de eflorescência em superfície de revestimento cerâmico	25
Figura 9	-	Apresentação de maneira esquemática das formas de corrosão....	28
Figura 10	-	Variação nas seções transversais dos pites.	29
Figura 11	-	Representação do mecanismo de ruptura da camada passiva.	30
Figura 12	-	Três condições necessárias para ocorrer a CST.	30
Figura 13	-	Corrosão intergranular	32
Figura 14	-	Corrosão intragranular ou transcristalina, em aço inoxidável que foi submetido à ação de cloreto e temperatura.....	32
Figura 15	-	Desempenho da corrosão no aço patinável.	35
Figura 16	-	Direção predominante dos ventos na cidade de Fortaleza.	36
Figura 17	-	Concentração máxima em alguns locais.....	36
Figura 18	-	Representação esquemática de uma estrutura de concreto exposto a água do mar.....	38
Figura 19	-	Localização dos bairros da pesquisa na cidade de Fortaleza	41
Figura 20	-	Fissuras em fachada.....	45
Figura 21	-	Fissuras em viga.....	46
Figura 22	-	Fissuras em parede com janela.....	47
Figura 23	-	Fissuras em pilar.....	47
Figura 24	-	Fachada de edifício com cerâmicas de coloração diferentes.....	48
Figura 25	-	Fachada com destacamento de placas cerâmicas.....	49
Figura 26	-	Laje com manchas devido infiltrações.....	49
Figura 27	-	Formação de bolhas devido infiltração.....	50

Figura 28 - Eflorescência em maçaneta de porta.....	50
Figura 29 - Corrosão em corrimão da varanda.....	51
Figura 30 - Corrosão em trave de futebol.....	52
Figura 31 - Corrosão em spot de iluminação.....	52
Figura 32 - Corrosão em poste de iluminação.....	53
Figura 33 - Corrosão em armadura de encontro de viga com pilar.....	54
Figura 34 - Corrosão em laje.....	54
Figura 35 - Corrosão na laje de uma varanda.....	55
Figura 36 - Valor médio do m ² dos imóveis analisados.....	58

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1 - Incidência das manifestações patológicas nos edifícios analisados .. 55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes de agressividade ambiental (CAA)	33
Quadro 2 - Concentrações dos principais íons presentes na água do mar.....	37
Quadro 3 - Fluxograma das atividades do trabalho.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais atributos dos imóveis nos empreendimentos	56
Tabela 2 - Apartamentos em outros bairros de Fortaleza.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Valorização imobiliária	17
2.2	Patologias da construção civil	18
2.2.1	<i>Definição de patologia</i>	18
2.2.2	<i>Tipos de manifestações patológicas</i>	19
2.2.2.1	Fissuras	19
2.2.2.2	Carbonatação	21
2.2.2.3	Destacamentos de placas cerâmicas	22
2.2.2.4	Infiltração	23
2.2.2.5	Lixiviação (eflorescência)	24
2.3	Corrosão	26
2.3.1	<i>Tipos de corrosão</i>	27
2.3.1.1	Corrosão eletroquímica	27
2.3.1.1.1	<u>Corrosão por pites</u>	28
2.3.1.1.2	<u>Corrosão sob tensão fraturante</u>	30
2.4	Atmosferas corrosivas	33
2.4.1	<i>Atmosfera marítima e respingos de maré</i>	34
2.4.1.1	Ação da água do mar	37
2.5	Vida útil	38
2.6	Desempenho	39
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	41
3.1	Ambiente da pesquisa	41
3.2	Natureza da pesquisa	42
3.3	Tipologia da pesquisa	43
3.4	Coleta de dados	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	Fissuras	45
4.2	Destacamento de placas cerâmica	48
4.3	Infiltração	49
4.4	Eflorescência	50

4.5	Corrosão	51
4.5.1	<i>Corrosão em objetos</i>	51
4.5.2	<i>Corrosão em armaduras de concreto armado</i>	53
4.6	Caracterização dos edifícios na Praia do Futuro	56
4.7	Caracterização de imóveis em outros bairros	57
5	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um rápido desenvolvimento na construção civil, devido à alta demanda de edificações habitacionais, industriais, comerciais ou de infraestrutura. Dessa forma, realizou-se grandes avanços tecnológicos e científicos.

Com o crescimento da Engenharia Civil, as inovações trouxeram maiores riscos dentro de limites pré-estabelecidos por normas, devido a imperícia, envelhecimento “natural” da estrutura e até a utilização de materiais de inferior qualidade e fora das especificações. Com base no descrito, tem sido constatado que alguns empreendimentos têm desempenhos insatisfatórios para suas devidas finalidades (SOUZA, 2009). Os danos causados pelo baixo desempenho dos materiais utilizados na construção são chamados de manifestações patológicas. Elas podem acontecer de diversas maneiras, como: corrosão, trincas, infiltrações, danos por umidade ou fissuras (ALMEIDA, 2016).

A corrosão pode ser estabelecida como um processo espontâneo de degradação química ou eletrolítica de um material, usualmente metálico, por ações da atmosfera do local. Esse processo de degradação resulta em perigosas alterações químicas e físicas do material, tornando-o inapropriado para o uso e causando perdas econômicas para os usuários. O custo médio de um país para a recuperação dos prejuízos causados pela corrosão, de modo geral, é em torno de 3% do PIB (GENTIL, 2012).

Na construção civil, os diversos tipos de manifestações patológicas podem ocorrer em diversos materiais, como em concreto, armaduras, borrachas, polímeros e madeiras. Com isso, deve-se ter o devido cuidado na conservação, utilização e fatores de segurança desses materiais, pois esses motivam a perda de desempenho e durabilidade (CABRAL, 2000).

A corrosão no concreto armado acontece em lugares com maior taxa de umidade e elementos agressivos no ar. Esse fenômeno pode ocorrer por carbonatação (alta concentração de CO_2), reação álcali-agregado, águas sulfatadas, entre outros, mas normalmente potencializadas por falhas na concretagem, como nichos de concretagem. Os vazios do concreto, por exemplo, facilitam a penetração de cloretos provenientes da maresia (GENTIL, 2012).

A Praia do Futuro tem a maior concentração de cloretos suspensos no ar do mundo e, em termos quantitativos, é quase o dobro de concentração em comparação com a Nigéria, que é considerada a segunda maior. Por isso, quanto maior a quantidade de cloreto no ar, maior será a maresia e, conseqüentemente, a corrosão (CAMPOS; CABRAL, 2016).

Devido esses problemas da atmosfera agressiva na Praia do Futuro, deve ser realizada uma inspeção periódica com o intuito de fazer uma manutenção preventiva dos empreendimentos. Nos países desenvolvidos, já é adotado um sistema de inspeções periódicas em obras públicas, como em pontes, passarelas e túneis, para correção de qualquer sinal de deterioração, dificultando a transformação dos pequenos danos em grandes problemas, cuja solução tem maior custo, podendo acarretar outros danos materiais ou fatalidades (SOUZA, 2009).

Nos empreendimentos dos outros bairros de Fortaleza, também há degradação, mas em níveis inferiores da Praia do Futuro. Isso acontece devido a dois fatores: alta concentração de cloretos nos primeiros metros e a direção dos ventos da cidade de Fortaleza, pois eles adentram na cidade pela orla dessa praia, tendo maior incidência nos imóveis da região e aumentando a velocidade de deterioração dos objetos e estruturas dos edifícios (CAMPOS; CABRAL, 2016).

Esse fenômeno diminui o tempo necessário entre as manutenções periódicas, aumentando os custos de revisão dos prédios. O aumento prejudica a instalação de comércios grandes como supermercados, bancos ou farmácias, diminuindo o movimento de pessoas na região e causando o aumento da criminalidade (SOUZA, 2009).

Fundamentado nessa diferença, a problematização deste trabalho de pesquisa se baseia na seguinte questão: Como as manifestações patológicas de edifícios da Praia do Futuro podem impactar na valorização dos imóveis?

A justificativa do trabalho se dá pelo fato de que o bairro da Praia do Futuro, apesar de possuir um grande potencial turístico, nunca desenvolveu o potencial imobiliário e comercial. Segundo pesquisa no Google Maps, não existem comércios de grandes redes no bairro. Além disso, estudos recentes confirmam a alta agressividade do ar naquela região, prejudicando e potencializando as manifestações patológicas dos edifícios da região. Esses problemas afetam diretamente a baixa procura de pessoas interessadas pelos imóveis da região e a ausência de comércios, como supermercados, farmácias, padarias e bancos no bairro. Dessa forma, a

pesquisa busca apresentar a realidade de alguns imóveis da Praia do Futuro, fazendo o contraponto com outros bairros e chamando a atenção para a importância das manutenções prediais e como isso pode prejudicar a valorização deles, visto a possibilidade de acidentes mais graves. Baseado no objetivo geral, os objetivos específicos são:

- a) identificar as manifestações patológicas encontradas em empreendimentos da Praia do Futuro;
- b) caracterizar os edifícios visitados e avaliar valores de m²;
- c) comparar a valorização dos edifícios da Praia do Futuro com outros bairros na cidade de Fortaleza.

A estrutura deste trabalho concentra-se em cinco seções. Na primeira seção, está a Introdução, abordando contextualização do tema, objetivo geral e específicos, problematização, justificativa e estrutura do trabalho. Na segunda seção, encontra-se o Referencial Teórico, expondo todo o desenvolvimento teórico do estudo. Na terceira seção, denominada Metodologia da Pesquisa, serão descritos e discutidos o ambiente da pesquisa, a natureza da pesquisa, a tipologia da pesquisa, o tratamento e a coleta de dados. Na quarta seção, são apresentados Resultados e Discussão, assim expondo as fotos retiradas pelo autor, descrevendo as manifestações patológicas encontradas, suas possíveis causas e a caracterização dos edifícios estudados. Na quinta seção, está a Conclusão e, no final, as Referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa seção do trabalho tem a finalidade de transmitir os principais tipos de patologias dos empreendimentos que se encontram próximo de uma atmosfera marítima.

2.1 Valorização imobiliária

A necessidade de uma residência é característica do ser humano, sendo ela básica e relacionada à busca de segurança contra os problemas do meio-ambiente, potencializando o bem-estar. Os imóveis ocupam um papel importante no meio econômico, através de mercado imobiliário envolvendo a difícil interação entre a oferta e demanda (PAIXÃO; LUPORINI, 2019).

Para a avaliação do preço dos imóveis, não é apenas as características físicas da propriedade possuem relevância. Segundo o IBGE (2018), média de pessoas por domicílio e dormitório, água tratada, saneamento básico, estado de conservação e condição de ocupação são itens mais relevantes para o bem-estar das moradias, comparando com o tipo de material utilizado na construção do domicílio.

Segundo Filho (2004), cada imóvel tem características singulares, sendo elas:

- heterogeneidade: cada propriedade é precificada pelas suas características distintas;
- bem imóvel: não se movimenta;
- durabilidade: vida útil dentro de um largo espaço de tempo;
- preços elevados: estima-se que a renda necessária para a compra de um imóvel equivale, em média, de 3 à 4 vezes a renda anual de um indivíduo;
- custos de mudança;
- estabilidade: possuem baixa volatilidade se comparado a outros investimentos;
- divisibilidade dos ambientes do imóvel;
- posição social;
- segmentação geográfica: nichos geográficos de valorização imobiliária.

Quando um sujeito pensa em adquirir um imóvel, é levado em conta todos os fatores acima, mas a heterogeneidade dos imóveis dificulta a escolha deles. Quando um consumidor compra uma habitação por um valor, ele está consciente ou inconscientemente valorizando cada uma das características da residência (REIS, 2011).

Ainda, segundo Reis (2011), quando um indivíduo vai comprar um bem imóvel, ele olha todo o mercado imobiliário para selecionar duas ou três opções. Quando ele diz que a habitação A é melhor do que a habitação B, ele quis dizer que as características da habitação A se adequam melhor para a sua demanda de utilidade do que a habitação B, ainda que sejam os mesmos atributos.

Com isso, mesmo tendo dois apartamentos com as mesmas características, ambos terão valor diferentes, por causa da utilidade deles para os interessados em imóveis na região.

2.2 Patologias da construção civil

Para o melhor entendimento sobre o tema da pesquisa serão aprofundados, nos subitens a seguir, a definição de patologia e os principais tipos de manifestações patológicas.

2.2.1 Definição de patologia

O termo patologia é tradicionalmente utilizado na medicina e refere-se à ciência que estuda as doenças, suas origens, os sintomas, os agentes causadores e os mecanismos ou processo de ocorrência (AZEVEDO, 2011). Na Construção Civil, esses problemas nos processos construtivos representam danos ou imperfeições que podem afetar negativamente a estética, vida útil ou desempenho de elementos que compõem a edificação.

O estudo da Patologia das Estruturas pode ser dividido como simples ou complexas. As patologias simples são de fácil reconhecimento e normalmente de fácil manutenção, podendo ser solucionados sem que o responsável necessite entendimento especializado na área. As patologias complexas necessitam de mecanismos de inspeção especiais e manutenções rotineiras, e de engenheiros especializados na área (SOUZA, 2009).

2.2.2 Tipos de manifestações patológicas

As manifestações patológicas mais frequentes na Engenharia Civil são fissuras, carbonatação, destacamentos das placas cerâmicas, infiltração, lixiviação (eflorescência) e corrosão (MACEDO, 2017). Nos subitens a seguir, serão descritos esses tipos de patologias.

2.2.2.1 Fissuras

Podem ser definidas como aberturas feitas sob ações mecânicas ou físico-químicas que comprometem a superfície do elemento estrutural, com isso tornando-se um fácil acesso para a entrada de substâncias agressivas à estrutura. Esse tipo de patologia pode ser causado das mais diversas formas, tem um diagnóstico complexo e pode manifestar-se depois de anos, dias ou mesmo horas (GONÇALVES, 2015).

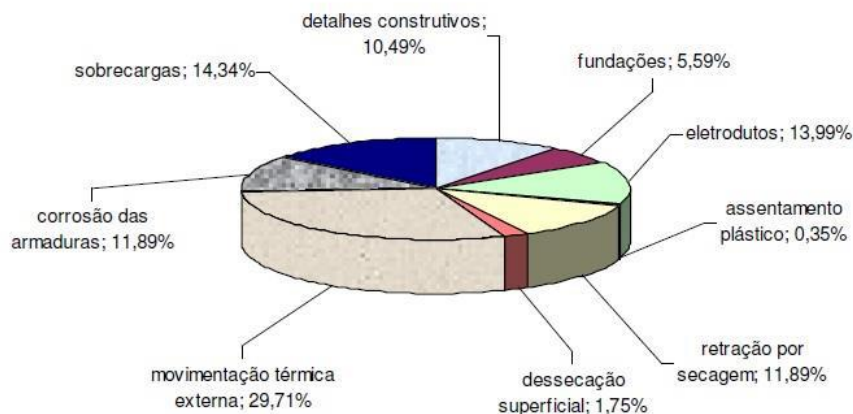
A fissuração pode ser considerada a anomalia mais frequente, ou pelo menos, a mais chamativa para os proprietários (SOUZA; RIPPER, 2009). Segundo Thomaz (2003), é um problema particularmente importante devido a três aspectos:

1. aviso de uma possível condição perigosa para a estrutura;
2. comprometimento do desempenho da obra em serviço;
3. aflição psicológica que a fissuração do empreendimento traz para os usuários

usuários

Na Figura 1, Dal Molin (1988) apontou as principais razões da ocorrência de fissuras:

Figura 1 - Incidência relativa dos tipos de fissuras em concreto armado



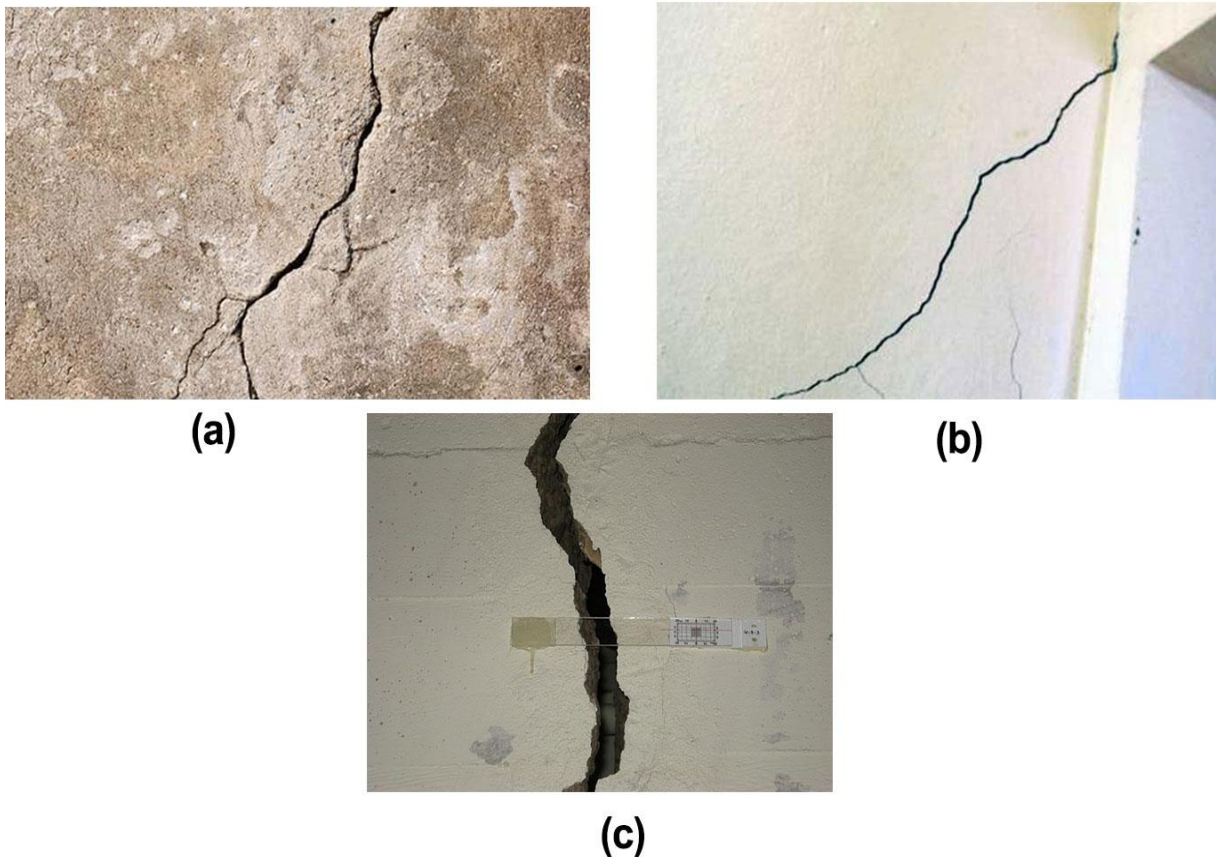
Fonte: Dal Molin (1988, p. 136).

A NBR 6118 (2014), estabelece as fissuras como arriscadas quando a espessura na área de concreto aproxima-se dos seguintes valores:

- a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano, marinho e industrial);
- c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

Conforme Gonçalves (2015), a definição de fissura pode ser confundida com os termos “trinca” e “rachadura”. Para sanar essa ambiguidade, é necessário entender que as trincas são similares às fissuras em relação ao tratamento, mas diferem na dimensão, pois as trincas apresentam aberturas superiores que 0,5mm, já as rachaduras diferem das demais, devido ao fato de terem brechas superiores a 1,0mm, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Exemplos de (a) fissura, (b) trinca e (c) rachadura



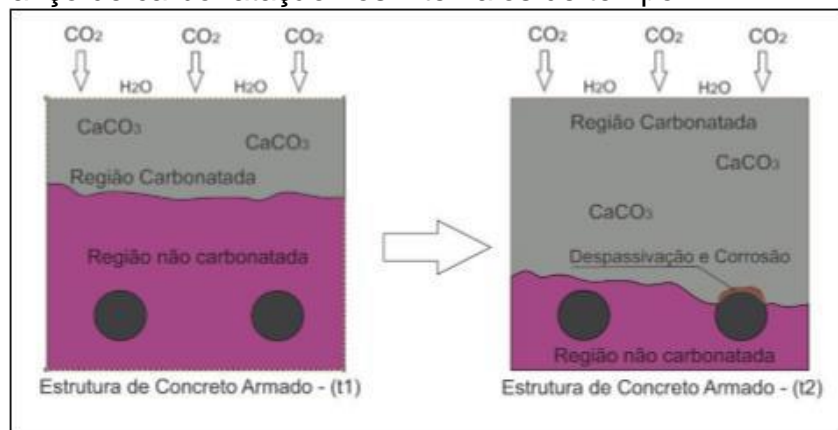
Fonte: Fórum da Construção (2019); Preechachanwate (2019); Mabel (2019), adaptada pelo autor.

2.2.2.2 Carbonatação

A carbonatação pode ser definida como o processo físico-químico espontâneo, que reduz a alcalinidade presente no concreto, isto é, o pH elevado por causa das moléculas hidratadas no concreto reduz até a neutralização. Essa ação ocorre devido o gás carbônico que penetra nos poros de concreto, mistura-se com os compostos de cálcio do concreto, resultando em carbonato de cálcio (CaCO_3), gerando assim as fissuras e resultando na corrosão e despassivação do aço. Esse processo acontece normalmente nas grandes cidades por conter maior concentração de dióxido de carbono da atmosfera (SERRA, 2012).

Na Figura 3, Tasca (2012) demonstra a carbonatação do concreto até a despassivação e corrosão do aço.

Figura 3 - Avanço de carbonatação nos intervalos de tempo

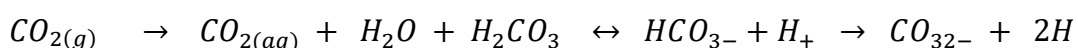


Fonte: Tasca (2012, p. 33).

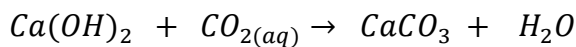
A degradação pela corrosão está diretamente relacionada com o processo de carbonatação. A ocorrência de patologias como destacamento e deslocamento do revestimento, expansão e fissuração são produzidos pela corrosão de estruturas de concreto armado, que é causada carbonatação, devido aos óxidos de ferro (Fe_2O_3) que tendem a ocupar até dez vezes o volume do aço original da armadura, causando maiores tensões internas e resultando em pequenas fissuras na estrutura (VALENÇA, 2016).

Segundo Ribeiro (2014, p. 91), a carbonatação pode ser dividida em 4 etapas:

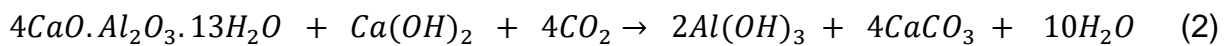
- 1ª etapa: O CO_2 (g) difunde para o interior do concreto:



- 2ª etapa: O CO_2 (g) dissolvido na solução de poros de concreto reage com hidróxido de cálcio:



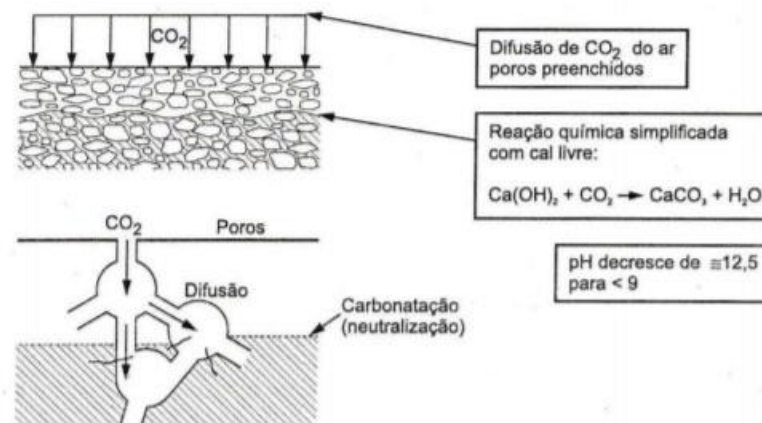
- 3ª etapa: Reação com silicatos e aluminatos:



- 4ª etapa: O carbonato de cálcio tem uma solubilidade muito baixa e precipita dentro dos poros, reduzindo a porosidade e formando uma barreira ao progresso da frente de carbonatação.

Ao longo das etapas descritas acima há uma diminuição do pH para valores abaixo de 9, deixando a armadura ativa. Logo após, essa diminuição do pH, a corrosão é iniciada e ocorre uma interação entre a composição química do aço e do concreto, ocasionando mudanças significativas e prejudicando as propriedades do concreto armado. Esse processo degenerativo pode ser observado na Figura 4 (RIBEIRO, 2014).

Figura 4 - Representação esquemática da penetração de CO_2 por difusão e processo de carbonatação



Fonte: Ribeiro (2014, p. 92).

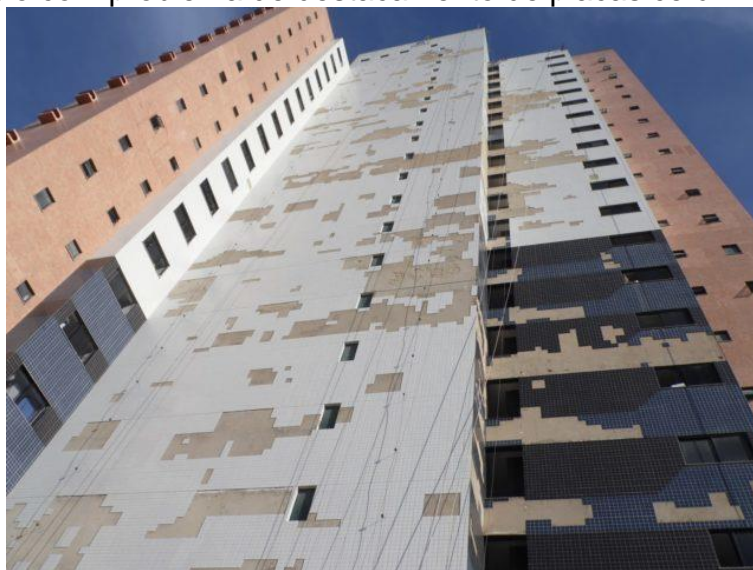
2.2.2.3 Destacamentos de placas cerâmicas

Trata-se de uma manifestação patológica preocupante e recorrente em edifícios com esse tipo de revestimento, devido ao alto risco de acidentes aos pedestres, redução das funções de proteção, impermeabilização e depreciação do edifício. Na maior parte dos casos, o desprendimento das placas cerâmicas ocorre na

fase de execução do assentamento das cerâmicas, devido ao mal assentamento, pelo alto tempo em aberto da massa colante ou quando os responsáveis pela obra não fiscalizam corretamente a produção (FONTENELLE, 2004).

Ainda segundo Fontenelle (2004), essas manifestações patológicas podem ocorrer também na etapa de projeto - quando são adotados materiais com a qualidade incompatível com o ambiente onde será utilizado, ou quando desprezam as interações das cerâmicas com outros componentes do empreendimento (como as esquadrias). A Figura 5 apresenta um edifício que sofre com esse tipo de problema.

Figura 5 - Edifício com problema de destacamento de placas cerâmicas



Fonte: Atex (2019).

2.2.2.4 Infiltração

A infiltração pode ser considerada como a passagem de água da superfície para o interior do solo. Na engenharia civil, esse problema acontece devido a passagem de água da área externa para a área interna, por meio de fissuras, trincas ou a eficiência de absorção do material (HUSSEIN, 2013).

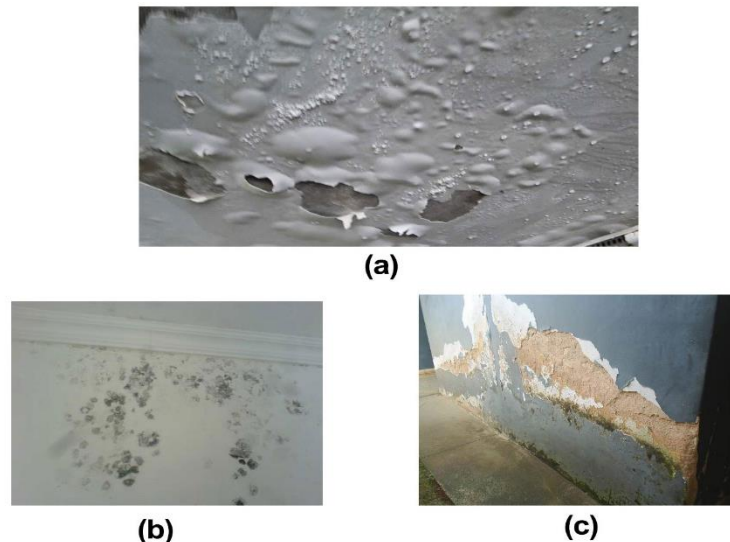
Atualmente, há uma grande taxa de infiltração nos empreendimentos brasileiros, causando desconforto pessoal, situações de insalubridade e contribuição para a degradação dos materiais. Na maior parte das vezes, as soluções adotadas são errôneas ou incompletas, por causa do impreciso julgamento do profissional encarregado, ocasionando o regresso da patologia (CECHINEL, 2011).

Segundo Vitório (2003), a umidade presente nas infiltrações pode ter diversas origens como:

1. absorção de água do solo pelas fundações;
2. condensação do vapor de água nas superfícies ou no interior das edificações;
3. vazamento de tubulações de água ou esgoto;
4. infiltração de água da chuva que penetra nos edifícios, principalmente através das fachadas e cobertas.

Ainda segundo Cechinel (2011), a ausência de uma adequada impermeabilização, presença de fissuras ou a carência de uma manutenção preventiva pode possibilitar que a umidade penetre nos vazios das mais diversas formas, esses fatores podem afetar os usufruidores das edificações e o visual da área. As infiltrações nas fachadas e cobertas de empreendimentos podem ser aumentadas pelas intensidades dos ventos das chuvas. Há diversas anomalias que podem ser causadas por essa manifestação patológica, como descolamento, eflorescência, mofo, apodrecimento, descascamento do revestimento, bolhas, manchas e goteiras, conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Problemas apresentados devido as infiltrações: (a) bolhas, (b) mofo e (c) descascamento do revestimento



Fonte: Superveda (2019); Fórum da Construção (2019); Zap em Casa (2019), adaptada pelo autor.

2.2.2.5 Lixiviação (eflorescência)

A lixiviação é o processo causado pela infiltração quando transporta hidróxidos, formando sais na superfície e resultando na eflorescência. A eflorescência reproduz no depósito de sais, normalmente vindos da base ou substrato na extensão de uma superfície qualquer. Para que ela aconteça, é necessário um ambiente com

sais solúveis, água e gradiente hidráulico. A aglomeração de sais ocorre devido a evaporação da água da solução demasiadamente salina, que flui por dentro dos materiais (JUNGINGER; MEDEIROS, 2002).

Segundo Vitório (2003, p. 51): “a umidade através das paredes e a cristalização das substâncias salinas na área de agressão, pode acontecer devido a um ou mais dos seguintes fatores:

1. capilaridade;
2. infiltrações em fissuras;
3. percolação por vazamentos de tubulações de água ou vapor;
4. condensação de vapor de água dentro das paredes”.

Pode ser visto nas Figuras 7 e 8 esse tipo de patologia em superfícies de alvenaria rebocada e revestimento cerâmico.

Figura 7 - Exemplo de eflorescência em superfície de alvenaria rebocada



Fonte: Shutterstock (2019).

Figura 8 - Exemplo de eflorescência em superfície de revestimento cerâmico



Fonte: Shutterstock (2019).

2.3 Corrosão

Segundo estudos feitos por Campos e Cabral (2016) na região da Praia do Futuro, observou-se que a principal manifestação patológica na área é a corrosão. Por isso, será dada maior ênfase nesse tipo de degradação.

A corrosão pode ser definida, em geral, como um processo espontâneo de degradação química ou eletrolítica, combinada ou não com movimentos mecânicos de um material, usualmente metálico, por ações do meio ambiente. Assim, modificando esses materiais de forma que o desempenho e a durabilidade deles deixam de atender as suas devidas funções (GENTIL, 2012; RIBEIRO, 2014).

Segundo Gentil (2012), os problemas por causa dessa patologia são frequentes e sucede nos mais diversos ambientes, como construção civil, variadas indústrias (naval, petroquímica e automobilística), odontologia (aparelhos de prótese) e medicina (ortopedia). Os prejuízos que atingem essas áreas de trabalho são divididos em diretos e indiretos.

Os prejuízos diretos são custos fáceis de avaliar e mensurar, como (GENTIL, 2012):

1. substituição de peças;
2. manutenção dos processos de proteção.

Os prejuízos indiretos são mais difíceis de avaliar, normalmente são custos mais elevados se comparados com os diretos, alguns exemplos são (GENTIL, 2012):

1. paralisações acidentais;
2. perda de produto;
3. perda de eficiência;
4. contaminação de produtos;
5. superdimensionamento nos projetos.

Na engenharia civil, essa anomalia pode desencadear diversos problemas graves para as edificações como fissuras, trincas e rachaduras, rompimento de armaduras e acidentes graves.

A corrosão ocorre devido a diversos fatores. Entre eles, os eletrólitos que corroem o metal em solução. A seguir, será descrito a ação da água do mar sobre o metal. A água do mar é um eletrólito agressivo.

2.3.1 Tipos de corrosão

Segundo Lawrence (2000), o processo de corrosão pode ser classificado das seguintes maneiras:

1. corrosão eletroquímica;
2. corrosão química.

2.3.1.1 Corrosão eletroquímica

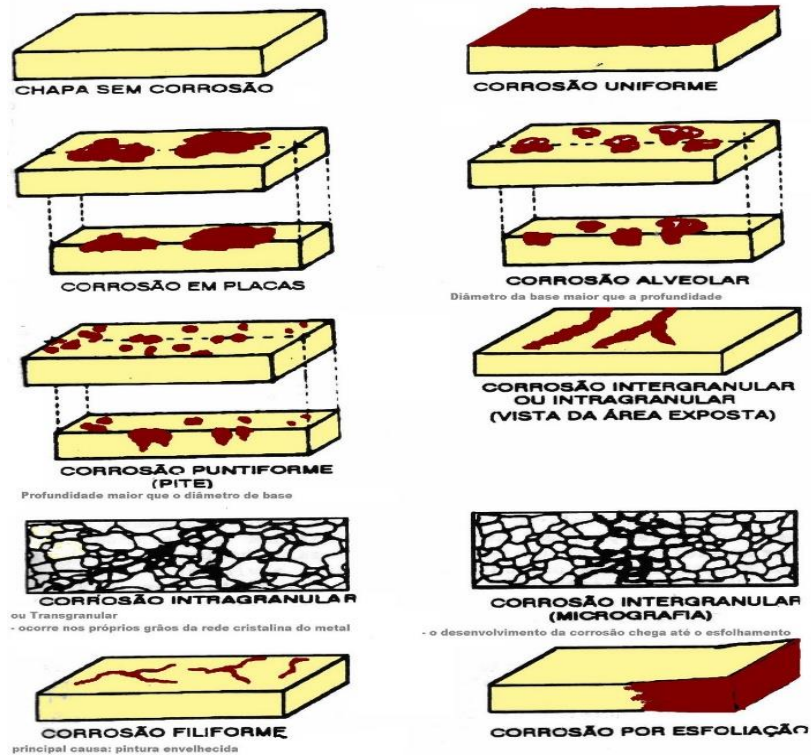
É o tipo de corrosão mais comum de ocorrer, nela são necessários três fatores: um material metálico que será corroído, meio corrosivo que irá degradar o material devido as impurezas, bem como o ambiente e condições operacionais que serão impostas no material na forma de movimentos mecânicos. Verdadeiramente, esta traz os maiores problemas à estrutura de concreto, considerado como um processo lento (RIBEIRO, 2014).

Para Gentil (2012), a corrosão eletroquímica em armaduras pode se manifestar das seguintes formas:

- a. uniforme: corrosão em toda extensão da superfície, assim havendo perda uniforme da espessura;
- b. por placas: se localiza em algumas regiões da superfície metálica e não em toda a extensão;
- c. puntiforme: ocorre em pequenas áreas localizadas ou em pontos da superfície, produzindo “pites”;
- d. alveolar: produz sulcos ou buracos semelhantes a alvéolos;
- e. intergranular: processa-se sobre os grãos da rede cristalina e há possibilidade de fraturar se solicitado a esforços mecânicos, por causa da perda de desempenho;
- f. corrosão transgranular: realiza-se entre os grãos dos cristais do metal;
- g. filiforme: resulta na forma de finas filamentos não profundos, que se propagam em diferentes direções, mas não se encontram;
- h. empoamento por hidrogênio: são bolhas formadas devido ao hidrogênio penetrar no metal e propagar-se rapidamente nos vazios;
- i. em torno da solda: é originada ao redor do cordão de solda.

Na Figura 9 é demonstrado esquematicamente as formas de corrosão em uma chapa de metal.

Figura 9 - Apresentação de maneira esquemática das formas de corrosão



Fonte: Gentil (1996, p. 40).

2.3.1.1.1 Corrosão por pites

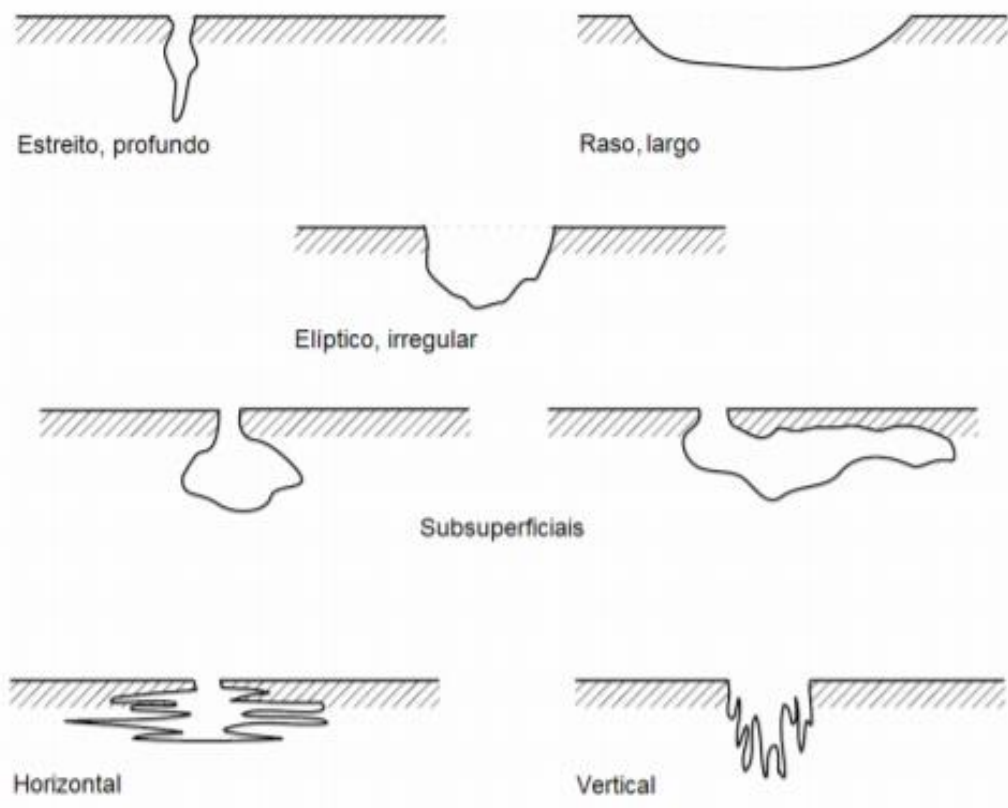
A corrosão por pites é um tipo de patologia localizada de natureza eletroquímica, onde a deterioração é situada em pequenas áreas, ocasionando pequenos furos na superfície do metal. Normalmente tem relação a materiais com película passiva, formada por óxidos ou hidróxidos, como os aços inoxidáveis, mesmo sendo fabricados para resistir a corrosão, ainda podem sofrer esse tipo de ataque (RIBEIRO *et al.*, 2014).

A camada de passivação ou camada passiva é uma fina película de proteção espontânea que são formadas na superfície dos metais. Quando acontece o processo de corrosão, a interação entre o substrato metálico e as moléculas de água no ambiente destroem a camada de passivação, causando a ruptura. O ataque por pites é geralmente atrelado a ruptura dessa camada, causado por agentes químicos ou esforços mecânicos (FERREIRA *et al.*, 2007).

Segundo a ASTM G46-94 (2005), as principais variações de pites, demonstrados na Figura 10, são os seguintes:

- I. estreito, profundo;
- II. raso, largo;
- III. elíptico, irregular;
- IV. subsuperficiais;
- V. horizontal;
- VI. vertical.

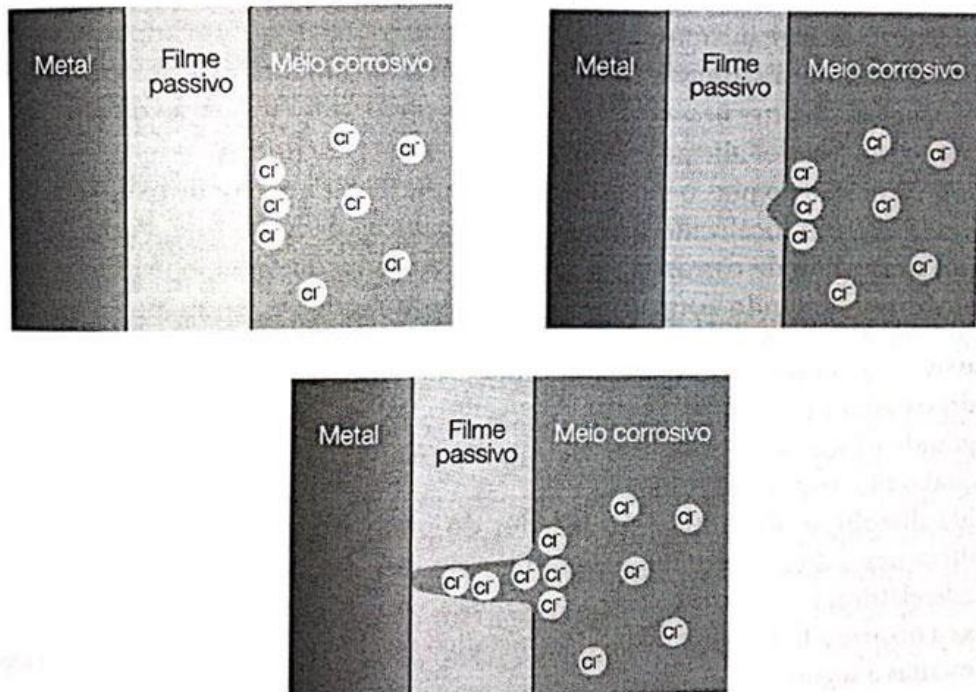
Figura 10 - Variação nas seções transversais dos pites



Fonte: ASTM G46-94 (2005, p. 3).

A presença de íons cloretos na atmosfera é uma das principais causas da corrosão por pites, isso acontece devido a substituição das moléculas de água nas regiões não recobertas, originando partículas de cloreto/metalo. Essas partículas são solúveis e de fácil remoção pelos ventos, submetendo outra vez a base o metal a atmosfera corrosiva e liberando íons cloreto. Esse processo pode ser observado na Figura 11 (SEDRIKS, 1996).

Figura 11 - Representação do mecanismo de ruptura da camada passiva



Fonte: Ribeiro (2014, p 31).

2.3.1.1.2 Corrosão sob tensão fraturante

A Corrosão sob tensão (CST) é um tipo de degradação resultada do aumento progressivo de uma trinca em um determinado material (normalmente os que apresentam alta resistência à corrosão), a partir da associação de uma tensão aplicada e um meio corrosivo. Com isso, são geradas microfissuras, podendo transportar partículas agressivas, como cloretos. (PINTO, 2006). A Figura 12 mostra as três condições necessárias para se ocorrer a CST:

Figura 12 - Três condições necessárias para ocorrer a CST:



Fonte: Godefroid et al. (2004).

Segundo Gentil (2012), a determinação do tempo para ocorrer a CST de um material metálico depende dos seguintes fatores:

1. tensão: quanto maior, menor será o tempo para ocorrer a fratura, com isso é necessário evitar a concentração de tensões em pequenas áreas;
2. natureza do meio corrosivo: em ambientes marítimos a velocidade de corrosão pode ser até 40 vezes maior se comparado a ambientes rurais.
3. temperatura: em maiores temperaturas há maior facilidade de haver CST;
4. Composição do metal: normalmente o material com taxa granulométrica menor tende a ser mais resistente à corrosão fraturante.

Ainda segundo Gentil (2012), a CST pode ser dividida em duas etapas, a nucleação da trinca e a propagação da trinca. A primeira se caracteriza pelo tempo de perda de desempenho das camadas protetoras, normalmente é associada pela aparição de pites. A segunda pode ser classificada como dois tipos: intergranular e intragranular, que são visíveis e perpendiculares à direção da aplicação das cargas.

A nucleação da trinca de corrosão sob tensão acontece devido um processo de corrosão já existente no material, como pite ou fissura, que rompem a camada protetora, assim expondo a ataques pelo meio corrosivo. Com isso, há a propagação da trinca, que pode ser intergranular ou intragranular, por causa da tensão de tração aplicada no metal. Sendo assim, quanto maior a tensão, maior será a velocidade de propagação da trinca (Pereira, 2018).

A fratura intergranular na corrosão sob tensão acontece pelo caminho preferencial que se localiza entre os contornos dos grãos, onde há uma diferença de resistência na matriz dos grãos. Segundo Verran (2004), o principal fator pela diferença de resistência na matriz dos grãos (material entre os contornos) e do material próximo ao contorno é a desigualdade da composição dos materiais destas áreas. A velocidade de programação das trincas intergranulares sob ação de tração é amplamente maior do que a penetração devido ação química. Na maioria das ocorrências, é constatado que a penetração é descontínua, compondo-se em fases intercaladas de corrosão e fratura.

Segundo Gentil (2012), a Figura 13 apresenta um exemplo desse tipo de fratura:

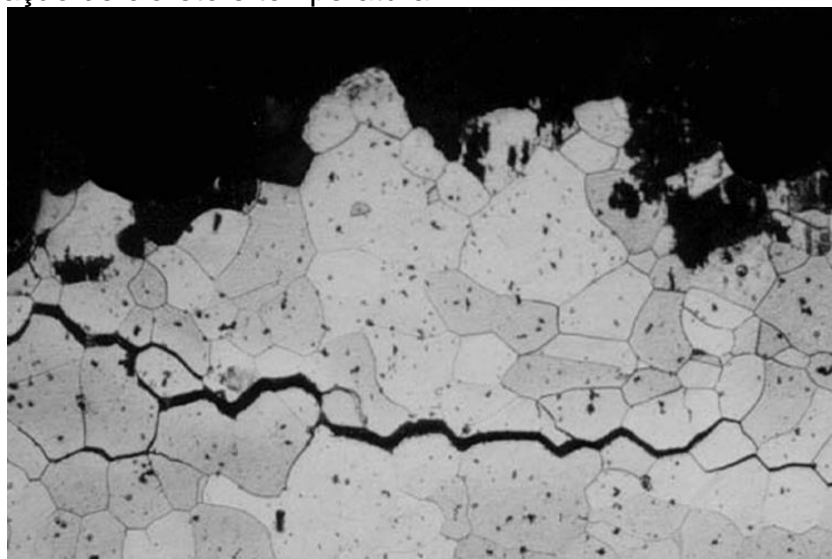
Figura 13 - Corrosão intergranular



Fonte: Gentil (2012, p. 46).

A fratura intragranular ou transgranular na corrosão sob tensão atravessa a matriz e os contornos dos grãos e não ocorre na ausência de tensão. Essa fratura tem propriedades bem diferentes da anterior, é um fenômeno normalmente observado em ligas como o latão, aços inoxidáveis e ligas de alumínio. Esse tipo de trinca está totalmente relacionado a fenômenos de natureza eletroquímica. Sua formação e propagação podem ser evitadas pela utilização de proteção catódica. A causa desse problema é de difícil explicação por ser necessário um método que permita o aparecimento de trincas em material de conhecida ductilidade (RIBEIRO, 2014). Esse tipo de corrosão pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Corrosão intragranular ou transcristalina, em aço inoxidável que foi submetido à ação de cloreto e temperatura



Fonte: Gentil (2012, p.46).

2.4 Atmosferas corrosivas

A vida útil de um material está diretamente atrelada à sua durabilidade. Por sua vez, a durabilidade representa a capacidade desse material de resistir a ataques do meio onde se encontram. A agressividade ambiental é definida pela situação climática da área, por isso se faz necessário que sejam conhecidas as possíveis ações ambientais que os materiais utilizados nos empreendimentos irão sofrer (RIBEIRO, 2014).

Segundo a NBR 6118 (2014), as atmosferas corrosivas podem ser divididas em 4 tipos, e estão baseadas nas interações macro climáticas:

1. atmosfera industrial;
2. atmosfera urbana;
3. atmosfera rural;
4. atmosfera marítima.

Ainda segundo a NBR 6118 (2014), para garantir à segurança, estabilidade e aptidão do serviço nos projetos de estruturas de concreto armado durante toda sua vida útil, esses ambientes são classificados segundo sua agressividade e exposição da estrutura, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Classes 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	Pequeno
III	Forte	Marinha	Grande
		Industrial	
IV	Muito forte	Industrial	Elevado
		Respingos de Maré	

Fonte: ABNT (2014, p. 17).

Na atmosfera industrial ocorre a presença de SO_2 , normalmente causada pela queima de combustível, as partículas de água combinadas com as de dióxido de enxofre formam o ácido sulfúrico (H_2SO_4), em que é considerado um ácido forte e

altamente corrosivo. Quando o ácido sulfúrico está em contato com o ferro, zinco ou cobre, essas amostras corroem (BRAMBILLA, 2009).

Ainda segundo Brambilla (2009), na atmosfera urbana, são presentes gases provenientes de fumos e sulfatos originados da combustão dos automóveis. Acompanhados de alta umidade relativa e condensação pode causar elevada taxa de corrosão, pois desenvolve uma interação mais intensa dos contaminantes diante das estruturas metálicas.

A atmosfera rural tem influência quase nula na corrosão de materiais, por não conter contaminantes químicos fortes, mas pode conter partículas orgânicas e inorgânicas no ar. Seus principais componentes são a umidade e os elementos gasosos como O_2 e CO_2 (GENTIL, 2012).

2.4.1 Atmosfera marítima e respingos de maré

A atmosfera marítima possui uma série de características que a torna uma das mais agressivas para as estruturas de concreto da construção civil. Os vários agentes agressivos dessa área são uma ameaça para qualquer material. Com isso, se faz necessário um meticuloso dimensionamento e execução de construções sobre o mar ou numa orla onde esse efeito agressivo é bastante relevante (SERRA, 2012).

As zonas costeiras afetadas pelo ambiente marítimo atingem normalmente cerca de 10 km da linha da costa, mas essa distância pode ser até 10 vezes maior, dependendo do clima e da velocidade dos ventos da área (RIBEIRO, 2014).

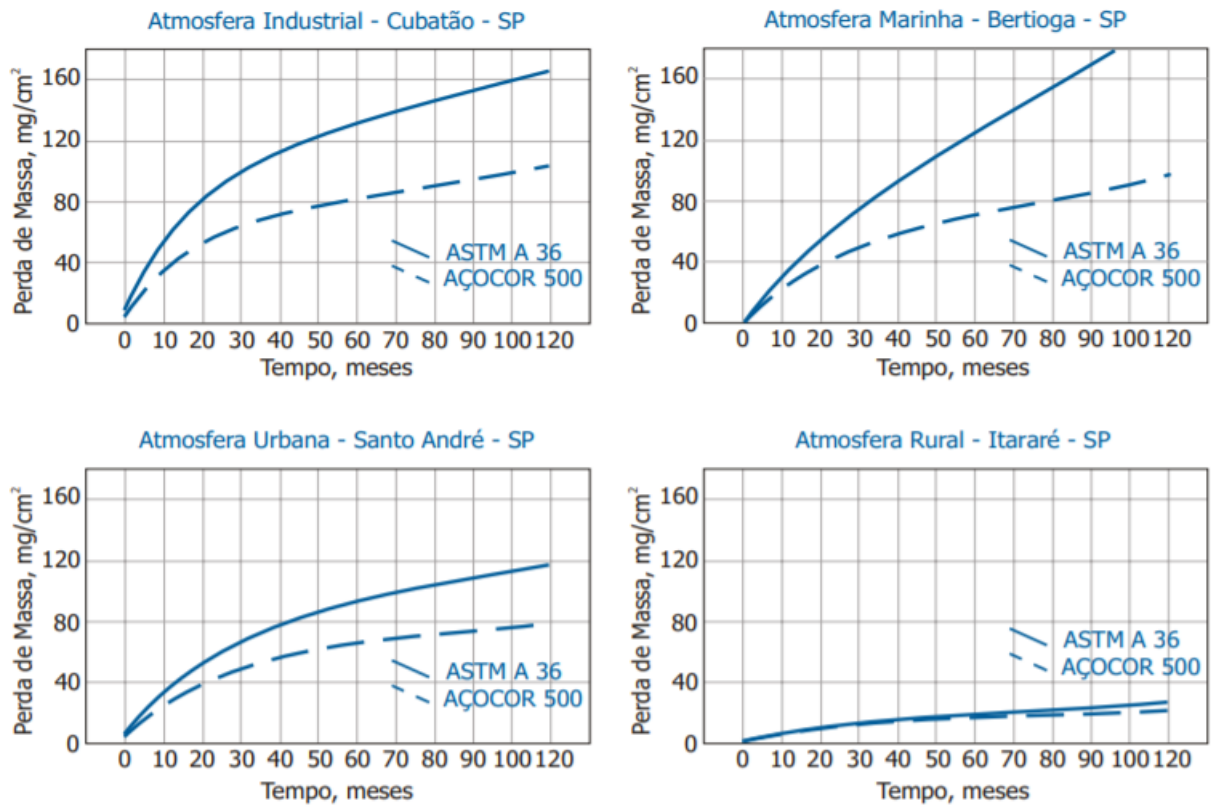
A degradação da estrutura nesse ambiente, na maioria dos casos, é atribuída a problemas na execução e/ou projeto, normalmente associadas às especificações inadequadas, relativas à composição do concreto de recobrimento das armaduras, e colocação, compactação e cura do concreto. (GENTIL, 2012)

As estruturas de concreto localizadas nas atmosferas marítimas, embora não tenham contato direto com a água do mar, encontram-se sujeitas à ação dos sais, devido as partículas suspensas no ar, que são transportadas pelo vento. A principal patologia nesta área de exposição, normalmente, bastante afetada, é a corrosão das armaduras pelo ataque de cloretos que são transportados pelo ar (SERRA, 2012).

A velocidade de corrosão dos aços nesse ambiente pode ser considerada a mais alta entre os tipos de atmosferas, sendo pouco mais rápida que o ambiente

industrial. Na Figura 15, Pannoni (2007) demonstra a velocidade de corrosão nas atmosferas corrosivas.

Figura 15 - Desempenho da corrosão no aço patinável



Fonte: Pannoni (2007, p. 37).

Segundo Campos e Cabral (2016), as características climatológicas da Praia do Futuro são os fatores que agravam a corrosão das estruturas de concreto armado. Esse estudo enfatiza que a principal propriedade climatológica dessa praia, em comparação com as orlas vizinhas, que intensifica as manifestações patológicas é a velocidade e direção dos ventos. Na Figura 16, observa-se a direção dos ventos que incidem a cidade de Fortaleza.

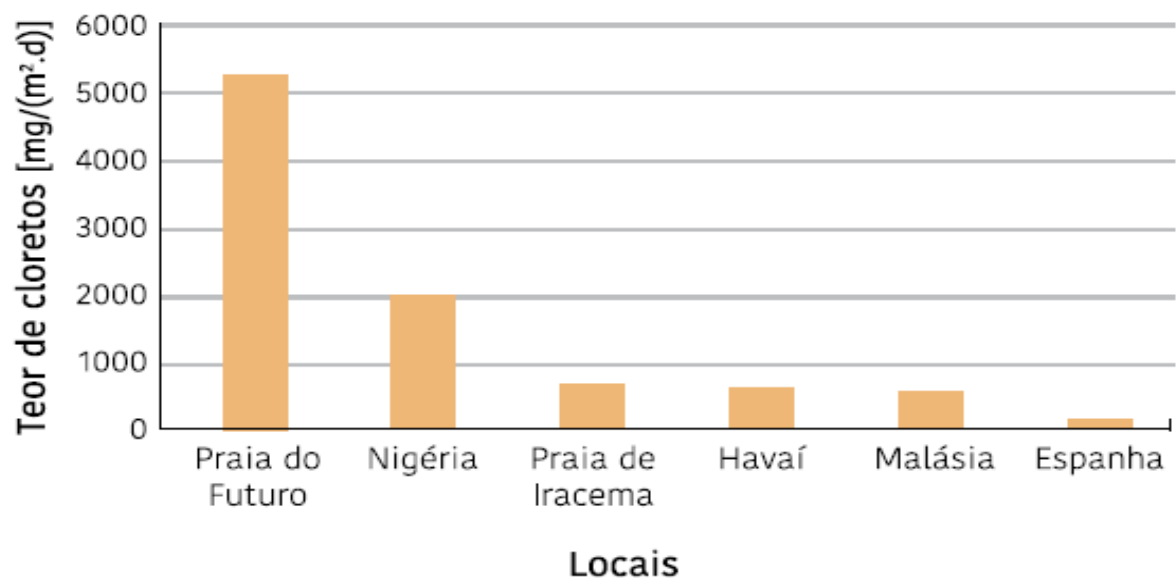
Figura 16 - Direção predominante dos ventos na cidade de Fortaleza



Fonte: Campos; Cabral (2016, p. 37).

Além disso, a Praia do Futuro é a orla com maior concentração de cloretos suspensos no ar, sendo mais de 87% mais agressiva que a Nigéria, classificada como a segunda colocada, e 5149,63% maior do que na Espanha, a última colocada. Na Figura 17 observa-se um comparativo da quantidade máxima de teor de cloretos suspensos no ar de algumas praias do mundo. (CAMPOS; CABRAL, 2016).

Figura 17 - Concentração máxima em alguns locais



Fonte: Campos; Cabral (2016, p. 56).

2.4.1.1 Ação da água do mar

Os oceanos ocupam 80% da superfície terrestre. No Brasil, são 7.367km de litoral, devido a isso, a atmosfera marítima contribui para o processo degenerativo das superfícies metálicas contribuindo para uma corrosão agressiva. A ação da água do mar exige uma maior atenção devido à gravidade dos problemas que ela pode causar nas estruturas de concreto, podendo causar erosão superficial, dilatação causada pela cristalização dos sais ou ataques químicos causados pelos cloretos ou sulfatos (RIBEIRO, 2014).

Segundo Ribeiro (2014), a atmosfera marítima contém cloretos de sódio, cloretos de magnésio e sulfatos, que são agressivos aos produtos de hidratação do cimento. Esses agentes causam a perda de alcalinidade do concreto e ao chegar na armadura, podendo romper o filme passivador que preserva o aço. O próprio processo de corrosão colabora para a deterioração do concreto, pois os produtos da corrosão causam tensões de tração internas, podendo causar fissuração e desagregação da área estrutural do concreto. No Quadro 2, observa-se a concentração desses principais agentes agressivos da água do mar.

Quadro 2 - Concentrações dos principais íons presentes na água do mar

Íons	Teores Médios
Sulfato (SO_4^{2-})	2.800 mg/L
Cloreto (Cl^-)	20.000 mg/L
Magnésio (Mg^{2+})	1.400 mg/L
Sódio (Na^+)	11.000 mg/L

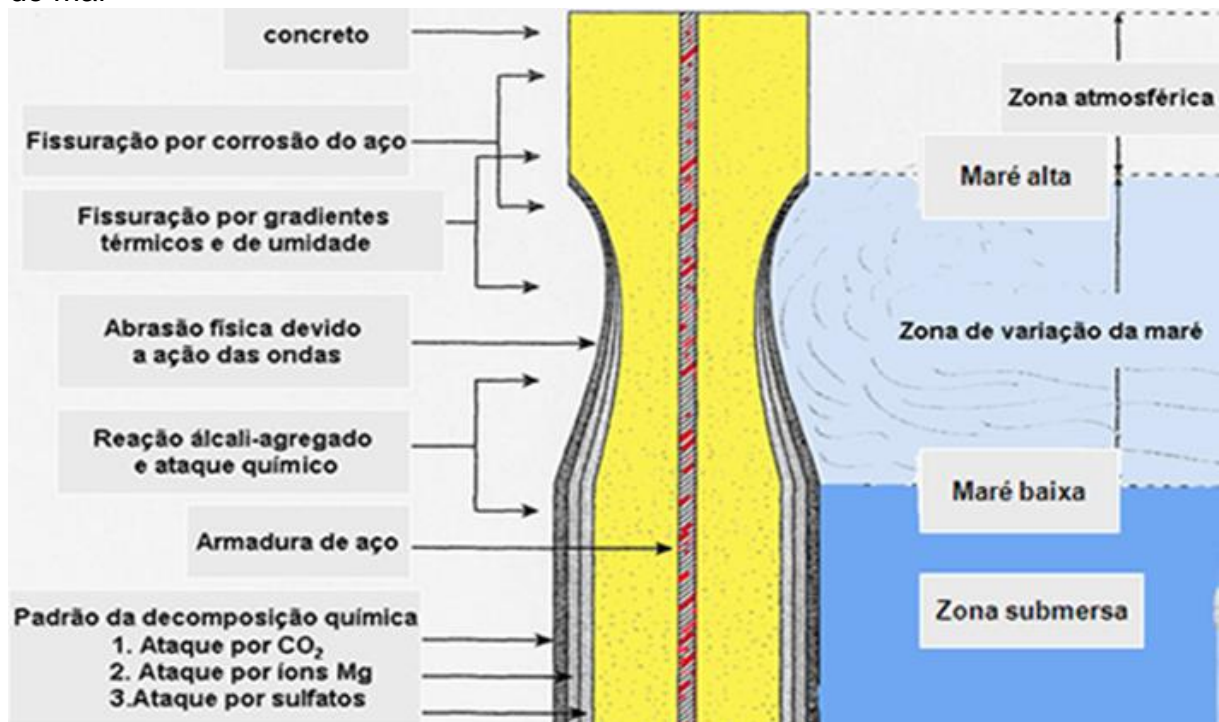
Fonte: Ribeiro (2014, p. 56).

Esses óxidos do aço produzidos pela corrosão podem gerar um aumento no volume de até 600% em relação ao metal original e a velocidade de corrosão em atmosferas marítimas pode ser até 40 vezes maior se comparada a uma atmosfera rural (GENTIL, 2012).

A área de concreto armado mais crítica à degeneração pela água do mar é entre os níveis das marés baixa e alta, devido a ação de ataques físicos e químicos conjuntamente, conforme a Figura 18. O ataque físico nessa superfície acontece por causa da evaporação da água do mar, com isso causando a cristalização das partículas de sais dissolvidos na água, e também por causa da erosão aplicada no concreto prejudicado pelas ondas do mar (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Ainda segundo Mehta e Monteiro (2014), a superfície localizada acima do nível de maré alta será mais sujeita ao congelamento e corrosão da armadura. Na região da zona de maré, será mais susceptível a fissuração e lascamento em consequência do congelamento e corrosão das armaduras, ciclos de molhagem e secagem. Nessa área, também se observa ataques químicos pela reação álcali-agregado e decomposição do cimento hidratado. Na superfície localizada abaixo da linha de maré, é sujeita apenas a degradação química pela temperatura não atingir o ponto de congelamento e não haver oxigênio suficiente para corrosão. O conjunto desses ataques químicos e físicos podem acarretar a fissuração excessiva da estrutura de concreto. Na Figura 18, observa-se a representação esquemática dos possíveis processos acarretados pelas marés.

Figura 18 - Representação esquemática de uma estrutura de concreto exposta a água do mar



Fonte: Mehta e Monteiro (2014, pag. 674)

2.5 Vida útil

Uma estrutura de concreto, ao longo da sua vida útil, está propensa naturalmente ao desgaste, devido à influência de agentes externos como cargas e sobrecargas, vibrações, impactos, substâncias agressivas, corrosão da atmosfera,

além de recalques em diferentes pontos da fundação. Com isso, pode-se definir a vida útil como o período que a estrutura de concreto conserva suas propriedades mínimas de resistência e funcionalidade. Estender a duração da vida útil é a aspiração dos trabalhadores da construção civil (HELENE, 2011).

Segundo a NBR 6118 (2014, p. 15), aborda a vida útil de projeto como:

Período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, conforme itens 7.8 e 25.4, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.

Segundo a NBR 15575-1 (2013, p. 10), a vida útil de projeto (VUP) é definida como:

Período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o cumprimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção (a VUP não deve ser confundida com tempo de vida útil, durabilidade, prazo de garantia legal e certificada). Nota: A VUP é uma estimativa teórica de tempo que compõe o tempo de vida útil. O tempo de VU pode ou não ser confirmado em função da eficiência e registro das manutenções, de alterações no entorno da obra, fatores climáticos, etc.

2.6 Desempenho

De acordo com Souza e Ripper (2009), entende-se por desempenho como o funcionamento de cada produto, ao decorrer da sua vida útil. O desempenho deverá ser interpretado e medido como a eficiência das etapas de projeto, construção e manutenção.

A NBR 15575-1 (2013, p. 7-9), aborda e define os fatores determinantes para o desempenho e vida útil de uma edificação:

- desempenho: comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas;
- critérios de desempenho: especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados;
- durabilidade: capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso

e manutenção especificadas (durabilidade é comumente utilizado como termo qualitativo para expressar a condição em que a edificação ou seus sistemas mantem seu desempenho requerido durante a vida útil (ISO 16.311-1));

- manutenção: conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos que serão utilizados para alcançar o objetivo da pesquisa que é apresentar a realidade de alguns imóveis da Praia do Futuro fazendo o contraponto com outros bairros e chamando a atenção para a importância das manutenções prediais nos edifícios e como isso pode prejudicar a valorização.

3.1 Ambiente da pesquisa

Esse trabalho foi realizado em cinco edifícios localizados no bairro Praia do Futuro, em Fortaleza. Tais edifícios possuem apartamentos que são administrados por uma imobiliária local a qual facilitou o acesso aos apartamentos. Esse bairro fica nas proximidades dos bairros Vicente Pinzon e Manoel Dias Branco, e é considerado um bairro de médio padrão. Para a comparação, foram selecionados imóveis em outros bairros: Antônio Bezerra, Messejana e Meireles, sendo aqueles na periferia e este de alto padrão. Todos eles localizados em Fortaleza e com apartamentos sob a administração da mesma imobiliária, facilitando a obtenção de dados para a pesquisa. A Figura 19 apresenta a localização dos bairros de Fortaleza, onde os edifícios da pesquisa estão situados:

Figura 19 – Localização dos bairros da pesquisa na cidade de Fortaleza



Fonte: Google Maps (2020), adaptado pelo autor.

A Praia do Futuro é uma das mais conhecidas e procuradas praias do Nordeste, por ser um corredor de “barracas de praia”, onde os visitantes podem desfrutar das comidas típicas e frutos do mar. Ela é dividida em dois bairros, Praia do Futuro I e Praia do Futuro II, onde o primeiro fica mais ao norte e o segundo ao sul, divididos pela Avenida Santos Dumont.

O nome “Praia do Futuro” surgiu por volta de 1950, por causa do anúncio da Imobiliária Antônio Diogo, que começou a fazer construções na área da praia que, nesse tempo, era deserta. Divergindo do seu nome, nas últimas décadas, ela encontra-se estagnada em relação a procura residencial, por não haver construções recentes, não disponibilizar de grandes comércios, como supermercados, bancos ou farmácias, e ter um dos maiores índices de maresia do mundo. Devido a esses fatores, ela tem um dos menores preços do m² da cidade de Fortaleza.

3.2 Natureza da pesquisa

Os trabalhos podem ser de natureza qualitativa ou quantitativa, porém o presente estudo se caracteriza por uma natureza qualitativa, em que se usa a subjetividade por uma análise fotográfica, para que se possa chegar à conclusão final. Dessa forma, Marconi e Lakatos (2017, p. 269) definem a natureza qualitativa:

O método qualitativo difere do quantitativo não só por não empregar instrumentos estatísticos, mas também pela forma de coleta e análise dos dados. A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamento, etc.

A pesquisa qualitativa foi baseada numa análise das manifestações patológicas encontradas nos empreendimentos da Praia do Futuro, a fim de comparar a valorização dos imóveis desse bairro com outros bairros da cidade já mencionados. Marconi e Lakatos (2017, p.107) definem a análise comparativa como:

[...] este método realiza comparações, com a finalidade de verificar similaridades e explicar divergências. O método comparativo é usado tanto para comparações de grupos no presente, no passado, ou entre os existentes e os do passado, quanto entre sociedades de iguais ou de diferentes estágios de desenvolvimento.

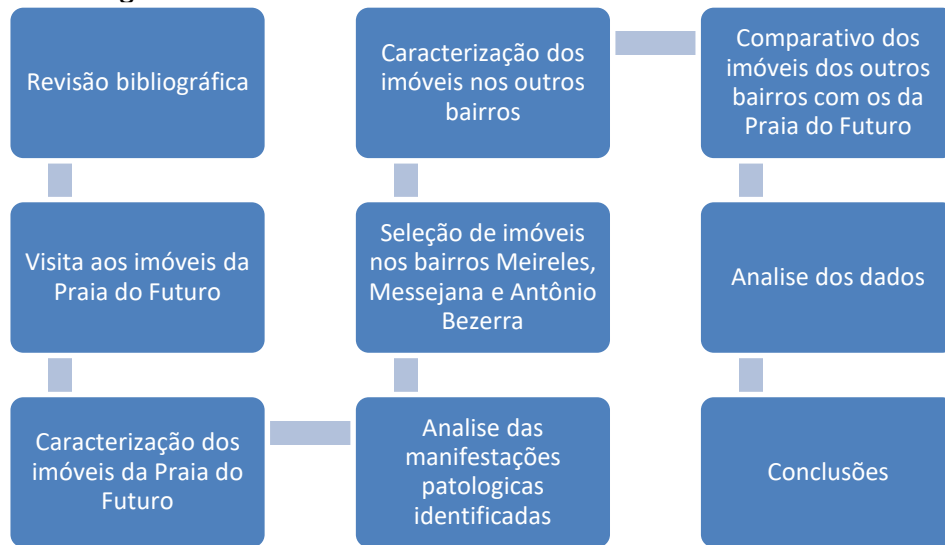
3.3 Tipologia da pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se, quanto a tipologia da pesquisa, como bibliográfica e descritiva. É uma pesquisa bibliográfica, pois o estudo está embasado em um referencial teórico elaborado a partir de materiais já publicados, como teses, dissertações, livros, revistas, entre outros. Bem como, é uma pesquisa descritiva, usando fotografias, feitas pelo autor, das patologias dos empreendimentos visitados, consideradas por Marconi e Lakatos (2017) como fontes primárias de caráter contemporâneo. Segundo Gil (2002), essa pesquisa descritiva tem como propósito a descrição das características de um determinado fenômeno e relação entre as variáveis. Isso vai ao encontro com o objetivo da pesquisa que é descrever as patologias e comparar características, como o valor de m², entre os edifícios de bairros distintos.

3.4 Coleta de dados

Os dados do presente trabalho serão tratados de forma qualitativa, por meio fotografias obtidas pelo autor nos cinco prédios, localizados na Praia do Futuro, de uma imobiliária de Fortaleza, onde o foco principal estará na análise das condições estruturais de seus materiais, a fim de identificar as manifestações patológicas presentes nas edificações. Serão realizadas análises subjetivas detalhadas das fotografias dos cinco empreendimentos fazendo relação com o que foi revisado no referencial teórico. Além disso serão catalogados dados sobre os apartamentos como valor, metragem, idade, quantidade de vagas e quartos, com o intuito de se fazer uma comparação entre a valorização dos apartamentos da Praia do Futuro em relação aos bairros Meireles, Messejana e Antônio Bezerra. Observa-se, no Quadro 3, o fluxograma das atividades desempenhadas nesse trabalho:

Quadro 3 - Fluxograma das atividades do trabalho



Fonte: Autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção dedica-se à apresentação dos resultados e discussão. Num primeiro momento, serão apresentadas as fotos retidas pelo autor, indicação das manifestações patológicas presentes nas áreas comuns de cada edifício da Praia do Futuro, ressaltando a importância de manutenções periódicas nos edifícios para que não haja futuros acidentes. Posteriormente, será feita a caracterização dos apartamentos, há quanto tempo estão disponíveis, preço atual e o valor do m² da área privativa. Logo após, será apresentada caracterização, preço e valor do m² da área privativa de apartamentos similares nos bairros Meireles, Antônio Bezerra e Messejana.

4.1 Fissuras

Nos empreendimentos analisados na Praia do Futuro, esse tipo de manifestação patológica foi a mais encontrada. Na Figura 20, são identificadas um conjunto de fissuras horizontais na fachada do edifício, localizadas entre o *pilotis* e o primeiro andar, podendo acarretar infiltrações na parte interna do apartamento e comprometer tanto o revestimento da fachada como do apartamento. Além disso, por estarem localizadas na fachada, local este mais a vista, tais fissuras interferem negativamente no visual estético do empreendimento.

Figura 20 - Fissuras em fachada



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 21, é possível verificar duas fissuras horizontais maiores do que 2 mm, situadas numa viga do *pilotis*, sendo uma delas na face menor e a outra na face maior. Pelo aspecto da fissura, essa degradação ocorreu devido a corrosão da armadura, e, pela abertura, pode haver transporte de impurezas para o concreto e para a armadura da viga, comprometendo a sua resistência. A médio prazo, caso a fissura não seja tratada, é possível haver descolamento de parte do concreto da viga podendo ocasionar algum acidente mais grave.

Figura 21 - Fissuras em viga



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 22, fica evidente as fissuras abaixo de uma esquadria posicionada no salão de festas localizado no *pilotis*. É possível ainda verificar nos cantos da esquadria o descolamento do revestimento, podendo indicar na possibilidade de entrada de umidade de fora para dentro do ambiente.

Figura 22 - Fissuras em parede com janela



Fonte: Autor (2020).

A Figura 23 está evidenciando uma fissura vertical de aproximadamente 3 mm localizada no pilar de uma varanda do primeiro andar. Esta manifestação patológica pode causar a condução de impurezas para o concreto e para a armadura do pilar, podendo assim comprometer a sua resistência. Além disso, essa manifestação patológica, por estar visível na fachada do empreendimento, também influencia negativamente no aspecto estético.

Figura 23 - Fissuras em pilar



Fonte: Autor (2020).

Considerando que todos esses empreendimentos estão situados na Praia do Futuro, na qual possui uma grande agressividade marinha, as fissuras abertas são

bastante preocupantes, já que funcionam como porta de entrada para agentes agressivos chegarem até a armadura e iniciarem o processo de corrosão.

4.2 Destacamento de placas cerâmicas

Na Figura 24, estão destacadas áreas da fachada do empreendimento na qual as cerâmicas possuem coloração diferente das demais. Isso, provavelmente, aconteceu, visando a recuperação da fachada devido ao destacamento das cerâmicas anteriores a estas. A imagem mostra que o reparo foi feito de forma pontual, prejudicando a aparência estética da fachada. A possibilidade de parte da fachada não reparada vir a destacar pode ocasionar danos materiais na área interna do condomínio, além de ser uma manifestação patológica perigosa para os moradores que circulam no térreo do empreendimento.

Figura 24 - Fachada de edifício com cerâmicas de coloração diferentes



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 25, observa-se uma área da fachada do edifício sem as placas cerâmicas. Essa situação mostra um aparente descuido do condomínio em tratar a manifestação patológica. O descuido com esse ponto da fachada além de prejudicar a aparência externa do condomínio é um ponto frágil onde, em caso de chuvas, pode causar infiltração pelo revestimento, além de danificá-lo, com isso podendo comprometer as placas cerâmicas posteriores.

Figura 25 - Fachada com destacamento de placas cerâmicas



Fonte: Autor (2020).

4.3 Infiltração

Na Figura 26, observa-se a formação de manchas e o desprendimento da pintura na laje e na viga do *pilotis*. Isso ocorre em consequência de infiltrações ocasionadas pelo transporte da água por meio das fissuras apresentadas no edifício.

Figura 26 - Laje com manchas devido infiltrações



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 27, percebe-se a formação de bolhas e manchas na laje localizada no salão de festas do empreendimento, comprometendo o revestimento e a pintura da laje. É possível verificar ainda, pela imagem, que já foram realizados

alguns reparos em alguns pontos, aparentemente não tão adequados, visto que eles apresentam aparência divergente do revestimento primário.

Figura 27 - Formação de bolhas devido infiltração



Fonte: Autor (2020).

4.4 Eflorescência

A Figura 28 evidencia uma maçaneta de porta com uma crosta de sais na superfície. Isso se deve provavelmente ao fato de que a Praia do Futuro é um ambiente de alta agressividade e tem a maior concentração de cloretos suspensos no ar do mundo.

Figura 28 - Eflorescência em maçaneta de porta



Fonte: Autor (2020).

4.5 Corrosão

Para as manifestações patológicas de corrosão encontradas nos empreendimentos, optou-se por apresentá-las separadamente entre corrosão de objetos e corrosão de armaduras de concreto armado.

4.5.1 Corrosão em objetos

Nas Figuras 29, 30, 31 e 32, são apresentados equipamentos em estado de corrosão nos edifícios, isso ocorre devido ao alto nível de agressividade do ambiente e a falta de manutenção desses objetos, podendo causar cortes, doenças ou risco de acidentes. As superfícies desses objetos necessitam de manutenção periódica com tintas especiais a base de epóxi.

A Figura 29 mostra a corrosão do guarda corpo da varanda de um dos apartamentos no primeiro andar, necessitando de manutenção. Sem a manutenção, tal manifestação pode causar um acidente fatal caso o guarda-corpo se desprenda da estrutura. Além disso, é algo que prejudica a estética do edifício por estar completamente a mostra.

Figura 29 - Corrosão em corrimão da varanda



Fonte: Autor (2020).

Observa-se, na Figura 30, uma trave de futebol com alto nível de corrosão. A falta de manutenção levou a ruptura da solda inutilizando o equipamento que é de uso comum do edifício. Ou seja, uma área de lazer que ficou comprometida devido a

manifestação patológica decorrente da corrosão que foi agravada pelo ambiente marinho agressivo da região.

Figura 30 - Corrosão em trave de futebol



Fonte: Autor (2020).

Ainda em decorrência agressividade da atmosfera local, a Figura 31 mostra um spot de iluminação corroído. O spot nesse estado pode causar acidentes caso ocorra a ruptura do suporte com o forro.

Figura 31 - Corrosão em spot de iluminação



Fonte: Autor (2020).

Também na área comum de um dos edifícios visitados, a Figura 32 apresenta um poste de iluminação com vários pontos de corrosão, também prejudicado pela atmosfera corrosiva da Praia do Futuro.

Figura 32 - Corrosão em poste de iluminação



Fonte: Autor (2020).

4.5.2 Corrosão em armaduras de concreto armado

A corrosão em armaduras é uma das manifestações patológicas mais frequentes nos edifícios dos Praia do Futuro. Isso acontece devido ao alto nível de agressividade do ar e a falta de manutenção nos empreendimentos. Essa manifestação patológica pode ser causada pelo transporte de impurezas pelas fissuras apresentadas, causando a carbonatação do concreto e a corrosão das armaduras

Na Figura 33, observa-se uma viga e um pilar localizados no *pilotis* do edifício, em que uma parte do concreto ao redor da armadura estrutural da junção da viga com o pilar está comprometida, evidenciando a corrosão das armaduras. Isso pode causar a diminuição de resistência a cargas solicitadas pelo prédio.

Figura 33 - Corrosão em armadura de encontro de viga com pilar



Fonte: Autor (2020).

Observa-se, na Figura 34, o deslocamento do revestimento e do concreto nessa laje, localizada no *pilotis*, havendo a exposição e o processo de corrosão das armaduras.

Figura 34 - Corrosão em laje



Fonte: Autor (2020).

Na Figura 35, é apresentada a corrosão de armaduras da laje da varanda de um dos apartamentos no segundo andar. O concreto foi comprometido e, com isso, deslocou da armadura, atestando visualmente que se realizou o ensaio de fenolftaleína, por causa da coloração rosa na superfície do concreto.

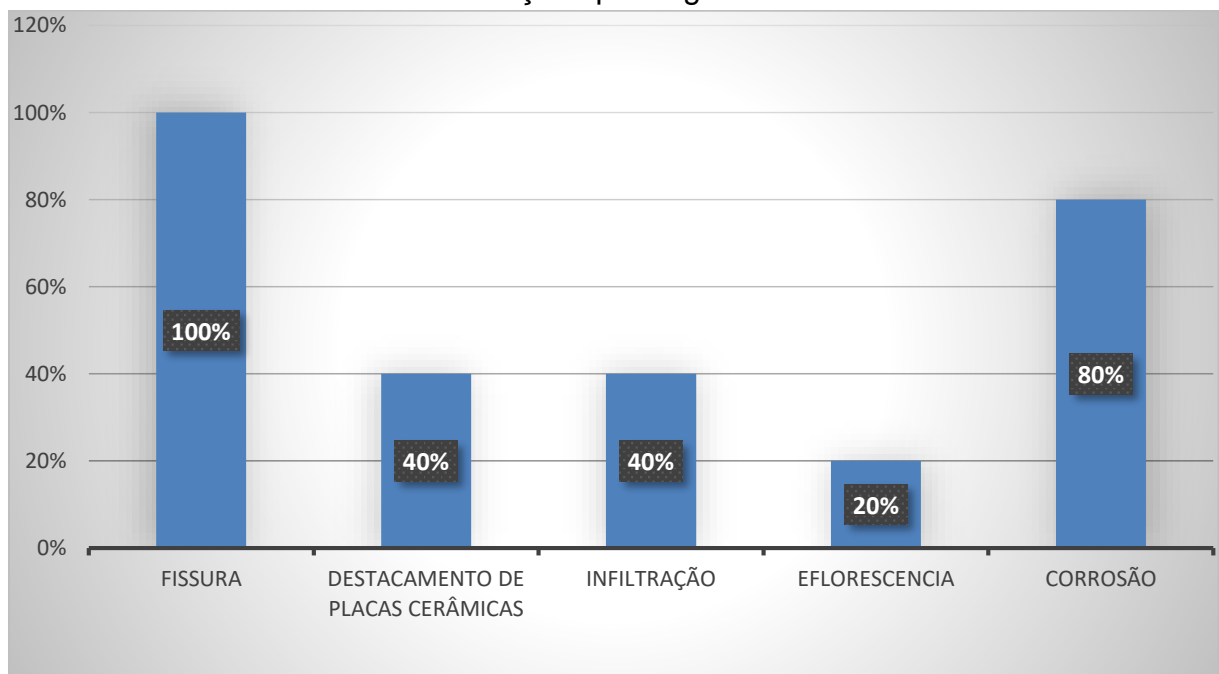
Figura 35 - Corrosão na laje de uma varanda



Fonte: Autor (2020).

De forma a deixar mais claro a incidência das manifestações patológicas nos cinco empreendimentos visitados, o Gráfico 1 apresenta a porcentagem de empreendimentos que apresentaram cada uma das manifestações patológicas comentadas no trabalho.

Gráfico 1 - Incidência das manifestações patológicas nos edifícios analisados



Fonte: Autor (2020).

Observa-se que todos os empreendimentos visitados apresentam alguns tipos de fissura. Como comentado, isso é preocupante devido ao fato de todos estarem localizado em um ambiente marinho bastante agressivo. Isso significa que se

tais fissuras não forem tratadas com brevidade, elas poderão evoluir para outras manifestações patológicas mais graves. A corrosão foi outra manifestação patológica bastante verificada nos empreendimentos, também provavelmente ocasionadas pela falta de manutenção em conjunto com a alta agressividade do ambiente onde se encontram.

4.6 Caracterização dos edifícios na Praia do Futuro

Nesta seção é apresentada a caracterização dos empreendimentos em estudo na Praia do Futuro, na Tabela 1 estão os principais atributos dos imóveis nos empreendimentos avaliados:

Tabela 1 - Principais atributos dos imóveis nos empreendimentos

Edifício	Metragem (m²)	Valor	Valor do m²	Quartos	Vagas	Idade (anos)
A	100	R\$ 115.000,00	R\$ 1.150,00	3	1	23
B	85	R\$ 135.000,00	R\$ 1.588,24	3	1	25
C	103,79	R\$ 150.000,00	R\$ 1.445,23	3	2	21
D	85	R\$ 198.000,00	R\$ 2.329,41	3	2	20
E	60	R\$ 230.000,00	R\$ 3.833,33	2	2	18

Fonte: Autor (2020).

Os apartamentos dos edifícios estudados na Praia do Futuro foram todos com metragem maior do que 60 m² e inferior à 104 m², tendo a maioria deles 3 quartos devido a sua alta metragem. Além disso, os edifícios já têm uma idade avançada, sendo o mais novo com 18 anos, necessitando de manutenções periódicas durante os anos.

A média entre o valor do m² da região é de R\$ 2.069,19, tendo uma alta desigualdade entre eles, pois o preço dos apartamentos não é atrelado exclusivamente ao tamanho dele. Os valores dos apartamentos têm alta variação, sendo o mais barato por 115 mil reais e o mais caro por 230 mil reais. Isso acontece por vários fatores, como o estado de conservação do condomínio e do apartamento, área de lazer, localização e vista para o mar. Observa-se que o número de vagas de garagem estão diretamente ligadas ao preço do imóvel, porque os apartamentos com uma vaga são os mais baratos e os com duas vagas são mais caros.

4.7 Caracterização de imóveis em outros bairros

Foram realizadas pesquisas em sites imobiliários de apartamentos com intuito de fazer a comparação com as condições achadas no bairro Praia do Futuro. Como comentando na metodologia, foram escolhidos os bairros Meireles, Messejana e Antônio Bezerra. Os apartamentos foram selecionados pela metragem, de forma a obter apartamentos semelhantes aos visitados na Praia do Futuro. Dessa forma, dentre os apartamentos selecionados, a maioria possui metragem maior do que 80m², com mais de 2 quartos e idade semelhante aos edifícios selecionados na Praia do Futuro. A caracterização dos empreendimentos é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Apartamentos em outros bairros de Fortaleza

Bairro	Metragem (m ²)	Valor	Valor do m ²	Quartos	Vagas	Idade (anos)
Meireles	86	R\$ 300.000,00	R\$ 3.488,37	3	1	23
Meireles	94	R\$ 530.000,00	R\$ 5.638,30	3	2	18
Meireles	94	R\$ 490.000,00	R\$ 5.212,77	3	1	21
Messejana	84	R\$ 260.000,00	R\$ 3.095,24	3	1	20
Messejana	83	R\$ 180.000,00	R\$ 2.168,67	3	1	25
Messejana	80	R\$ 220.000,00	R\$ 2.750,00	3	1	15
Antônio Bezerra	107	R\$ 300.000,00	R\$ 2.803,74	3	2	26
Antônio Bezerra	55	R\$ 140.000,00	R\$ 2.545,45	2	2	14
Antônio Bezerra	42	R\$ 129.000,00	R\$ 3.071,43	2	1	19

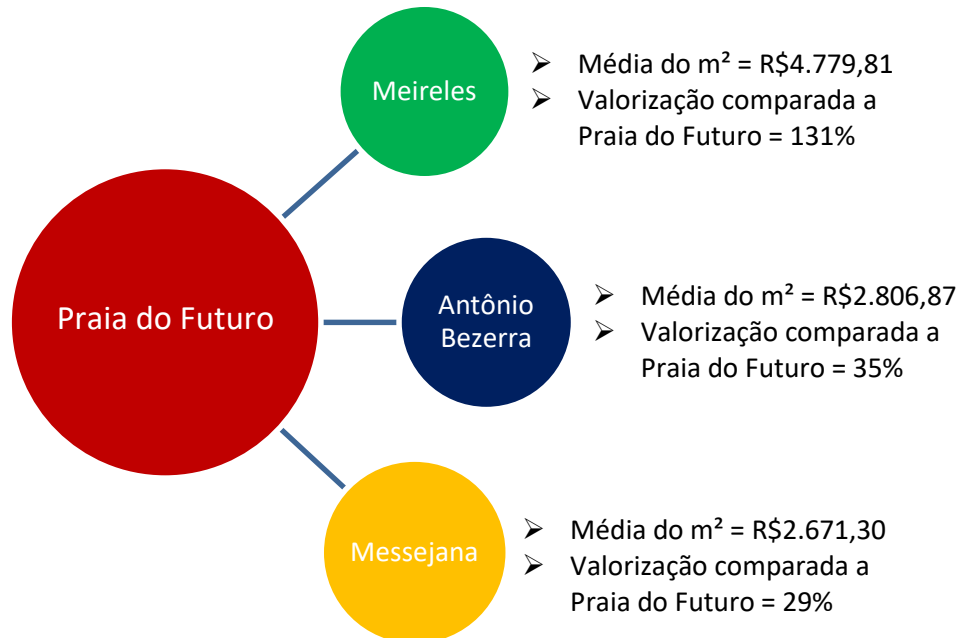
Fonte: Autor (2020).

Foi utilizado o bairro Meireles por ser um bairro de alto padrão, ter maior valor médio do m² de Fortaleza e além disso ser próximo à Praia do Futuro. Com isso observou-se que os valores dos apartamentos naquele bairro são consideravelmente maiores se comparados aos deste, mesmo a idade sendo próxima ou até superior. Isso demonstra a desvalorização, mesmo tendo vista para o mar e uma proximidade da praia.

Para fazer um comparativo com bairros de baixo padrão, foram escolhidos os bairros Messejana e Antônio Bezerra, pois são áreas de periferia e com valores de apartamento próximos aos da Praia do Futuro. Sendo assim, constatou-se que o valor dos apartamentos em regiões de baixo padrão são superiores aos deste, confirmando mais ainda o fato da desvalorização dos empreendimentos nesse bairro. Na Figura

36, é apresentado os valores médios do m² em relação aos imóveis selecionados dos bairros em estudo e a diferença entre a valorização dos outros bairros comparados a Praia do Futuro.

Figura 36 - Valor médio do m² dos imóveis analisados



Fonte: Autor (2020).

A diferença entre o valor médio do m² na Praia do Futuro em relação aos outros bairros citados é excessivamente alta, sendo o m² do bairro Meireles 131% superior, considerado o bairro com o m² mais caro de Fortaleza. Além disso, quando comparado o valor médio de outros bairros de regiões da periferia de Fortaleza, eles são pelo menos 29% superiores.

Essa desvalorização pode estar relacionada ao alto nível de agressividade na atmosfera do ambiente, tendo em vista que esse fator acarreta numa velocidade acelerada de corrosão no ambiente. Sendo assim, empreendimentos nessa área acabam por necessitar de um maior gasto com manutenção de equipamentos e estruturas das edificações. Caso tais manutenções não sejam atendidas, é inevitável o surgimento de manifestações patológicas e o agravamento delas. Como algumas dessas manifestações se apresentam de forma bastante visível, isso acarreta numa depreciação do imóvel. Outros fatores contribuem para a desvalorização do bairro, como a falta de comércios grandes na região: supermercados, farmácias e bancos, visto como uma consequência da desvalorização do bairro.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou apresentar as manifestações patológicas em alguns edifícios da Praia do Futuro, caracterizar os apartamentos desses prédios e fazer uma análise comparativa desses imóveis em relação aos de outros bairros, mostrando a necessidade de inspeções e manutenções periódicas nos prédios e como isso pode desvalorizar os imóveis.

Estudos anteriores demonstraram alto nível de componentes agressivos na atmosfera da Praia do Futuro, juntamente com a direção e a velocidade dos ventos que incidem na orla, facilitando a ocorrência de manifestações patológicas em empreendimentos da área.

Corroborando com esses estudos, verificou-se que todos os edifícios visitados apresentaram manifestações patológicas, sendo a maioria delas fissuras e corrosão. Com a caracterização dos apartamentos, observou-se que a média dos valores do m² da Praia do Futuro é de R\$ 2.069,19, havendo uma discrepância entre eles, por causa das características e estado de conservação dos apartamentos e do condomínio.

As manifestações patológicas encontradas afetam a aparência estética do edifício e podem provocar acidentes aos seus moradores, influenciando negativamente na procura do mercado imobiliário local e gerando baixo fluxo de pessoas e escassez de comércios, como farmácias, bancos, restaurantes, supermercados na região.

O trabalho ainda comparou as condições de alguns imóveis da Praia do Futuro com outros bairros de Fortaleza. A diferença entre o valor médio do m² na Praia do Futuro e no bairro Meireles é exageradamente alta, sendo 131% superior para este bairro, e, ao ser comparada com bairros de periferia da capital, continua sendo 29% superior para estes. Essa desvalorização pode ser referente a quantidade de manifestações patológicas existente nos empreendimentos da região, demonstrando a falta de preservação das estruturas e revelando a necessidade de um maior orçamento e atenção para manutenções.

Através do presente tema, convém que haja continuidade do estudo sobre os assuntos abordados, dos quais algumas sugestões são feitas abaixo:

- comparar o grau de corrosão dos edifícios na Praia do Futuro e Beira Mar em Fortaleza;

- estender esse estudo para a quantificar e avaliar os edifícios da Praia do Futuro com necessidade de manutenções.

REFERÊNCIAS

ALMEIRA, R. Patologia na Construção Civil. **Revista On-line IPOG Especialize**, Goiania, e. 13, p. 1-2, jun. 2017.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **G46-94**. Standard Guide for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion. ASTM, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2002**. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. ABNT, 2004.

_____. **NBR 15575-1:2013**. Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais – Procedimento. ABNT, 2013.

ATEX. **Patologias da cerâmica**: principais problemas e soluções. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.atex.com.br/blog/materiais/patologias-ceramica-principais-problemas-solucoes>. Acesso em: 15 set. 2019.

AZEVEDO, M. T. Patologia das Estruturas de Concreto. In: ISAIA, G. C. (Ed.). **Concreto**: Ciência e Tecnologia, São Paulo , v.2, 2011.

BRAMBILLA, K. **Investigação do grau de corrosividade sobre materiais metálicos das redes aéreas de distribuição de energia elétrica (rd) da região metropolitana de Salvador-BA**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

CABRAL, A. **Avaliação da eficiência de sistemas de reparo no combate à iniciação e à propagação da corrosão do aço induzida por cloretos**. 2000. 187f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2000.

CAMPOS, A.; CABRAL, A. **Estudo da Agressividade do Ar em Fortaleza/CE**. 2016. Disponível em: <http://www.pec.ufc.br/images/Edital/16-11-Cartilha-Agressividade-do-Ar-Small-Spreads.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.

CECHINEL, Bruna Moro et al. Infiltração em alvenaria-Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis. **Caderno de Publicações Acadêmicas**, v. 1, n. 1, p. 16, 2011.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado**: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul. Tese de M. Sc. – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

ENGQUIMICASANTOSSP. **[Diferentes tipos e formas de corrosão]**. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.engquimicasantosp.com.br/2015/06/diferentes-tipos-e-formas-de-corrosao.html>. Acesso em: 10 out. 2019.

FONTENELE, M.; MOURA, Y. **Revestimento cerâmico em fachadas: estudo das causas das patologias**. Relatório da pesquisa - Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2004

FORUM DA CONSTRUÇÃO. [**Trincas em alvenaria**]. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2118>. Acesso em: 10 ago. 2019.

_____. [**Como combater e evitar infiltrações?**]. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1403>. Acesso em: 10 ago. 2019.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GODEFROID, L. B. **Fadiga e Fratura de Materiais Metálicos**. 2003. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

GOLÇALVES, E. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. 2015. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

HUSSEIN, J. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de campo mourão - PR**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Grande, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais 2018**. Brasil: IBGE, 2019.

JUNGINGER, Max; MEDEIROS, Jonas Silvestre. Ação da eflorescência de carbonato de cálcio sobre o vidrado de placas cerâmicas. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 9, 2002.

LAWRENCE, V. **Princípios de ciências dos materiais**. 13. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2000.

LIMA, Patrício. **Efeitos da corrosão afetam moradores da Praia do Futuro**. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/metro/efeitos-da-corrosao-afetam-moradores-da-praia-do-futuro-1.1684128>. Acesso em: 31 ago. 2019.

MABEL, J. [**O que é rachadura**]. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-rachadura.html>. Acesso em: 10 set. 2019.

MACEDO, E. **Patologias em obras recentes de construção civil**: análise crítica das causas e consequências. 2017. Projeto de Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

_____. **Metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: estrutura, propriedades e materiais, 3. ed. São Paulo, PINI, 2008.

_____. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 3. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

PAIXÃO, L.; LUPORINI, V. A valorização imobiliária em Belo Horizonte, 1995-2012: uma análise hedônica-quantílica. **Revista Nova Economia**, v. 29, p. 851-880, dez. 2019.

PANNONI, F. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: GERDAU, 2008.

PEREIRA, H. **Corrosão sob tensão de junta soldada de aço inoxidável duplex**: Ensaio de flexão em quatro pontos sob gotejamento de solução de água do mar sintética. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

PINTO, D. **Comportamento em corrosão sob tensão de um aço inoxidável ferrítico AISI 444 soldado com aço inoxidável austenítico AISI 316LSi, em meios contendo cloretos**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Rede Temática Em Engenharia De Materiais, Ouro Preto, 2006.

PREECHACHANWATE, K. [Quais são as causas mais comuns de fissuras nas construções]. 1 fotografia. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/quais-sao-as-causas-mais-comuns-de-fissuras-nas-construcoes_16674_10_0. Acesso em: 10 ago. 2019.

REIS, C. **O impacto do metrô do porto na valorização imobiliária**. 2011. Tese (Mestrado em Economia e Gestão das Cidades) – Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.

RIBEIRO, D. *et al.* **Corrosão em estruturas de concreto armado**: Teoria, Controle e Métodos de Análise. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SERRA, A. **Análise de patologias em estruturas construídas em ambiente marítimo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

SILVA, L. **Levantamento de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado no Estado do Ceará**. 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SCHIMITH, R. **Análise do uso e ocupação do solo na Apa Carste de Lagoa Santa - MG com ênfase na suscetibilidade à erosão e no potencial de infiltração**. 2006. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

SEDRICKS, A. J. **Corrosion of Stainless Steels**. 2. ed. Wiley-Interscience: New York, 1996.

SHUTTERSTOCK. [**Diga adeus à eflorescência, manchas brancas nas fachadas**]. 2017. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/diga-adeus-eflorescencia-as-manchas-brancas-nas-fachadas>. Acesso em: 15 set. 2019.

_____. [**Eflorescência: como resolver esse problema na casa do seu cliente**]. 2019. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/eflorescencia/>. Acesso em: 15 set. 2019.

SOUZA, M.; MURTA, M. **Patologia, recuperação e reforço estrutural em concreto armado**. 2012. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, Caratinga, 2012.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço em estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2009.

SUPERVEDA. [**Conheça mais sobre Injeção Química, a solução da infiltração**]. 2018. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.superveda.com.br/conheca-mais-sobre-injecao-quimica-a-solucao-da-infiltracao>. Acesso em: 15 set. 2019.

TASCA, M. **Estudo da carbonatação natural de concretos com pozolanas: monitoramento em longo prazo e análise da microestrutura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2012.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 5. ed. São Paulo: PINI, 2000.

VALENÇA, D. **Análise da deterioração do concreto por carbonatação natural com exposição às classes de agressividade ambiental marinha e respingos de maré**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Recife: Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícia de Engenharia, 2003.

WIKIPÉDIA. [**Praia do Futuro**]. 2013. 1 fotografia. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Praia_do_Futuro. Acesso em: 15 nov. 2019.

ZAP EM CASA. [**O que fazer com as infiltrações na sua casa**]. 2010. 1 fotografia. Disponível em: <https://revista.zapimoveis.com.br/saiba-como-evitar-infiltracoes-na-sua-casa>. Acesso em: 15 set. 2019.