

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA - AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO ENGENHARIA CIVIL- BACHARELADO

FRANCISCO JOSÉ DE SOUZA

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FACHADAS: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS DA
CIDADE DE GRAVATÁ - PERNAMBUCO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2021

FRANCISCO JOSÉ DE SOUZA

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM
FACHADAS: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS DA
CIDADE DE GRAVATÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Construção Civil.

Professor Orientador: Fábio Astrogildo

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2021

FICHA CATALOGRÁFICA, SOLICITAR BIBLIOTECA



Francisco José de Souza

Levantamentos de manifestações patológicas em fachadas: Estudo de caso em edificações habitacionais na cidade de Gravatá

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil Área de Concentração: Construção Civil.

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a Presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou nos seguintes termos:

Professor: _____
Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____
Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____
Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Nota Final: _____. Situação do Acadêmico: _____. Data: ____/____/____

MENÇÃO GERAL:

Coordenador de TCC do Curso de _____:
< Nome do coordenador de TCC do Curso aqui >

Credenciada pela Portaria no 644, de 28 de março de 2001 – D.O.U. de 02/04/2001.
Endereço: Rua do Estudante, no 85 – Bairro Universitário.
CEP: 55612-650 - Vitória de Santo Antão – PE
Telefone: (81) 3114.1200

RESUMO

Com a evolução dos materiais associado ao acelerado crescimento da construção civil, inúmeros artefatos construtivos permitiram que as construções se tornassem muito mais dinâmicas no que tange aos revestimentos de fachadas, tornando-se muito mais decorativas e bem elaboradas. Entretanto, diversas fachadas começaram a apresentar manifestações patológicas especialmente nos primeiros anos de construção, o que depende quase que exclusivamente de dois fatores: a forma como a mesma foi executada, bem como a qualidade do material utilizado. Em consequência disso, observamos a relevância de se tratar de tal temática. De um modo geral observa-se que as edificações que não possuem as fachadas nos padrões estipulados pelas Normas vigentes causam desconforto estético e diminuição da durabilidade e vida útil das estruturas. Devido a isto o presente estudo tem como identificar e quantificar as principais manifestações patológicas encontradas em edificações habitacionais localizados na cidade de Gravatá-PE buscando assim explicar os diferentes tipos de patologias de fachada existentes fornecendo assim um melhor entendimento sobre as fases que envolvem o processo de desenvolvimento destas. Assim sendo, a previsão do estado de conservação dos sistemas de fachadas, por meio dos modelos de mensuração de degradação podem representar o seu comportamento ao longo dos anos. Por meio da análise de diversas edificações habitacionais foi possível elaborar um panorama de degradação que atinge determinado tipo de fachada, pelo qual pode se ter uma noção inicial dos principais danos ocasionados bem como saber como as mesmas podem ser prevenidas. A metodologia utilizada foi a de estudo de caso, através de pesquisa de campo, através de vistoria técnica e entrevista aos responsáveis pelas edificações, buscando em um primeiro momento trazer embasamento teórico a temática.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Fachadas. Diagnóstico. edificações Habitacionais.

ABSTRACT

With the evolution of materials associated with the accelerated growth of civil construction, numerous construction artifacts allowed the constructions to become much more dynamic with regard to façade coverings, becoming much more decorative and well elaborated. However, several facades began to present pathological manifestations especially in the first years of construction, which depends almost exclusively on two factors: the way it was executed, as well as the quality of the material used. As a result, we note the relevance of this issue. In general, it is observed that buildings that do not have the facades in the standards stipulated by the current Norms cause aesthetic discomfort and decrease the durability and service life of the structures. Due to this, the present study aims to identify and quantify the main pathological manifestations found in housing estates located in the city of Gravatá-PE, thus seeking to explain the different types of façade pathologies that exist, thus providing a better understanding of the phases that involve the development process of these. Therefore, the prediction of the state of conservation of façade systems, through the models of measurement of degradation can represent their behavior over the years. Through the analysis of several housing estates it was possible to elaborate an panorama of degradation that affects a certain type of façade, through which one can have an initial notion of the main damage caused as well as to know how they can be prevented. The methodology used was case study, through field research, through technical survey and interview to those responsible for buildings, seeking at first to bring theoretical basis to the theme.

Keywords: Pathological manifestations. Facades. Diagnosis. Housing Estates.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Descolamento ou destacamento	22
Figura 02: Trincas e Fissuras	23
Figura 03: Abertura em edificações	24
Figura 04 : Manchas representando sinais de umidade e processos biológicos	26
Figura 05: Gretamento	27
Figura 06 : Eflorescência representada em fachadas prediais	28
Figura 07 : Eflorescência representada em fachadas prediais	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Agentes de degradação de fachadas	18
Quadro 02: Procedência e classe das principais patologias	18
Quadro 03: Ações corretivas e preventivas em determinadas patologias	20
Quadro 04 Manchas encontradas em fachadas	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SVVE - Sistema de Vedação Vertical Externo

NR – Normas Regulamentadoras

VUP - Vida Útil de Projeto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Fachada das edificações: sistemas de revestimento.....	13
2.1.1 Revestimento argamassado com revestimento em pintura.....	14
2.1.2 Revestimento em cerâmica.....	15
2.1.3 Normas de desempenho.....	15
2.2 Ações do ambiente.....	16
2.2.1 Agentes de degradação.....	17
2.3 Universo das patologias de fachada.....	19
2.4.1 Descolamento ou destacamento.....	22
2.4.2 Trincas e Fissuras.....	24
2.4.3 Aberturas.....	25
2.4.4 Manchas.....	26
2.4.5 Gretamento.....	28
2.4.6 Bolor.....	28
2.4.7 Eflorescência.....	29
2.5 Outros danos encontrados nas fachadas.....	31
2.5.1 Danos na pintura.....	31
2.5.2 Danos nas falhas e juntas.....	32
2.5.3 Processo de capilaridade nas estruturas de concreto armado.....	32
3 METODOLOGIA.....	36
4 ESTUDO DE CASO.....	38
4.1 Edificações residências em estudo.....	38
4.1.1 Região e características climáticas.....	38
4.2 Edificações visitadas e resultados encontrados.....	38
5 CONCLUSÃO.....	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a degradação prematura das edificações, caracterizada pelo surgimento das patologias, tem causado a redução de seu desempenho com grande frequência. A ocorrência de uma patologia nem sempre é atribuída a uma única causa, podendo ser resultado da combinação de diversos fatores, estando associada à sobreposição de efeitos que se acumulam até a manifestação de um dano maior. O aparecimento do dano, decorrente do envelhecimento antecipado das edificações, em sua grande maioria, está relacionado com a baixa qualidade dos materiais de construção empregados, problemas de projeto e execução e falta de manutenção. O sistema de vedação vertical externo (SVVE) é formado pelas fachadas, que se relacionam diretamente com o desempenho do conjunto edificado, interagindo com os demais componentes, elementos e subsistemas da edificação, como as estruturas, coberturas, esquadrias, instalações, pisos e outros.

Em relação aos elementos que compõem uma edificação, o SVVE é um dos mais sensíveis à ocorrência de patologias, principalmente pelo fato de estar em constante exposição aos agentes agressivos.

Diversos são os fatores que colaboram com surgimento das patologias nas fachadas das edificações, com por exemplo: exposição ambiental e biológica, ações mecânicas de diversas fontes, erros de utilização e concepção, seleção inadequada do material, etc.

Portanto, o levantamento de informações, tais como: tipo da fachada, materiais empregados, idade, padrão construtivo, classe de agressão ambiental na qual a edificação está submetida, entre outras, objetiva a verificação das correlações existentes entre as características das fachadas e as possíveis causas que ocasionam danos neste sistema.

A elevada incidência de anomalias em sistemas construtivos, em especial nos revestimentos de fachadas, tem incentivado pesquisas que visam compreender o comportamento das variáveis que influenciam o surgimento e evolução das diversas patologias nesses sistemas. Desta forma, estudos que contribuam com o desenvolvimento de métodos voltados a determinar parâmetros, capazes de fornecer o diagnóstico do estado da conservação das fachadas em uso, são importantes e oportunos.

Existem inúmeras pesquisas internacionais, em especial em Portugal, que buscaram entender o fenômeno da degradação das fachadas e sua relação com as diversas variáveis passíveis de influenciar o seu surgimento. Gaspar e Brito (2005, 2008, 2011), elaboraram uma

metodologia voltada para a quantificação dos danos em fachadas rebocadas de Portugal através da identificação das patologias existentes. Os resultados mostraram ser possível prever o comportamento da degradação das fachadas em argamassa pela utilização do modelo desenvolvido. Além destes, evidencia-se os estudos Sousa (2008), Gaspar (2009), Silva et al. (2016), entre outros, demonstrando a crescente preocupação com os fenômenos de degradação do sistema no cenário internacional.

No Brasil, destacam-se estudos realizados por Silva (2014), que apresenta um modelo capaz de quantificar a evolução dos danos e vida útil das fachadas cerâmicas da cidade de Brasília. Pelo modelo, foi possível relacionar os danos encontrados com algumas características das edificações analisadas tais como: idade e orientação da fachada. Os estudos de Bauer et al. (2010), Antunes (2010), Bauer et al. (2011), Zanoni (2015), Bauer et al. (2015), Souza, J. (2016), Henrique (2017), Cerqueira (2018), entre outros, também trouxeram contribuições relevantes sobre o tema. No entanto, segundo Zanoni (2015), ainda existem lacunas nos estudos de degradação das construções no que se refere à falta de dados para uma análise mais completa e detalhada frente ao envelhecimento dos sistemas de revestimento de fachada.

Evidencia-se que estas lacunas também estão associadas a abrangência dos modelos que quantificam a degradação das fachadas. Os modelos existentes, voltados para fachadas com acabamento em argamassa ou cerâmico, quantificam a degradação de maneira única e são específicos para um tipo determinado de revestimento, dificultando a utilização conjunta dos modelos em edificações que possuem mais de um tipo numa mesma fachada. Além disso, os modelos apresentam classificações gerais para as patologias, podendo tratar como semelhantes algumas que possuem forma de degradação específica.

Diante do exposto, o presente estudo tem como principal objetivo analisar as principais patologias de fachada encontradas em residências pertencentes a conjuntos habitacionais populares localizados na cidade de Gravatá- Pernambuco, buscando entender quais foram os principais motivos que resultaram no surgimento destas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Fachada das edificações: sistemas de revestimento

De modo geral, uma edificação pode ser entendida como um produto formado por um conjunto de sistemas, elementos ou componentes definidos e integralizados seguindo os princípios e técnicas da engenharia e da arquitetura (ABNT NBR 5674, 2012). Dentre os sistemas de uma edificação, a fachada é um dos que tem a função de contribuir com a segurança, estabilidade e conforto dos usuários.

O sistema de fachada, mesmo não desempenhando função estrutural, pode exercer papel de contraventamento das estruturas, e até mesmo sofrer as ações oriundas de deformações das mesmas. Além disso, as fachadas atuam no atendimento a estanqueidade à água, no isolamento térmico e acústico, na capacidade de fixação e suporte de elementos e peças suspensas, na compartimentação em casos de incêndio e ainda atua como uma barreira física contra os agentes agressores provenientes do ambiente externo (HENRIQUE, 2017)

Assim, é necessário que seus componentes passem por avaliações de desempenho, bem como, aqueles que sofrem algum tipo de interação com este elemento (ABNT NBR 15575-4, 2013). Os requisitos de desempenho que devem estar presentes nos projetos das fachadas, sendo necessário, portanto, manifestar padrões mínimos aceitáveis face às diversas solicitações, sejam elas mecânicas, físicas, químicas, biológicas ou ambientais (SILVA, 2014).

O sistema de revestimento é definido como um conjunto formado por múltiplas camadas, compostas por argamassa e outros acabamentos finais, podendo ser em pintura, cerâmica, pedras decorativas, dentre outros (ABNT NBR 13529, 2013). Como este sistema é formado por camadas de materiais compostos que sofrem solicitações diferenciadas, produzidas por movimentações específicas de cada um dos componentes, os materiais das fachadas devem apresentar características de resistência e deformação que permitam as movimentações diferenciais, evitando assim, comprometer seus componentes e o surgimento das patologias (SILVA, 2014).

Os revestimentos de fachada têm seu desempenho ligado à aderência entre as camadas e ao comportamento diferenciado dos elementos que compõe cada uma delas, assim como aos diversos esforços os quais estão expostos ao longo do tempo. No entanto, o processo de

degradação pode ser acelerado ou freado pelas condições de exposição e atividades de manutenção (SILVA, 2014).

Os sistemas de revestimentos possuem funções como a proteção da alvenaria, regularização das superfícies, estanqueidade, além da função estética, pois constituem elementos de acabamento relacionadas com a concepção do edifício. A definição dos sistemas é normalmente definida pela natureza do projeto que contemplam as escolhas de funcionalidade e estética (BAUER, 2005; CERQUEIRA, 2018).

Os sistemas de revestimentos em fachadas mais usuais no Brasil são o revestimento argamassado com acabamento em pintura e o revestimento cerâmico.

Na literatura existem procedimentos metodológicos desenvolvidos com a intenção de facilitar as atividades de inspeção, quantificação e avaliação dos danos encontrados nas fachadas, como os apresentados por Gaspar e Brito (2005, 2008, 2011), Sousa (2008) e Silva (2014). Estes procedimentos auxiliam na compreensão da evolução dos métodos de avaliação do estado de conservação das fachadas, colaborando com o desenvolvimento de outros modelos.

2.1.1 Revestimento argamassado com revestimento em pintura

Os sistemas de revestimento com acabamento em pintura são definidos, segundo a ABNT NBR 13529 (2013), como um conjunto formado por revestimento em argamassa e um acabamento decorativo que possua compatibilidade com a natureza da base utilizada e as condições na qual estão expostos, cumprindo com o desempenho previsto em projeto. A argamassa que compõem este sistema é formada por uma mistura homogênea de aglomerantes inorgânicos, agregado miúdo e água, podendo conter ou não aditivos ou adições com a capacidade de melhorar as propriedades de aderência e endurecimento (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2017)

Os revestimentos de argamassas possuem funções essenciais, devendo proteger o sistema de vedação da ação direta dos agentes agressores, auxiliar nos isolamentos térmico e acústico, ser estanque à água e aos gases e proporcionar uma superfície plana ao sistema, pronta para receber outros tipos de acabamentos, contribuindo, assim, para a estética e proteção da fachada (TEMP, 2014).

Um dos acabamentos mais comuns nos revestimentos argamassados é a pintura da superfície. As tintas usadas na pintura dos revestimentos são aplicadas como ferramentas de proteção contra agentes agressores, tais como: umidade, incidência solar, sujeira, poluição atmosférica, entre outros. Além da função protetora da tinta, a mesma também contribui para um bom desempenho estético e funcional das fachadas. Entretanto, o desempenho e durabilidade deste tipo de acabamento não é função apenas da tinta aplicada, mas também das condições do entorno, qualidade, preparo da base e técnicas corretas de aplicação (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2017).

2.1.2 Revestimento em cerâmica

O revestimento cerâmico de fachada é constituído por um grupo de camadas monolíticas, formado pelo o emboço do substrato ligada à base suporte do revestimento, no qual a camada externa é constituída por placas cerâmicas (SILVA, 2014).

No Brasil, os revestimentos cerâmicos são amplamente empregados, sendo aplicados sobre uma camada de argamassa de regularização, a qual é sobreposta em bases de concreto ou material cerâmico que compõem a estrutura e as alvenarias de vedação das edificações, respectivamente (SILVA, 2014; CERQUEIRA, 2018).

Os revestimentos cerâmicos apresentam características que fornecem vantagens ao serem aplicados nas vedações verticais externas. Dentre estas vantagens estão sua capacidade de não propagar o fogo, alta impermeabilidade, reduzida higroscopia, não causa diferença de potencial, não gera e propaga eletricidade estática, excelente isolante, além do custo-benefício elevado, principalmente no quesito de manutenção ao longo da sua vida útil (MEDEIROS E SABATINNI, 1999).

2.1.3 Normas de desempenho

O desempenho de uma edificação é definido como sendo o seu comportamento em uso, devendo atender as condições mínimas de habitabilidade necessárias para sua utilização ao longo da vida útil. Com a intenção de estabelecer condições mínimas de desempenho para

as edificações foi desenvolvida a NBR 15575 (2013), que estabelece parâmetros passíveis de serem aferidos, a fim de identificar o comportamento em uso dos sistemas de uma edificação. O conforto (térmico e acústico), segurança e luminosidade são algumas das condições mínimas estabelecidas pela norma de desempenho brasileira (NBR 15575, 2013), esta é dividida em seis partes (SANTOS; OLIVEIRA; SPOSTO, 2016).

Assim, além da adequação aos aspectos de desempenho estrutural, segurança contra incêndios e durabilidade, é necessário que a edificação habitacional atenda também, aos critérios de funcionalidade e acessibilidade (CBIC, 2013).

Segundo a norma (ABNT, 2013) as condições de exposição das edificações devem estar caracterizadas no projeto, possibilitando uma análise da Vida Útil de Projeto (VUP) e da durabilidade do edifício, bem como de seus sistemas. Zaroni (2015), no entanto, destaca que mesmo considerando a influência dos fatores climáticos de degradação no envelhecimento das edificações, a norma de desempenho ainda trata esses fatores de forma geral e muito incipiente em comparação às normas internacionais.

Nas fachadas, a NBR 15575 (2013) aborda em sua quarta parte, os principais critérios que devem ser examinados, visando a adequação do sistema aos padrões corretos de desempenho. A norma destaca a exigência da avaliação do isolamento térmico, acústico e estanqueidade à água, além da capacidade de suportar esforços e usos. Também são apresentados os requisitos de desempenho das vedações externas (verticais e horizontais), que ao estarem associados a outros elementos, ocasionam mudanças em seus comportamentos (BENTO et al., 2016).

Tendo em vista as exigências de desempenho dos diversos sistemas que compõe as edificações, aliado aos critérios de segurança, saúde, economia, a NBR 15575 (2013) define os níveis de desempenho numa escala que varia do mínimo (M) ao superior (S). A norma indica que a vida útil de projeto deve ter seu valor mínimo atendido para cada sistema, elemento ou componente do projeto.

É importante destacar que a perda de desempenho das fachadas pode estar associada ao processo de degradação, por outro lado, a degradação provocada pelo surgimento das patologias, normalmente, são resultantes da não observância aos critérios e exigências de desempenho determinados pela norma (ABNT NBR 15575, 2013; SOUZA, J., 2016). Além disso, para uma análise mais adequada, é essencial que haja uma estimativa satisfatória da vida útil, principalmente em se tratando da construção civil, onde o tempo de vida útil é bastante relevante (AGOPYAN; JOHN, 2014).

2.2 Ações do ambiente

As edificações, bem como suas fachadas, estão sujeitas a condições do meio que se inserem estando, seus fatores de exposição, ligados as características climatológicas da região. Os fatores climáticos, tais como vento, precipitação, radiação solar, umidade relativa, temperatura, entre outros, colaboram no processo de degradação, afetando a durabilidade e vida útil da edificação (MELO JÚNIOR, 2010; SILVA, 2014; CERQUEIRA, 2018).

O clima tem forte influência na degradação das fachadas, sendo o conhecimento deste, um aspecto importante para o entendimento das patologias que agem sobre o sistema. Ligados aos aspectos de durabilidade, o clima pode ser classificado em macroclima (ou regional), mesoclima (ou local) e microclima (ou do entorno do edifício). Segundo Silva (2014), os mesmos podem ser definidos conforme a seguir

- 1) Macroclima (ou regional): corresponde ao clima médio em um território relativamente vasto, necessitando de um conjunto de dados dos postos meteorológicos para sua correta caracterização;
- 2) Mesoclima (ou clima local): corresponde a uma situação particular do macroclima. De modo geral, pode ser caracterizado utilizando-se dados de uma estação meteorológica;
- 3) Microclima (ou do entorno do edifício): corresponde aos fatores climáticos de um espaço reduzido a exemplo da envoltória de uma edificação.

Ao relacionar os aspectos ligados ao clima com a degradação das fachadas, deve-se procurar associar este sistema com seu entorno, através da utilização dos dados microclimáticos, visto que são estes que conduzem mais fortemente os processos de degradação (SILVA, 2014). Desta forma, pode-se relacionar o clima, em especial suas dimensões micro, com os principais agentes de degradação (CERQUEIRA, 2018).

2.2.1 Agentes de degradação

As fachadas das edificações, expostas ao meio externo, são afetadas pela ação dos agentes de entorno da região na qual estão localizadas. Os agentes de degradação afetam a funcionalidade das fachadas, pois provocam o surgimento dos danos (CERQUEIRA, 2018).

Estes agentes, quando atuam de forma simultânea em um mesmo elemento, contribuem com o aumento da velocidade de degradação, favorecendo o surgimento das patologias (SILVA, 2014).

Os agentes de degradação dos componentes das edificações podem ser classificados de acordo com sua natureza em agentes mecânicos, eletromagnéticos, térmicos, químicos e biológicos, conforme exposto no Quadro 1 abaixo.

Quadro 01: Agentes de degradação de fachadas

Natureza	Classe
Agentes biológicos	Vegetais e microrganismos Animais
Agentes químicos	Água e solventes. Agentes oxidantes Agentes redutores Ácidos Bases Sais Quimicamente neutros
Agentes térmicos	Níveis extremos ou variações muito rápidas de temperatura
Agentes eletromagnéticos	Radiação Eletricidade Magnetismo
Agentes mecânicos	Gravidade Esforços e deformações impostas ou restritas Energia cinética Vibrações e ruídos Atritos Agentes eletromagnéticos Radiação

Fonte: Autor 2021 (Com base nas informações de Silva (2014))

De acordo com a procedência, os agentes podem ser classificados como provenientes da atmosfera, do solo, do uso e do projeto. Vejamos quadro abaixo:

Quadro 02: Procedência e classe das principais patologias

Procedência	Classe
Provenientes da atmosfera	Água no estado líquido Umidade Temperatura Radiação solar – radiação ultravioleta Gases de oxigênio (O, O ₂ , O ₃) Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) Gases ácidos Bactérias, insetos Vento com partículas em suspensão
Provenientes do solo	Sulfatos Cloretos Fungos Bactérias Insetos
Provenientes do uso	Esforços de manobra Agentes químicos normais em uso doméstico
Provenientes do projeto	Compatibilidade química Compatibilidade física Cargas permanentes e periódicas

Fonte: Autor 2021 (Com base nas informações de Silva (2014))

Conforme preconiza a NBR 5674 (2012), o estudo das condições de entorno e da ação dos agentes de degradação devem ser específicos para cada edificação. No entanto, apesar de existir diversos trabalhos na literatura abordando o fenômeno da degradação dos componentes e sistemas dos edifícios, bem como as variáveis que influenciam este processo, os profissionais da área encontram dificuldades em definir a correta classe de agressividade ambiental para uma edificação. Devido a simultaneidade da ação dos agentes de degradação, pesquisadores desenvolveram estudos que buscaram agrupar alguns destes agentes em regiões de agressividade, visando nortear a ação de projetistas, construtores e demais profissionais. (VILASBOAS; MACHADO, 2010)

2.3 Universo das patologias de fachada

De acordo com os ensinamentos de Freitas (2009) a palavra patologia consiste no estudo das doenças, sejam elas voltadas para área médica ou para a área de engenharias. Estas “doenças”, especialmente quando localizadas em fachadas das edificações podem ocorrer por processos distintos, sejam eles relacionados à fase do projeto, execução da obra ou no pós obra, que normalmente ocorrem devido as condições climáticas bem como a qualidade dos materiais empregados nos processos construtivos.

De um modo geral pode-se dizer que os revestimentos são partes importantes para qualquer obra, tendo a função não apenas estética, mas exercem ainda a função de vedação e prevenção de infiltrações, isolantes térmicos e acústicos, além de conferirem as edificações maior proteção. Por se tratar de um dos elementos mais presentes nas edificações no que concerne em quantidade, observa-se que patologias relacionadas a este elemento são bastante comuns.

Assim, a elaboração de projetos envolvendo argamassas é de fundamental importância para obtenção de um melhor desempenho no que concerne aos revestimentos, o que significa aumento da qualidade e produtividade das edificações bem como redução de falhas, desperdícios e aumento dos custos para reparo (SABATINI, 2000).

De um modo geral pode-se dizer que antes da execução de qualquer serviço, é imprescindível que se saiba quais materiais serão utilizados, desta forma o projeto é de suma importância para que não sejam empregados materiais errados. Um erro muito comum é o emprego errado da argamassa.

Além disso, pode-se dizer que as patologias em fachadas ocorrem em decorrência da mão de obra empregada erradamente ponto conforme salientado por Santos (2008), a mão de obra possui baixa capacitação profissional, pode ser considerada um fator determinante para mais recursão dos serviços de preparo de superfícies, bem como a colocação de revestimentos cerâmicos, o que poderá resultar futuramente em danos estruturais nas fachadas tais como trincas ou rachaduras. Em algumas ocasiões vi várias empresas envolvidas no processo licitatório por mão de obra mais barata, normalmente nas fases de acabamento da construção, para equilibrar um possível desacordo com o orçamento previsto, e assim acabam ocorrendo falhas na fase final do processo construtivo.

Logo, pode-se dizer que a mão de obra não qualificada na fase de acabamento, pode acarretar patologias diversas nos revestimentos. De acordo com Freitas (2009), para que sejam identificados erros construtivos é imprescindível que se saiba quais processos foram utilizados e a ordem que eles devem ser executados. Assim, sabendo-se dos processos necessários para execução dos revestimentos na fachada de uma determinada edificação, é possível sem sombra de dúvidas analisar os principais aspectos que ocasionaram erros nos processos construtivos, especialmente aqueles oriundos da falta de capacitação da mão de obra.

Assim sendo, caso não haja a execução de nenhuma ação corretiva ou preventiva, pode-se atingir um colapso total das fachadas, bem como danos materiais em grande escala, e até mesmo a lesão de pedestres em alguns casos. Estes procedimentos descritos no quadro a seguir:

Quadro 03: Ações corretivas e preventivas em determinadas patologias

Limpeza da base	Seja ela alvenaria ou estrutural (pilar, viga, fundo de viga ou laje), a base sempre deverá ser muito bem limpa para que haja melhor aderência do revestimento com a superfície;
Chapisco	Trata-se da superfície que servirá de "ponte" entre o substrato e a argamassa, provendo maior aderência entre as partes. Sua função é criar uma camada porosa que aumentará o atrito e fixará o emboço ou a massa única (dependendo do método construtivo optado) em sua superfície, evitando o cisalhamento;
Reboco	Tem função impermeabilizante e deixar a superfície ainda mais lisa, preparando-a para o recebimento do revestimento e conferindo conforto termo acústico;
Massa Única	Também conhecido como Emboço Paulista, trata-se de uma camada única, aplicada sobre o chapisco, cumprindo a função de emboço e reboco ao mesmo tempo;
Acabamento	Tem por finalidade a valorização da construção. Pode ser empregado diversos tipos de acabamento: pintura, revestimentos cerâmicos, texturização, pedras ornamentais, entre outros (FREITAS, 2009).

Fonte: Autor 2021 (Adaptado de Freitas, 2009)

O descumprimento de uma destas fases pode ocasionar diversas patologias, que serão melhor descritas posteriormente, dentre as quais a mais comum versa no descumprimento do acabamento das fachadas.

2.4 Principais patologias de fachadas

Diante dos diversos agentes capazes de interferir na velocidade e forma de degradação das fachadas, torna-se oportuno abordar as variadas formas de patologias que podem se manifestar neste sistema. As irregularidades ou danos que surgem nos componentes da edificação representam indicativos do comportamento irregular destes, devendo haver avaliação adequada, a fim de corrigi-los para que não atinjam um grau avançado de deterioração. As irregularidades ou danos caracterizam a chamada patologia (AZEVEDO, 2011).

Segundo Veríssimo et al. (2016), diversos fatores podem contribuir para a degradação das construções tais como: umidade, dilatação térmica excessiva, variações de temperatura, reações químicas, vibrações, erosão, corrosão entre outros. Para Thomaz (2013), estes fatores contribuem com o surgimento das patologias, devido principalmente, a projetos mal elaborados, falhas de execução, baixa qualidade dos materiais empregados, além de imperícia, falta de manutenção e redução de custos. Assim, as patologias se manifestam e conduzem os sistemas a uma degradação prematura.

É importante salientar que as patologias se manifestam não somente nos edifícios mais antigos, mas também nos novos, e apesar da evolução dos processos e produtos da indústria da construção, as patologias continuam surgindo. Além disso, as anomalias que se manifestam nas fachadas, em muitas situações, não se originam em seus componentes, mas podem estar ligadas à danos ou falhas derivadas de outros sistemas da edificação, em virtude da associação existente entre estes e as fachadas, de forma que os danos são propagados (SILVA, 2014).

Para a adequada reparação dos revestimentos de fachadas, necessita-se entender os principais tipos, origem, classificação e mecanismos das patologias, uma vez que, estas provocar alteração prejudicial nas características físicas, químicas ou mecânicas das vedações externas. Uma das formas de classificar as patologias dos sistemas de revestimento é conforme o tipo de função que está sendo prejudicado. Estas podem ser divididas em dois tipos principais: estéticas e funcionais (SOUSA, 2008; SILVA, 2014).

As patologias estéticas geralmente não causam riscos à segurança e estabilidade das edificações, afetando apenas a sua aparência. Já as patologias funcionais têm a capacidade de afetar, não apenas a aparência, mas também a integridade e estabilidade dos componentes da edificação, o que prejudica a segurança dos usuários.

De acordo com Silva (2014), as patologias funcionais podem se originar da evolução das patologias estéticas. Os diferentes tipos de patologia abordados neste trabalho serão detalhados nos itens em sequência.

2.4.1 Descolamento ou destacamento

Os descolamentos são patologias funcionais, que ocorrem na interface da argamassa com a base (revestimento argamassado) ou nas interfaces placa cerâmica-substrato, substrato-base (revestimento cerâmico) ou entre qualquer uma destas e suas camadas intermediárias. Os deslocamentos ocorrem em virtude das solicitações impostas que ultrapassam a resistência de aderência entre as camadas, ou ainda por falhas de coesão. Eles encontram-se demonstrados na Figura 01.

Figura 01: Descolamento ou destacamento



Fonte: IBAPE. 2014

O descolamento é caracterizado pela perda de aderência das peças de revestimento cerâmico do substrato ou da argamassa colante. Com a perda da aderência estas placas cerâmicas podem vir a colapso, colocando em risco a segurança dos usuários do empreendimento. Esta patologia é considerada de alto risco.

Sabbatini(2009) salienta ainda que o som oco é o principal indicador desta patologia, verificado pelo teste de percussão, podendo ocorrer também o estofamento do local onde verificado o problema.

Nos revestimentos argamassados os deslocamentos podem ser subdivididos em: descolamento com empolamento, descolamento com pulverulência e descolamento em placas.

O autor Sabbatini (2009) faz uma observação relevante:

O destacamento acontece depois de passado o primeiro ano de ocupação do edifício e parece ocorrer, com maior frequência, nos primeiros e últimos

pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solicitação que essas regiões estão sujeitas (SABBATINI, 2009).

2.4.2 Trincas e Fissuras

Quando falamos em trincas e fissuras (Figura 02), estamos falando em falhas no processo construtivo, provocadas por algum tipo de esforço mecânico, sejam eles cisalhamento, flexão, tração, dentre outros, ou ainda relacionada a condições climáticas dentre os quais podemos citar com maior frequência as variações de temperatura (TORRES, 2017).

Figura 02: Trincas e Fissuras



Fonte: Mapa da Obra, 2014

Outro motivo intimamente relacionado ao surgimento das trincas e fissuras é a movimentação nas estruturas de concreto, que se expandem e gerando com isso as indesejáveis trincas na fachada do empreendimento. Normalmente este está relacionado com falhas na construção da fundação, segundo Thomaz (2013).

2.4.3 Aberturas

As aberturas em edificações são patologias oriundas dos mecanismos de alívio de tensões, pelas alterações dimensionais, deslocamentos e mudanças de volume ao longo da vida útil, podendo ser decorrentes de processos físicos- mecânicos ou químicos, sendo as

patologias funcionais mais comuns de serem encontradas nos edifícios, conforme Thomas (2013). A abertura pode ser observada na figura 03:

Figura 03: Abertura em edificações



Fonte: Mapa da Obra, 2014

Segundo Taguchi (2010), a configuração, tamanho, forma e período de ocorrência (após anos, semanas, horas da execução) das aberturas podem servir como elementos para o diagnóstico de sua origem e correta recuperação. Desta forma, torna-se importante conhecer as diversas classificações existentes para as aberturas. As aberturas podem ser classificadas de acordo com o tamanho, o comportamento e o tipo, conforme exposto a seguir:

- Quanto ao tamanho: a NBR 9575 (2010), define como microfissuras as aberturas inferiores a 0,05 mm, como fissuras as aberturas até 0,5 mm e como trincas as aberturas superiores a 0,5 mm e inferiores a 1 mm. Já a NBR 15575 (2013) classifica como fissuras as aberturas menores que 0,6 mm e como trincas as aberturas maiores ou iguais a 0,6 mm;
- Quanto ao comportamento: as aberturas podem ser classificadas como ativas, quando a abertura continua variando em função de movimentações hidrotérmicas ou outras, e como passivas, quando a abertura não varia, permanecendo constante ao longo do tempo (NBR 15575, 2013);
- Quanto ao tipo: nos revestimentos argamassados se apresentam de três formas distintas: orientadas, mapeadas, geométricas ou na forma de crateras.

Nos revestimentos argamassados a incidência de fissura (sem a movimentação ou fissuração da base), ocorre devido a fatores relativos à execução do revestimento, solicitações

higrotérmicas ou pela retração hidráulica da argamassa. Nos revestimentos cerâmicos as aberturas podem se manifestar pela fissuração do vidro, fissuração da placa ou na forma de pequenas crateras (BAUER, 2015).

Antunes (2010) afirma que as aberturas podem proporcionar o surgimento de outras patologias, pois servem como pontos de entrada dos agentes agressores externos no revestimento. Os agentes, carregados pelo vento e pela água podem contribuir com a ocorrência das patologias, tais como: manchas, ataques biológicos, descolamentos e deslocamentos.

Segundo a NBR 15575-4 (2013), a incidência de fissuras em fachadas pode ser considerada tolerável caso esta atenda algumas condições especificadas, como na situação do surgimento de fissuras no corpo das fachadas, ou outras patologias do gênero, caso não possam ser detectadas a olho nu por um observador distante a 1,00 m da superfície do elemento em análise, num cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, através de iluminação natural em dia sem nebulosidade.

2.4.4 Manchas

De acordo com Silva(2014), as manchas são as anomalias estéticas mais ocorrentes nos revestimentos de fachada, podendo ocorrer tanto no revestimento em pintura quanto no revestimento cerâmico. As manchas podem ser divididas em: manchas de sinais de umidade, manchas de sujeira, manchas biológicas, eflorescência e por produtos enodoantes. As manchas são evidenciadas na figura 04

Figura 04 : Manchas representando sinais de umidade e processos biológicos



Fonte: Google imagens, 2021

O quadro a seguir visa demonstrar os principais tipos de manchas associados aos processos patológicos em fachadas, demonstrando as suas principais características e processos envolvidos.

Quadro 04 Manchas encontradas em fachadas

Sinais de Umidade	Infiltração de água nos revestimentos devido a falha de estanqueidade da fachada: <ul style="list-style-type: none"> • Podem se originar na fase de execução da obra ou durante o uso do edifício; • Contribui com o surgimento de outros tipos de patologias, (bolhas de umidade, manchas biológicas, eflorescências, descolamentos, fissuras e mudança de coloração dos revestimentos)
De Sujeira	Causada devido a ação simultânea da chuva e do vento, proporcionando limpeza da superfície do revestimento, onde a água começa a escorrer, arrastando as partículas de sujeira depositadas, na qual, após a evaporação, contribui para a formação das manchas <ul style="list-style-type: none"> • Muitas vezes é confundido com bolor
Biológicas	Ocorrem, principalmente, em ambientes úmidos, mal ventilados e mal iluminados, causando a proliferação de bolor, fungos, algas, cianobactérias e líquens. Muitas vezes confundida com manchas de sujeira. Se caracteriza pela presença de manchas esverdeadas ou escuras e/ou crescimento de vegetação, causando a biodeterioração.
Eflorescência	Manchas que se formam na superfície dos revestimentos ocasionadas pela lixiviação e deposição dos sais metálicos alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis na presença de água, que ao evaporar, precipita-os, formando manchas brancas.
Por Produtos Enodoantes	Caracterizada pelo ato de escrever ou rabiscar sobre muros e fachadas de edificações, utilizando tintas de difícil remoção. Estas tintas devido a sua solubilização, favorece uma maior penetração nos poros da cerâmica ou da argamassa, deixando manchas.

Fonte: O autor, 2021 (Adaptado de Silva, 2014)

2.4.5 Gretamento

O gretamento consiste em uma série de aberturas semelhantes estruturalmente as fissuras, no entanto normalmente possuem diâmetros inferiores a 5 mm nas placas cerâmicas, sendo observado uma estrutura semelhante a “teia de aranha”, conforme explicado por Torres(2017) e demonstrado na figura 05:

Figura 05: Gretamento



Fonte: Google Imagens, 2021

A expansão por umidade em camadas mais inferiores, na maior parte dos casos é considerado o fator causador do gretamento encontrado nas placas de cerâmica (TORRES, 2017).

2.4.6 Bolor

De acordo com os ensinamentos de Allucci (1998) o bolor é uma alteração, facilmente perceptível, presente na superfície de diversos materiais que compõem os elementos de revestimentos, sendo associado ao desenvolvimento de microrganismos pertencentes a classe de fungos que se desenvolvem especialmente nas partes superficiais dos revestimentos, mas que podem se aprofundar de acordo com a gravidade da infecção.

Normalmente esta patologia é oriunda de algum tipo de vazamento ou infiltração que estejam ocorrendo na fachada visto que os fungos são formados em sua imensa maioria em locais considerados úmidos ponto pode estar associado ainda ao descolamento dos revestimentos cerâmicos pertencentes à fachada.

Figura 06: Bolor



Fonte: Mapa da Obra, 2014

De um modo geral, pode-se dizer que a paralisação da infiltração e a limpeza de toda a parte embolorada nos pontos onde estão localizadas é a maneira mais eficiente de tratar este tipo de patologia, salientando que se não for cessado o abastecimento de água no local o problema tende a retornar ou ainda agravar se piorando significativamente e comprometendo a estrutura da identificação.

2.4.7 Eflorescência

Pode-se dizer, que quando surge alguma mancha na fachada, é um sinal consideravelmente claro de que algo não está bem que tem algo errado em alguma das partes dos elementos estruturais daquela edificação, principalmente se as manchas forem brancas ainda que possam aparecer de outras colorações (Santos e Silva, 2008).

Ambrósio et al, (2018), discorrem que a eflorescência é caracterizada pelo surgimento de manchas esbranquiçadas no revestimento, normalmente proveniente do acúmulo cristalino, que, muitas das vezes, descaracterizam o revestimento, depois disso através de sais solúveis contidos nas placas cerâmicas, nas argamassas utilizadas para embolso, em rejuntas utilizados ou de fixação do revestimento, pode ainda estar associado aos constituintes da alvenaria. A Eflorescência pode ser demonstrada na figura 07.

Figura 07: Eflorescência representada em fachadas prediais



Fonte: Mapa da Obra, 2014

Ainda de acordo com os autores, estes sais são conduzidos através da água de infiltração ou ainda por intermédio da água utilizada na construção, pela porosidade apresentada nos itens de revestimento. Uma vez entrando em contato com o ar, estes sais se tornam sólidos, resultando assim na formação de depósitos característicos, sendo indicativo de possíveis problemas estruturais nas fachadas.

Uma outra definição que pode ser utilizada para explicar este fenômeno é dado pelos autores Santos e Silva Filho (2008), que discorrem que se tratam de depósitos esbranquiçados cristalinos que surgem na superfície de revestimentos, tais como pisos, paredes e tetos, que são resultantes da migração e posterior evaporação de soluções águas salinizadas.

Diante do exposto, pode-se discorrer que esta patologia é caracterizada pela aparição de Salinas sobre o revestimento da fachada podemos ocasionar crostas insolúveis e água ponto são problemas de ordem estética visto que quando se manifestam em superfícies de revestimentos cerâmicos trazem desconforto visual aos engenheiros, construtores e proprietários dos imóveis. Em tempo, cabe considerar que alguns casos podem se tornar um problema estrutural após a alteração físico-química das peças de revestimento tem de ocasionar descolamento das placas (SANTOS, 2008).

O cimento Portland é uma grande e importante fonte de eflorescência para o sistema, visto que o mesmo é uma fonte de sais solúveis em água. Deve-se tentar minimizar o máximo o seu uso. (LAPA, 2008)

2.5 Outros danos encontrados nas fachadas

2.5.1 Danos na pintura

Os danos em revestimentos com pintura, são patologias que podem comprometer, além da estética da construção, a proteção da edificação contra intempéries. Existem diversos tipos de danos nas pinturas, como: calcinação, descoloração, descascamento, enrugamento, bolhas ou vesículas.

A Calcinação é um fenômeno causado pela ação do intemperismo (sol e chuva), formando finas partículas, semelhantes a um pó esbranquiçado, sobre a superfície pintada exposta ao tempo. Quando isto acontece ocorre liberação dos pigmentos e a consequente perda de brilho e, em alguns casos, até da cor. Ocorre na superfície de tintas com alcalinidade e umidade altas

A descoloração é provocada pela perda gradual do brilho e da cor na pintura da fachada. Ocorre especialmente, em superfícies expostas de forma constante à luz do sol, porém pode ocorrer pelo resultado da calcinação.

O descascamento da Tinta é Notado quando a tinta não adere ao suporte ou quando descasca da superfície parcialmente ou totalmente. Pode ser causado pela presença de material pulverulento em excesso na superfície a ser pintada, devido à falta de tratamento desta antes de receber a pintura, ou mesmo devido à má aplicação ou desgaste causado pela ação das intempéries.

O enrugamento da tinta é caracterizado pela formação de rugas na película durante o processo de secagem. O enrugamento surge quando há uma secagem rápida da camada superficial da pintura, que por sua vez, possui uma dilatação superior à da camada inferior. Pode afetar a impermeabilidade e o desempenho do revestimento.

As bolhas ou vesículas resultam da perda localizada de adesão, devido ao levantamento do filme de tinta da superfície, caracterizadas pelo empolamento da pintura ou por conter umidade em seu interior. Ocorre pelo excesso de umidade na superfície do revestimento pintado, pela utilização de sistemas de pintura inadequados, pelo tempo insuficiente entre as demãos, pela existência de componentes solúveis em água, ou ainda, devido às condições adversas de aplicação, como temperaturas elevadas, além dos métodos de aplicação incompatíveis com o produto que será aplicado

2.5.2 Danos nas falhas e juntas

As juntas são muito importantes para o adequado comportamento dos revestimentos, pois na ocorrência de sua falha, o desempenho do sistema é comprometido. As juntas são responsáveis pela promoção da estanqueidade do revestimento e capacidade de absorver deformações (SOUSA, 2008). Dentre os principais tipos de danos nas juntas destacam-se o desprendimento do material de rejuntamento, definido como patologia funcional, e o enodoamento da junta, identificado como patologia estética (SOUSA, 2008).

A ausência das juntas de movimentação ou a falha no dimensionamento e execução das mesmas, dificultam a dissipação das tensões provocadas pela movimentação diferenciada dos materiais da fachada, colaborado assim, com o surgimento de outros tipos de patologias no sistema de revestimento, a exemplo das fissuras (BAUER et al., 2015).

Sousa (2008) ressalta que a primeira etapa na classificação dos danos é a definição de quais as principais anomalias que devem ser registradas. A definição das patologias deve ser norteada por sua importância, gravidade, pela frequência em que estas ocorrem ou através da análise da evolução do estado de conservação dos revestimentos de fachadas.

Os conceitos relacionados as diversas formas de degradação apresentados buscam esclarecer a natureza, origem e mecanismos associados as patologias, bem como os danos causados nas fachadas das edificações, que podem evoluir e intensificar com o passar do tempo. Desta forma, efetuar inspeções, avaliar e diagnosticar a ocorrência das patologias através de modelos, podem contribuir com a proposição de ações adequadas na identificação e correção das patologias. Neste intento, serão explorados alguns modelos de avaliação de degradação de fachadas.

2.5.3 Processo de capilaridade nas estruturas de concreto armado

De acordo Kohls (2017), o concreto o concreto consiste em um material com elevada porosidade, sendo assim todos os processos que os deterioram estão intimamente relacionados a alta facilidade que a água se move através de suas estruturas. A porosidade do concreto varia de acordo com os agregados utilizados, desta forma quanto mais fino for o cimento utilizado na mistura e menor fora relação de água cimento adotada menor será a sua permeabilidade. no entanto mesmo com sua redução, o concreto mantém-se poroso, esta

situação ocorre devido a evaporação de água na pasta de concreto e no seu caminho até a superfície criar redes de poros que determinaram uma fragilidade da estrutura em seu estado endurecido.

- 2.5.3.1 Ação dos agentes químicos

O contato das estruturas de concreto com agentes químicos é algo incomum, no entanto, especialmente nas grandes cidades, o concreto pode ser submetido ao contato com chuvas ácidas.

De acordo com Andrade (2003), os ácidos presentes nesta chuva, ao entrarem em contato com as estruturas de concreto, agem promovendo a destruição das camadas mais externas, atravessando seus poros, resultando na transformação completa da pasta de cimento endurecida. Estas ações, tem como consequência a perda de massa e a perda considerável da seção de concreto.

Esta perda ocorre em camadas sucessivas, a partir da superfície exposta, sendo a velocidade da degradação proporcional á quantidade e concentração de ácidos que estiveram em contato direto com a estrutura de concreto.

De um modo geral podemos dizer que existem três formas distintas dos fluidos adentrarem a estrutura do concreto, sendo eles:

- Difusão: resultado da diferença de concentrações iônicas entre os fluidos externos e internos;
- Pressão hidrostática, resultado da diferença de pressão dos fluidos por forças capilares, resultado de mecanismos capilares;
- Combinação de forças, que podem ser influenciadas por temperaturas, correntes elétricas, entre outros fatores;

Deste modo, as reações químicas, manifestam-se apresentando uma série de alterações nocivas ao concreto, tais como: aumento significativo da porosidade, maior permeabilidade, diminuição considerável da resistência das estruturas, fissuração e destacamento de partes do concreto.

Por meio do processo de capilaridade esses agentes corrosivos infiltram no concreto e atingem a armadura, ocasionando assim na corrosão das mesmas (MEHTA et al, 1994).

- 2.5.3.2 Carbonatação

De acordo com Figueiredo (2005), alta capilaridade relacionada à estrutura de concreto, resulta em uma das patologias mais encontradas em estruturas de concreto, denominada como carbonatação.

De um modo geral podemos dizer que o dióxido de carbono presente na atmosfera tem uma grande tendência de combinar-se com o cimento, especialmente quando hidratado, adentrando assim pelos poros presentes nesta estrutura. Desta forma a reação considerada mais simples, porém mais importante é a combinação com o hidróxido de cálcio liberado pela hidratação do cimento. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Dessa forma, pode-se dizer que o concreto possui um pH aproximado de 12,5 especialmente devido a presença do Ca(OH)_2 . Logo, o desaparecimento do hidróxido de cálcio do interior dos poros da pasta de cimento hidratado bem como sua transformação em carbonato de cálcio, faz com que o pH seja reduzido facilitando o processo de corrosão das armaduras. Portanto, pode-se dizer que quanto maior foi a camada, maior será o tempo que o CO_2 levará para atingir a estrutura, iniciando assim sua deterioração. Cabe destacar que outros fatores também são responsáveis por influenciar a velocidade do processo de deterioração, dentre eles: umidade relativa do ar, tipo de cimento utilizado, qualidade das estruturas e a permeabilidade do concreto.

Desse modo destacamos, que as estruturas de concreto precisam ser protegidas para que assim evite-se a carbonatação. A aplicação de barreiras mais espessas como rebocos e revestimentos com pedras cerâmicas ou até mesmo pinturas, impedem ou reduzem significativamente a entrada de CO_2 na estrutura. No entanto, em relação a utilização das pinturas, é necessário dizer que a mesma possui uma vida útil reduzida, necessitando assim constantemente de novas intervenções para garantir o perfeito bloqueio da carbonatação (FIGUEIRADO, 2005).

2.5.3.3 Deterioração do concreto por contato com a água dura

A água é um elemento fundamental para subsistência humana, porém de forma incorreta ela pode prejudicar as edificações. Assim, a água dos solos ou até mesmo a água de utilização diária, possui em sua composição, cloretos, sulfatos e carbonatos de cálcio, estas são denominadas como água dura, e normalmente não atacam os constituintes da pasta de cimento. No entanto, necessitam ser impermeabilizadas para que não haja danos a estrutural.

3 METODOLOGIA

Gaspar e Brito (2005) elaboraram uma metodologia de análise probabilística para definição da sensibilidade que certas áreas da fachada têm em desenvolver patologias, considerando a sensibilidade em fachadas com revestimentos argamassados. A análise foi aplicada dividindo a fachada em seis áreas distintas: (1) próximo ao solo; (2) em paredes contínuas; (3) ao redor dos vãos e aberturas; (4) nas áreas de sacadas; (5) no topo da edificação (parapeitos e beirais); e (6) em cantos e extremidades. Nessas áreas observa-se a ocorrência das anomalias e danos. (GASPAR E BRITO, 2005; NASCIMENTO, 2017; OLIVEIRA JUNIOR, 2020)

A metodologia desenvolvida pelos autores considera a severidade da degradação (S), o nível geral de degradação (NGD) da fachada, e as curvas de degradação.

Vale destacar que ao classificar as patologias apenas em manchas, fissuras e descolamentos, relacionando estas com a porcentagem da área afetada, o modelo de Gaspar e Brito (2008) reduz a diferenciação entre elas, podendo tratar como semelhantes as patologias com efeitos diferentes, estando estas em uma mesma porcentagem de área (ex. manchas de sinais de umidade e descoloração da tinta, afetando < 5% da área).

O presente estudo apresenta-se em uma metodologia prática e objetiva, baseada na avaliação observacional e visita técnica com objetivo de identificar as principais patologias de fachada existentes em edificações habitacionais na cidade de Gravatá-PE, onde foram desenvolvidas três etapas distintas dentre as quais encontram-se: coleta dos dados, tratamento dos dados e por fim o diagnóstico de acordo com o que foi observado. A metodologia consiste nas seguintes etapas:

1. Visita e coleta das informações: são realizadas visitas in loco para levantamento das informações quando ao histórico da edificação, idade, quantidade de pavimentos, orientação cardinal das fachadas, tipo de acabamento utilizados bem como intervenções anteriores e manutenção, caso existam. Estas manifestações foram registradas através de fotografias que buscou melhor representá-las.
2. Mapeamento de manifestações patológicas por fachada das edificações residenciais inspecionada.

3. Diagnóstico: Nesta etapa, buscou-se identificar quais foram as possíveis causas que resultaram no surgimento das patologias encontradas. Nesta fase final da metodologia procede-se com a confecção de uma matriz de correlação possíveis causas / manifestação patológica e realiza-se a proposição das regiões com maior probabilidade de incidência e diagnóstico. O diagnóstico estima a origem dos problemas, resguardando-se das análises das manifestações patológicas com base nas regiões de ocorrência ao longo da fachada, e baseando-se nos mecanismos de ocorrência das mesmas.

A vistoria do local foi realizada através da coleta de dados por meio de levantamento fotográfico de patologias em edificações localizadas no Município de Gravata-PE, coletadas por com utilização do smartphone da marca Apple (Iphone 11) com devida descrição e localização das mesmas. Além da coleta fotográfica a pesquisa foi realizada com entrevista a um encarregado de uma empresa de reformas. Foram realizadas 2 visitas em cada edificação

3.1 Análise dos dados e conclusão

O processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como a geração de hipóteses ou modelos e os respectivos testes, em outras palavras, a partir da coleta de determinados dados, considerados fundamentais, o observador elabora as hipóteses de avaliação da situação e compara estes modelos ao quadro sintomatológico geral ao conhecimento que tem da patologia.

De acordo com esta linha de raciocínio, após a coleta e interpretação dos dados, os mesmos serão detalhados e analisados, buscando trazer possíveis soluções para o possível desempenho frente aos aspectos técnicos econômicos e ambientais.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Edificações residências em estudo

4.1.1 Região e características climáticas

Evidentemente o clima de Pernambuco é tropical. O Estado apresenta variações climáticas locais, marcadas pela sua posição geográfica, pela ausência de chuva e pelos sistemas meteorológicos que atuam na região.

Assim sendo, a região pode ser dividida em quatro tipos climáticos distintos: tropical quente e úmido (litoral), tropical quente subsumido e seco (Zona da Mata), tropical de altitude (Zona Norte) e tropical quente e seco (Agreste e Sertão Pernambucano).

Por estar localizado entre sete e oito graus abaixo da Linha do Equador, Pernambuco sofre influência direta da Zona da Convergência Intertropical Tropical (ZCIT), que promove uma precipitação constante em todas as áreas afetadas. Entretanto, muitas massas de ar atuam sobre o estado, desviando a chuva do território pernambucano.

O município em estudo pertence a Zona tropical de Pernambuco, o que corrobora com o fato de que é um local com chuvas intensas, o que pode corroborar consideravelmente com o surgimento de patologias, especialmente aquelas relacionadas com umidade.

4.2 Edificações visitadas e resultados encontrados

As edificações residenciais ficam localizadas na: avenida Amaury de Medeiro,458, Boa Vista; rua 1, s/n, Cohab 2. As residências foram construídas à aproximadamente 20 anos. não foi possível saber se houve manutenções corretivas ou preventivas anteriores nas edificações.

A coleta de dados foi essencialmente observacional. Na imagem abaixo é mostrada um conjunto de edificações residenciais construídas a 2 ano e apesar de recente, apresenta patologias leves causadas por deficiência na manutenção.

FIGURA 8: Residencial Vale do Rio 2



Fonte: Imagens próprias,2021

Na imagem observam-se manchas nas partes superiores das residências, presença de bolor o que pode significar que infiltrações estão ocorrendo no local. Caso este processo não seja reparado, pode ocorrer o agravamento da patologia e posterior complicações e perdas econômicas para os moradores. Visto mais detalhadamente a imagem acima, podemos observar que se trata da presença de manchas e de bolor.

FIGURA 9: Manchas e bolor na pintura



Fonte: imagens próprias, 2021

Visitando outra residência localizada no mesmo bairro, podemos observar uma outra patologia que vem sendo bastante prevalente em edificações, especialmente nos casos de edificações mais antigas, cujo o revestimento é cerâmico e que não passam por manutenções preventivas

Figura 10: Destacamento de placas cerâmicas



Fonte: Imagens próprias, 2021

Nesta fotografia observa-se além do destacamento problemas relacionados com manchas e bolor no revestimento

Após a análise das fachadas do prédio recebemos permissão para visitarmos a área interna das edificações. Dentre as principais patologias observadas nas visitas podemos citar: destacamento, manchas, bolor.

Como pode-se observar as patologias mais prevalentes consistem no destacamento, em infiltrações, bolor e trincas, sendo estas patologias encontradas em todos os prédios que foram visitados.

Um dos principais motivos que resultam no surgimento desta patologia é a utilização de material de baixa qualidade bem como na ausência de manutenção preventiva, demonstrando assim a necessidade da utilização de matérias de boa qualidade associados a manutenção preventiva frequente.

Através da evolução dos estudos na área de durabilidade dos materiais e componentes, foram desenvolvidos modelos para avaliar a degradação dos sistemas que compõe as edificações e, a partir destes prever sua a vida útil. Vale ressaltar que, em virtude da necessidade de coerência e confiabilidade nos resultados advindos dos modelos, torna-se de grande importância a definição de recomendações e explicações dos dados que são indispensáveis à sua aplicação (GASPAR, 2009; SANTOS, 2010; PINHEIRO, 2013; SOUZA, J., 2016).

De modo geral, ainda não existem modelos que considerem todos os fatores que levam a degradação das fachadas, pois os modelos mais simples não são capazes de avaliar os

problemas em todas as dimensões, enquanto que os modelos mais complexos necessitam de técnicas mais bem desenvolvidas, que, na maioria das vezes, não são de fácil acesso (HOVDE, 2004; SOUZA, J., 2016).

Os resultados da pesquisa contribuíram com as análises do processo de degradação em fachadas, pois mostraram a possibilidade de determinar padrões de dano destes elementos por meio de curvas de degradação, o que impulsionou o desenvolvimento de pesquisas em outros sistemas de revestimentos, a exemplo de Sousa (2008) e Silva (2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral, a adaptação de modelo proposta cumpriu com seu objetivo, ao analisar e avaliar as fachadas das edificações, seja discorrendo sobre os acabamentos em pintura, cerâmico ou a combinação desses dois tipos de revestimentos. Ao abranger as patologias em estudo, a adaptação possibilita uma análise mais detalhada quanto ao dano causado pelos diferentes tipos de patologias, principalmente por ponderá-las em relação a sua intensidade e importância, permitindo uma maior diferenciação no que se refere a contribuição de cada patologia na degradação das fachadas.

Além disso, vale destacar a existência de inúmeros fatores capazes de influenciar o surgimento e evolução da degradação em fachadas. O estudo busca uma forma simplificada de adaptar os modelos existentes para o contexto das edificações em cada caso desenvolvendo uma ideia inicial para o comportamento dos tipos de revestimentos, frente aos parâmetros de análise da cidade a qual está situado o imóvel.

Ainda conforme salientando no presente estudo, diversos fatores podem contribuir para o surgimento ou agravamento das patologias relacionadas as edificações, dentre as quais podemos citar: fatores ambientais, fatores biológicos, químicos, bem como fatores humanos, que estão diretamente relacionados a execução das obras bem como pela escolha de materiais de baixa qualidade.

Diante de todo o exposto, é imprescindível que manutenções preventivas sejam frequentemente realizadas nas edificações, para que manutenções corretivas sejam prevenidas,

além de ser importante que haja uma consciência acerca da necessidade da utilização de materiais de boa qualidade bem como cuidado nos processos de execução das obras, manutenção e prevenção de patologias.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2014. v. 5.

ANDRADE, J.J.O. et al. **Avaliação das características do concreto quando submetido à degradação de origem química**. In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 45, 2003, Vitória - ES. Anais. São Paulo: IBRACON, 2003 (CD Rom)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS NBR, ABNT. 14037 – **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR, ABNT. 5674 – **Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13529: **Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2013.

AZEVEDO, M. T. **Patologia das Estruturas de Concreto**. In: Concreto: Ciência e Tecnologia. 1a ed. Edição. Geraldo C. Isaia, cap. 31. São Paulo, 2011

BAUER, E; CASTRO, E. K.; SILVA, M. N. B. **Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília**. CERÂMICA, v. 61, p. 151-159, 2015

CERQUEIRA, M. B. S. **Avaliação da Degradação de Fachadas - Estudo de Caso em Salvador-BA**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2018.

FIGUEIREDO JÚNIOR, G. J. **Patologias em revestimentos de fachadas – diagnóstico, prevenção e causas**. Especialização. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2017

FIGUEIREDO, Enio Pazini. **Efeitos da carbonatação e de cloretos no 53 concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 2, cap. 27, p. 828- 855. ISBN 85- 98576- 04- 2

IBAPE Seminário acerca das principais patologias de fachadas em revestimentos cerâmicos, 2014 Disponível em :
<http://www.ibape-nacional.com.br/email-marketing/boletim72/periciasemfachadas-marcelosuares.pdf>

FREITAS, A. H. C.; FRANÇA, P.; FRANÇA, T. Patologias de fachadas – **Revista Pensar**. Disponível em www.revistapensar.com.br- Acesso em 23 de abril de 2021

GASPAR, P.; BRITO, J. Modelo de degradação de rebocos, **Revista Engenharia Civil**, pp. 17–28. 2005

KOHL, M. A. et al. **Absorção de água por capilaridade em concretos com e sem adição de produtos de proteção**. UNISC: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2017. Disponível em: . Acesso em: 22 de abril de 2021.

MELO JÚNIOR, C. M. **Influência da chuva dirigida e dos detalhes arquitetônicos na durabilidade de revestimentos de fachada**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2010.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas**. 2001. Revisão do relatório técnico,

SANTOS, M. R. P. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010

SANTOS, Pedro Henrique Coelho; SILVA FILHO, Antônio Freitas. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador: [s.n.], 2008.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF**. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília, 2014.

SILVA, Maria de Nazaré Batista da. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014. xviii, 198 f., il. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
 SILVA, Paulo Fernando A. *Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana*. 1. ed. São Paulo: Pini, 1995. 152 p. ISBN 85- 7266- 043- 7

SOUSA, R. D. B. **Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachadas**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2008

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e Qualificação das Patologias das Alvenarias de Vedação nas Edificações**. 84f. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

TEMP, A. L. **Avaliação de revestimentos de argamassa à permeabilidade ao vapor de água**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 184 Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, RS, 2014.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2013.

TORRES, Matheus V. **Principais patologias em revestimentos cerâmicos em fachadas prediais**. Monografia. Rio de Janeiro, 2017.

VERÍSSIMO, K.; LIMA, N.; MONTEIRO, E.; BURLE, E.; AGRA, T. Manifestações patológicas no hospital das clínicas de Pernambuco. I SEMIPAR – Seminário de Patologia e Recuperação Estrutural – UFPE. Recife, 2016.

VILASBOAS, J. M. L.; MACHADO, S. L.. Uma proposta de classificação da agressividade ambiental para a cidade de Salvador-BA. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 3, p. 219-247, 2010.