



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



LUCAS RODRIGUES CAVALCANTI

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E MAPA DE DANOS: UM OLHAR
SOBRE A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DA
CIDADE DO RECIFE - PE

Recife – PE
2022



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



LUCAS RODRIGUES CAVALCANTI

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E MAPA DE DANOS: UM OLHAR
SOBRE A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO DA
CIDADE DO RECIFE - PE**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Eliana Cristina Barreto Monteiro

Recife – PE
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco

C376m Cavalcanti, Lucas Rodrigues
Manifestações patológicas e mapas de danos: Um olhar sobre a preservação do patrimônio histórico da cidade do Recife-PE. / Lucas Rodrigues Cavalcanti. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2022.

117 f. il.

Orientador: Profa. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2022.

1. Manifestações Patológicas. 2. Mapa de Danos. 3. Patrimônio Histórico . 4. Fachadas. 5. Construção. I. Monteiro, Eliana Cristina Barreto (orient.). III. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. IV. Título.

CDD: 690.028

LUCAS RODRIGUES CAVALCANTI

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E MAPA DE DANOS: UM
OLHAR SOBRE A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO
HISTÓRICO DA CIDADE DO RECIFE-PE**

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora

Documento assinado digitalmente
 ELIANA CRISTINA BARRETO MONTEIRO
Data: 12/09/2022 14:51:48-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro
Universidade de Pernambuco

Examinadores

Documento assinado digitalmente
 YEDA VIEIRA POVOAS
Data: 13/09/2022 11:08:58-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Yêda Vieira Póvoas
Universidade de Pernambuco



Prof. Dr. Pedro Castro Borges
Centro de Investigación y Estudios Avanzados
del Instituto Politécnico Unidad Merida -
CONVESTAV

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a meus pais e irmão, que sempre me incentivaram e me apoiaram em todas as minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, e por ter me dado forças para superar as dificuldades;

Por todo o amor e incentivo, agradeço a meus pais e irmão, Jaimilson Cavalcanti, Claudia Cavalcanti e Petrus Cavalcanti, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em todos os momentos, não me deixando cair;

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Eliana Cristina Barreto Monteiro, por toda a paciência, dedicação, atenção e suporte;

A todos os professores do PEC, pela experiência e conhecimentos proporcionados a mim;

Às minhas amigas de turma, Amanda Figueira e Vanessa Kelly, que compartilharam comigo os bons e maus momentos, fazendo com que o caminho se tornasse um pouco mais doce, e que contribuíssem de alguma maneira com a minha formação;

Aos queridos Fabrício Fernando e Catharina Silveira que, na época da escrita dessa dissertação, eram alunos de iniciação científica e me auxiliaram nas pesquisas de campo;

À Wildson Silva, amigo e colega do mestrado, que me ajudou na realização das inspeções visuais a partir do uso de VANT.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

Marthin Luther King

RESUMO

As fachadas são o primeiro contato visual de uma edificação e destacam-se por apresentarem características culturais e socioeconômicas de um lugar. Neste sentido, a ferramenta de mapa de danos se vê como aliada para prolongar a vida útil e auxiliar em obras de manutenções e restauro, sintetizando informações a respeito do estado de conservação de uma construção, sendo ilustradas e discriminadas as manifestações patológicas. Desta forma, o presente trabalho buscou investigar manifestações patológicas presentes em fachadas de duas edificações públicas (Palácio Joaquim Nabuco e Ginásio Pernambucano), consideradas como patrimônios culturais na cidade do Recife – PE, a fim de dar suporte em possíveis obras de restauração nesses empreendimentos através da elaboração dos mapas de dano; e realizar uma revisão sistemática da técnica de mapa de danos para a verificação e avaliação de manifestações patológicas em quaisquer elementos de empreendimentos, especialmente as fachadas. Para a revisão sistemática, a metodologia seguiu as orientações dos itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA). Para a pesquisa de campo, realizou-se inspeções visuais nas fachadas para a verificação de todos os danos, que foram registrados a partir de fotografias e filmagens obtidas por câmera fotográfica e de VANT (veículo aéreo não tripulado). Sequencialmente, foram elaborados os projetos das fachadas e os mapas de dano no *software* AutoCAD a partir dos dados coletados. A pesquisa de campo indicou que a maioria das manifestações patológicas encontradas poderiam ter sido evitadas a partir de planos de gerenciamento de manutenção. Em relação às edificações, ambas apresentaram bom estado de conservação, entretanto, a partir das inspeções e mapas elaborados, identificou-se que manifestações patológicas mais recorrentes estavam ligadas a sujidades, manchas de umidade, destacamento de pintura, destacamento de reboco, algumas fissuras, pontos com vegetação aparente e atos de vandalismo. Conclui-se que a técnica de mapa de danos é indispensável para a tomada de ações, no que diz respeito a intervenções de manutenção e reabilitação em edifícios. Evidencia-se também a necessidade da preservação dos bens históricos que, apesar de indicarem complexibilidade no que diz respeito ao tratamento de suas anomalias, têm importância para a cultura e história da sociedade.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, mapa de danos, patrimônio histórico, fachadas, construção.

ABSTRACT

The façades are the first visual contact of a building and stand out for presenting cultural and socioeconomic characteristics of a place. In this sense, the damage map tool is seen as an ally to prolong the useful life and assist in maintenance and restoration works, synthesizing information about the state of conservation of a construction, being illustrated and discriminated the building defects. In this way, the present work sought to investigate building defects present on the façades of two public buildings (Palácio Joaquim Nabuco and Ginásio Pernambucano), considered as cultural heritage in the city of Recife - PE, in order to support possible restoration works in these projects through the elaboration of damage maps; and carry out a systematic review of the damage map technique for the verification and evaluation of defects in any elements of a building, especially the façades. For the systematic review, the methodology followed the guidelines of the Preferred Report items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). For the field research, visual inspections were carried out on the façades to verify all damages, which were recorded from photographs and footage obtained by photographic camera and VANT (unmanned aerial vehicle). Sequentially, the façade designs and damage maps were prepared in AutoCAD software from the data collected. Field research indicated that most of the building defects found could have been avoided through maintenance management plans. Regarding the buildings, both were in a good state of conservation, however, from the inspections and maps prepared, it was identified that the most recurrent building defects were linked to dirt, moisture stains, detachment of paint, detachment of plaster, some cracks, spots with apparent vegetation and acts of vandalism. It is concluded that the damage mapping technique is indispensable for taking actions, with regard to maintenance and rehabilitation interventions in buildings. It is also evident the need to preserve historical assets that, despite indicating complexity with regard to the treatment of their anomalies, are important for the culture and history of society.

Keywords: Building defects, damage map, historical heritage, façades, construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa	34
Figura 2 – Número de publicações por ano	35
Figura 3 – Número de publicações por país	36
Figura 4 – País de origem das instituições que os autores estão vinculados	36
Figura 5 – Nuvem de palavras ligadas ao processo de seleção de artigos.....	37
Figura 6 – Objeto de estudo as pesquisas	42
Figura 7 – Tipo de análise das pesquisas.....	42
Figura 8 – Metodologia abordada na dissertação	46
Figura 9 – Palácio Joaquim Nabuco em tempos antigos	50
Figura 10 – Esquema de entablamento.....	51
Figura 11 – Polígono da Rua da Aurora	52
Figura 12 – Pontos de sujidade, fachada leste do PJN	53
Figura 13 – Pontos de sujidade, parte da fachada leste do PJN	53
Figura 14 – Pontos de umidade, fachada leste do PJN.....	54
Figura 15 – Pontos de destacamento de pintura, fachada leste do PJN.....	55
Figura 16 – Oxidação das grades das janelas e cercaduras das portas, fachada leste do PJN	56
Figura 17 – Pontos de oxidação, fachada leste do PJN	56
Figura 18 – Destacamento de reboco, manchas de umidade e fissuras no frontão triangular do PJN	57
Figura 19 – Pontos de vegetação, fachada leste do PJN.....	58
Figura 20 – Mapa de danos da fachada leste do PJN	59
Figura 21 – Carta solar da cidade do Recife, fachada leste do PJN	60
Figura 22 – Pontos de sujidade, fachada posterior do PJN	61
Figura 23 – Pontos de sujidade, parte da fachada posterior do PJN.....	62
Figura 24 – Manchas de umidade, fachada oeste do PJN	62
Figura 25 – Mancha de umidade abaixo de esquadria, fachada oeste do PJN	63
Figura 26 – Destacamento de pintura, destacamento de reboco e fissuras, fachada oeste do PJN	63
Figura 27 – Mapa de danos da fachada oeste do PJN	64
Figura 28 – Carta solar da cidade do Recife, fachada oeste do PJN	65
Figura 29 – Pontos de sujidade, fachada sul o PJN	66

Figura 30 – Manchas de umidade e ponto de eflorescência (à esquerda), fachada sul do PJJN	67
Figura 31 – Destacamento de pintura e destacamento de reboco, fachada sul do PJJN..	67
Figura 32 – Destacamento de reboco em bases de colunas, fachada sul o PJJN	68
Figura 33 – Pontos de fissuração, fachada sul o PJJN	68
Figura 34 – Carta solar da cidade do Recife, fachada sul do PJJN.....	69
Figura 35 – Mapa de danos da fachada sul do PJJN	70
Figura 36 – Pontos de sujidade em cimalkhas, friso e arquitrave, fachada norte do PJJN	71
Figura 37– Pontos de sujidade em torno das janelas, fachada norte do PJJN.....	71
Figura 38 – Destacamentos de pintura e destacamentos de reboco na cúpula, fachada norte do PJJN	72
Figura 39 – Destacamento de pintura e reboco, fissuras e vegetação (circulado em amarelo) localizados abaixo de uma das janelas, fachada norte do PJJN.....	73
Figura 40 – Pontos com vegetação na fachada norte do PJJN	73
Figura 41 – Carta solar da cidade do Recife, fachada norte do PJJN	74
Figura 42 – Mapa de danos da fachada norte do PJJN	75
Figura 43 – Ginásio Pernambucano, década de 1950.....	77
Figura 44 – Ginásio Pernambucano (atual)	77
Figura 45 – Vista aérea do Ginásio Pernambucano.....	78
Figura 46 – Pontos de sujidade, fachada leste do GP	79
Figura 47 – Manchas de umidade, fachada leste do GP	80
Figura 48 – Pontos de destacamento de pintura, fachada leste do GP	80
Figura 49 – Pontos com vegetação, fachada leste do GP	81
Figura 50 – Manifestações patológicas no pórtico de entrada do GP	82
Figura 51 – Mapa de danos da fachada leste do GP	83
Figura 52 – Mapa de danos da fachada leste do GP, metade esquerda	84
Figura 53 – Mapa de danos da fachada leste do GP, metade direita	84
Figura 54 – Carta solar da cidade do Recife, fachada leste do GP.....	85
Figura 55 – Trecho da fachada oeste do GP	86
Figura 56 – Sujidades no friso e cornija do GP.....	87
Figura 57 – Sujidades em grade de janela do GP	87
Figura 58 – Manchas de umidade na fachada oeste do GP	88
Figura 59 – Destacamento de pintura, reboco e degradação na base do GP	88
Figura 60 – Atos de vandalismo na fachada oeste do GP	89

Figura 61 – Mapa de danos da fachada oeste do GP.....	90
Figura 62 – Mapa de danos da fachada oeste do GP, metade esquerda	91
Figura 63 – Mapa de danos da fachada oeste do GP, metade direita	91
Figura 64 – Carta solar da cidade do Recife, fachada oeste do GP.....	92
Figura 65 – Pontos de sujidade na fachada sul do GP.....	93
Figura 66 – Manchas de umidade na fachada sul do GP.....	94
Figura 67 – Destacamentos de pintura e reboco na fachada sul do GP.....	95
Figura 68 – Mapa de danos da fachada sul do GP	96
Figura 69 – Mapa de danos da fachada sul do GP, metade esquerda.....	97
Figura 70 – Mapa de danos da fachada sul do GP, metade direita.....	97
Figura 71 – Carta solar da cidade do Recife, fachada sul do GP	98
Figura 72 – Trecho da fachada norte do GP	99
Figura 73 – Pontos de sujidade da fachada norte do GP	100
Figura 74 – Manchas de umidade acompanhadas de eflorescência, fachada norte do GP	100
Figura 75 – Atos de vandalismo na fachada norte do GP	101
Figura 76 – Destacamentos de pintura na fachada norte do GP.....	101
Figura 77 – Vegetação na fachada norte do GP	102
Figura 78 – Mapa de danos da fachada norte do GP.....	103
Figura 79 – Mapa de danos da fachada norte do GP, metade esquerda	104
Figura 80 – Mapa de danos da fachada norte do GP, metade direita	104
Figura 81 – Carta solar da cidade do Recife, fachada norte do GP.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização das pesquisas incluídas para a análise qualitativa.....	39
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Protocolo da pesquisa	47
--	----

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO	15
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Estrutura do texto	17
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Patologia das construções	19
2.2 Manifestações patológicas	21
2.2.1 Fissuração	24
2.2.2 Ataques químicos.....	25
2.2.2.1 <i>Eflorescências</i>	26
2.2.2.2 <i>Ataques por sulfato</i>	27
2.2.2.3 <i>Corrosão de armaduras</i>	27
2.2.2.4 <i>Ataques por água do mar</i>	28
2.2.3 Ataques físicos	29
2.2.4 Biodeteriorações	29
2.3 Mapa de danos	30
2.4 Patrimônio histórico	32
2.5 Revisão sistemática sobre mapa de danos	33
2.5.1 Análise quantitativa	35
2.5.2 Análise qualitativa	38
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 Metodologia da revisão sistemática	46
3.2 Metodologia do estudo de campo	48
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS	50
4.1 Palácio Joaquim Nabuco	50
4.2 Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio Joaquim Nabuco	52
4.2.1 Fachada leste (frontal)	52
4.2.2 Fachada oeste (posterior)	61
4.2.3 Fachada sul (lateral direita).....	66
4.2.4 Fachada norte (lateral esquerda)	70

4.3 Ginásio Pernambucano	76
4.4 Manifestações patológicas nas fachadas do Ginásio Pernambucano.....	78
4.4.1 Fachada leste (frontal)	78
4.4.2 Fachada oeste (posterior)	86
4.4.3 Fachada sul (lateral direita).....	93
4.4.4 Fachada norte (lateral esquerda)	99
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	107
5.1 Conclusões	107
5.2 Sugestões de trabalhos futuros	108
REFERÊNCIAS	110

CAPÍTULO 1 – CONTEXTUALIZAÇÃO

Dentre os diversos elementos que compõem uma edificação destacam-se as fachadas, que segundo Santos *et al.* (2018), além de apresentarem características culturais e socioeconômicas, é o primeiro contato visual de um empreendimento. Pode-se dizer que as fachadas possuem papel importante na proteção contra circunstâncias prejudiciais e agentes agressivos que o ambiente possa oferecer à construção, como chuvas, ventos e o sol. Ainda, as fachadas configuram um sistema complexo para a sua projeção, construção e mantimento, tendo em vista que possuem função essencial no desempenho de edificações e, portanto, devem apresentar uma vida útil mínima (SILVA *et al.*, 2016; MADUREIRA *et al.*, 2017).

Entende-se por vida útil, segundo a Norma NBR 15.575 (ABNT, 2015), como o intervalo de duração que um empreendimento, seus sistemas, elementos e componentes, se dispõem às atividades para qual foram projetadas e construídas. Desta forma, pode-se inferir que os agentes presentes no ambiente podem acarretar na diminuição da vida útil de empreendimentos, frente à probabilidade do aparecimento de manifestações patológicas que podem prejudicar seu desempenho, sendo tais manifestações os sintomas que uma edificação apresenta, ou seja, resultantes de um mecanismo de degradação.

1.1 Justificativa

Corroborando com a informação, Azevedo (2011) alega que as manifestações patológicas derivam de falhas ocorridas das fases que se sucedem na construção civil, sejam resultantes de fases de projeto ou execução. De forma geral, as manifestações patológicas apresentam-se numa escala evolutiva, o que permite a distinção de diferentes causas do problema, entretanto, quanto mais cedo for identificada a falha, mais fácil se torna o tratamento do problema. Rocha *et al.* (2018) completam que após identificadas, o diagnóstico das falhas deve ser corretamente fundamentado em análises críticas e investigativas sobre a origem do problema, almejando o tratamento mais eficaz. É importante salientar que tais circunstâncias podem se apresentar interna e externamente, como é o caso das fachadas. Ainda, de acordo com alguns autores, as principais manifestações patológicas que podem surgir durante a vida útil de um empreendimento são fissurações, ataques químicos e físicos à estrutura, corrosão de armaduras e defeitos

devido à construção, concepção e detalhamento de projeto (BERTOLINI, 2010; AZEVEDO, 2011; MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Com isso em mente, é importante destacar a preocupação nos dias atuais em relação ao desempenho das construções, onde o conceito de vida útil deve ser considerado nas decisões de projeto e execução dos mesmos. Para isso, a NBR 15.575 (ABNT, 2015) nos traz o nível de desempenho mínimo que deve ser adotado para qualquer tipo de edificação habitacional, visando o prolongamento da vida útil de novas construções. Por outro lado, para construções antigas, as normas não deveriam ser aplicadas, tendo em vista que os empreendimentos foram erguidos muito antes do implemento das normas, em que técnicas, tecnologias, métodos e materiais eram diferentes dos utilizados na atualidade.

Nesse contexto, destaca-se a cidade do Recife – PE, que possui grande número de construções antigas e históricas, apresentando diversas manifestações patológicas e impactando, por consequência, na sua vida útil, degradando a estrutura desses patrimônios. Tais construções possuem grande relevância para o memorial cultural da cidade e inestimável valor histórico, havendo, portanto, a preocupação em preservar esses patrimônios (BARRETO, 2020). Askari e Dola (2009), afirmam ainda que dentre os elementos existentes, são as fachadas de um empreendimento que influenciam todos os aspectos do ambiente, ilustrando sua importância em relação às imagens dos bairros históricos.

Desta forma, a presente pesquisa objetivou fazer um levantamento das manifestações patológicas presentes nas fachadas de empreendimentos selecionados e considerados como patrimônios culturais na cidade do Recife – PE, para que fossem elaborados mapas de danos, que auxiliem em futuros serviços de restauro e manutenção dos mesmos. Ainda, buscou-se realizar uma revisão sistemática em relação a temática de mapa de danos, com o intuito de obter informações sobre sua usabilidade junto a outras técnicas, seus aspectos positivos e negativos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Elaboração de mapa de danos de fachadas de edificações públicas, consideradas como patrimônios culturais na cidade do Recife – PE, a partir da investigação de manifestações patológicas encontradas, a fim de dar suporte em possíveis obras de restauração nesses empreendimentos, realizando inclusive uma revisão sistemática para melhor conhecimento do assunto.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma revisão sistemática sobre mapa de danos, para obter informações sobre sua usabilidade, aspectos positivos e negativos;
- Apresentar breve análise histórica dos empreendimentos escolhidos;
- Realizar levantamento das manifestações patológicas encontradas e analisar os danos das edificações;
- Elaborar mapa de danos das manifestações patológicas encontradas.

1.3 Estrutura do texto

O presente trabalho divide-se em cinco capítulos, que se propuseram à compreensão do tema estudado. No primeiro capítulo, foram dispostos a contextualização juntamente a justificativa e os objetivos da dissertação.

No segundo capítulo foi apresentado o referencial teórico, dividido em tópicos, versando inicialmente sobre a patologia das construções e manifestações patológicas. Posteriormente, foram desenvolvidos tópicos sobre mapa de danos, explanando sua conceituação e importância; patrimônio histórico, trazendo abordagens de uma maneira mais ampla (Brasil), para a cidade do Recife-PE. Por fim, foi apresentado no referencial a revisão sistemática elaborada.

O terceiro capítulo expôs a metodologia da pesquisa de revisão bibliográfica e do estudo de campo.

O quarto capítulo dissertou sobre a análise e discussão dos resultados do estudo de campo realizado, em que foram apresentados um breve histórico das edificações elegidas, bem como seus diagnósticos das manifestações patológicas e os mapas de danos elaborados.

Por fim, o quinto e último capítulo versa sobre as considerações finais do trabalho.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conhecimento do estado de conservação de empreendimentos em geral, é imprescindível no tocante às manifestações patológicas. Ainda, a análise das causas das anomalias são fundamentais para que sejam tomadas as decisões corretas para executar ações de recuperações e reabilitações, possibilitando estender a vida útil e o desempenho das edificações, principalmente nos elementos de revestimento (PRIETO *et al.*, 2017). A não execução de ações aliado a falta de conhecimento das patologias para a obtenção de um diagnóstico preciso, acarretam em severas deteriorações e diversos outros problemas. Nesse sentido, é de suma importância a compreensão de algumas definições inerentes à ciência das patologias das construções, abordadas adiante.

2.1 Patologia das construções

O termo patologia é utilizado em diversos ramos da ciência, em que as suas designações variam a depender da área da atividade. Na construção civil, essa área sofreu grande crescimento ao longo dos anos, e o termo está ligado à área de reparo e recuperação de estruturas (LIMA *et al.*, 2020). A patologia se dedica ao estudo de anomalias de um empreendimento, bem como suas mudanças anatômicas e funcionais. Tais anomalias, caracterizadas também como doenças, podem surgir congenitamente, na execução de uma obra por exemplo, na concepção do projeto, ou até mesmo serem adquiridas ao longo da vida útil da edificação (FRANÇA *et al.*, 2011). Rocha e Monteiro (2017) sugerem que essa ciência procura, de forma metodizada, estudar defeitos de materiais, componentes, elementos, ou a edificação como um todo, diagnosticando causas e estabelecendo mecanismos de evolução, formas de prevenção e medidas de recuperação.

De forma a corroborar com a informação, é afirmado por Bolina, Tutikian e Helene (2019) que a patologia das construções “[...] pode ser entendida como parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”. Ainda, os autores dissertam sobre o possível diagnóstico, que será mais completo e adequado quando todas as dimensões dos problemas forem esclarecidas, como os sintomas, o mecanismo, sua origem, as causas e consequências. Os sintomas patológicos apresentam manifestação externa característica, podendo-se deduzir qual a

natureza, origem e mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências.

Por outro lado, Rocha (2017), alega que para determinado sintoma ser caracterizado como uma patologia, algumas exigências da construção devem estar comprometidas, sejam em suas capacidades mecânicas, funcionais ou estéticas. Tais capacidades estão vinculadas ao desempenho da edificação, refletindo no comportamento de uso desta, sendo caracterizado como as condições mínimas de habitabilidade necessárias para que o usuário possa utilizar por um determinado período de tempo. As condições remetem ao conforto térmico e acústico, higiene, segurança, entre outras.

De maneira geral, o desempenho depende das condições de exposição do ambiente em que o empreendimento é construído, como a temperatura, umidade, insolação e ações externas, e também varia de acordo com as exigências do usuário ou dos cuidados no uso, que refletem nas manutenções. A NBR 15575 determina tal desempenho, que é dado por meio de critérios que são relacionados a especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de serem objetivamente determinados (ABNT, 2015).

Juntamente ao desempenho, os conceitos de vida útil e durabilidade estão correlacionados entre si, tendo em vista que auxiliam na construção do entendimento sobre a qualidade almejada em empreendimentos, e contribuem para a compreensão dos processos de degradação das estruturas. A vida útil também é definida na NBR 15575, como sendo uma medida de tempo da durabilidade de uma edificação ou de suas partes. Em suma, a vida útil é o espaço de tempo que tais elementos se sujeitam às atividades as quais foram projetadas e construídas, levando em consideração o uso, operação e manutenção (ABNT, 2015).

De forma similar, a norma ISO 13823 também conceitua a vida útil, e completa que os requisitos de desempenho do projeto para a estrutura e seus elementos, sem ações imprevistas de manutenções e reparos, devem ser atendidos (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008). Em síntese, a vida útil é afetada por atividades de manutenção, reparo e pelo ambiente de exposição. Ainda, o fim da vida

útil de uma edificação se dá quando o seu desempenho deixa de atender às exigências dos usuários.

Relacionado à durabilidade, pode-se dizer que ela se refere às características dos materiais e componentes, às circunstâncias de exposição e utilização impostas pela vida útil da edificação. De forma mais ampla, a durabilidade é a competência da estrutura ou seus elementos de atenderem aos requisitos de desempenho de projeto por um intervalo específico de tempo, sob influência das ações ambientais, e sob manutenção planejada (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008). Infere-se, a partir disso, que o conceito de durabilidade está diretamente associado à vida útil.

Corroborando com a informação, Gu, Jin e Zhou (2016) alegam que a durabilidade de uma estrutura está relacionada à capacidade de manter sua segurança e manutenção, quando exposta ao ambiente de serviço pretendido, com possibilidades de reparo e reabilitação sem gastos exagerados. É afirmado também que a durabilidade de uma edificação depende das características de sua estrutura e das condições ambientais. Além disso, com relação aos materiais, sua durabilidade está ligada à capacidade de manter suas características mínimas de desempenho em uso, frente a ação de elementos degradantes do tempo e ambiente o qual está inserido. Infere-se, portanto, que nenhum material em particular é durável, tendo em vista que suas propriedades se alteram ao longo do tempo.

Nesse contexto, é dito por Rocha (2017) e Barreto (2020) que todas as estruturas são projetadas para possuir uma determinada vida útil, confirmando as associações dos conceitos mencionados, sendo eles complementares mutuamente. Segundo os autores, tais conceitos são a base para o entendimento da degradação das estruturas, uma vez que seu estudo tem elevada importância para o desenvolvimento da engenharia, tendo em vista que a partir de conhecimentos técnicos, é possível minimizar danos às estruturas, frente ao aparecimento de manifestações patológicas.

2.2 Manifestações patológicas

As manifestações patológicas em empreendimentos nada mais são que os sintomas que uma edificação apresenta, resultante de um mecanismo de degradação, diferentemente da patologia, que é uma ciência que dispõe de inúmeras teorias com o intuito de explicar tais

mecanismos e a causa da ocorrência de determinada manifestação (FRANÇA *et al.*, 2011). Ressalta-se que uma de suas importâncias é o conhecimento da evolução dos problemas para fornecer as informações necessárias para trabalhos de reparo, contribuindo para o entendimento do processo de produção e minimizando a incidência total de problemas.

Tem-se que as manifestações patológicas ocorrem quando uma edificação fica “doente”, apresentando algum problema em sua integridade. Zuraidi, Rahman e Akasah (2016) conceituam o termo como algo defeituoso, e que no ramo construtivo se refere a erros de construção e imperfeições que afetam os elementos básicos da estrutura de uma edificação, sendo possível que entrem em um estado de ruína, caso nada seja feito a respeito. Com tal informação em mente, é afirmado por Ahzahar *et al.* (2011), que as manifestações patológicas implicam também na redução de valores da edificação de maneira geral, e que podem surgir devido a erros de projeto por parte de profissionais, defeitos de fabricação para o caso de materiais, mal uso ou instalação inadequada de materiais e componentes, entre outros.

Para Johar *et al.* (2011), as manifestações são vistas como anomalias e fraquezas quanto a função da estrutura e serviços de um empreendimento. Completa ainda que se referem a circunstâncias incomuns que afetam a edificação, levando-a a um baixo desempenho e a falhas em seu uso. As anomalias e falhas mencionadas podem surgir tanto em empreendimentos novos, quanto em antigos. Em empreendimentos novos, o surgimento de manifestações patológicas pode estar ligado ao não cumprimento das normas construtivas de cada local em específico. Para os antigos, o fator tempo deve ser levado em consideração, tendo em vista que os métodos, técnicas e também as normas de construção são inovadas constantemente. Desta forma, quando uma anomalia é percebida em uma edificação, as causas dos defeitos devem ser identificadas antes que o trabalho de manutenção seja realizado (BAKRI; MYDIN, 2014).

Ainda, Fioriti (2016) confirma que o termo correto utilizado para se referir aos danos ou anomalias de edificações é, de fato, manifestação patológica, ou ainda processo patológico. Ademais, acrescenta que para que estes sejam corretamente solucionados, é necessário que se conheçam sua origem, sua causa, sua evolução e aspecto final, tendo em vista que cada material construtivo possui diferentes características e, portanto,

possuem diferentes causas e métodos de reparo. Sabendo-se disso, Helene (1992), em seu livro, traz que grande parte das manifestações patológicas são oriundas das etapas de planejamento e projeto, e que as falhas nessas etapas são muitas vezes mais graves do que as originadas em outras, como por exemplo na execução. Entretanto, os problemas de fato só se manifestam após dado o início da execução, tendo maior incidência na etapa de uso.

De toda forma, alguns estudos, antigos e recentes, convergem com as informações sobre as origens das manifestações patológicas. Segundo os autores, as manifestações podem ser congênitas, que são originárias da fase de planejamento e projeto; construtivas, vindouras da etapa de construção e execução; adquiridas, que estão relacionadas ao uso inadequado da estrutura projetada e manutenção deficiente; e acidentais, que ocorrem devido a fenômenos atípicos (CREMONINI, 1988; BIJORA, 2013; ZUCHETTI, 2015; NASCIMENTO; FERNANDES, 2018; SOUZA, S., 2018).

As anomalias de origem congênitas são responsáveis por grande parte das avarias das construções. Tal fato pode estar ligado a falhas por parte dos profissionais, ou até mesmo o descumprimento das normas. Pina (2013) ainda cita falhas no estudo preliminar, falhas no anteprojeto e no projeto final de engenharia, levando a escolhas incorretas de materiais e por consequência, a geração de problemas que alteram o desempenho da edificação. Por outro lado, para os problemas oriundos da fase de execução, pode-se inferir que estão intrinsecamente relacionados à qualidade da mão de obra, falta de treinamentos e qualificação de trabalhadores, tendo em vista que os problemas podem ser motivados por diversas situações, inclusive ausência de inspeções e controles de qualidade no canteiro.

No tocante às manifestações adquiridas, é cabível que são fruto da exposição ao ambiente que estão inseridos, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio ou da ação humana. É comum também que ocorram algumas situações para o agravamento das anomalias, como sobrecargas não previstas em projeto, alterações estruturais indevidas em função de reformas, falta de inspeções periódicas, entre outros (PINA, 2013). Por fim, as manifestações de origem acidentais, que são provocadas por uma solicitação incomum e caracterizadas pela intervenção de terceiros à edificação, como por exemplo choques de veículos e incêndios.

Percebe-se, portanto, que há a necessidade da correta identificação e análise da origem de uma manifestação patológica, visando não apenas determinar a terapêutica correta, mas também garantir que a estrutura não volte a deteriorar. Um diagnóstico ineficaz e incompleto pode implicar em problemas maiores, que se agravam ao longo do tempo e tomam grandes proporções, acarretando em maiores danos à edificação e por consequência, maiores custos de reparo. Há ainda alguns casos em que as proporções dos problemas saem do controle, comprometendo além da estética e funcionalidade, a estabilidade da estrutura, sendo necessário um processo de demolição. Nesse sentido, Mehta e Monteiro (2014), categorizam as seguintes manifestações patológicas como sendo as mais recorrentes no meio construtivo: fissuras, aquelas relacionadas a ataques químicos (eflorescências, corrosão de armaduras, ataques por sulfatos e água do mar), as ligadas a ataques físicos e outras causadas por umidade excessiva, ligadas às biodeteriorações.

2.2.1 Fissuração

A fissuração é uma manifestação patológica com grande importância a ser estudada, tendo em vista que ela possui elevada incidência em edificações, principalmente em suas fachadas. Vários modelos de avaliação da degradação e da vida útil de empreendimentos consideram as fissuras como uma das três principais anomalias relacionadas ao grau de danos em edifícios, mais especificamente em fachadas (GASPAR; BRITO, 2008; SILVESTRE; BRITO, 2009; SOUZA, J., 2018).

Em uma revisão sistemática realizada por Barreto *et al.* (2019), a fim de identificar as principais manifestações patológicas de patrimônios históricos, identificou-se que 80% das pesquisas relataram a presença de fissuras nessas edificações, ressaltando a necessidade de intervenções, frente a diminuição da vida útil e desempenho desses edifícios.

Para Bauer, Milhomem e Aidar (2018), as fissuras afetam o desempenho da edificação e seus sistemas, uma vez que resulta na perda da integridade de elementos por permitir a entrada de agentes de degradação. Além disso, afirmam ainda que altos índices de fissurações influenciam grandiosamente na redução da vida útil das construções e que suas causas podem ser devido a anomalias em materiais de revestimento por exemplo,

associados aos elementos de alvenaria. Por outro lado, é afirmado em Rocha (2017) que a presença de fissuras em estruturas de concreto é, de fato, uma indicação de uma deficiência de resistência ou funcionamento da estrutura, entretanto, não deve ser, em geral, causa para alarmes. Todavia, deve-se ter em mente que a presença de fissuras facilita a entrada de agentes agressivos e, por consequência, os problemas podem se agravar.

Algumas causas de fissuras podem estar também relacionadas a falhas e inadequações de materiais e processos construtivos, retrações por secagem dos materiais cimentícios, má aderência na colagem de ladrilhos cerâmicos em caso de fachadas, e da própria alvenaria devido aos deslocamentos e deformações da própria estrutura de concreto (RODRIGUES; TEIXEIRA; CARDOSO, 2011; EDIS; FLORES-COLEN; BRITO, 2015; SÁ; BRITO; AMARO, 2015).

Ratificando a informação, de acordo com Zanke (2020), as causas comuns de fissuras em edificações são a permeabilidade do concreto, movimentações térmicas devido à umidade, corrosão de armaduras, reações químicas de materiais, movimentos de fundação, assentamento do solo, deformações elásticas, estresses ambientais, erros de projeto, práticas de construção inadequadas, manutenção deficiente, entre outros. Assim, ressalta-se a necessidade de detectar fissuras, intervindo de maneira correta para que sejam elaborados planos de manutenção adequados para que a edificação possa atingir sua vida útil planejada (CLEMENTE, 2018).

2.2.2 Ataques químicos

O ataque químico ao concreto é um assunto bastante complicado, pois a química do concreto em si é complexa e o material é usado em uma ampla variedade de ambientes. Dos tipos de degradação que estão associados principalmente a mudanças químicas que ocorrem dentro da matriz de cimento hidratado, o ataque por sulfato é provavelmente a maior ameaça à durabilidade do concreto, bem como os ataques ácidos, e bactérias que podem mediar ambos os ataques (BENSTED; RBROUGH; PAGE, 2007). Ou seja, as reações químicas ocorrem e incidem no processo destrutivo do concreto, que geralmente incluem a interação entre os agentes agressivos presentes no ambiente e os componentes da pasta de cimento. Sabe-se que qualquer meio com pH menor que 12,5 pode ser

considerado agressivo, uma vez que se reduz a alcalinidade da estrutura e conseqüentemente há um aumento da porosidade, permeabilidade e diminuição da resistência mecânica. Para Almeida e Sales (2014), os ataques químicos mais comuns são as eflorescências, ataques por sulfatos, ataques por íons cloreto que causam a corrosão de armaduras e ataques por água do mar.

2.2.2.1 Eflorescências

A formação de eflorescência em edificações pode ser devido à precipitação dos sais solúveis dissolvidos na superfície do material junto com a deposição de um sal branco por evaporação ou reação química da solução salina. Os sais solúveis geralmente se originam do próprio material usado no ambiente circundante. O aparecimento de eflorescências pode ser uma indicação de ataque por produtos químicos agressivos provenientes do meio ambiente (ALLAHVERDI; NAJAFI KANI; SHAVERDI, 2017).

Para Longhi *et al.* (2019), a eflorescência resulta da lixiviação de álcalis livres presentes nos poros da estrutura quando em contato com água. Esses álcalis lixiviados, então, reagem com o ácido carbônico, formado pela dissolução da atmosfera dióxido de carbono, dando origem aos sais alcalinos que se cristalizam na superfície do geopolímero. De forma a acrescentar, Lannes (2011) trata as eflorescências como manchas ocasionadas geralmente pela precipitação de carbonato de cálcio na superfície do concreto (CaCO_3), devido à evaporação da água que contém o hidróxido de cálcio.

Tais manchas podem ter cor castanha ou de ferrugem, sendo esta a mais comum no concreto armado, aparecendo devido a concretos muito porosos ou quando há contato do aço com substâncias oxidantes, ou ainda brancas, quando são causadas por sulfatos de sódio, potássio, cálcio ou magnésio. Rocha (2017) acrescenta que, para que haja a eflorescência, é necessária a presença constante de umidade, porém, não causam problemas maiores além da estética da edificação. Por outro lado, podem acontecer lesões maiores devido ao sal formado, como descolamento de pinturas e revestimentos, desagregação das paredes e queda de elementos construtivos.

2.2.2.2 Ataques por sulfato

Entre os agentes químicos mais agressivos às estruturas de concreto, estão os sulfatos. Os ataques por sulfato em suas várias formas são provavelmente a ameaça mais difundida à durabilidade dessas estruturas. Geralmente envolve reações expansivas que fraturam o concreto, levando à degradação contínua e perda de resistência que comprometem sua função. Na maioria das vezes, os sais de sulfato na natureza, Na_2SO_4 (sulfato de sódio) e MgSO_4 (sulfato de magnésio), causam ataques externos de sulfato, levando à formação de produtos expansivos como a etringita, mineral formado por sulfoaluminato de cálcio, normalmente encontrado no cimento Portland (SCHMALZ, 2018).

Por outro lado, os autores Whittaker e Black (2015), defendem que a presença da etringita não é suficiente para causar degradação à estrutura. Entretanto, depois de certo tempo, uma concentração limite é atingida, dando início a uma pressão na parede dos poros, levando à expansão, rachadura, fragmentação, perda de propriedades mecânicas e deterioração do composto, tendo em vista a baixa resistência à tração do concreto. Segundo Mendes *et al.* (2018), o mecanismo de ataque é complexo, pois são inúmeros os fatores que influenciam na gravidade do processo. Os fatores podem estar relacionados à natureza do material, relação água/cimento, processo de cura, adições, entre outros; e às circunstâncias ambientais como temperatura, pH, concentração externa de sulfato e exposição cíclica. Ressalta-se que o concreto com uma relação água/cimento mais elevada, tem uma alta permeabilidade, facilitando a entrada de íons químicos perigosos.

2.2.2.3 Corrosão de armaduras

Sabe-se que as estruturas de concreto constituem a grande maioria das infraestruturas civis do mundo. Entretanto, em termos de manifestações patológicas, é dito por Li *et al.* (2017) que a corrosão de armaduras tem sido reconhecida como um dos mecanismos de deterioração predominantes para estruturas de concreto armado. É afirmado ainda que os dois principais fatores responsáveis para corrosão das armaduras de aço são a carbonatação do concreto e a penetração de cloretos. Dos dois, a corrosão induzida por cloreto é um problema muito mais sério. Sob ataque de cloreto, a passivação de aço dentro do concreto é quebrado e indica o início da corrosão da armadura.

Ji *et al.* (2015) completam, alegando que o produto de corrosão (ferrugem) é geralmente duas a seis vezes mais volumoso do que o aço original consumido, configurando na geração de pressão expansiva exercida por produtos de corrosão no concreto, acarretando em danos como rachaduras, redução da área transversal do aço e deterioração da ligação da interface concreto-aço.

Em outras palavras, pode-se dizer que a solução alcalina presente nos poros do concreto, promove um ambiente propício à formação de um filme passivador que cobre e protege os reforços contra o processo corrosivo. Todavia, a ação de agentes externos, como os cloretos presentes no ambiente marinho, acaba destruindo esse filme passivador, desencadeando o processo corrosivo das barras e levando à formação de produtos expansivos de corrosão (BALESTRA *et al.*, 2019).

É ressaltado que esses produtos de corrosão se acomodam na periferia das armaduras, produzindo, desta forma, tensões radiais ao longo do eixo das barras, levando à formação de fissuras devido à limitada deformação plástica apresentada pelo concreto. Concomitantemente, a fragmentação da cobertura de concreto é inevitável, potencializando o ingresso de agentes agressores do meio externo e acelerando o processo de degradação (MELCHERS; CHAVES, 2018). Além disso, é frisada a importância do monitoramento e da caracterização das corrosões de armadura, tendo em vista que tais falhas levam a grandes perdas econômicas, e aumentam os riscos de outras lesões à estrutura.

2.2.2.4 Ataques por água do mar

Os efeitos da água do mar no concreto impactam diretamente na durabilidade e resistência das estruturas, especialmente em zonas costeiras. A presença de sais, cloretos e nitratos juntamente com cátions de alumínio (Al^+), ferro (Fe^+) e magnésio (Mg^+) formam bases insolúveis de baixa alcalinidade. Apesar de não interferir no aumento da porosidade do concreto, tal fato reduz o pH, dando abertura às corrosões de armaduras (ROCHA, 2017).

Os fatores inerentes aos impactos da exposição à água do mar no concreto estão relacionados também ao umedecimento e secagem repetitivos, no caso de estruturas marítimas, bem como reações químicas de cloretos, sulfatos e álcalis que podem afetar

também as edificações devido à névoa salina (TIJANI; INIM; ADETU, 2015). A maior preocupação às edificações em áreas urbanas, no que concerne aos ataques de água do mar, se deve ao fato das névoas salinas se infiltrarem nas estruturas com alto teor de íons cloreto, que provocam, além da corrosão de armaduras, outras anomalias (FIGUEIREDO, 2011). Ações de névoas salinas são intensificadas devido a proximidade de mares aos centros urbanos, ou seja, zonas litorâneas, como é o caso da cidade do Recife-PE.

2.2.3 Ataques físicos

Os danos às estruturas causadas por processos de ataques físicos estão ligados geralmente a ações do vento, chuva, gelo, umidade, insolação e variações da temperatura externa. Esta última, são caracterizadas pelas movimentações térmicas sofridas pelos componentes da estrutura diariamente, provocando alterações na volumetria e resultando em movimentos de dilatação e contração.

Em Rocha (2017) é dito que, dentre as causas físicas que podem produzir dano as estruturas de concreto, as principais estão ligadas: a ações do fogo/incêndios, que podem ocasionar fissuras, diminuição da resistência à compressão, e possibilidade de comprometimento da resistência à tração de armaduras em concretos armados; a ações de ciclos de congelamento/descongelamento, em que a água pode penetrar os poros do concreto, aumentando seu volume em cerca de 9% quando congelada, criando pressões internas no concreto e ocasionando por consequência fissuras e escamações; a cristalização de sais nos poros do concreto, que ocorre a partir da penetração de uma solução de sais hidratáveis na estrutura, sendo essa situação mais comumente encontrada em monumentos históricos de pedra ou rocha; e por fim, a erosão por abrasão, que ocorre por contato e atrito de corpos com a superfície do concreto, como veículos.

2.2.4 Biodeteriorações

As biodeteriorações constituem de processos onde há deteriorações de caráter biológico, em que danos a estrutura são causadas por organismos. As principais manifestações patológicas caracterizadas pelas biodeteriorações são os bolores, mofos e limos (ROCHA, 2017; BARRETO, 2020). Sabe-se que tais manifestações patológicas são comumente encontradas em empreendimentos de pouca ventilação, umidade excessiva e ausência de

iluminação natural, configurando um ambiente propício para o desenvolvimento dos agentes. A informação é confirmada em Gonzaga et al. (2016), que alega que os microrganismos proliferam-se em ambientes úmidos e mal iluminados, causando danos às estruturas, e podendo também causar danos à saúde humana.

Tais manifestações patológicas são decorrentes da proliferação de bactérias, fungos e micro vegetais que se alimentam de materiais orgânicos. As bactérias podem causar a formação de crostas negras, perda de coesão dos materiais, além de alteração de cores em revestimentos. No que se diz respeito aos fungos, causam a perda de aderência de materiais, desprendimento, alteração na coloração dos revestimentos e a produção de ácidos que aceleram o processo de degradação. Os micro vegetais, por sua vez, formam um biofilme que contribuem para a formação de sujidade no empreendimento, além de acelerar a proliferação de outros organismos e reter umidade. Ainda, plantas mais desenvolvidas podem desenvolver suas raízes no interior dos revestimentos, provocando tensões capazes de provocar o desprendimento do revestimento (TAVARES, 2009; MAGALHÃES, 2013; ROCHA, 2017).

2.3 Mapa de danos

Os mapas de danos, segundo Tirello e Correa (2012), são documentos gráficos que têm o objetivo de sintetizar informações a respeito do estado de conservação de uma construção, por meio da representação de alterações suportadas pela estrutura e seus materiais ao longo do tempo. Tinoco (2009), completa alegando que os mapas de danos são representações gráfico-fotográficas e sintéticas, em que são ilustradas e discriminadas as manifestações patológicas de uma construção.

Por outro lado, Barthel, Lins e Pestana (2009), afirmam que tal técnica é pouco utilizada e não é explorada em todo seu potencial. Os autores mostram que seu papel não está relacionado apenas a ser uma representação gráfica do estado patológico, mas sim um registro da evolução dos problemas relacionados ao estado de conservação. Ainda, a utilização da técnica serve como agente facilitador de futuros exames da edificação, bem como ações preventivas e intervenções de manutenção. Pode-se dizer, portanto, que uma vez utilizado o mapa de danos em um determinado empreendimento, a depender da tardia

intervenção, a técnica deverá ser refeita, tendo em vista que o diagnóstico será alterado, frente ao desenvolvimento e ação dos agentes patológicos.

É dito em Filho e Achiamé (2018), que o mapa de danos tem sua devida importância em etapas de projeto de restauro, porém ainda não possui nenhum tipo de normatização para sua representação gráfica. Desta forma, não há um padrão a ser seguido para a elaboração de tal, podendo ser feito de várias maneiras. Por via de regra, os danos são representados em plantas arquitetônicas, juntamente com o auxílio de elementos gráficos como hachuras, cores, símbolos e números. Os mesmos autores ainda acrescentam a necessidade da existência de uma padronização legal para a elaboração dos mapas, objetivando garantir a qualidade e compreensão do projeto. Com isso, ter-se-ia uma melhor execução e serviço de restauro, sendo provável a compreensão do real estado de conservação do objeto a ser restaurado.

De fato, é vista a necessidade de uma normatização quanto aos mapas de danos, uma vez que a bibliografia existente a respeito dessa temática é escassa. A cada ano que se passa, há um aumento gradativo de trabalhos que abordam a utilização dessa técnica. Algumas pesquisas recentes trazem o uso do mapa de danos com a finalidade de contribuir também em obras de restauro, como a de Rocha (2017) e Barreto (2020). Ambos os trabalhos foram dissertações de mestrado defendidas na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco – POLI/UPE, onde os objetos de estudo foram igrejas localizadas nas regiões históricas das cidades de Olinda – PE e Recife – PE.

Contudo, ressalta-se a importância de que outros profissionais e pesquisadores da área compartilhem suas experiências vivenciadas, com o intuito de compor o acervo para que se consigam diretrizes norteadoras para a utilização desse instrumento, levando em consideração que a primeira utilização do mapa de danos foi há muito tempo. Estudos mostram que a primeira utilização da técnica do mapa de danos surgiu na Itália na década de 1960, sendo empregado na cidade de Bolonha em um plano de reurbanização da cidade, implementado pelo governo municipal. A intervenção foi um marco e serviu como instrumento norteador para intervenções futuras no território. Posteriormente, o uso do mapa de danos se deu no Brasil, por volta da década de 1970, visando a revitalização de centros históricos nas cidades do Recife, Salvador, São Luís, Rio de Janeiro e São Paulo (BARTHEL; LINS; PESTANA, 2009).

2.4 Patrimônio histórico

Para Hartog (2013), o patrimônio histórico constitui de objetos investidos de significados simbólicos, trazendo representações de um tempo passado para o presente. Ainda, apresentam valores inestimáveis à humanidade, sendo arqueológicos, etnográficos, bibliográficos ou artísticos.

Martins *et al.* (2020) completam que o patrimônio histórico de um local também inclui a paisagem urbana, espaços públicos, memoriais, obras de arte e edificações de uma cidade. Nesse sentido, edificações históricas que são consideradas como patrimônios, assim como quaisquer registros históricos, são importantes expressões de identidade e experiência cultural. As edificações fornecem uma conexão tangível com o passado e contribuem com a identidade e solidez de uma comunidade. Também, os edifícios históricos transmitem informações históricas e culturais às gerações futuras, aprendendo como o passado pode ter influenciado e moldado de alguma forma a comunidade.

No Brasil, o Decreto nº 25 de 30 de novembro de 1937 determina que o patrimônio histórico e artístico nacional é o conjunto dos bens móveis e imóveis existentes no país e cuja conservação seja de interesse público, vinculados a fatos memoráveis da história do país (BRASIL, 1937). Após o decreto, outras normativas legais surgiram ao longo dos anos para atualizar os procedimentos e intenções do Estado nacional quanto ao patrimônio.

Em Pernambuco, o processo de significação dos bens culturais teve início no século XIX, quando vários estudiosos registraram os valores culturais das populações da região e, a partir disso, os objetos da cultura material e imaterial passaram a ser reconhecidos como portadores de valores identitários (PACHECO, 2019). É destacado ainda que Pernambuco foi um dos primeiros territórios a serem ocupados pelos portugueses na América, sendo, portanto, local de contato de diferentes culturas que formaram a identidade nacional.

No final do século XX algumas diretrizes surgiram no estado de Pernambuco, ampliando e refinando o processo de reconhecimento de objetos culturais materiais e imateriais como bem patrimoniais. A legislação do estado sobre o patrimônio cultural passou a ser orientada por várias leis, especialmente a Lei nº 7.970 de 1979, que instituiu e ordenou

processos de tombamento pelo estado (PERNAMBUCO, 1979). É importante lembrar que o tombamento é um ato administrativo de reconhecimento de valor histórico, artístico ou cultural de um bem, objetivando a preservação e impedindo a descaracterização e destruição destes. Atualmente no estado, funcionam como órgãos de controle e preservação do patrimônio o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, e a Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco – FUNDARPE.

A cidade do Recife por sua vez, possui um riquíssimo patrimônio histórico. Tombado em 1988, o conjunto arquitetônico, urbanístico e paisagístico do Antigo Bairro do Recife abrange edificações em vários espaços da cidade, como igrejas, palácios, fortalezas, conventos, prédios, conjuntos urbanos e outras obras que testemunharam as diferentes fases e aspectos da cidade (IPHAN, 2016). Há inclusive alguns importantes edifícios históricos utilizados pela administração pública da cidade e por entidades filantrópicas, tendo características neoclássicas (Teatro Santa Isabel, Mercado São José, Casa da Cultura, Palácio da Soledade, Palácio Joaquim Nabuco, entre outros) e ecléticas (Palácio do Campo das Princesas, Palácio da Justiça, Faculdade de Direito do Recife, entre outros).

Sabe-se que tais construções históricas são suscetíveis a mecanismos de degradação e, portanto, o Conselho Internacional de Monumentos e Sítios – ICOMOS nos traz a necessidade de adotar programas de manutenção preventiva em edificações históricas, visando diminuir intervenções posteriores e uma conseqüente perda de propriedade de materiais (ICOMOS, 2008). Entretanto, é afirmado por Tinoco (2014) que, mesmo que os procedimentos de restauro devessem ser evitados em construções históricas (uma vez que o objetivo é a preservação), quando um certo grau de degradação é atingido, há a necessidade de tal conduta, visto que as ações de manutenção preventiva se tornam ineficazes.

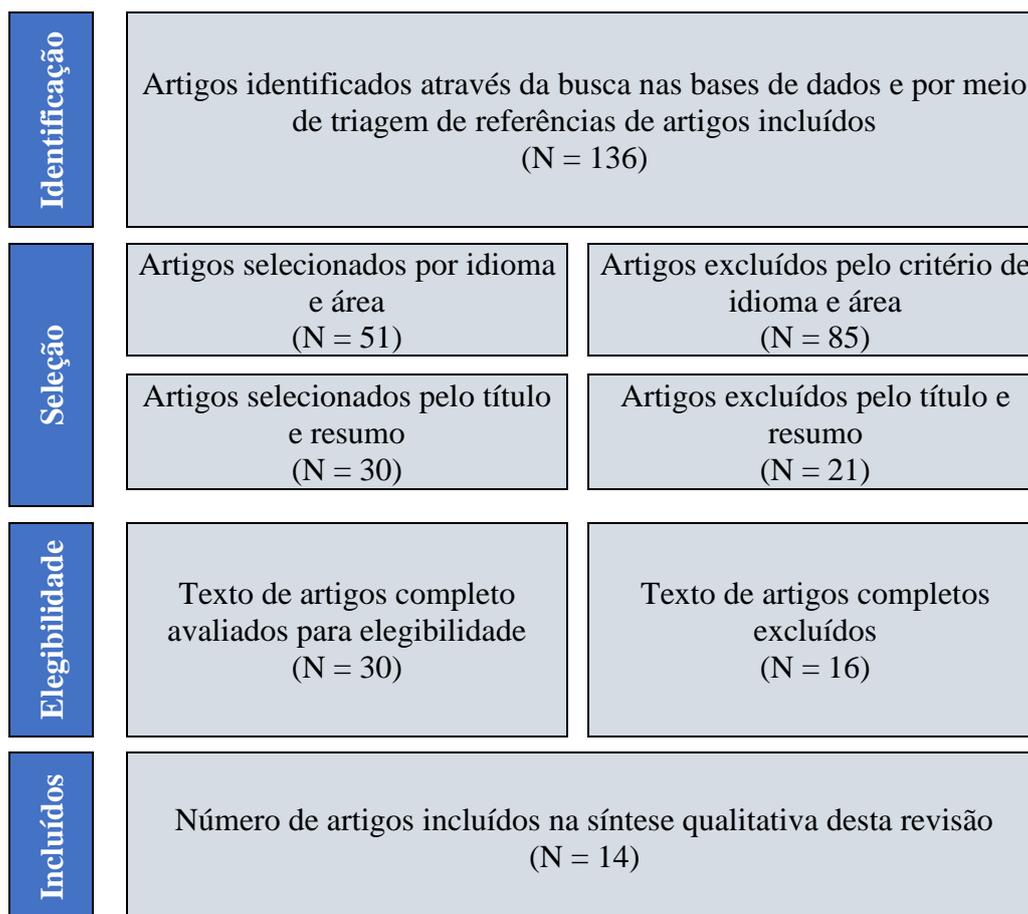
2.5 Revisão sistemática sobre mapa de danos

A revisão sistemática se vê importante pela sua capacidade de detalhamento da literatura sobre a temática a ser pesquisada. Desta forma, a revisão se propôs a reunir pesquisas que verificaram e avaliaram manifestações patológicas através do mapa de danos, com a finalidade de obter informações sobre a usabilidade dos mapas junto a outras técnicas, seus aspectos positivos e negativos. O detalhamento completo de como foi realizado todo

o processo de revisão sistemática pode ser encontrado na seção de metodologia, Capítulo 3 da dissertação.

A partir das buscas, apenas 136 artigos foram encontrados distribuídos nas bases de dados selecionadas e nas referências dos artigos escolhidos para análise, evidenciando-se a escassez sobre o tema e, por isso, filtragens por ano de publicação não foram utilizadas para que as buscas não fossem limitadas. Entretanto, dando continuidade ao processo de seleção, foram inseridos os critérios de idioma (português e inglês) e área (engenharia civil), tendo o número de artigos reduzidos para 51. Em seguida, a seleção de escolha foi realizada a partir da leitura de títulos e resumos (excluídos 21), e posteriormente, por leitura completa para inclusão dos estudos (excluídos 16). Por fim, com os critérios adotados, 14 artigos foram incluídos para a análise desta revisão. O processo de seleção pode ser visualizado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa

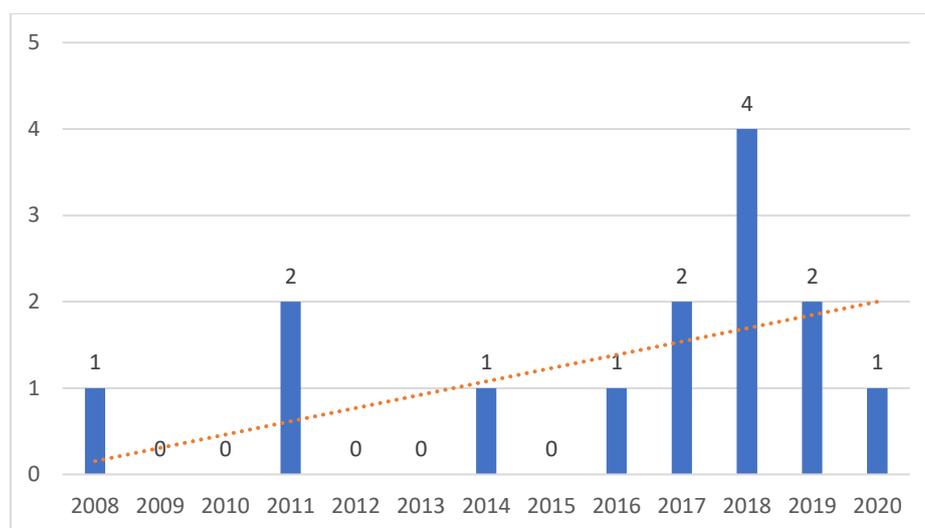


Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

2.5.1 Análise quantitativa

É importante frisar que uma análise quantitativa tem maior credibilidade estatística quando há um valor grande de amostras. Entretanto, dada a escassez de artigos, pretendeu-se, ainda assim, realizar tal análise para que alguns pontos importantes fossem mostrados. Desta forma, foram investigados quatro parâmetros que caracterizaram a pesquisa desenvolvida, sendo eles a categorização dos artigos por ano de publicação, país de publicação, nacionalidade dos autores e a recorrência das palavras-chave encontradas nos trabalhos incluídos. Tais parâmetros visam informar ao leitor sobre a frequência de publicação sobre a temática, os locais que mais a abordam, possibilitando também relacionar a nacionalidade dos autores, deixando de forma mais clara onde os trabalhos podem ser procurados quando houver necessidade. O gráfico da Figura 2 mostra o quantitativo de publicações por ano, em acordo com os critérios de inclusão.

Figura 2 – Número de publicações por ano

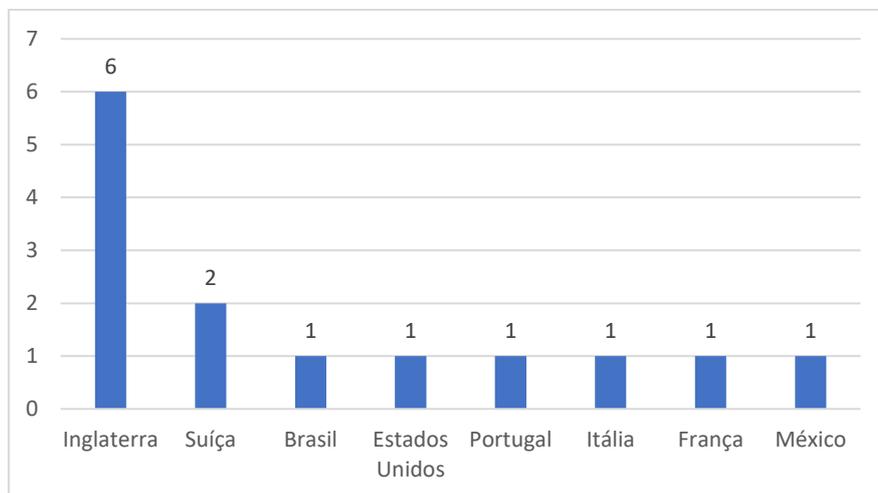


Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

Nota-se que no intervalo de 2008 a 2020, os anos de 2009, 2010, 2012, 2013 e 2015 não possuíram publicações, evidenciando-se mais uma vez a escassez de trabalhos na temática abordada. Por outro lado, observa-se um aumento de pesquisas do ano de 2016 a 2018, sendo 2018 o período de maior produção, com 28,5% das publicações. Nos anos seguintes, 2019 e 2020, constatou-se uma queda nas pesquisas, representando, respectivamente, 14,3% e 7,2% do total. Apesar da queda nos últimos anos, pode-se afirmar a partir da linha de tendência que há um crescimento gradativo na academia de

pesquisas em relação a temática estudada. Posteriormente foi elaborado o gráfico da Figura 3, que expõe a nacionalidade dos periódicos em que as pesquisas foram publicadas e suas devidas quantidades de trabalhos.

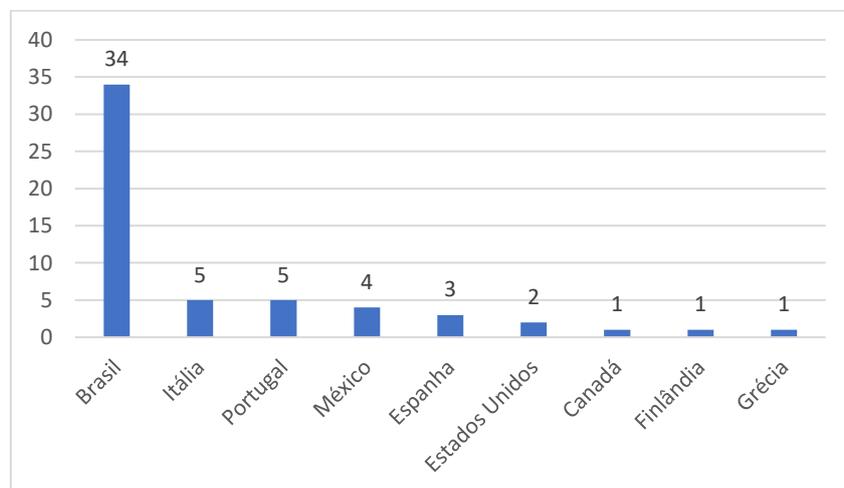
Figura 3 – Número de publicações por país



Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

De acordo com a Figura 3, a Inglaterra foi o país com o maior número de artigos, representando cerca de 43% do total. Em segundo lugar, encontra-se a Suíça, que representou 14% do total, aproximadamente. O Brasil e os demais países (Estados Unidos, Portugal, Itália, França e México) corresponderam a aproximadamente 7% cada. Em seguida, o gráfico da Figura 4 mostra a nacionalidade das instituições as quais os autores estão vinculados, com o quantitativo por país.

Figura 4 – País de origem das instituições que os autores estão vinculados



Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

Verifica-se que aproximadamente 73,2% dos autores estão vinculados a instituições americanas. Além disso, o continente europeu representou 26,8% dos vínculos dos autores. Não foram identificados autores vinculados a instituições dos demais continentes. Por último, na análise quantitativa, foi realizada uma nuvem de palavras com os parâmetros encontrados. A nuvem de palavras, elaborada pelo programa *World Cloud Generator*, é mostrada na Figura 5.

Figura 5 – Nuvem de palavras ligadas ao processo de seleção de artigos



Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

As palavras mostradas na nuvem são as escolhidas pelos autores das pesquisas utilizadas para esta revisão. Vale salientar que o tamanho das palavras reflete em uma maior frequência de utilização nos trabalhos. Nesse sentido, as palavras “mapping”, “facades”, “damage”, “degradation” e “buildings” se sobressaem em relação às outras, convergindo com o tema do presente trabalho, uma vez que buscou-se identificar os danos e degradações em elementos de uma estrutura, principalmente as fachadas, através de mapas de danos. A nuvem também tem o intuito de auxiliar pesquisadores a respeito de quais palavras-chave devem ser utilizadas para a busca de artigos nesse assunto.

2.5.2 Análise qualitativa

A análise qualitativa das pesquisas incluídas para a revisão é caracterizada na Tabela 1. A classificação dos 14 artigos estudados abordou o objeto de estudo (fachadas de edifícios abandonados, residenciais, históricos, públicos e treliças de telhado), o tipo de avaliação (quantitativo, qualitativo ou ambos), os procedimentos metodológicos, as principais manifestações patológicas detectadas e a relevância dos estudos.

Tabela 1 - Caracterização das pesquisas incluídas para a análise qualitativa (continua)

Nº	Autor (ano)	Objeto de Estudo	Tipo de Avaliação	Procedimentos Metodológicos	Principais Manifestações detectadas	Relevância do estudo
1	BAUER <i>et al.</i> (2014)	Fachada de Edifício Residencial	Quantitativa e Qualitativa	Inspeções visuais, mapa de danos, cálculo para avaliar o nível de degradação de fachada	Descolamento, falha de graute, rachaduras, eflorescências, falhas de vedação	Mapa de danos facilita a visualização para a realização de cálculos o nível de degradação. Edificações mais antigas tem nível de degradação progressiva.
2	LERMA, CABRELLES e PORTALÉS (2011)	Fachada frontal de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeções visuais, termografia, processamento de imagens térmicas e mapa de danos para umidade	Umidade	A abordagem apresentada com imagens multitemporais pode ser usada com sucesso para ajudar os técnicos de construção a determinar as áreas afetadas pela umidade.
3	SOUZA <i>et al.</i> (2016)	Fachada de Edifício Residencial	Quantitativa e Qualitativa	Inspeções visuais, medição de degradação (DMM), Mapa de danos	Descolamento cerâmico, falha de rejuntamento, trinca, eflorescência e falha de vedação	O cálculo da degradação é obtido a partir de uma malha sobreposta no mapa de danos. Os maiores pontos de degradação são as paredes contínuas, transição entre andares e cobertura.
4	PACHECO <i>et al.</i> (2018)	Fachadas de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeção visual, Mapa de danos	Destacamento de tinta, umidade ascendente, vegetação, fungos, fissuras, biodeterioração, destacamento de gesso	Mapas são instrumentos de fácil compreensão, possibilitando a visualização do local onde as manifestações patológicas estão mais centradas e a extensão que ocupam.
5	SOUSA, BRANCO e SILVA (2017)	Fachadas de um Armazém de madeira	Qualitativa	Inspeções visuais, teor de umidade, teste de penetração de impacto e mapa de danos	Manchas de umidade, rachaduras, deterioração da superfície por fungos, colonização biológica, elementos quebrados, deformações de colunas	Inspeção visual deve ser complementada com outros ensaios para avaliar qualitativamente o nível de conservação dentro e entre os elementos, permitindo identificar e caracterizar diferentes seções críticas em um mapa de danos.

Tabela 2 - Caracterização das pesquisas incluídas para a análise qualitativa (continua)

Nº	Autor (ano)	Objeto de Estudo	Tipo de Avaliação	Procedimentos Metodológicos	Principais Manifestações detectadas	Relevância do estudo
6	PUY-ALQUIZA <i>et al.</i> (2019)	Fachadas de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Levantamento e caracterização do tipo de material, quantificação de intemperismo e grau de dano através de mapa de danos e processamento de imagem	Perda de material, descoloração, blocos quebrados, eflorescência, fissuras, colonização biológica	A combinação dos mapas e o processamento de imagens permitiu quantificar a extensão o intemperismo e o grau de dano, além de facilitar a interpretação e avaliação de manifestações patológicas.
7	BERSCH <i>et al.</i> (2020)	Fachadas de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Investigação documental, levantamento visual, testes de percussão e termografia, mapa de danos, caracterização dos revestimentos.	Fissuras, destacamentos, superfícies desintegradas, vesículas, biodeterioração, manchas de sujeira, manchas de umidade, manifestações na pintura	Investigação documental permite identificar intervenções feitas após a construção. Combinação de técnicas permitem melhor entendimento das causas e consequências dos danos.
8	SAARI (2008)	Fachadas de Edifício Residencial	Qualitativa	Investigação documental, desenvolvimento e teste de procedimento de reforma, inspeção visual, mapa de danos	Rachaduras, destacamento de reboco, ausência de aderência entre reboco e alvenaria	A análise completa e objetiva do estado e funcionamento das estruturas é essencial para determinar um procedimento de renovação e restauro.
9	ROCHA <i>et al.</i> (2018)	Fachadas de Edificação Histórica	Qualitativa	Inspeção visual, inspeção documental, ficha e identificação de danos, mapa de danos	Deslocamento de reboco, manchas de umidade, biodegradação, sujidades, eflorescências, fissuras, perda de seção, degradação da madeira, desagregação granular, pitting.	A combinação de técnicas fornece subsídios que facilitam a análise da sintomatologia e do correto diagnóstico das manifestações patológicas, garantindo uma proposta mais confiável para o tratamento das anomalias.

Tabela 3 - Caracterização das pesquisas incluídas para a análise qualitativa (conclusão)

Nº	Autor (ano)	Objeto de Estudo	Tipo de Avaliação	Procedimentos Metodológicos	Principais Manifestações detectadas	Relevância do estudo
10	MELO JÚNIOR <i>et al.</i> (2018)	Fachada de Edificação pública	Quantitativa e Qualitativa	Vants, técnica de abordagem estéreo (fotogrametria), programa Tyche, mapa de danos	Manchas escuras na fachada	A utilização de Vants se vê importante para inspeções visuais de fachadas em grandes alturas. A utilização das técnicas combinadas dá suporte a inspeções e monitoramentos de manifestações patológicas.
11	BAUER <i>et al.</i> (2011)	Fachadas de Edifícios Residenciais	Quantitativa e Qualitativa	Inspeção visual, mapa de danos, testes de aderência à tração, testes de características de material, índice de defeitos.	Perda de aderência cerâmica e descolamento, problemas com argamassa, fissuras, eflorescências, falha de vedação.	Percebeu-se através dos mapas que as falhas mais recorrentes em edifícios antigos se devem a deterioração gradual de materiais, e em edifícios novos, falhas construtivas.
12	CAVALAGLI <i>et al.</i> (2019)	Fachada leste de Edificação Histórica	Quantitativa e Qualitativa	Investigação documental, inspeção visual, levantamento e classificação de danos, tabela de avaliação de risco, monitoramento do clima, teste de vibração do ambiente	Crosta negra, escamação, incrustação, colonização biológica, manchas de corrosão, descoloração residual, fissuras, umidade	O mapa se viu útil para antecipar e priorizar as ações de retrofit necessárias, incluindo a remediação e estratégias de conservação preventiva.
13	CHOI <i>et al.</i> (2018)	Fachada de Edifício Abandonado	Quantitativa e Qualitativa	Vants para inspeção visual de fachada, para produzir ortofotos que servem como mapa de danos das regiões de interesse	O uso da técnica permite detectar fissuras, rachaduras, esquadrias quebradas entre outros	Uma única ortofoto é suficiente para fazer o melhor uso da técnica, caso a fachada seja plana. Caso haja objetos na redondeza, a coleta de pontos de vistas adicionais é necessária, tornando o trabalho mais difícil.
14	BRANCO, SOUSA e TSAKANIKI (2017)	Treliças do telhado de uma edificação antiga	Quantitativa e Qualitativa	Inspeção visual, teste de resistência à perfuração, teste de ultrassom, teste de penetração de pinos	Fendilhamento, fissuras, rotação e deslocamento da madeira	A combinação de ensaios com a inspeção visual permite identificar trechos frágeis, sendo possível evidenciar as seções críticas através de mapas de danos.

A partir dos artigos analisados, verificou-se que 93% das pesquisas foram concentradas em fachadas de edificações, sendo elas de edifícios históricos, públicos ou residenciais. Apenas 7% das pesquisas não tiveram como objeto de estudo as fachadas. A informação é ilustrada no gráfico da Figura 6.

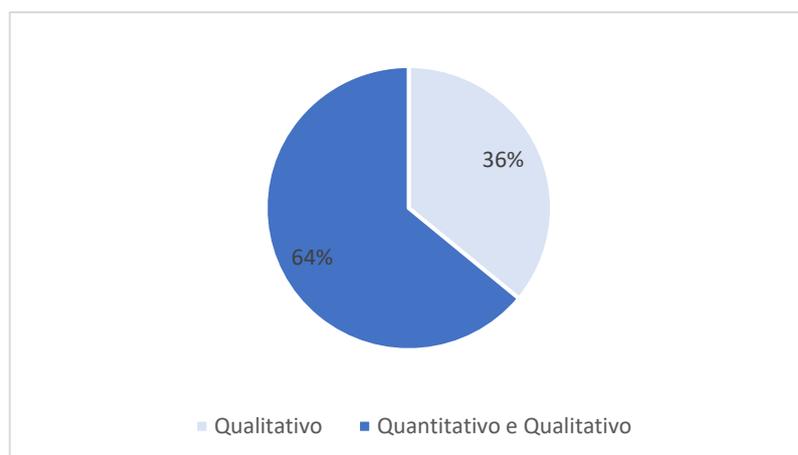
Figura 6 – Objeto de estudo das pesquisas



Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

Foi observado também que 36% dos estudos realizaram análise qualitativa e 64% das pesquisas utilizaram ambas as análises (Figura 7). Análises de caráter apenas quantitativo não foram abordadas em nenhum artigo da revisão.

Figura 7 – Tipo de análise das pesquisas



Fonte: Cavalcanti e Monteiro (2021)

Em se tratando dos procedimentos metodológicos das pesquisas, destaca-se, além da utilização de mapas de danos, o uso de inspeções visuais em comparação as outras técnicas, tendo em

vista que possibilitam a detecção de danos a estruturas de maneira simples. Sabe-se que, quando as inspeções visuais são combinadas com os mapas de danos, ensaios não destrutivos e outras técnicas, há uma melhor eficiência no diagnóstico de manifestações patológicas encontradas nas estruturas.

Dentre as manifestações patológicas abordadas, pode-se dizer que as mais frequentes nas pesquisas estavam relacionadas principalmente a fissuras, eflorescências, biodeteriorações, sujidades e manchas de umidade. Por outro lado, a relevância dos estudos foi determinada a partir de aspectos referentes a aplicabilidade dos mapas de dano e algumas outras técnicas para a identificação, avaliação e possíveis estratégias de conservação dos empreendimentos.

Quando bem empregada, o uso da técnica de mapa de danos tem sua devida importância, visto que, tem capacidade de fornecer dados para prover corretos diagnósticos de manifestações patológicas encontradas. Em outras palavras, a técnica serve também para registrar a evolução de problemas relacionados ao estado de conservação, além de servir como agente facilitador para exames a edificação, ações preventivas e intervenções de manutenção.

A pesquisa mostrou que os mapas de dano podem ser aplicados a variados elementos de uma construção. No entanto, a aplicação dos mapas se deu majoritariamente a fachadas de empreendimentos, responsável por 93% os artigos. Tal fato pode estar relacionado a uma maior necessidade de preservar a beleza arquitetônica dos edifícios, uma vez que 46% dos objetos de estudo eram edificações históricas, podendo ser consideradas patrimônios culturais (LERMA; CABRELLES; PORTALÉS, 2011; PACHECO *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2018; CAVALAGLI *et al.*, 2019; PUY-ALQUIZA *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Além disso, a partir dos gráficos, percebeu-se maior escassez do tema no período de 2008 a 2015. Nos anos subsequentes, houve um acréscimo de obras nesse assunto, que pode estar ligado ao aumento das discussões sobre a preservação de bens no mundo. Estudos mostram que a primeira utilização do mapa de danos surgiu na Itália, na década de 1960, e posteriormente no Brasil, na década de 1970 (BARTHEL; LINS; PESTANA, 2009). Porém, mesmo com o crescente número de artigos e a senioridade da técnica, a utilização dos mapas de dano ainda é pouco abordada no cenário atual.

No que concerne aos periódicos, destacam-se os vinculados a Inglaterra, que possuiu o maior número de publicações quando comparado a outros países. Entretanto, foi verificado que a maioria dos autores identificados na revisão, são vinculados a instituições brasileiras. Isso pode indicar um maior interesse por parte do país em aplicar a técnica de mapa de danos, combinada a outras ou não, para os fins desejados. É sinalizado também a preocupação do país com seus patrimônios culturais. Os patrimônios culturais podem representar a memória, história, cultura, arquitetura e expressões técnicas, estéticas e artísticas de uma época da sociedade, tornando-se uma herança para gerações vindouras. No Brasil, por exemplo, a Constituição Federal explicita a necessidade de proteger e impedir qualquer degradação aos bens com importância histórica, artística ou cultural (BRASIL, 1988).

Com relação aos procedimentos metodológicos, 86% das pesquisas citam a utilização de inspeções visuais além do uso dos mapas. De fato, há a necessidade da realização de inspeções para a confecção de mapas, entretanto, é importante lembrar que a participação do profissional/pesquisador como agente observador promove análises sintomatológicas para um tratamento confiável e correto das anomalias. Também, 14% dos trabalhos realizaram inspeções através de VANTs (veículos aéreos não tripulados), em que foram gerados mapas de danos de regiões de interesse através de fotogrametria e tratamento posterior em *softwares* computacionais (CHOI *et al.*, 2018; MELO JÚNIOR *et al.*, 2018). Contudo, há certa limitação na detecção de manifestações patológicas por meio dos VANTs, tendo em vista que foram constatadas e representadas nos mapas apenas manchas escuras em fachadas, embora seja possível também a percepção de fissuras, rachaduras e esquadrias quebradas. Por outro lado, a inspeção por meio da técnica mencionada tem notável aplicabilidade em grandes alturas.

Além das inspeções visuais, as inspeções documentais são citadas em 29% dos artigos. A pesquisa documental promoveu a análise de registros históricos, além de informações que permitiram a identificação de características de concepção e diferentes usos do edifício. As documentações também abrangeram projetos arquitetônicos (incluindo fachadas) e outros projetos referentes a modificações nos empreendimentos e manutenções realizadas. Em suma, a investigação documental permitiu identificar as intervenções realizadas após a construção dos edifícios, visando auxiliar ações futuras de manutenção, permitindo também a confecção dos mapas de dano a partir dos projetos (SAARI, 2008; ROCHA *et al.*, 2018; CAVALAGLI *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Ainda sobre os procedimentos metodológicos, 14% das pesquisas abordaram cálculos de índices de degradação a partir de mapas de danos, onde malhas são sobrepostas nos mapas e a área degradada é obtida pela contagem de unidades da malha, expressas em m². Bauer *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2016) afirmam que a medição de degradação é uma etapa básica para avaliar a vida útil do edifício e de seus elementos, sendo possível também definir os comportamentos das anomalias quanto à previsão da vida útil através de monitoramentos. Desta forma, pode-se dizer que os mapas de dano facilitam a visualização para a realização de cálculos do nível de degradação. A partir disso, relações entre manifestações patológicas e as condições ambientais ou arquitetônicas podem ser estabelecidas, permitindo, conseqüentemente, realizar observações sobre a vida útil da edificação, seus componentes e sua durabilidade.

Por outro lado, alguns pontos negativos podem ser elencados a respeito dos mapas de dano. Apesar de ser um instrumento de fácil compreensão, a técnica possui limitações, tendo em vista que 100% das pesquisas utilizaram outros métodos e técnicas adicionais para alcançarem seus objetivos.

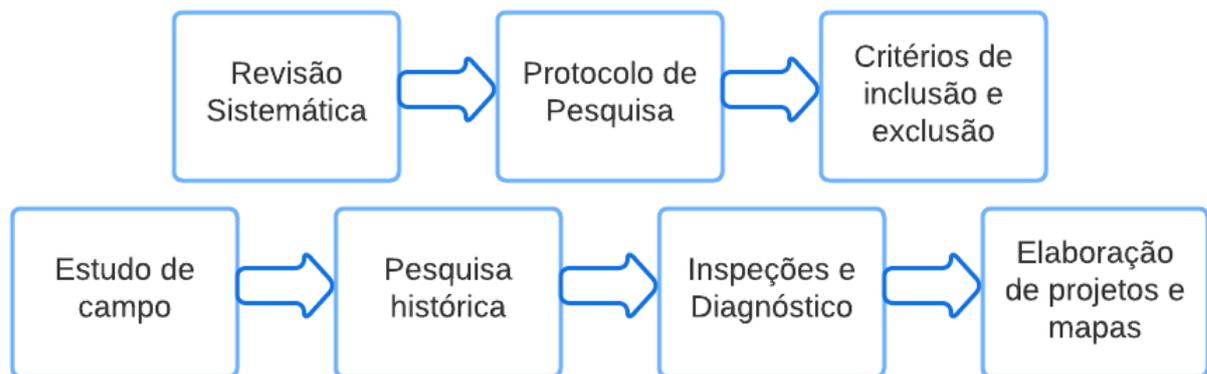
Em 43% dos trabalhos, os autores reiteram que o uso das técnicas combinadas pode dar melhor suporte a inspeções e monitoramento de manifestações patológicas, além de, em alguns casos, permitirem quantificar a extensão e grau dos danos, facilitando a interpretação de tais manifestações. Também, a partir de ensaios não destrutivos, causas e conseqüências dos danos podem ser melhor compreendidos, uma vez que são identificadas e caracterizadas as seções críticas na estrutura, para serem representadas nos mapas (BRANCO; SOUSA; TSAKANIKI, 2017; SOUSA; BRANCO; SILVA, 2017; MELO JÚNIOR *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2018; PUY-ALQUIZA *et al.*, 2019; BERSCH *et al.*, 2020).

Por fim, outro ponto negativo em relação aos mapas de dano está relacionado a não existência de uma normatização para a representação do instrumento. Portanto, não há um padrão a ser seguido para a elaboração de tal, podendo ser feito de várias maneiras. Filho e Achiamé (2018) destacam a necessidade da existência de uma padronização legal para a elaboração dos mapas, objetivando garantir a qualidade e compreensão de danos e de projetos. Com isso, ter-se-ia uma melhor execução e serviço de reparo e restauro, sendo provável a compreensão do real estado de conservação das edificações estudadas.

CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentam-se aqui os procedimentos adotados para o desenvolvimento desta dissertação, incluindo a etapa de revisão com a utilização da metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyse*), e a etapa de estudo de campo, com a pesquisa histórica, diagnóstico de manifestações patológicas das edificações selecionadas e elaboração dos mapas de dano. Os procedimentos metodológicos podem ser vistos com clareza no fluxograma da Figura 8.

Figura 8 – Metodologia abordada na dissertação



Fonte: Autor (2021)

3.1 Metodologia da revisão sistemática

É dito que a revisão almeja resumir evidências para chegar a conclusões confiáveis, ilustrando objetividade e transparência aos leitores (LIBERATI *et al.* 2009). Munzlinger, Narcizo e Queiroz (2012) completam que a revisão sistemática é uma atividade de execução sequencial, possuindo um objetivo final. Para os autores, a realização da revisão consiste nas etapas de organização e uniformização da pesquisa, andamento a pesquisa de acordo com protocolos e, por fim, o resumo dos dados coletados. Desta forma, foi elaborado o Quadro 1, consistindo do protocolo de pesquisa, com o intuito de cumprir o objetivo da revisão.

Quadro 1 – Protocolo da pesquisa

Item	Conteúdo
Objetivos	Reunir pesquisas que verificaram e avaliaram manifestações patológicas através do mapa de danos.
Resultados	Obter informações sobre a usabilidade dos mapas de dano junto a outras técnicas, seus aspectos positivos e negativos.
Palavras-chave	“ <i>Damage map</i> ”, “ <i>Map of damage</i> ”, “ <i>Mapping damage</i> ”, “ <i>Facade</i> ”, “ <i>Building facade</i> ”, “ <i>Pathologies</i> ”, “ <i>Defects</i> ” e “ <i>Construction</i> ”.
Idioma	Inglês e Português.
Base de dados	Scopus, CAPES, Web of Science e Google Scholar.
Crítérios de inclusão	Idiomas: Inglês, Português; Áreas de conhecimento: Construção Civil; Abordagem: Utilização do Mapa de Danos para avaliar manifestações patológicas em qualquer elemento de um empreendimento.
Crítérios de exclusão	Abordagem: Publicações que abordavam o Mapa de Danos como resultados de imagens termográficas, e aquelas voltadas à área de geologia, cujo objetivo estava relacionado a identificar danos generalizados ocorridos a partir de fenômenos naturais.
Questões de pesquisa	* Quais as dificuldades e limitações do emprego da técnica de mapa de danos? * Como a técnica de mapa de danos pode contribuir em obras de manutenção e restauro?

Fonte: Autores (2021)

Para elaborar a revisão acerca da temática, foram seguidas as diretrizes do método PRISMA, Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (LIBERATI et al., 2009). A pesquisa fez o uso da base de dados SCOPUS, CAPES, Web of Science e Google Scholar para a busca de artigos, tendo em vista que estão entre as bases de dados mais conhecidas e importantes do meio acadêmico. Além disso, foi realizada uma análise das referências dos artigos encontrados para a inclusão de outras publicações relevantes ao estudo. Algumas palavras-chave foram empregadas na busca, em inglês, por motivos de abrangência, sendo elas: “*damage map*”, “*map of damage*”, “*mapping damage*”, “*facade*”, “*building facade*”, “*pathologies*”, “*defects*” e “*construction*”.

Como critérios de inclusão, a seleção incluiu artigos em inglês e português buscados nas bases de dados mencionadas, que abordassem a utilização do Mapa de Danos para avaliar manifestações patológicas em qualquer elemento de um empreendimento, na área de engenharia civil. Ressalta-se que foi priorizada as buscas em inglês devido ao fato de que, atualmente, os artigos de maior relevância são publicados em periódicos internacionais, cujo idioma é o inglês.

Como critérios de exclusão, foram excluídas as publicações que abordavam o Mapa de Danos como resultados de imagens termográficas, e aquelas voltadas à área de geologia, cujo objetivo

estava relacionado a identificar danos generalizados de áreas amplas, ocorridos a partir de fenômenos naturais.

Para ilustrar o processo da pesquisa, o fluxograma da Figura 1 foi elaborado (mostrado na revisão sistemática no item 2.5 do trabalho) e, posteriormente, os artigos inclusos na revisão foram analisados quantitativamente em relação ao ano de publicação, país de publicação e nacionalidade dos autores; e qualitativamente, onde foram examinados os métodos e técnicas utilizadas, as patologias encontradas, os tipos de avaliação realizados e o objeto e relevância de cada estudo.

3.2 Metodologia do estudo de campo

Almejando o produto final desta pesquisa, a confecção dos mapas de danos dos empreendimentos históricos da cidade do Recife-PE, primeiramente foram escolhidos os edifícios para o estudo. Sabe-se que a cidade possui diversos patrimônios, como os edifícios religiosos católicos e prédios ligados a administração pública e entidades filantrópicas. Uma vez que foram realizados estudos de inspeção e confecção de mapas de danos para alguns patrimônios religiosos na cidade (BARRETO, 2020), foi decidido, portanto, a escolha dos prédios ligados a administração pública e entidades filantrópicas. Nesse sentido, as edificações escolhidas para o presente estudo foram o Palácio Joaquim Nabuco e o Ginásio Pernambucano, pelo fato de haver menor burocracia pelos órgãos locais em acessá-los em comparação aos outros empreendimentos históricos, e por suas localizações. Ou seja, a escolha dos edifícios não possuiu caracterização estatística.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas a respeito das edificações escolhidas, compondo um breve histórico delas no trabalho e, posteriormente, foram feitas inspeções visuais nas fachadas das edificações para a verificação de todos os danos. As inspeções permitiram um diagnóstico precoce das manifestações patológicas das fachadas, visando obter informações sobre o estado de degradação das edificações. Os danos observados às estruturas foram registrados a partir de fotografias e filmagens obtidas por câmera fotográfica e de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT), sendo este último, um serviço contratado pela empresa X, realizado em setembro de 2021 (Palácio Joaquim Nabuco) e maio de 2022 (Ginásio Pernambucano).

Com as imagens obtidas, foi possível realizar os projetos (desenhos) das fachadas de cada edifício escolhido através do *software* AutoCAD, para que fosse possível a confecção dos mapas de dano. É importante salientar que foi feito o contato diversas vezes com os órgãos locais, para que fossem disponibilizadas as plantas de fachadas existentes das edificações escolhidas. Porém, devido a pandemia da Covid-19, não foi possível ter acesso as plantas, além de algumas delas não serem localizadas pelos órgãos. Por isso, as plantas de fachadas encontradas na pesquisa foram feitas através das imagens e filmagens obtidas na etapa de inspeção.

Por fim, após a execução das plantas de fachadas, a representação dos danos também foi feita no *software* AutoCAD, com a utilização de cores e hachuras, através do tratamento dos dados (fotografias e filmagens) obtidas na etapa de inspeção *in loco*, para emissão de um parecer a respeito das condições do revestimento das fachadas (diagnóstico).

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS

São apresentados neste capítulo os resultados finais da pesquisa realizada, que dissertam sobre as manifestações patológicas encontradas nas fachadas do Palácio Joaquim Nabuco e Ginásio Pernambucano, bem como seus respectivos mapas de danos.

4.1 Palácio Joaquim Nabuco

O Palácio Joaquim Nabuco localiza-se na Rua da Aurora, no bairro da Boa Vista, área central do Recife, nas margens do Rio Capibaribe. Próximo a outros edifícios históricos como o Ginásio Pernambucano e o Palácio do Governo, foi sede da Assembleia Legislativa de Pernambuco (ALEPE) entre os anos de 1875 e 2017. Atualmente foi transformado em museu.

Possui arquitetura predominantemente neoclássica e apresentação imponente. A edificação teve sua construção iniciada em 1870 e, apesar da inauguração em 1875, só foi concluída em 1876. O prédio foi projetado pelo arquiteto e engenheiro José Tibúrcio Pereira Magalhães, tendo a obra dirigida por José Inácio D'Ávila (GASPAR, 2009). A Figura 9 mostra o Palácio Joaquim Nabuco no ano de 1915.

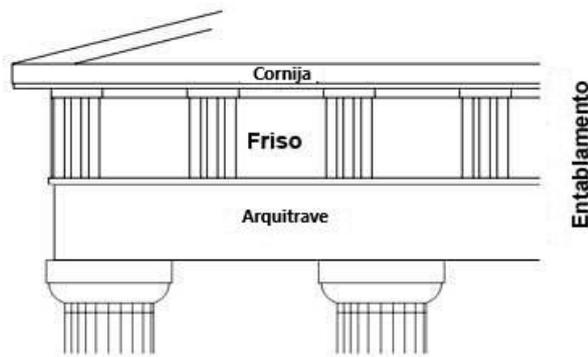
Figura 9 – Palácio Joaquim Nabuco em tempos antigos



Fonte: Gaspar (2009)

O empreendimento é um dos mais significativos exemplares da arquitetura do Recife e sua cúpula dourada chama atenção ao ser observada de longe. Com 16,20 metros de altura, conta com 36 pilastras lisas e tem a forma de cruz. Além do estilo neoclássico, o Palácio apresenta também simetria da planta baixa, frontão em formato triangular e o entablamento composto por frisos e cornijas (NOVELINO, 2018). A Figura 10 apresenta o esquema de um entablamento para melhor entendimento dos termos técnicos.

Figura 10 – Esquema de entablamento



Fonte: Adaptado de La frontera del Duero (2011)

O Palácio possui, em seu rico patrimônio cultural, uma coleção de bens móveis (mobiliários e obras de arte), bens documentais (arquivístico) e bibliográficos (obras raras e valiosas), distribuído nos seus três pavimentos. Além disso, sua biblioteca conta com mais de 60 milhões de documentos arquivados, que datam desde 1747, trazidos da sede anterior do Poder Legislativo de Pernambuco, o Forte do Matos (NOVELINO, 2018). Em 1948, o edifício passou a se chamar pelo nome atual, Palácio Joaquim Nabuco, em homenagem ao abolicionista pernambucano, político e diplomata Joaquim Aurélio Barreto Nabuco de Araújo, que foi um dos fundadores da Academia Brasileira de Letras. No ano de 1985 foi tombado, por meio do decreto estadual nº 10.714/85, em processo movido pela FUNDARPE, como parte do polígono da Rua da Aurora (Recife) e em 2010, foi reconhecido como Instituição Museológica pelo Instituto Brasileiro de Museus (Ibram) (GASPAR, 2009).

O Conjunto Urbano da Aurora se subdivide em seis diferentes trechos, em que foram tombados os edifícios de maior relevância e importância histórica. O objetivo foi preservar e impedir que os edifícios remanescentes do século XIX continuassem a ser substituídos por novas construções (SILVA, 2020). O Palácio Joaquim Nabuco encontra-se no 5º trecho, Travessa Correia Neto à Rua Mamede Simões, como pode-se verificar na Figura 11.

Figura 11 - Polígono da Rua da Aurora



Fonte: Silva (2020)

É importante ressaltar que o tombamento pelo polígono da Rua da Aurora garantiu apenas proteção a fachada e volumetria do edifício, não se estendendo para sua estrutura interna e acervo. Desta forma, em 2017, a Secretaria de Cultura de Pernambuco e a FUNDARPE acataram o pedido de tombamento do Palácio Joaquim Nabuco, pedido realizado pelo então presidente da casa legislativa de Pernambuco, o deputado estadual Guilherme Uchoa. Isso permitiu o início do processo pelo corpo técnico da Gerência de Preservação do Patrimônio da Fundarpe na preparação da documentação para se obter a decisão final do Conselho Estadual de Preservação do Patrimônio Cultural de Pernambuco (CEPPC/PE), que aprovou, em 20 de maio de 2021, por unanimidade, o tombamento do edifício e de todo seu acervo mobiliário, artístico e bens integrados. O tombamento visa permitir a preservação da memória do legislativo, da arquitetura e mobiliário nele contido. Contribuirá também para a execução de projetos de restauro, manutenção preventiva e expansão dos projetos de visitação (CONSELHO DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL, 2021; DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 2021).

4.2 Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio Joaquim Nabuco

4.2.1 Fachada leste (frontal)

Na fachada leste do Palácio Joaquim Nabuco (PJM), vários pontos de sujidades podem ser observados. A manifestação patológica em questão se concentra nos embasamentos e descontinuidades das colunas, provavelmente devido ao acúmulo de água da chuva que escorre pela fachada, fazendo com que partículas estranhas se depositem na região inferior a partir de

seu deslocamento. Verificam-se também pontos de sujidade nas escadarias, nas bases das cercaduras de algumas janelas e nas cimalthas, tanto a do telhado quanto a da cúpula. A Figura 12 e Figura 13 expõem alguns desses pontos.

Figura 12 – Pontos de sujidade, fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

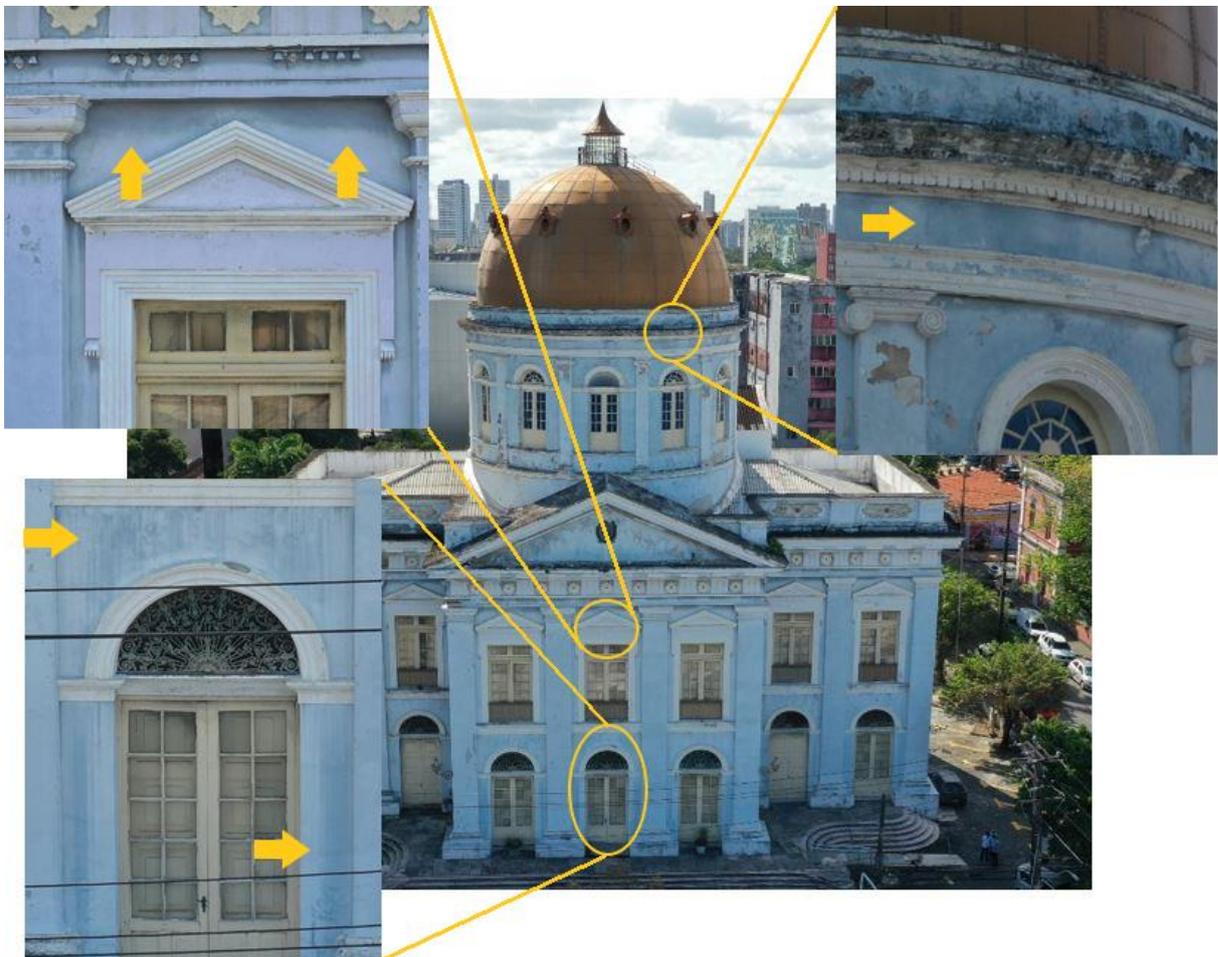
Figura 13 – Pontos de sujidade, parte da fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Além das sujidades, que muitas vezes ocorrem por conta de água das chuvas como mencionado anteriormente, as manchas de umidade também estão presentes em grande parte da fachada, principalmente entre as regiões das janelas e portas, em que é possível observar o trajeto do escoamento das águas das chuvas. Verificam-se manchas de umidade também na parte da cúpula, próximo as cimalthas. É possível inferir que a água bate nas janelas, escorrendo por suas cercaduras e em seguida nas paredes contínuas em torno das portas, em direção ao solo. As manchas de umidade presentes sugerem a inexistência de elementos impermeabilizantes ou, caso existam, já ultrapassaram seu tempo de vida útil. A Figura 14 mostra algumas manchas de umidades presentes na fachada leste.

Figura 14 – Pontos de umidade, fachada leste do PJN

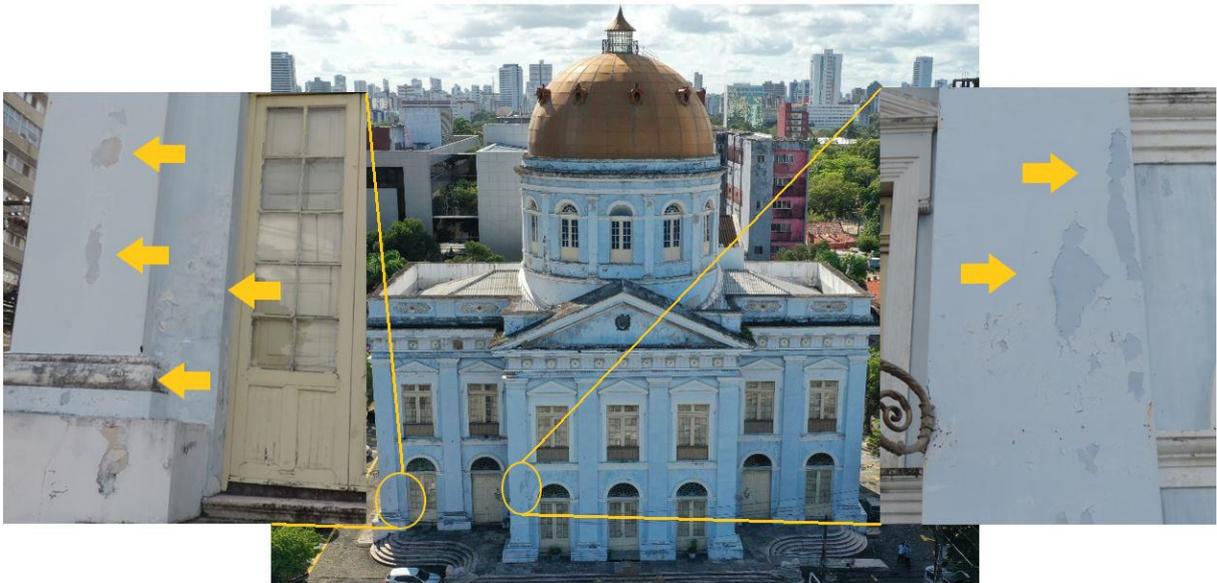


Fonte: Autor (2021)

É importante lembrar que algumas manchas de umidade também são encontradas em alguns embasamentos das colunas, que, como comentado, são locais que ocorrem acúmulos de águas das chuvas que escorrem pelos fustes (corpo) das colunas. Por outro lado, o constante trajeto percorrido pela água nas paredes da fachada ocasionou o destacamento de pintura em algumas

regiões dela, em pontos nos fustes e bases das colunas. Nas paredes contínuas, o processo de deterioração foi encontrado na fase de afastamento de pintura em relação ao reboco, formando assim, “bolhas de ar”. Em contrapartida, nos fustes e bases das colunas, em geral, o processo de degradação se encontrou na etapa de completa separação da pintura do reboco. A Figura 15 mostra pontos de destacamento da pintura na fachada.

Figura 15 – Pontos de destacamento de pintura, fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Outra manifestação patológica identificada foi a ferrugem, presente nas grades ornamentais dos arcos das portas e nos guarda corpos de ferro das janelas. A oxidação ocorreu devido ao contato com o oxigênio existente no ar e na água, afetando toda a fachada do edifício de forma contínua. Além disso, a umidade ocasionou o destacamento da pintura dos elementos em questão, em que se nota os resquícios da tinta que havia sido aplicada. A Figura 16 e Figura 17 exibem a oxidação nesses elementos.

Figura 16 – Oxidação das grades das janelas e cercaduras das portas, fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Figura 17 – Pontos de oxidação, fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Ainda, destaca-se que a região mais degradada da fachada leste do Palácio Joaquim Nabuco é o frontão triangular. Pode-se observar o avanço do destacamento da pintura e reboco nas quinas do interior do frontão, em que a ação direta e contínua da água pode reduzir a aderência no

suporte da estrutura. As partículas naturais ou artificiais (poluição) presentes na atmosfera e a cristalização dos sais, devido a região litorânea, podem contribuir na evolução dessa manifestação patológica (ROCHA, 2017). Além disso, é visível a presença de manchas de umidade no interior do frontão. Novamente, a água das chuvas e a possível infiltração no teto pode ter contribuído para o intenso destacamento do reboco no local, em comparação ao restante da fachada. Por fim, nota-se também a presença de algumas fissuras. A Figura 18 revela a situação mencionada.

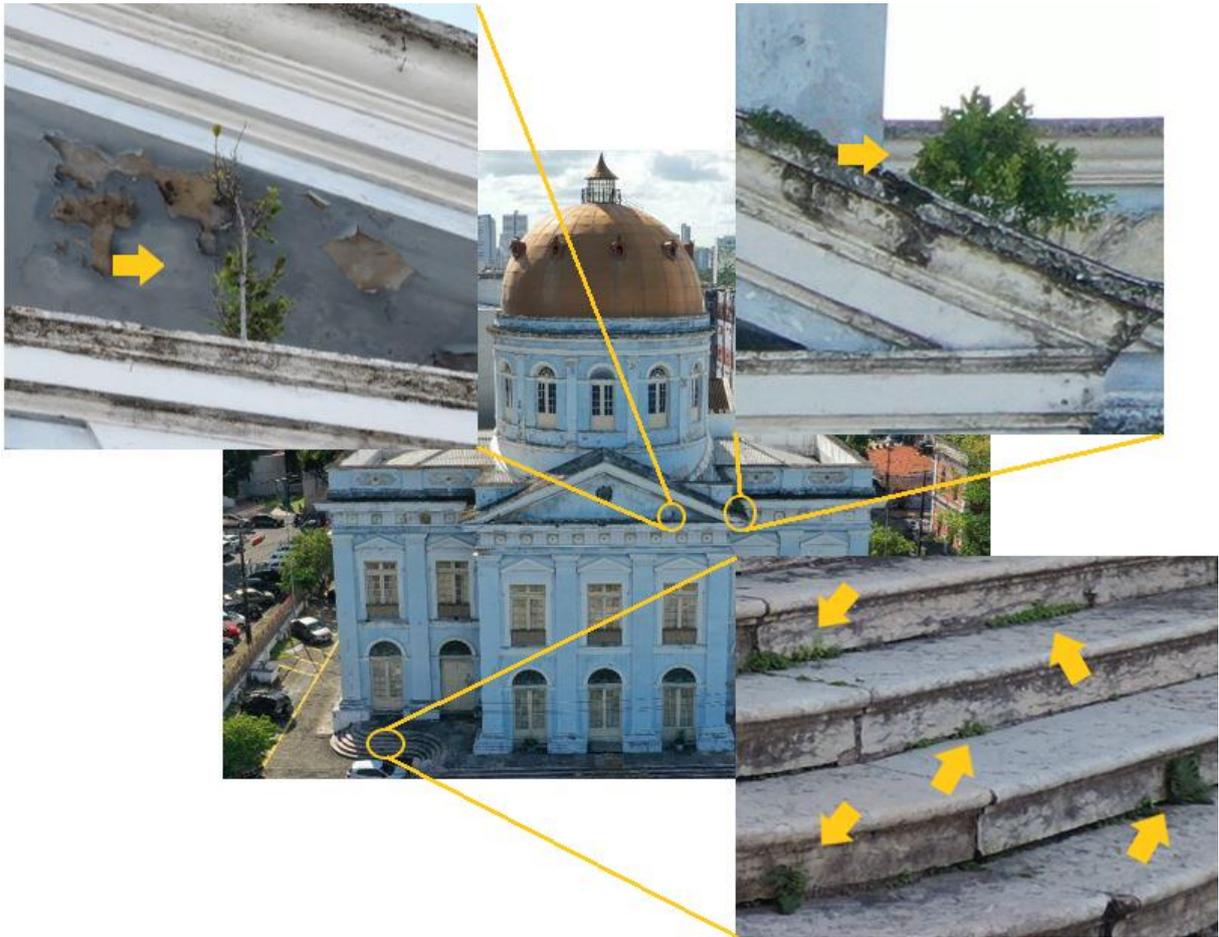
Figura 18 – Destacamento de reboco, manchas de umidade e fissuras no frontão triangular do PJN



Fonte: Autor (2021)

É possível notar também no frontão triangular, a presença de bolor e de vegetação, indicando a existência de fendas ou fissuras conjuntamente com umidade constante de origem do acúmulo de água das chuvas e exposição à radiação solar. Tal fato cria condições para o desenvolvimento de fungos, plantas, entre outros agentes biológicos. Também foi encontrado crescimento de vegetação na escadaria e nos encontros das bases das colunas e o solo. Em geral, todos os microrganismos e organismos são capazes de atacar e degradar os materiais, porém, nos casos das plantas, acrescenta-se a isso o fato que elas podem causar o destacamento do revestimento, devido ao desenvolvimento das suas raízes que causam pressões no interior do reboco. A Figura 19 mostra alguns pontos de vegetação na fachada leste.

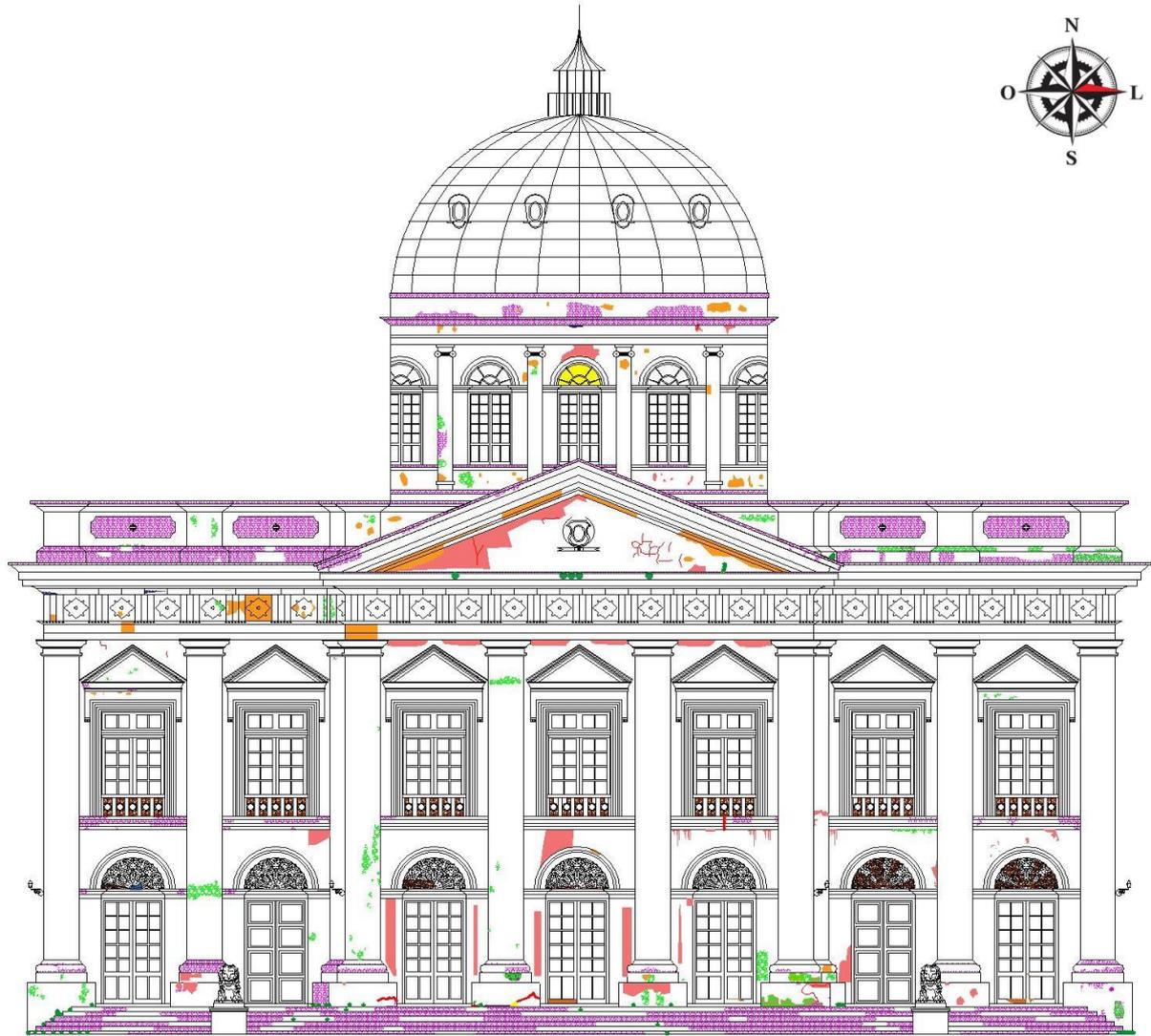
Figura 19 – Pontos de vegetação, fachada leste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Com as inspeções visuais realizadas e registros fotográficos da presente fachada, todas as manifestações patológicas citadas anteriormente podem ser melhores visualizadas no mapa de danos confeccionado. A partir da Figura 20, é possível identificar de forma clara onde cada manifestação patológica está localizada, sendo possível também observar quais delas estão em evidência.

Figura 20 – Mapa de danos da fachada leste do PJN



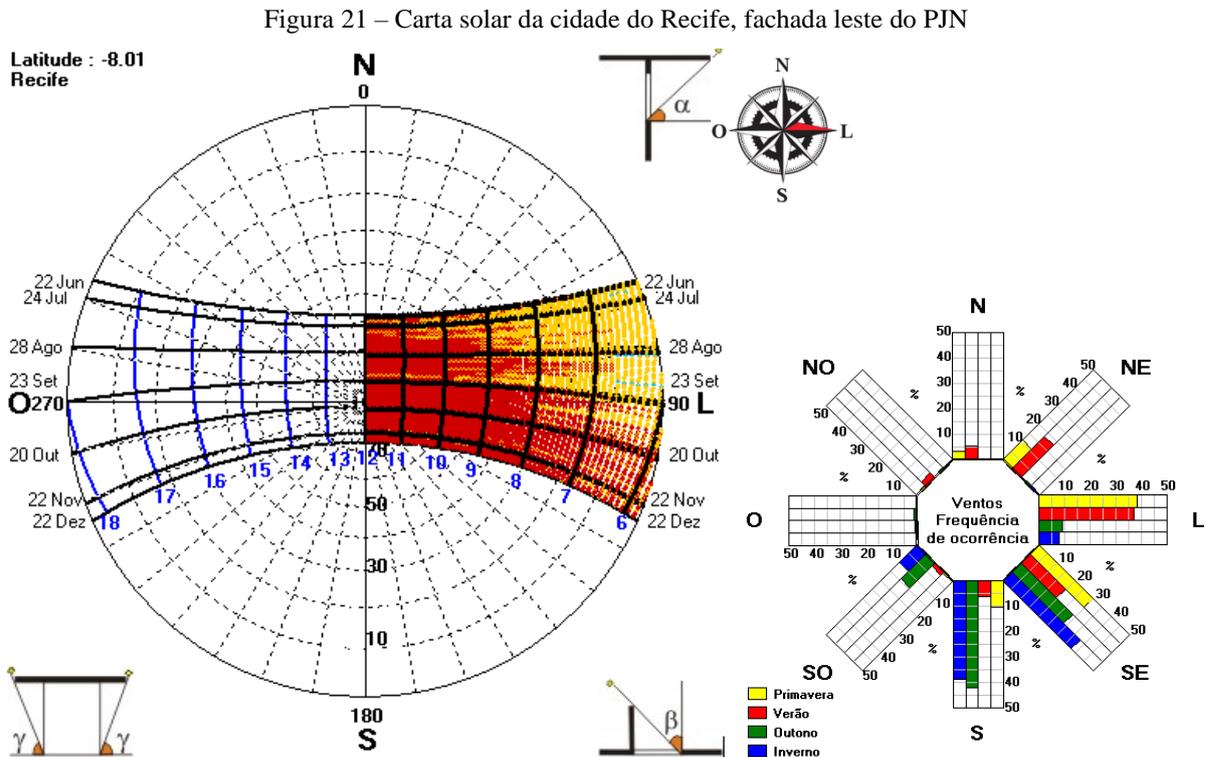
Legenda

 Vegetação	 Destacamento do reboco	 Bolor
 Manchas de umidade	 Fissuras	 Desagregação do concreto
 Vandalismo	 Madeira degradada	 Ferrugem
 Destacamento da pintura	 Sujidades	 Trinca
 Eflorescência	 Perda de seção	

Fonte: Autor (2021)

Verificou-se, a partir do mapa, que a maioria das manifestações patológicas da fachada leste estavam ligadas a sujidades (em roxo), tendo em vista que a limpeza de algumas áreas possui difícil acesso. Ferrugem das grades das janelas (em marrom escuro), destacamento de pintura

(em verde claro), de reboco (em laranja) e manchas de umidade (em rosa) também foram encontrados em alguns pontos da fachada, sendo ocasionados e intensificados pela ação direta da água das chuvas. Há também o fato de que a fachada leste recebe a incidência solar apenas metade do dia, como mostra a carta solar da Figura 21.



A área colorida à esquerda da imagem mostra a incidência solar que a fachada recebe ao longo das horas do dia (números em azul). Interpretando a carta, tem-se que a fachada leste recebe a luz do sol durante todo o ano, desde o início da manhã, por volta das 6 horas, estendendo-se até o meio dia. As diferentes colorações, vermelho e amarelo, representam, respectivamente, temperaturas mais elevadas (maiores que 25°C), e mais amenas (entre 20 e 25°C), podendo ter pequenas variações de acordo com as estações do ano. À direita da imagem, é exposta a frequência de ocorrência de ventos e, para a fachada leste em questão, tal frequência é moderada – tendo em vista que a análise foi realizada no fim de setembro de 2021, marcando o início da estação primavera – e pode auxiliar possíveis chuvas a atingirem a fachada. Toda essa configuração pode favorecer o aparecimento e estadia das manchas de umidade.

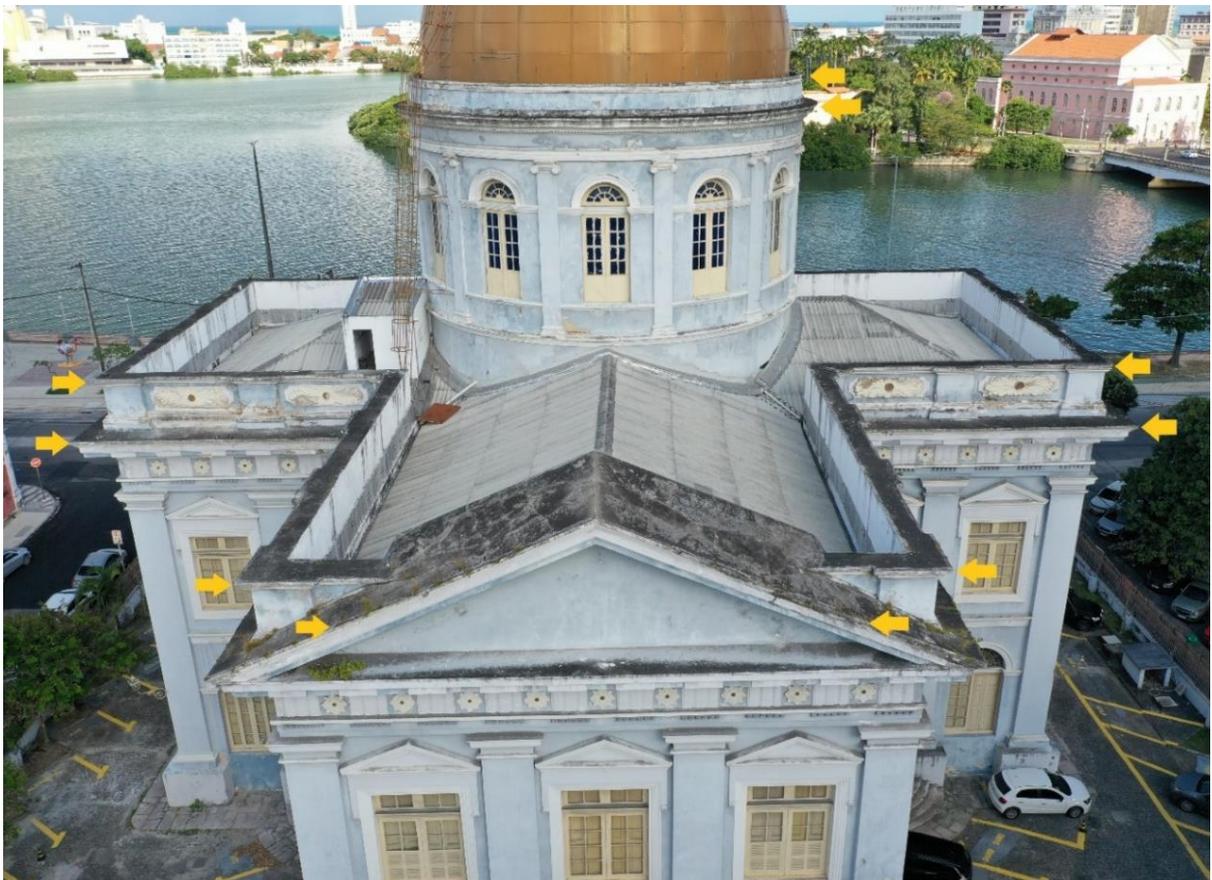
Voltando às manifestações patológicas, a madeira degradada (em marrom claro) não foi uma manifestação patológica recorrente, sendo notada somente nos pontos próximos ao chão da

porta central e na porta que se encontra na extremidade esquerda. Pode-se inferir que as cercaduras das portas e o degrau elevado em relação ao chão em que estas se encontram, minimizaram o efeito da umidade, que seria essencial para ocorrência da madeira degradada. Não foram constatados em grande frequência a vegetação e fissuras nesta fachada.

4.2.2 Fachada oeste (posterior)

Similarmente à fachada leste, também foram identificados alguns pontos de sujidade na fachada oeste. Esta foi verificada nas escadarias, bases das colunas, perímetro do frontão triangular e nas cimalthas da cúpula e do telhado. Infere-se que as áreas com sujidade se originaram em decorrência também do escoamento das águas das chuvas. A Figura 22 e Figura 23 expõem alguns desses pontos na fachada oeste. É importante destacar que algumas fotos capturadas com o VANT não tiveram angulação satisfatória, devido a árvores localizadas no entorno que dificultaram a locomoção do equipamento.

Figura 22 – Pontos de sujidade, fachada posterior do PJJN



Fonte: Autor (2021)

Figura 23 – Pontos de sujidade, parte da fachada posterior do PJJ



Fonte: Autor (2021)

Em relação as manchas de umidade, estas foram verificadas na cúpula entre as áreas das cimalthas, nas regiões próximas as esquadrias e em uma das colunas centrais. O principal fator para tal ocorrência foram as águas das chuvas, visto que também é possível verificar o trajeto da água a partir das manchas. A Figura 24 e Figura 25 mostram pontos com manchas de umidade na fachada oeste.

Figura 24 – Manchas de umidade, fachada oeste do PJJ



Fonte: Autor (2021)

Figura 25 – Mancha de umidade abaixo de esquadria, fachada oeste do PJN



Fonte: Autor (2021)

Em alguns locais da fachada oeste, também foram encontrados pontos de destacamento de pintura e de reboco. As manifestações patológicas em questão estavam localizadas majoritariamente nos frisos, arquitrave e bases dos pilares. Também foram encontradas algumas fissuras, especialmente nas áreas próximas aos destacamentos, ou seja, algumas delas se relacionavam ao próprio revestimento. Entretanto, uma análise melhor deve ser feita em relação as fissuras, tendo em vista que podem se tornar foco de infiltrações no interior da estrutura, e em situações mais graves, podem indicar problemas estruturais da edificação. A Figura 26 mostra as situações mencionadas.

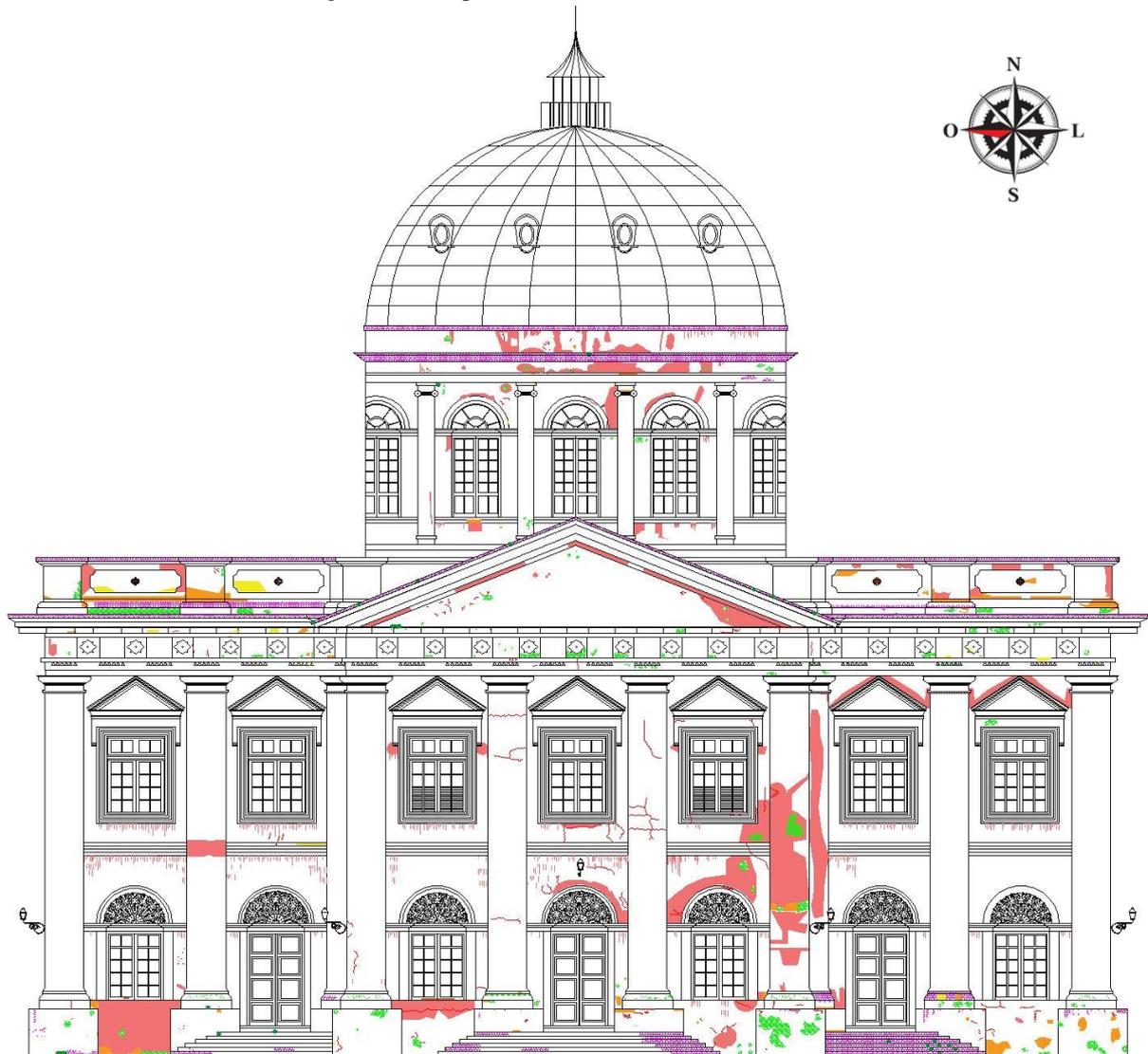
Figura 26 – Destacamento de pintura, destacamento de reboco e fissuras, fachada oeste do PJN



Fonte: Autor (2021)

As manifestações patológicas da fachada oeste foram expressas de melhor forma no mapa de danos elaborado, conforme a Figura 27.

Figura 27 – Mapa de danos da fachada oeste do PJN

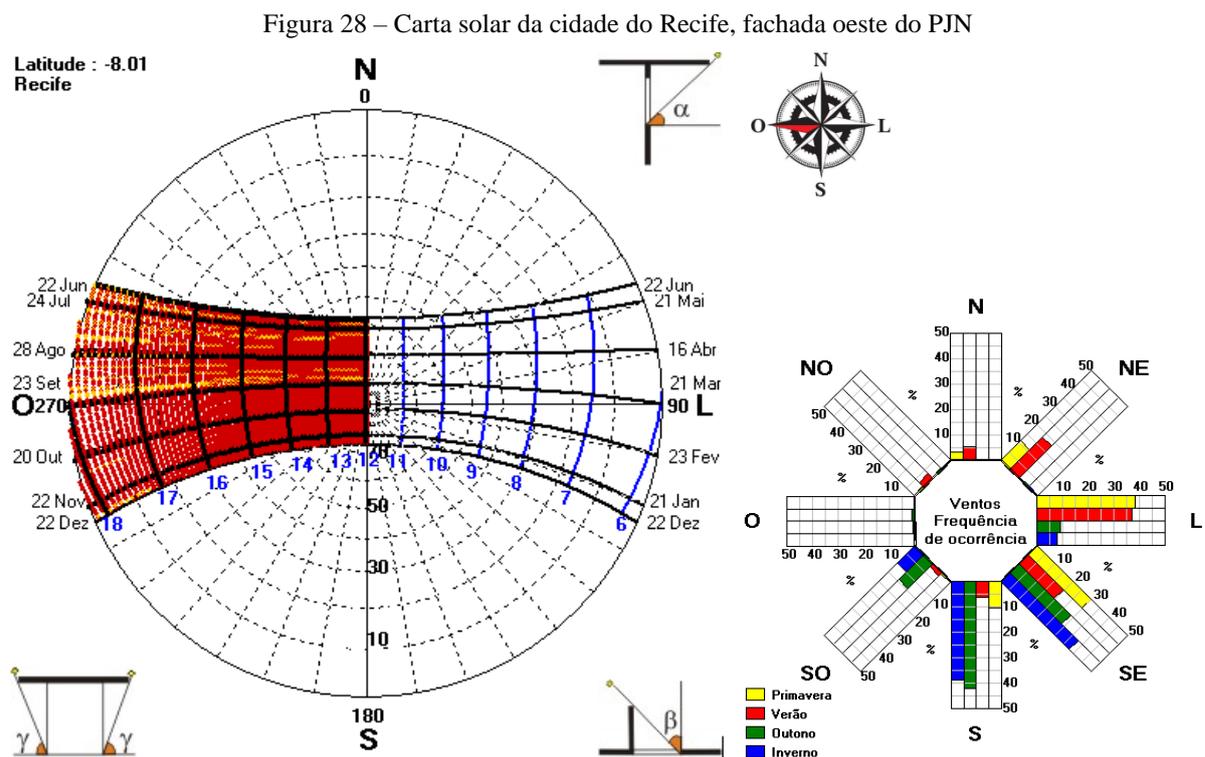


Legenda

 Vegetação	 Destacamento do reboco	 Bolor
 Manchas de umidade	 Fissuras	 Desagregação do concreto
 Vandalismo	 Madeira degradada	 Ferrugem
 Destacamento da pintura	 Sujidades	 Trinca
 Eflorescência	 Perda de seção	

Fonte: Autor (2021)

Tem-se que as manifestações patológicas mais recorrentes na fachada oeste foram as manchas de umidade (em rosa). As manchas estavam dispostas nas proximidades das janelas e cimbalhas da cúpula, na área dos frisos, frontão triangular, algumas colunas e nas proximidades da maioria das esquadrias da edificação. Sua concentração foi maior nas áreas abaixo da cúpula, em algumas regiões próximas as janelas do pavimento térreo da edificação e do solo. A partir da carta solar para a fachada oeste (Figura 28), entende-se que esta recebe incidência solar durante todos os meses do ano na parte da tarde, do meio dia às 18 horas, e pouca frequência de ocorrência de ventos. Entretanto, é importante lembrar que há árvores e outras edificações próximas à fachada oeste, que deixam áreas da fachada sombreadas em alguns horários da tarde. Aliado a isso, a não incidência solar na parte da manhã pode fazer com que haja uma maior ocorrência das manchas. Ainda, elas podem ser consequentes de chuvas, possíveis infiltrações, e no caso das manchas próximas ao solo, há a possibilidade da ocorrência de ascensão da água por capilaridade.



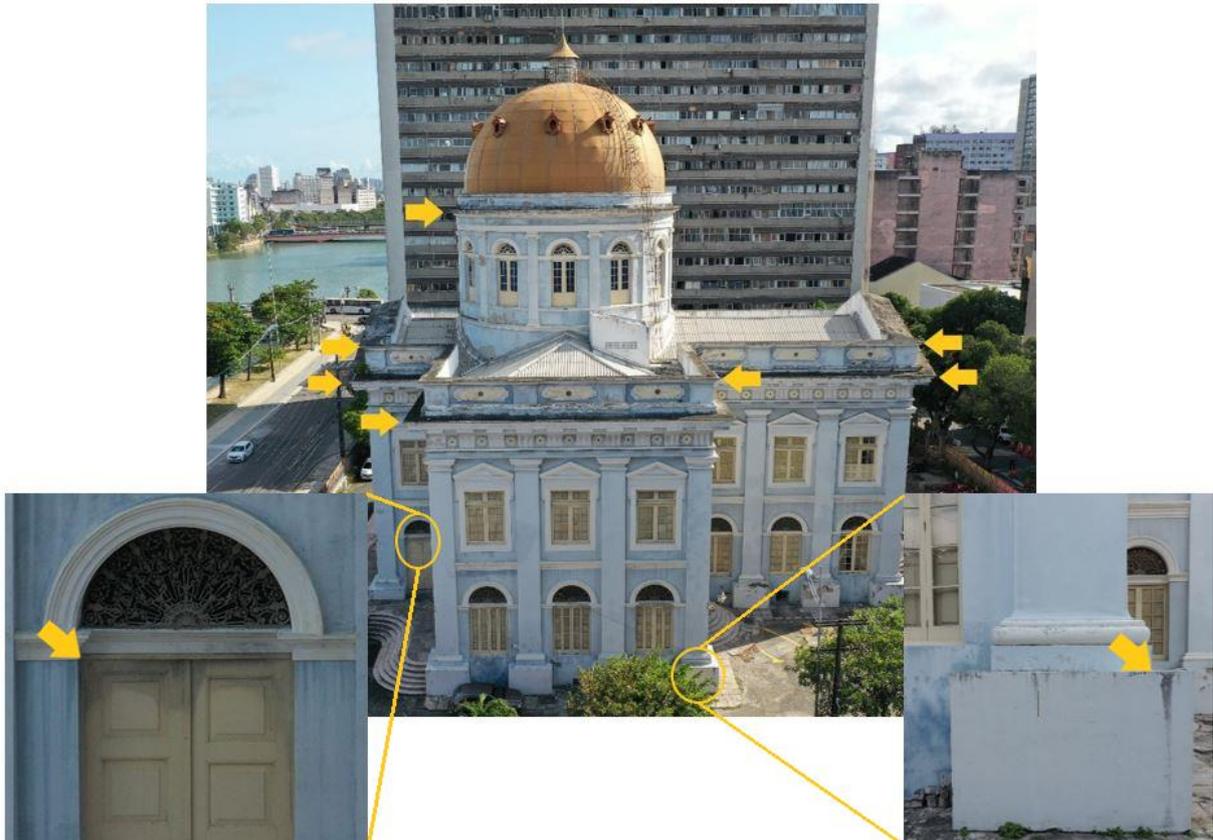
Pontos de sujidades (em roxo) nas escadarias, destacamento de pintura (em verde claro) e de reboco (em laranja) foram encontradas em maior frequência do lado direito da fachada. Entretanto, as mesmas manifestações também podem ser vistas em algumas partes do friso. Algumas fissuras (em vermelho) foram localizadas nos pilares centrais e regiões abaixo de

algumas janelas, podendo indicar falhas nas vergas e contravergas, ou ainda um pequeno recalque da fundação, no caso de fissuras horizontais próximas ao solo. Algumas plantas foram verificadas na escadaria direita, pilar extremo esquerdo e a esquerda da base do frontão triangular.

4.2.3 Fachada sul (lateral direita)

Na fachada sul, assim como nas outras fachadas já abordadas, foram encontradas sujidades nas cimalkhas da cúpula e telhado, partes do friso, esquadrias, escadarias e em pequenas quantidades nas bases das colunas. A situação é exemplificada na Figura 29.

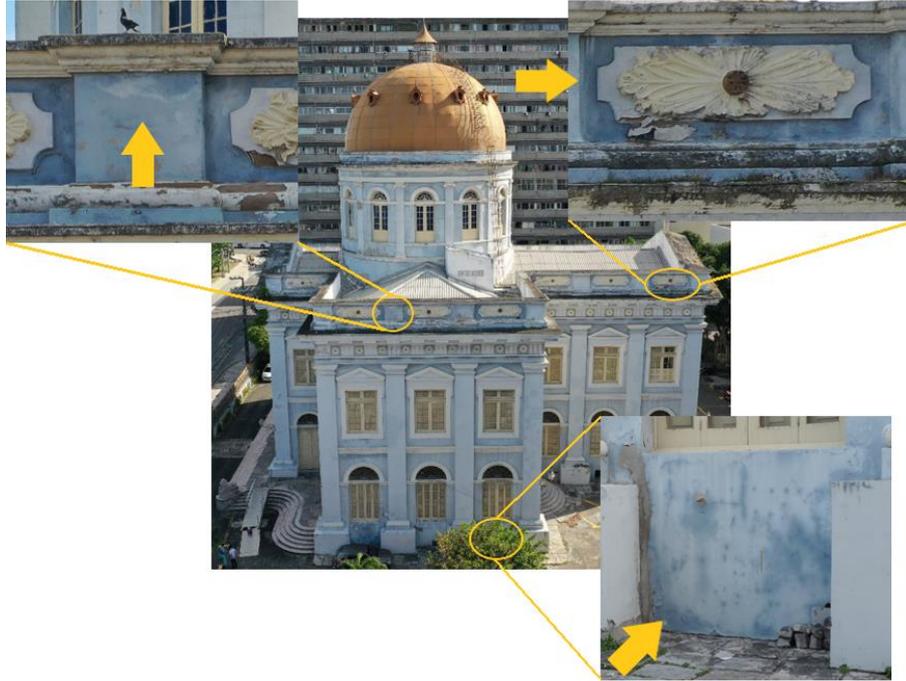
Figura 29 – Pontos de sujidade, fachada sul o PjN



Fonte: Autor (2021)

Por sua vez, as manchas de umidade atingiram regiões entre as cimalkhas e proximidades das janelas da cúpula. Mais abaixo, foi verificado também manchas de umidade no entorno do detalhamento do friso, acompanhado também por alguns pontos com eflorescências, e em regiões próximas as esquadrias ao longo da edificação. A Figura 30 exhibe o mencionado.

Figura 30 – Manchas de umidade e ponto de eflorescência (à esquerda), fachada sul o PjN



Fonte: Autor (2021)

O destacamento de pintura e destacamento de reboco foram notados em quantidades moderadas ao longo da fachada. As manifestações patológicas em questão foram observadas na cúpula, na proximidade de uma das janelas; ao longo do friso e arquitrave; bases de algumas colunas e regiões abaixo de algumas esquadrias. A Figura 31 e Figura 32 mostram alguns dos destacamentos na fachada.

Figura 31 – Destacamento de pintura e destacamento de reboco, fachada sul do PjN



Fonte: Autor (2021)

Figura 32 – Destacamento de reboco em bases de colunas, fachada sul o PJN



Fonte: Autor (2021)

Pequenas fissuras também puderam ser notadas em lugares específicos ao longo da fachada, dispondo-se, majoritariamente, abaixo das áreas centrais das colunas e nas regiões das janelas próximas ao solo. Grande parte destas, são fissuras ligadas ao revestimento, sendo causadas, muitas vezes, devido a perda de água da argamassa. O fato pode ter ocorrido devido à qualidade inferior dos materiais presentes na argamassa ou ainda, algumas das fissuras encontradas podem estar relacionadas ao próprio destacamento. A Figura 33 mostra algumas fissuras encontradas.

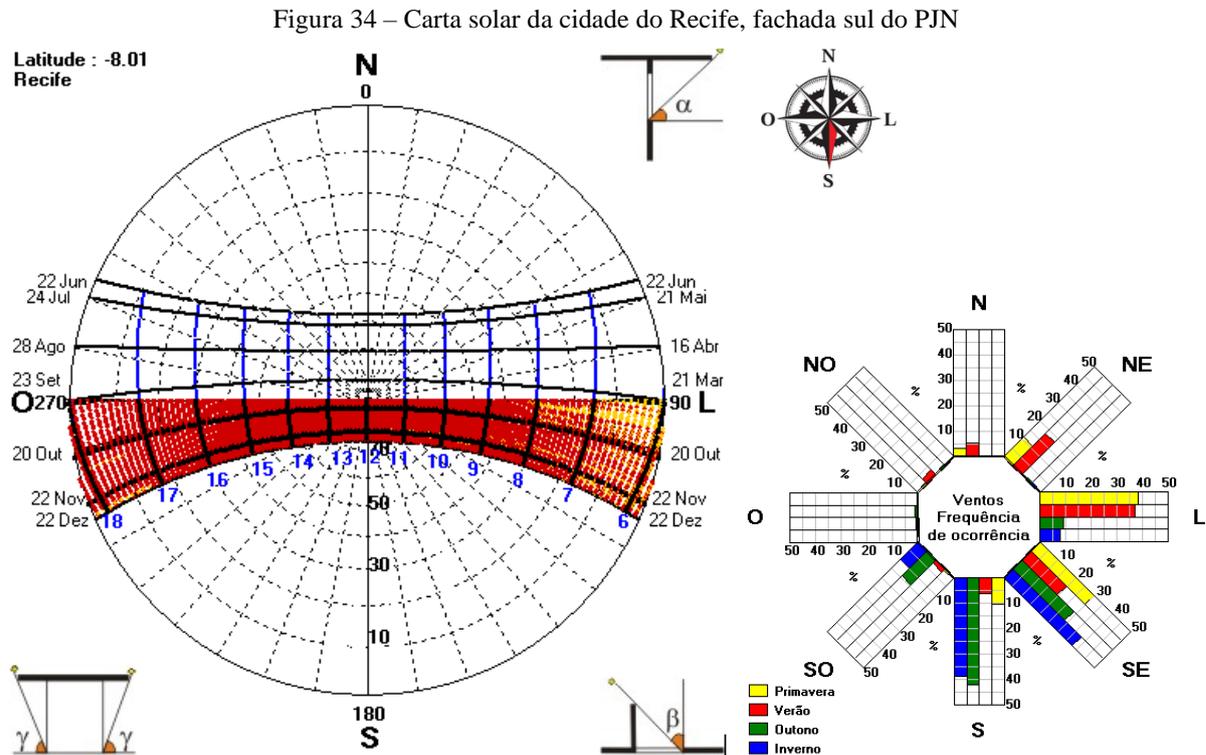
Figura 33 – Pontos de fissuração, fachada sul o PJN



Fonte: Autor (2021)

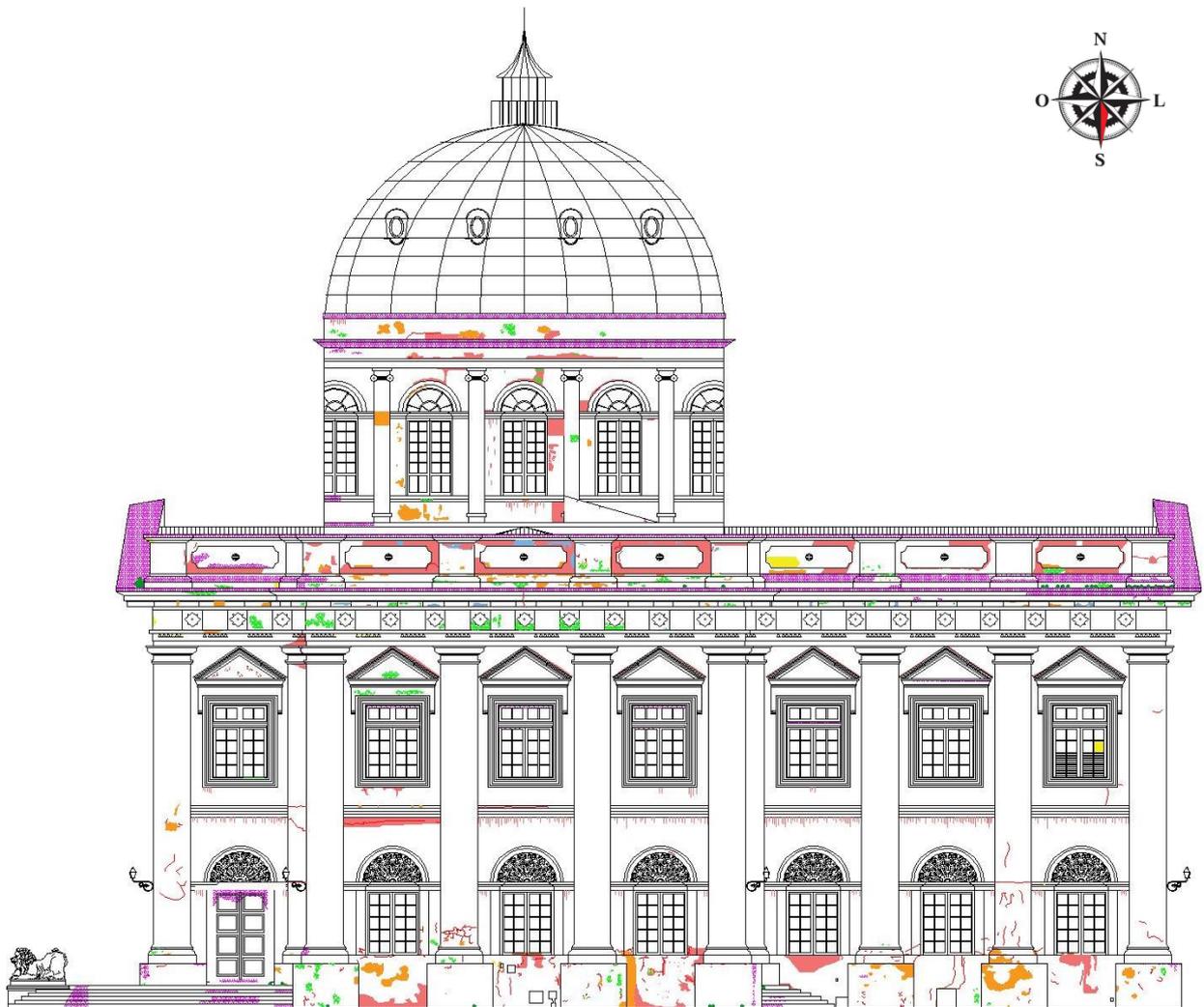
Em geral, dentre as manifestações patológicas encontradas, pôde-se observar a incidência moderada de destacamento de pintura (em verde claro) e de reboco (em laranja). Os problemas citados podem estar relacionados a diversas causas, entre elas, as infiltrações de água, que provocam as manchas de umidade (em rosa), acompanhadas ou não pela formação de

eflorescências (em azul claro), mesmo que haja alta incidência solar sobre a fachada sul, como mostra a carta solar da Figura 34. Ainda, a ocorrência de ventos pode contribuir para uma maior incidência de chuvas sobre a fachada sul, mesmo tendo uma baixa frequência na estação da primavera (período de análise).



As infiltrações constantes provocam a desagregação do revestimento, com pulverulência ou formação de bolor. Para os destacamentos de reboco, os motivos prováveis para que a manifestação tenha ocorrido podem estar ligados a aplicação do reboco em uma camada muito espessa, sendo necessária sua renovação. Em relação as fissuras (em vermelho) encontradas no revestimento, como mencionado, estavam relacionadas em sua maioria ao próprio destacamento da pintura. Seguindo um padrão, como as outras fachadas abordadas, as manchas de umidade estavam dispostas nas regiões próximas as esquadrias da edificação e no detalhamento do friso, acompanhando em alguns pontos a eflorescência. As sujidades (em roxo) foram observadas nas cimalthas da cúpula e telhado, pequenos pontos das escadarias e na porta extrema esquerda. A Figura 35 mostra o mapa de danos para a fachada sul.

Figura 35 – Mapa de danos da fachada sul do PJN



Legenda

	Vegetação		Destacamento do reboco		Bolor
	Manchas de umidade		Fissuras		Desagregação do concreto
	Vandalismo		Madeira degradada		Ferrugem
	Destacamento da pintura		Sujidades		Trinca
	Eflorescência		Perda de seção		

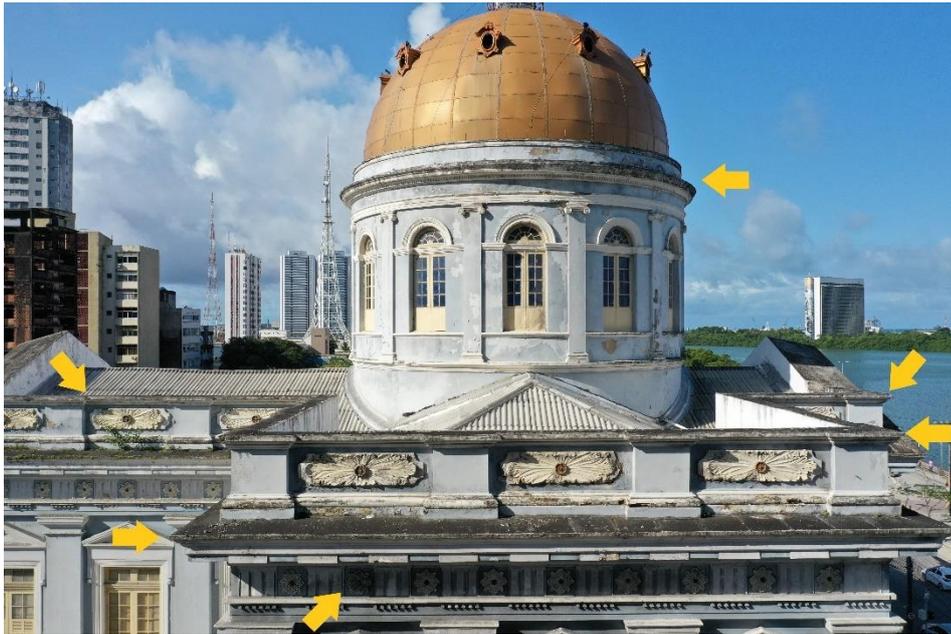
Fonte: Autor (2021)

4.2.4 Fachada norte (lateral esquerda)

Em relação a fachada norte, diversas manifestações patológicas também foram verificadas. As sujidades, além de serem observadas nas cimalhas da cúpula e telhado, friso, arquitrave e escadarias, também puderam ser encontradas em quantidades moderadas em áreas próximas as

esquadrias à frente da fachada, e em quantidades menores em algumas colunas e seus embasamentos. A Figura 36 e Figura 37 exibem alguns pontos de sujidades ao longo da fachada. Ressalta-se que, assim como na fachada oeste, não foi possível capturar a imagem da fachada norte por completo, devido a árvores, postes e cabos elétricos no entorno, que dificultaram a locomoção do VANT.

Figura 36 – Pontos de sujidade em cimalkhas, friso e arquitrave, fachada norte do PJN



Fonte: Autor (2021)

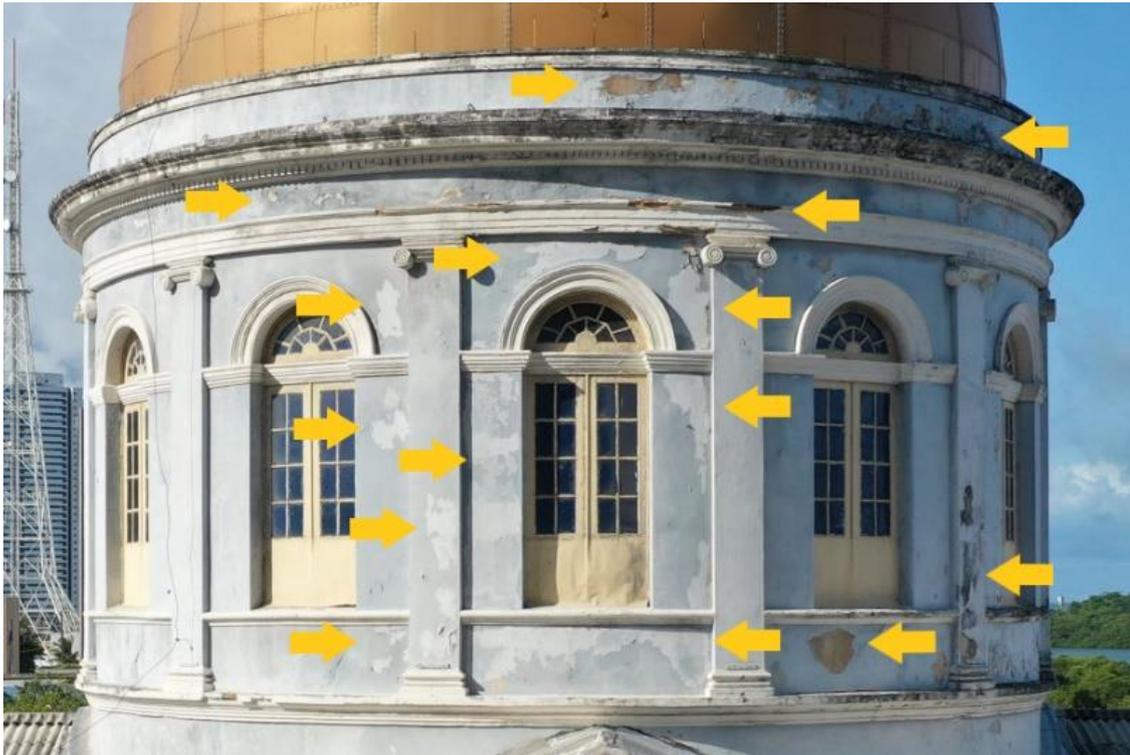
Figura 37 – Pontos de sujidade em torno das janelas, fachada norte do PJN



Fonte: Autor (2021)

Em comparação às outras fachadas abordadas, a fachada norte não apresentou uma quantidade considerável de manchas de umidades aparentes. Entretanto elas puderam ser verificadas especialmente em algumas áreas próximas as janelas. Por outra lado, destacamento de pintura e de reboco foram verificados em maior fração na fachada, sobretudo na parte da cúpula, como mostra a Figura 38.

Figura 38 – Destacamentos de pintura e destacamentos de reboco na cúpula, fachada norte do PJN



Fonte: Autor (2021)

Em áreas próximas ao solo da fachada, mais especificamente nas bases das colunas e áreas abaixo das janelas, puderam ser encontrados também pontos de destacamento de pintura e destacamento de reboco, além de fissuras e a presença de vegetação próximas a estas, como mostra a Figura 39.

Figura 39 – Destacamento de pintura e reboco, fissuras e vegetação (circulado em amarelo) localizados abaixo de uma das janelas, fachada norte do PJJ



Fonte: Autor (2021)

Algumas plantas também foram localizadas em grande quantidade na lateral esquerda da fachada em questão, próximas ao friso. É importante lembrar que a presença de vegetação na fachada pode causar graves problemas, devido as suas raízes que crescem no interior do revestimento. A partir da Figura 40 é possível visualizar a concentração de vegetação, localizada na lateral esquerda da fachada.

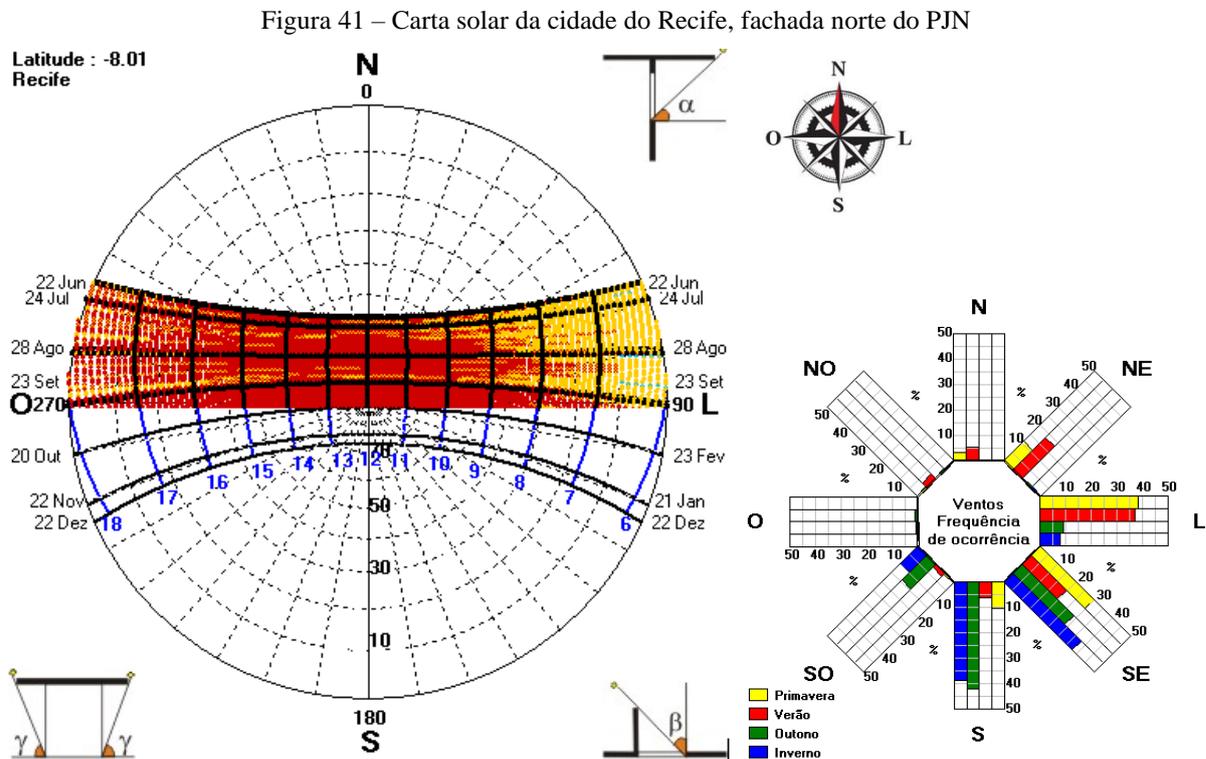
Figura 40 – Pontos com vegetação na fachada norte do PJJ



Fonte: Autor (2021)

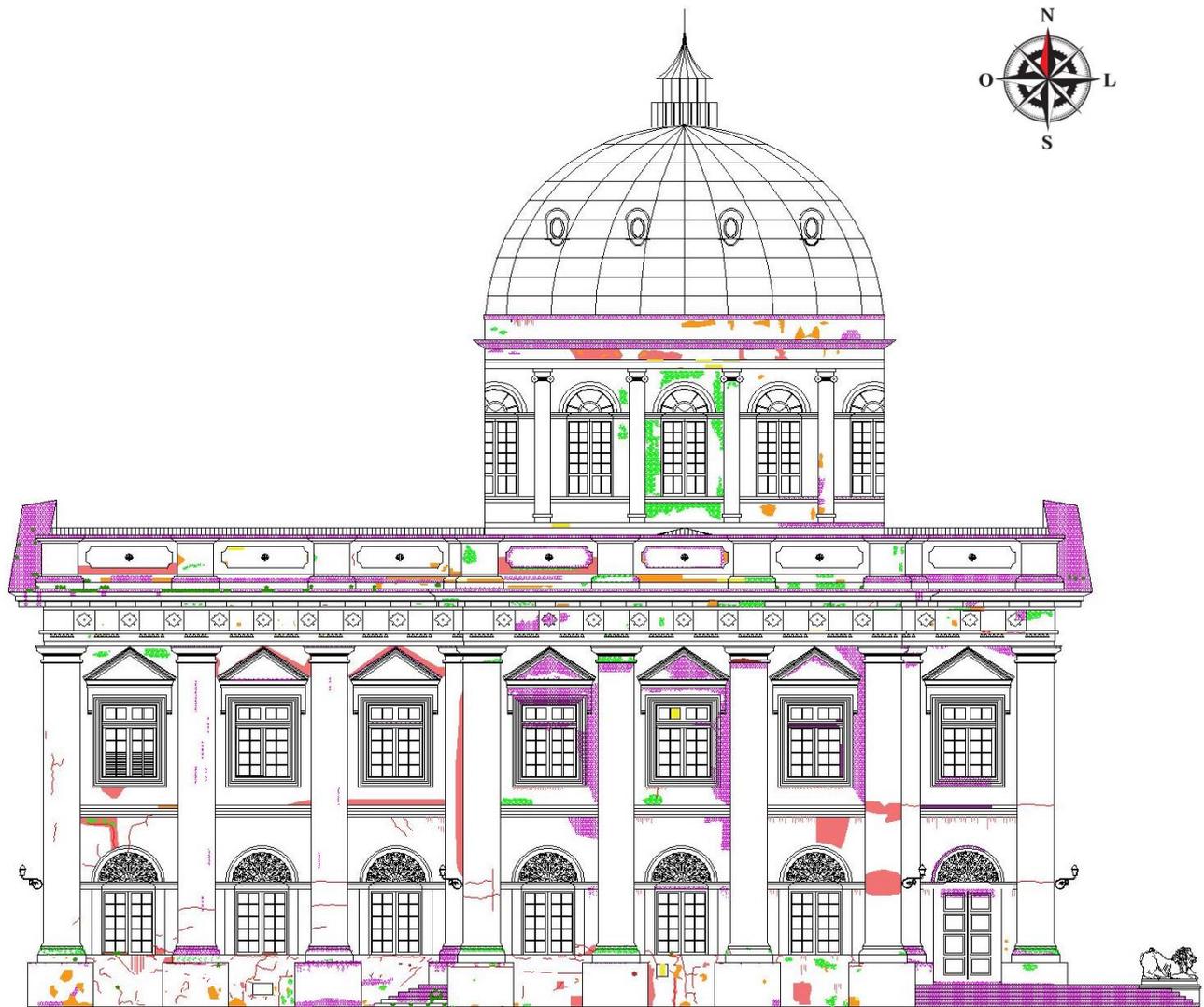
Face o exposto, a partir das manifestações patológicas identificadas e da elaboração do mapa de danos da fachada em questão, foi visto que houve a predominância de sujidades (em roxo) que, diferentemente das outras fachadas, a fachada norte apresentou tal manifestação patológica também na área de algumas esquadrias. Não houve grande incidência de manchas de umidade

(em rosa), possivelmente devido a fachada norte em questão receber a maior incidência solar ao longo de todo o dia, em comparação às outras fachadas, como mostra a carta solar na Figura 41.



Entretanto, é importante frisar que a quantidade moderada de destacamento de pintura (em verde claro) e de reboco (em laranja) em alguns locais podem ser oriundas de manchas de umidade que progrediram, devido ao acúmulo de águas das chuvas e a falta de manutenção na edificação. O mapa de danos também mostra pontos de vegetação na fachada que, como mencionado, pode causar graves problemas, devido as suas raízes que crescem no interior do revestimento, provocando tensões que podem causar o desprendimento do revestimento, no caso de plantas mais desenvolvidas. Soma-se a isso o fato de que essas plantas produzem ácidos que corroem e degradam a estrutura. A presença da vegetação também pode indicar a presença de fissuras ou fendas, e se desenvolvem devido a umidade constante de origem do acúmulo de água das chuvas e exposição à radiação solar, que serve de fonte de energia, criando condições para o seu desenvolvimento. O mapa de danos da fachada norte pode ser visto na Figura 42.

Figura 42 – Mapa de danos da fachada norte do PJN



Legenda

	Vegetação		Destacamento do reboco		Bolor
	Manchas de umidade		Fissuras		Desagregação do concreto
	Vandalismo		Madeira degradada		Ferrugem
	Destacamento da pintura		Sujidades		Trinca
	Eflorescência		Perda de seção		

Fonte: Autor (2021)

Diante do apresentado, verificou-se que todas as fachadas do Palácio Joaquim Nabuco foram encontradas com estado de conservação considerável. Tal fato pode estar relacionado ao prédio ter sido sede do Poder Legislativo de Pernambuco, até seu fechamento e transformação em

museu no ano de 2017. Dessa forma, maiores interesses de manutenção, por parte dos agentes públicos na preservação do edifício, podem ter ocorrido. Entretanto, ainda sim é notável a presença de muitas manifestações patológicas nas fachadas, como sujidades, manchas de umidade, destacamento de pintura e de reboco, entre outros.

4.3 Ginásio Pernambucano

O Ginásio Pernambucano também se localiza na Rua da Aurora, na cidade do Recife –PE, sendo o prédio vizinho ao Palácio Joaquim Nabuco. É um dos colégios mais antigos do Brasil e atualmente funciona como escola de referência. De igual forma ao Palácio Joaquim Nabuco, também é uma edificação tombada pelo IPHAN e pela FUNDARPE, estando situado no sítio histórico municipal chamado de ZEPH (Zona Especial de Preservação Histórico- Cultural), tendo sua área total construída de 5.943,50m².

O Ginásio Pernambucano, antes de se instalar na Rua da Aurora em definitivo, mudou seu nome e localização algumas vezes. Foi fundado em 1 de setembro de 1825, com o nome Liceu Provincial de Pernambuco, funcionando primeiramente em um sobrado. Após diversas mudanças, foi apenas em 1855 que surgiu um projeto para a construção do edifício onde hoje é conhecido como o Ginásio Pernambucano. Em 14 de maio de 1855, começou a funcionar como um internato de educação pública e de instrução secundária. O prédio da Rua da Aurora foi projetado pelo engenheiro José Mamede Alves Ferreira, formado pela Escola de Engenharia de Paris. Em seu projeto original, o edifício figurava dois andares, mas por conta da economia do período, foi construído apenas o pavimento térreo. Entretanto, por volta do ano de 1857 foi acrescentado um pavimento superior e, posteriormente em 1859, recebeu a visita do Imperador Dom Pedro II. Em 20 de setembro de 1866, mesmo com o prédio inacabado o Ginásio Pernambucano se estabeleceu definitivamente na rua da Aurora (SANTANA, 2011). A Figura 43 e Figura 44 mostram o prédio do Ginásio Pernambucano na década de 1950 e nos dias atuais, respectivamente.

Figura 43 – Ginásio Pernambucano, década de 1950



Fonte: Diário de Pernambuco (2015)

Figura 44 – Ginásio Pernambucano (atual)



Fonte: Globo educação (2011)

O estilo da edificação tem característica neoclássica, possui um pátio interior, platibanda corrida, ornada com um desenho geométrico e largo frontão central. Sua fachada frontal é dividida em cinco blocos por pilastras verticais e tem como entrada um pórtico de arenito. Além da edificação ter importante valor cultural para a cidade do Recife, possuiu alunos ilustres como Ariano Suassuna, Clarice Lispector, Eitácio Pessoa, dentre outros. A Figura 45 mostra uma vista aérea do empreendimento em questão.

Figura 45 – Vista aérea do Ginásio Pernambucano



Fonte: Autor (2022)

4.4 Manifestações patológicas nas fachadas do Ginásio Pernambuco

4.4.1 Fachada leste (frontal)

A primeira manifestação patológica destacada na fachada leste do Ginásio Pernambucano (GP) são as sujidades, que se concentraram principalmente nos frisos, cornijas, alguns pilares e na base de toda edificação. Pode-se dizer que as sujidades encontradas são oriundas, em grande parte, das chuvas, uma vez que não foi observado nenhuma calha ou outro sistema de drenagem, fazendo com que a água escorra pela fachada, movimentando partículas estranhas que se depositam nas regiões desta. A Figura 46 mostra alguns pontos de sujidades na fachada leste.

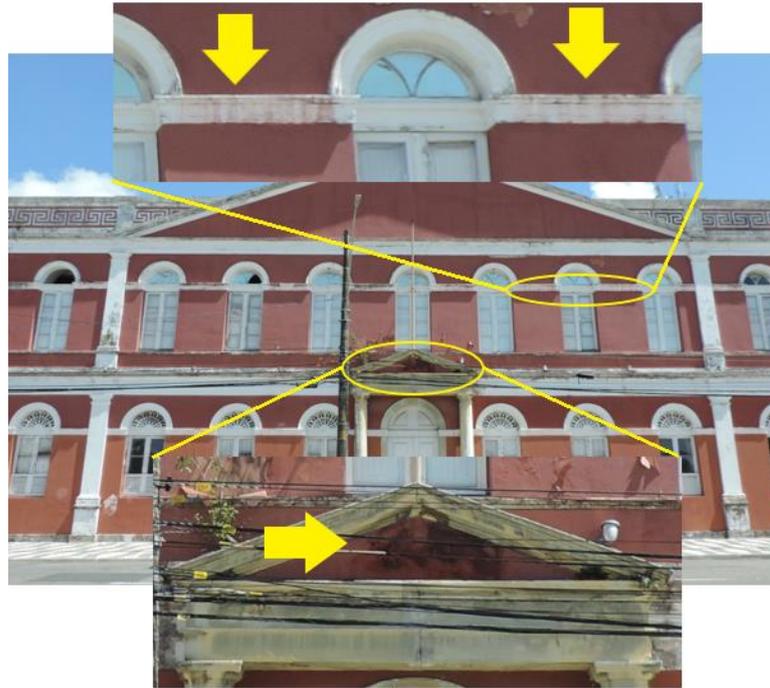
Figura 46 – Pontos de sujidade, fachada leste do GP



Fonte: Autor (2022)

A falta de sistemas de drenagem, como mencionado, também acarreta nas manchas de umidade, que estavam dispostas principalmente entre as esquadrias e na parte superior pórtico de entrada da edificação. As manchas de umidade presentes, assim como no Palácio Joaquim Nabuco, sugerem também a inexistência de elementos impermeabilizantes, ou caso existam, já excederam seu tempo de vida útil. A Figura 47 expõe alguns pontos com manchas de umidade.

Figura 47 – Manchas de umidade, fachada leste do GP



Fonte: Autor (2022)

O trajeto percorrido pela água das chuvas na parede da fachada ocasionou também o destacamento da pintura e de reboco em alguns locais, tendo em vista que, tais destacamentos podem ser considerados uma fase avançada das manchas de umidade que não foram tratadas. Algumas bolhas também puderam ser observadas, caracterizadas pelo processo de deterioração da umidade, que se referem ao afastamento da pintura em relação ao reboco como verificado na Figura 48.

Figura 48 – Pontos de destacamento de pintura, fachada leste do GP



Fonte: Autor (2022)

Em determinados locais da fachada leste, verificou-se o crescimento de vegetações que surgem também, além da umidade, devido a presença de aves que levam sementes que favorecem o surgimento de plantas. É importante lembrar que a presença de plantas na fachada enfraquece a estrutura devido às tensões que suas raízes provocam no interior do concreto. Além disso, facilita também a penetração de água e outros agentes agressivos causadores de danos ao concreto, levando ao surgimento de bolores, mofos e outros microorganismos. A Figura 49 mostra a vegetação encontrada na fachada leste.

Figura 49 – Pontos com vegetação, fachada leste do GP

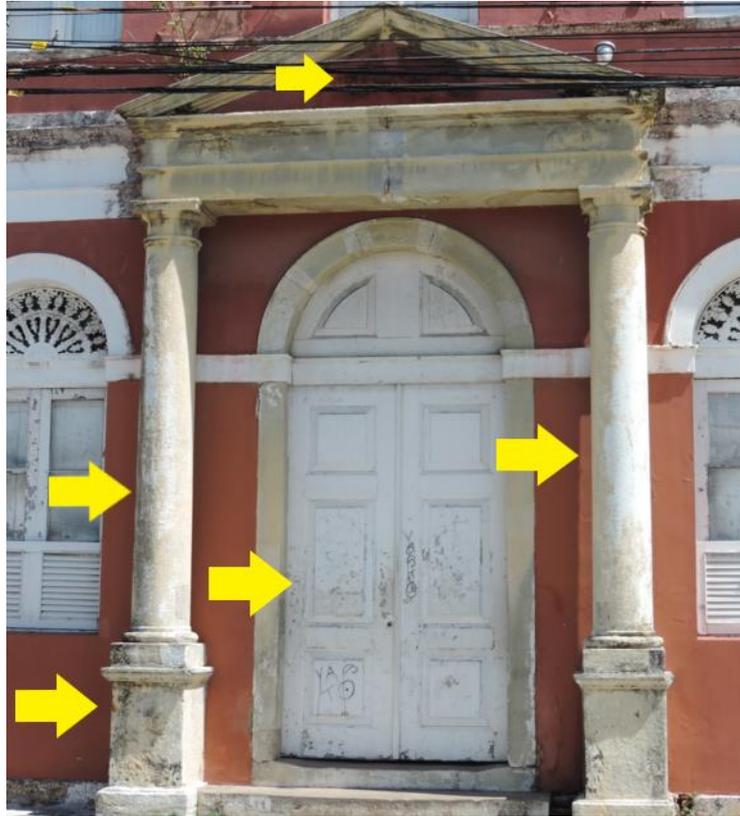


Fonte: Autor (2022)

Uma das regiões mais degradadas da fachada leste do Ginásio Pernambucano é o seu pórtico de entrada da edificação. Foi possível observar manchas de umidade, bolor, sujidades, algumas fissuras, eflorescências e desagregação do concreto. As colunas que fazem parte da moldura da porta foram as mais afetadas pelos agentes agressivos, contendo as manifestações patológicas citadas. Para a desagregação do concreto, sabe-se que esta pode ser ocasionado por vários fatores, entretanto, para o caso em questão, é possível que essa desagregação ocorra por ataques

biológicos. Foi possível observar também atos de vandalismos na porta, caracterizados por pichações. A Figura 50 expõe o mencionado.

Figura 50 – Manifestações patológicas no pórtico de entrada do GP



Fonte: Autor (2022)

Ademais, foram encontradas ao longo da fachada outros indícios de vandalismos, caracterizados por pichações e vidros de janelas quebradas, pontos de madeira degradada nas esquadrias e alguns lugares com ferrugens nos arcos das janelas. Todas as manifestações patológicas mencionadas podem ser visualizadas de melhor forma no mapa de danos da fachada leste elaborado, conforme Figura 51. É importante lembrar que as fachadas do empreendimento em questão são grandes e, portanto, foi exposto também no presente trabalho, a fachada em dois cortes (Figura 52 e Figura 53), de maneira a se ter uma melhor visualização do mapa.

Figura 51 – Mapa de danos da fachada leste do GP

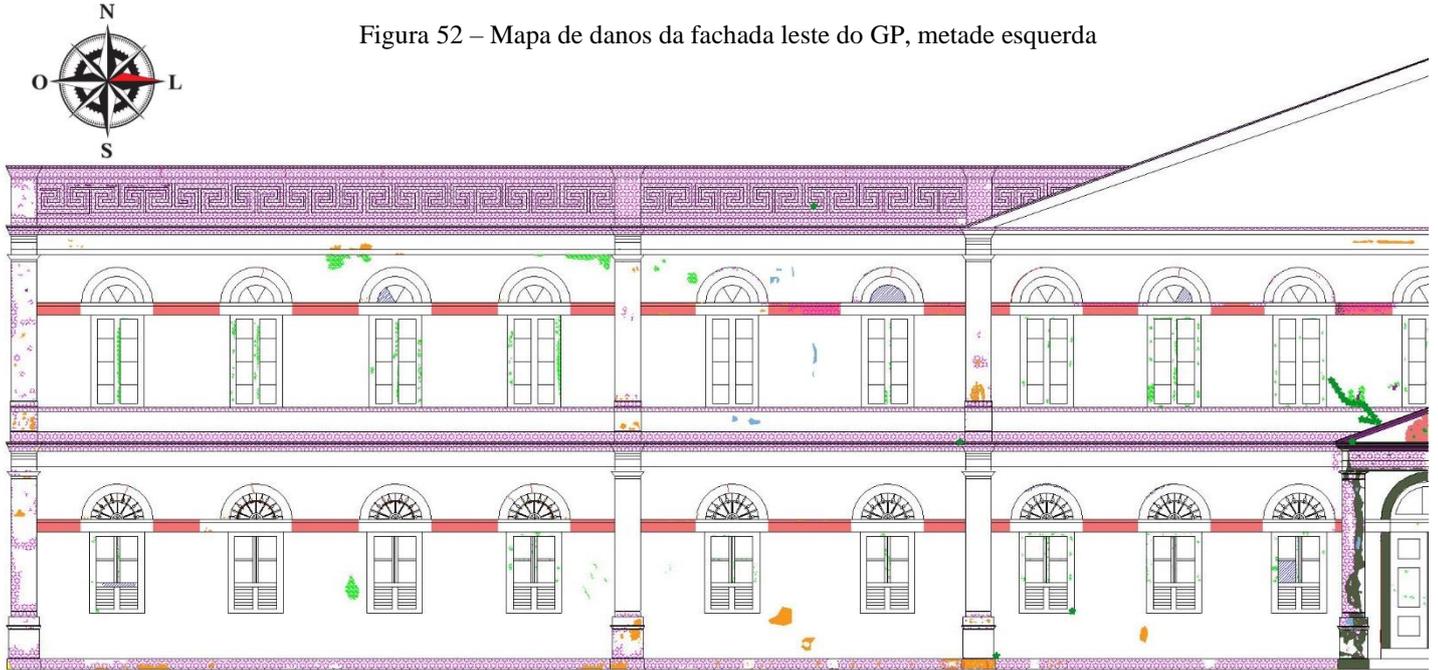


Legenda

 Vegetação	 Destacamento do reboco	 Bolor
 Manchas de umidade	 Fissuras	 Desagregação do concreto
 Vandalismo	 Madeira degradada	 Ferrugem
 Destacamento da pintura	 Sujidades	 Trinca
 Eflorescência	 Perda de seção	

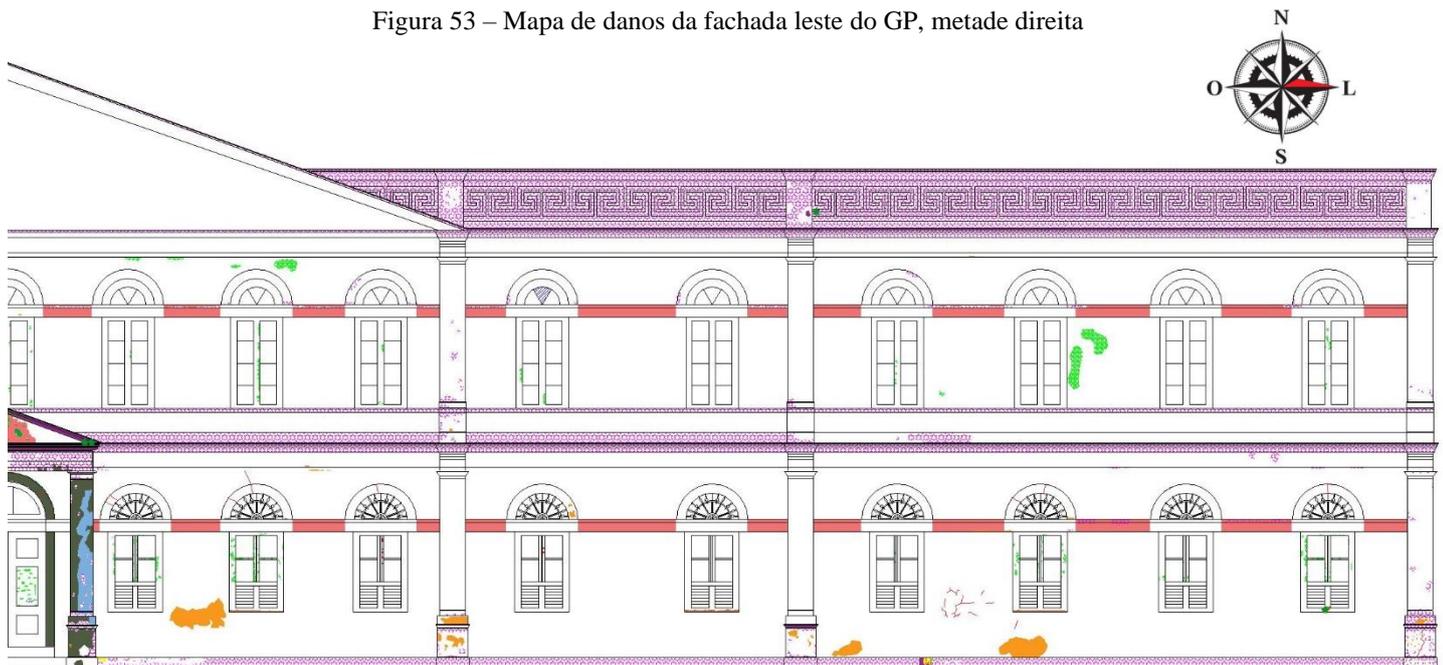
Fonte: Autor (2022)

Figura 52 – Mapa de danos da fachada leste do GP, metade esquerda



Fonte: Autor (2022)

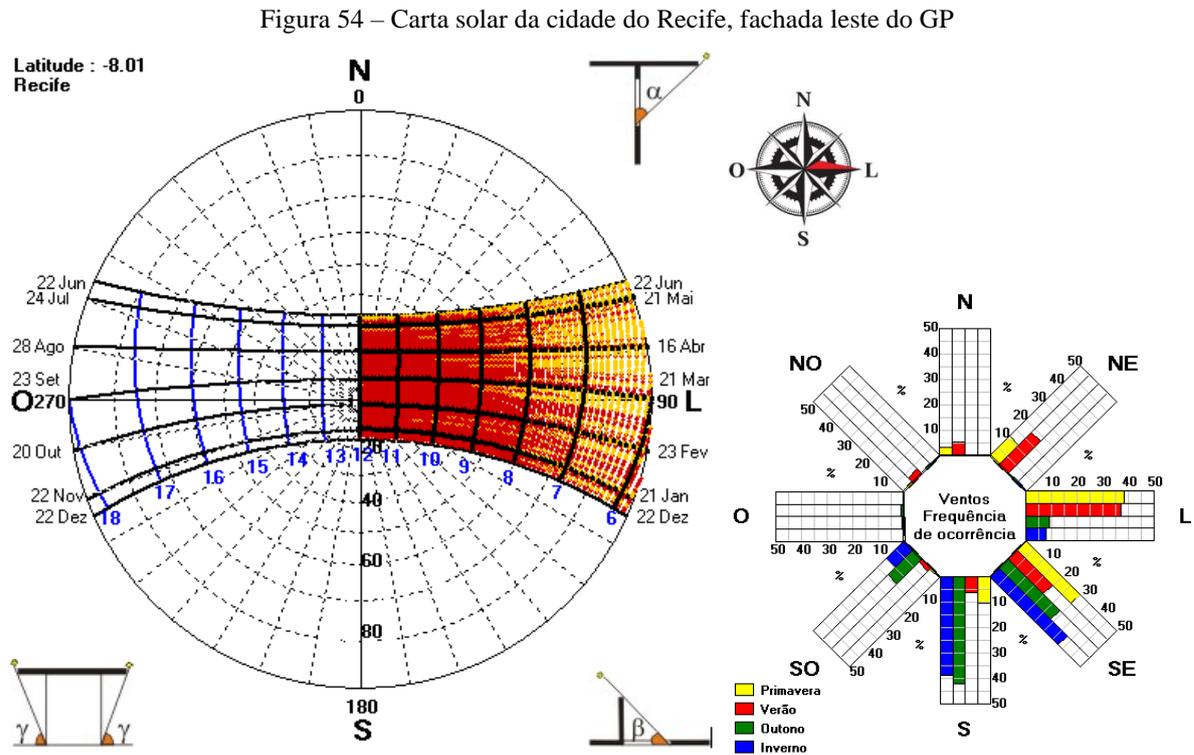
Figura 53 – Mapa de danos da fachada leste do GP, metade direita



Fonte: Autor (2022)

O mapa de danos mostrou que a maioria das manifestações patológicas da fachada leste do Ginásio Pernambucano foram caracterizadas por sujidades (coloração roxa). Assim como no Palácio Joaquim Nabuco, o Ginásio também possui áreas de difícil acesso para a realização da limpeza, especialmente nos frisos e cornijas. O destacamento da pintura (em verde claro), do reboco (em laranja) e algumas manchas de umidades (em rosa) também foram encontrados, oriundos da ação das águas das chuvas. Através da carta solar para a fachada leste (Figura 54),

assim como no Palácio Joaquim Nabuco, verifica-se que a fachada leste recebe a luz do sol desde o início da manhã, por volta das 6 horas, estendendo-se até o meio dia e, em contraste, na parte da tarde, a fachada não recebe essa mesma incidência, situação favorável para as manifestações patológicas mencionadas.



Fonte: Adaptado de SOL-AR 6.2

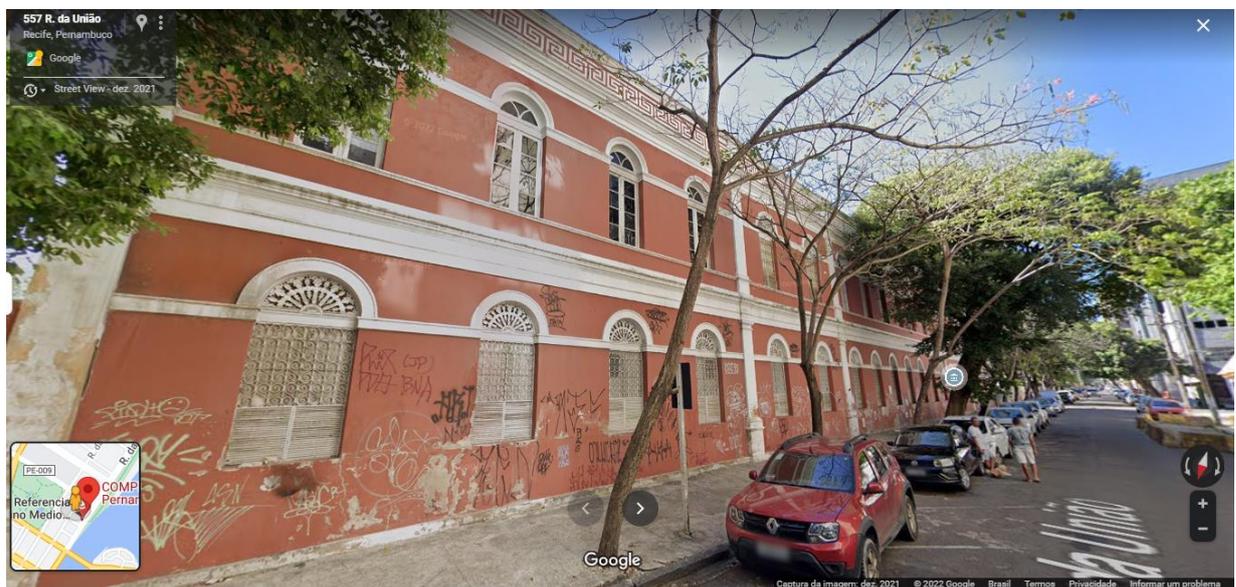
Apesar da situação descrita, a frequência de ocorrência dos ventos para o período de análise em questão na fachada – que foi em abril de 2022, período caracterizado pela estação do outono – era baixa, configurando talvez, na dispersividade das manchas e destacamentos, uma vez que as águas das chuvas não eram tão afetadas pelo vento.

O destacamento da pintura também pôde ser observado na maioria das janelas da edificação, juntamente a pequenas fissuras (em vermelho) em seus arcos. Ademais, foi possível verificar a desagregação do concreto (em cinza) nas colunas do pórtico de entrada, juntamente às eflorescências (em azul claro). Por fim, a vegetação presente na fachada não foi também muito observada, porém, mesmo não sendo uma manifestação patológica tão grave, ela é indício de infiltrações, presença de umidade e podem acarretar em situações mais graves facilitando a entrada de outros agentes agressivos.

4.4.2 Fachada oeste (posterior)

Na fachada oeste, não foi possível a realização do voo de VANT, devido a presença de postes, fios de eletricidade, edificações e árvores. Ainda, as fotos realizadas a partir da câmera fotográfica não alcançaram boa angulação, mas satisfatória, para expor de maneira totalmente clara as manifestações patológicas, principalmente devido ao ambiente do entorno. A Figura 55 mostra um trecho da fachada oeste.

Figura 55 – Trecho da fachada oeste do GP



Fonte: Google Maps (2022)

Pontos de sujidades foram identificados nas áreas extremas superior esquerda e direita da fachada, na parte do friso e cornija, juntamente a pequenas manchas de bolor. Novamente, tais áreas com sujidades eventualmente originaram-se em decorrência do escoamento de águas das chuvas. Somando-se a isso, possivelmente os pingos das folhas das árvores nas proximidades da fachada contribuíram para a presença e o sustento da manifestação patológica no friso. Além disso, as sujidades foram encontradas também nas grades da maioria das janelas inferiores. A Figura 56 e Figura 57 mostram o mencionado.

Figura 56 – Sujidades no friso e cornija do GP



Fonte: Autor (2022)

Figura 57 – Sujidades em grade de janela do GP



Fonte: Autor (2022)

Por sua vez, as manchas de umidade foram encontradas em pequenas quantidades na fachada oeste, também devido a água das chuvas, presentes próximas às esquadrias superiores nas extremidades esquerda e direita. Na área da extrema direita da fachada, as manchas estavam acompanhadas de destacamentos de pintura e de reboco, como verificado na Figura 58. Algumas fissuras nessa área também foram observadas, mas estavam ligadas especificamente ao revestimento.

Figura 58 – Manchas de umidade na fachada oeste do GP



Fonte: Autor (2022)

Os destacamentos de pintura e de reboco também foram verificados em grande quantidade na parte inferior de toda a fachada, principalmente na base da edificação, algumas colunas, e regiões abaixo das janelas. A ascensão da água por capilaridade colabora no processo de degradação da base da edificação, em que a água penetra os poros do concreto, facilitando esse processo. A Figura 59 mostra em conjunto um ponto de degradação na base da edificação e destacamentos de pintura e reboco.

Figura 59 – Destacamento de pintura, reboco e degradação na base do GP



Fonte: Autor (2022)

Atos de vandalismo foram facilmente identificados na edificação ao longo da fachada. Pichações e a utilização das paredes como mural para cartazes de propagandas estiveram em toda parte inferior da edificação, tornando visível a falta de manutenção e fiscalização local no entorno. Alguns dos possíveis fatores para tal situação são a ausência de políticas urbanas e de educação que leve respeito aos valores culturais e ambientais da cidade. A Figura 60 expõe o mencionado.

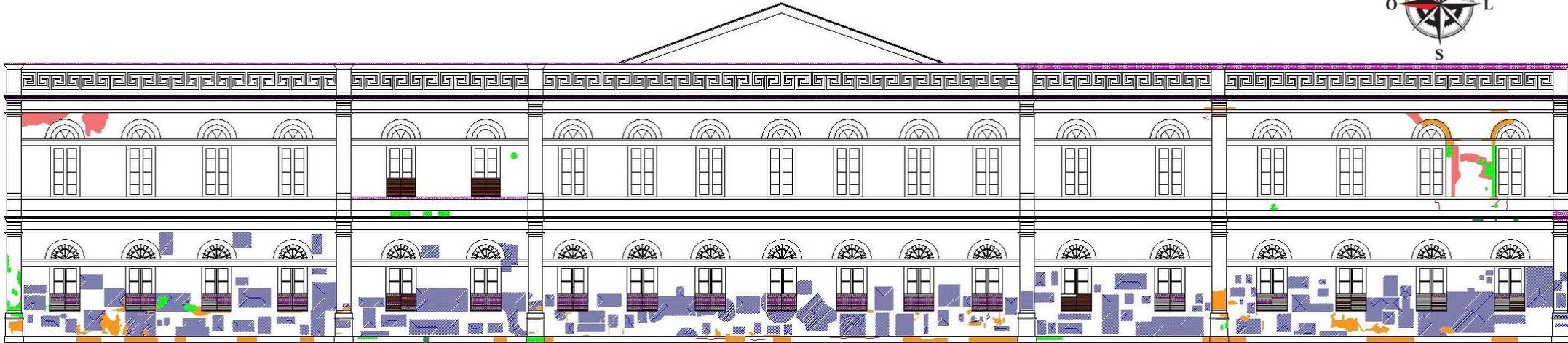
Figura 60 – Atos de vandalismo na fachada oeste do GP



Fonte: Autor (2022)

Ademais, verificou-se que as grades das janelas da fachada apresentaram ferrugens, e foram localizadas também algumas fissuras abaixo das janelas superiores da extrema direita da fachada, bem como na base da edificação. De maneira a facilitar a visualização das manifestações patológicas, foi confeccionado o mapa de danos para a fachada oeste, visto na Figura 61. Seguindo um padrão, intencionou-se a divisão da imagem para melhor visualização das manifestações patológicas, visto que a fachada é muito grande.

Figura 61 – Mapa de danos da fachada oeste do GP



Legenda

	Vegetação		Destacamento do reboco		Bolor
	Manchas de umidade		Fissuras		Desagregação do concreto
	Vandalismo		Madeira degradada		Ferrugem
	Destacamento da pintura		Sujidades		Trinca
	Eflorescência		Perda de seção		

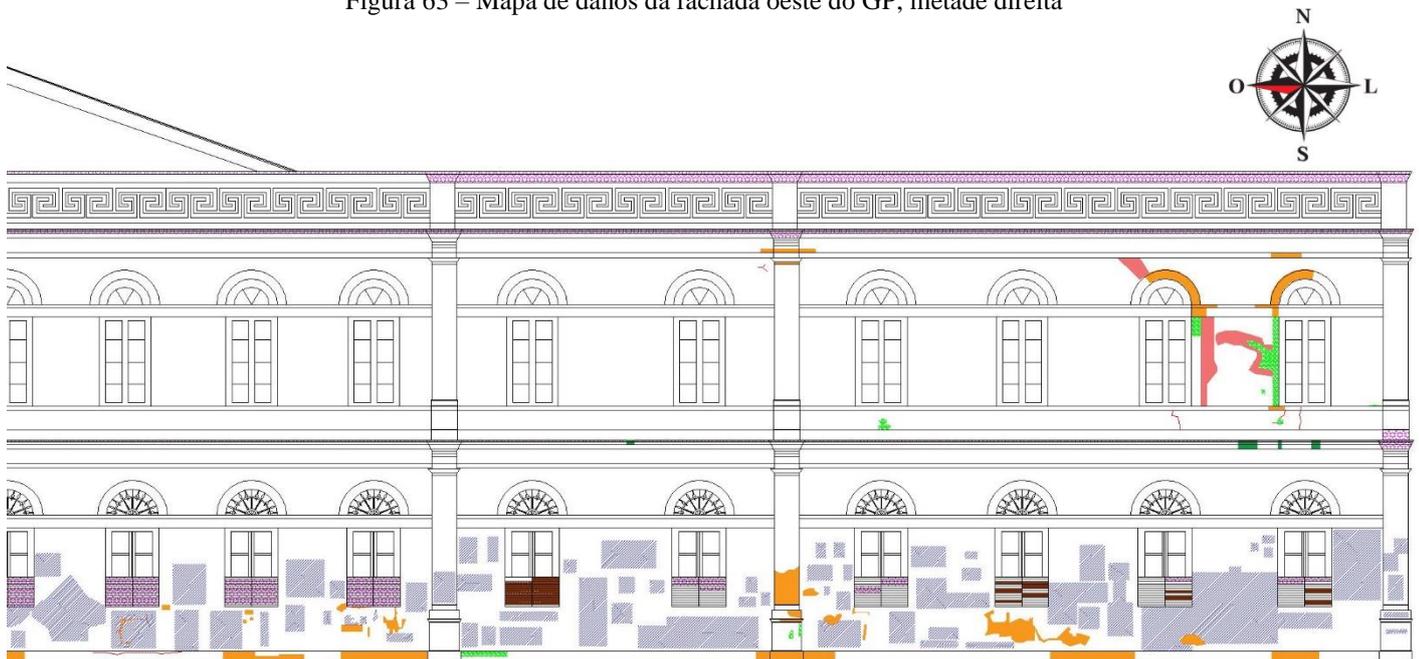
Fonte: Autor (2022)

Figura 62 – Mapa de danos da fachada oeste do GP, metade esquerda



Fonte: Autor (2022)

Figura 63 – Mapa de danos da fachada oeste do GP, metade direita

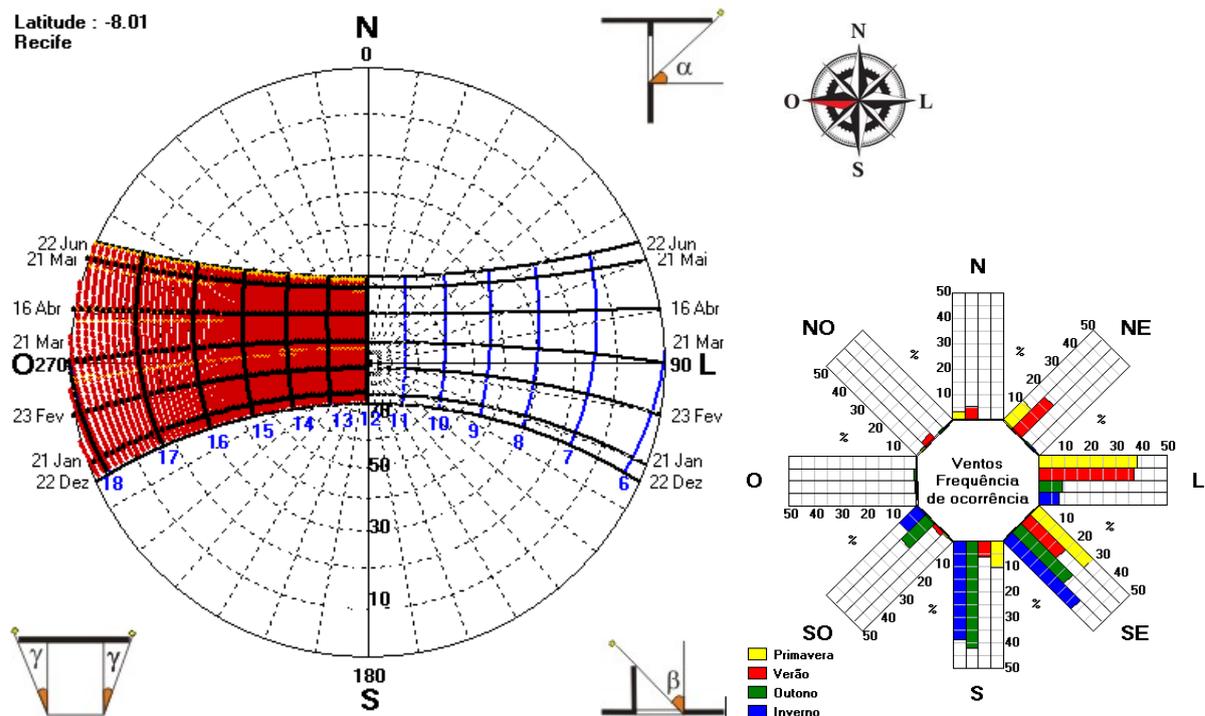


Fonte: Autor (2022)

O mapa de danos mostrou que houve majoritariamente degradações caracterizadas por atos de vandalismo, destacados na cor azul escuro. Como dito, as pichações e cartazes de propaganda estavam espalhados por toda a parte inferior da fachada e, apesar de não causarem danos reais à estrutura da edificação, causam prejuízos no tocante a paisagem e meio ambiente urbano, ainda mais a prédios tombados e de valor cultural, como o Ginásio Pernambucano. As sujidades

(em roxo) foram encontradas também em grande quantidade, sendo apresentadas no friso e cornijas da edificação, e algumas grades das janelas inferiores. Destacamentos de reboco (em laranja) também se fizeram presentes em alguns embasamentos das colunas, áreas entre as janelas inferiores e o solo, e a base da edificação, acompanhados em alguns locais pelo destacamento da pintura (em verde claro), sendo esta degradação um evento anterior ao destacamento do reboco. Atribuem-se aos destacamentos pontos de umidade que evoluíram a esse nível e, possivelmente a causa mais provável esteja ligada aos próprios atos de vandalismo na área, uma vez que manchas de umidade (em rosa) foram verificadas em pequenas quantidades e nas partes superiores da extrema direita e esquerda da fachada. A pequena quantidade de manchas de umidade pode ser explicada pela carta solar (Figura 64), em que a fachada recebe incidência solar durante toda a parte da tarde e, para o período de análise (outono), havia pouca ocorrência de frequência de ventos que pudessem afetar grandiosamente o percorrer das chuvas. Outras manifestações patológicas que puderam ser verificadas no mapa dizem respeito às ferrugens das grades das janelas (em marrom claro), e um pequeno ponto de bolor (em verde escuro)

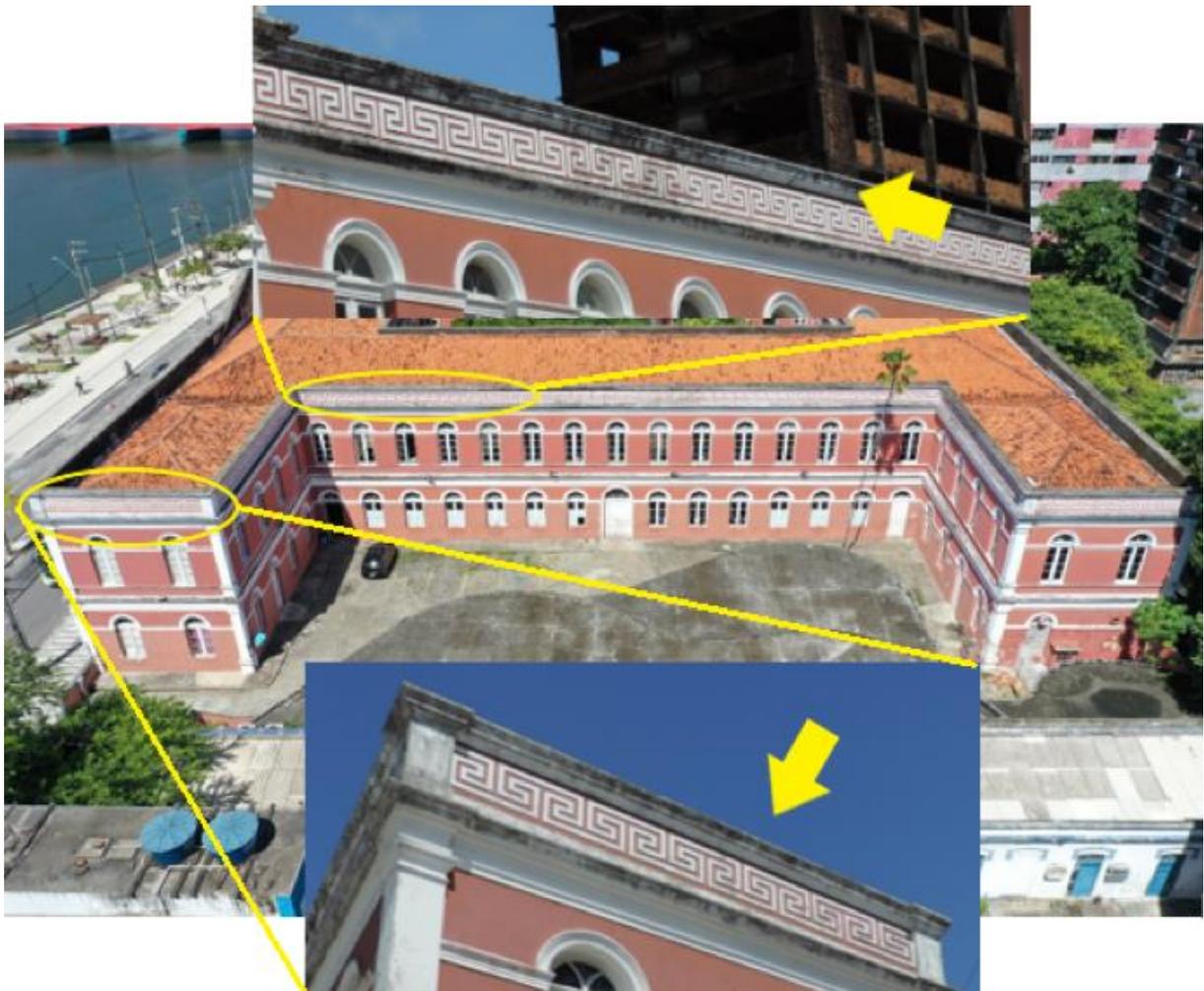
Figura 64 – Carta solar da cidade do Recife, fachada oeste do GP



4.4.3 Fachada sul (lateral direita)

Na fachada sul, foi possível a realização do voo de VANT para a captura de imagens, entretanto, grandes aproximações não foram feitas devido às edificações próximas e vegetações do entorno. As capturas realizadas com a câmera fotográfica foram feitas também sem grandes aproximações, tendo em vista que a fachada em questão se encontra dentro da área murada do Ginásio Pernambucano e, não foi permitida a entrada do autor pela direção do colégio para a realização do estudo de inspeção e captura de imagens aproximadas. Em relação as manifestações patológicas, assim como nas outras fachadas aqui abordadas, foram verificadas também áreas com sujidades, que estavam dispostas em todo o friso e cornijas. A Figura 65 exemplifica o caso.

Figura 65 – Pontos de sujidade na fachada sul do GP



Fonte: Autor (2022)

Manchas de umidade se encontraram presentes em pequenas quantidades, e estavam dispostas abaixo das janelas da parte inferior da edificação, que pode indicar possíveis infiltrações devido ao acúmulo de água das chuvas na madeira das janelas; e na parte inferior da extrema direita da fachada, onde as possíveis causas podem estar relacionadas a infiltrações devido a plantas de grande porte que podem respingar água de chuvas na parede, ou ainda infiltrações internas da edificação causadas por aparelhos condicionadores de ar, uma vez que foram vistos motores desses aparelhos nas proximidades. A Figura 66 expõe a situação.

Figura 66 – Manchas de umidade na fachada sul do GP



Fonte: Autor (2022)

As outras manifestações patológicas verificadas na fachada sul se deram em sua maioria por destacamentos de pintura, sendo verificados nas colunas da edificação, frisos e áreas próximas as manchas de umidade. Outros destacamentos encontrados relacionavam-se as pinturas das janelas e portas. Os destacamentos de reboco também puderam ser vistos em pequena quantidade nas extremidades inferiores esquerda e direita da fachada. A Figura 67 mostra alguns pontos de destacamentos na fachada.

Figura 67 – Destacamentos de pintura e reboco na fachada sul do GP

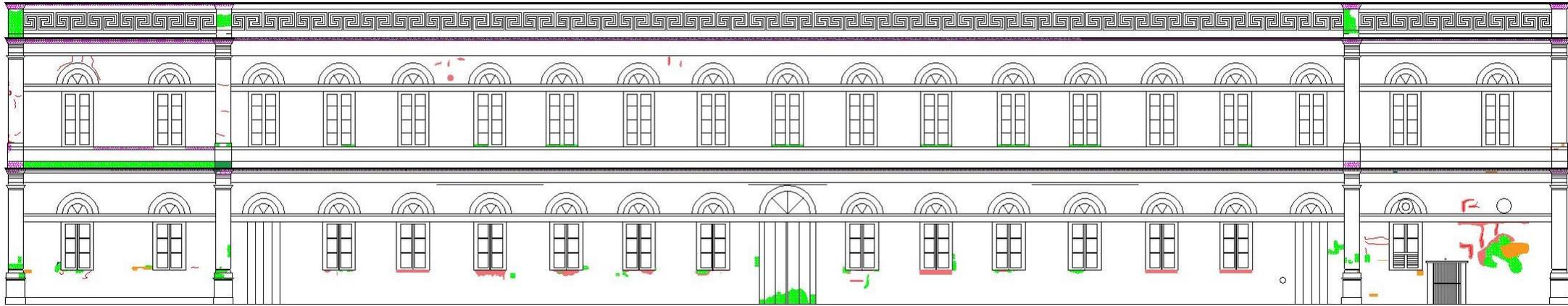


Fonte: Autor (2022)

No mais, uma pequena área com bolor foi verificada e algumas fissuras foram encontradas em locais próximos as janelas e colunas, mas que estavam ligadas diretamente ao revestimento. Outras análises e inspeções aproximadas são necessárias para melhor verificação das fissuras existentes na fachada sul em questão.

Com essas informações em mente, foi elaborado o mapa de danos para a fachada sul, com o intuito de visualizar de forma mais clara cada tipo de dano e onde estão dispostos ao longo da fachada. Novamente, é mostrado o mapa de maneira completa (Figura 68) e, posteriormente, o mesmo mapa dividido em duas imagens, visando melhor visualização das manifestações patológicas (Figura 69 e Figura 70).

Figura 68 – Mapa de danos da fachada sul do GP

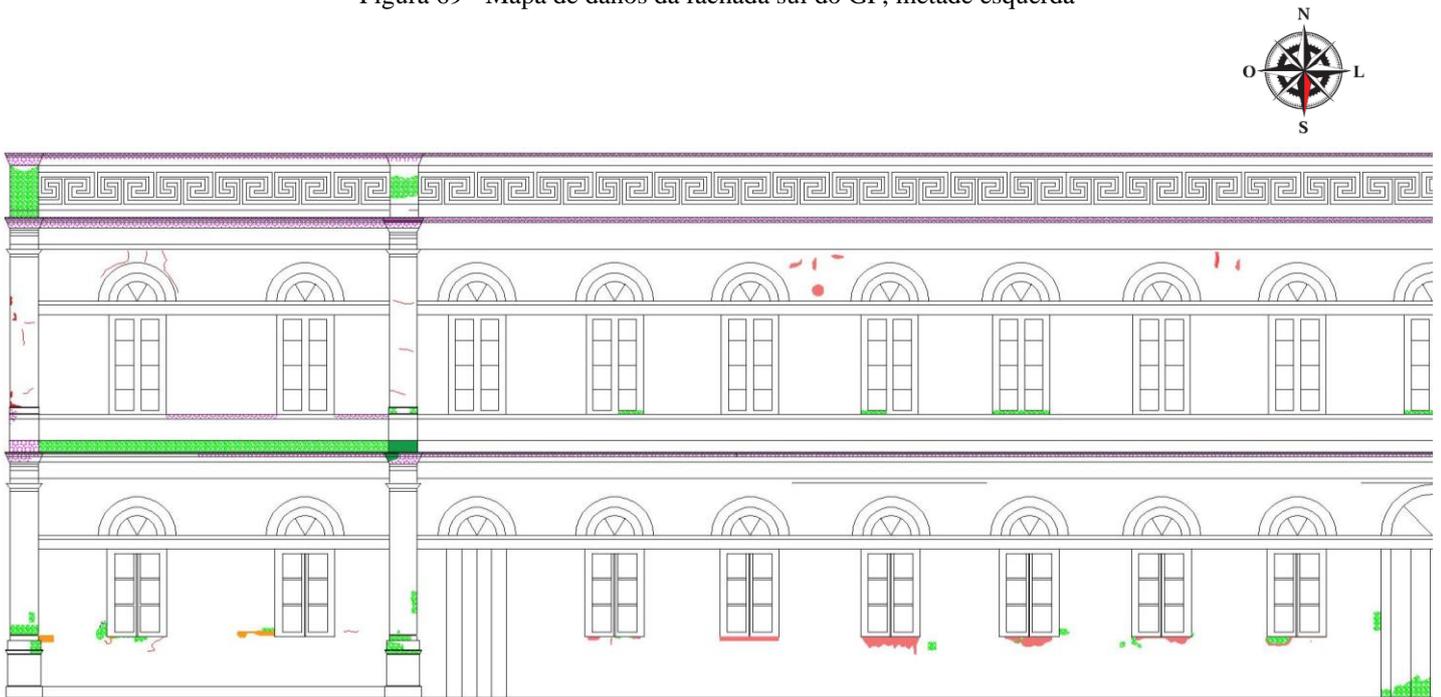


Legenda

 Vegetação	 Destacamento do reboco	 Bolor
 Manchas de umidade	 Fissuras	 Desagregação do concreto
 Vandalismo	 Madeira degradada	 Ferrugem
 Destacamento da pintura	 Sujidades	 Trinca
 Eflorescência	 Perda de seção	

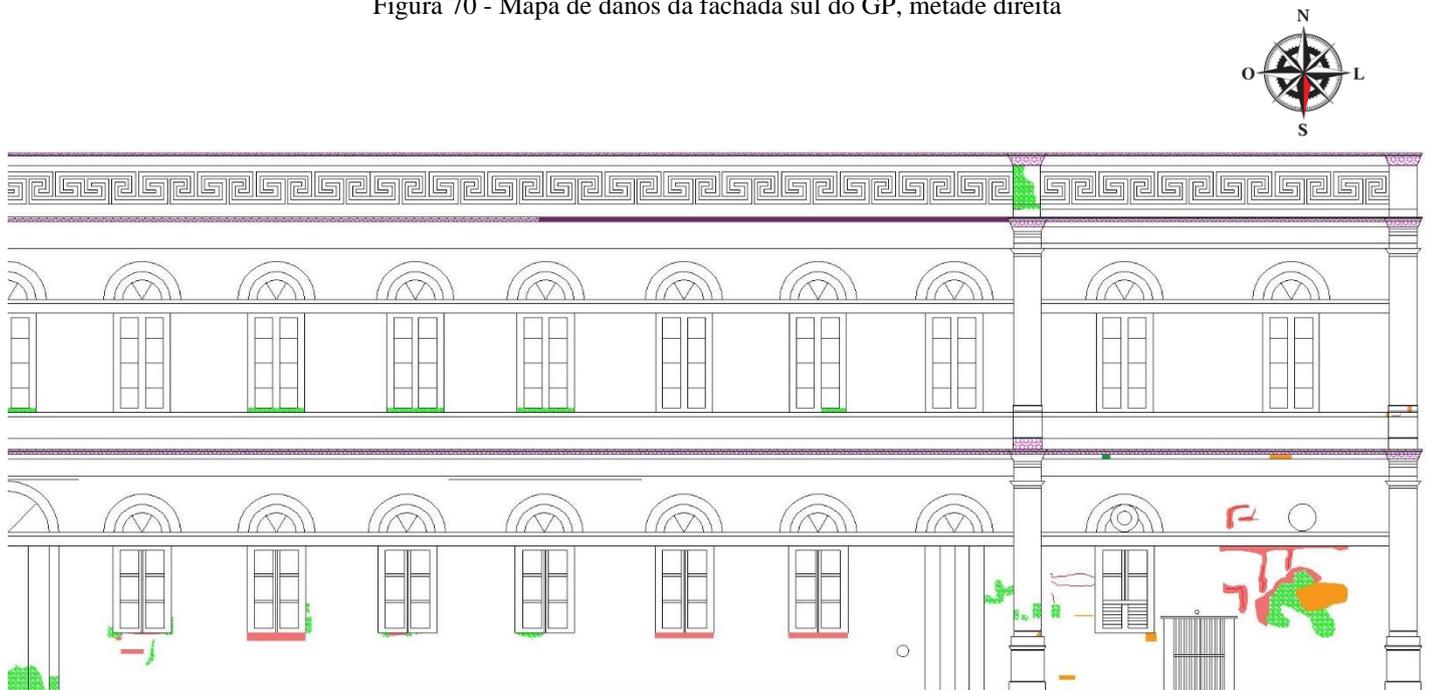
Fonte: Autor (2022)

Figura 69 - Mapa de danos da fachada sul do GP, metade esquerda



Fonte: Autor (2022)

Figura 70 - Mapa de danos da fachada sul do GP, metade direita

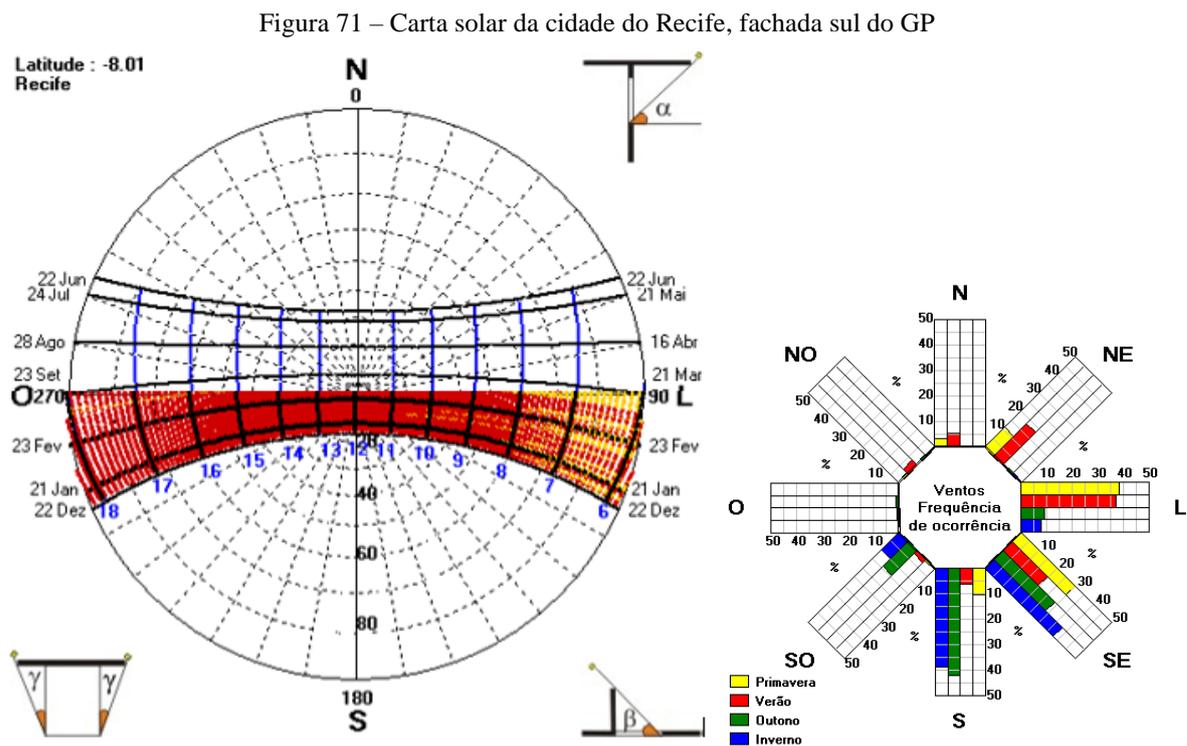


Fonte: Autor (2022)

Em observância do mapa de danos, verificou-se que as manifestações patológicas apresentaram maior incidência nas extremidades direita e esquerda da fachada sul, compreendidas de

destacamentos de pintura (em verde claro) e de reboco (em laranja). Os destacamentos em questão podem estar relacionados, como dito anteriormente, a infiltrações de água, causadores de manchas de umidade que se agravam e causam os destacamentos. Ao lado direito da fachada estavam próximos plantas de grande porte que podem fazer com que águas das chuvas recaiam sobre parte. Nas esquadrias, o destacamento de pintura da madeira seguiu um padrão, manifestando-se em suas bases, indicando, portanto, acúmulo de águas das chuvas nessas áreas, fazendo com que haja tais destacamentos ao longo do tempo.

Manchas de umidade (em rosa) aparentes foram verificadas em pequenas quantidades, podendo esse fato estar relacionado à alta incidência solar que a fachada recebe ao longo do dia e a estação do ano do período de análise (outono). A incidência solar na fachada pode ser vista na carta solar da Figura 71.



Fonte: Adaptado de SOL-AR 6.2

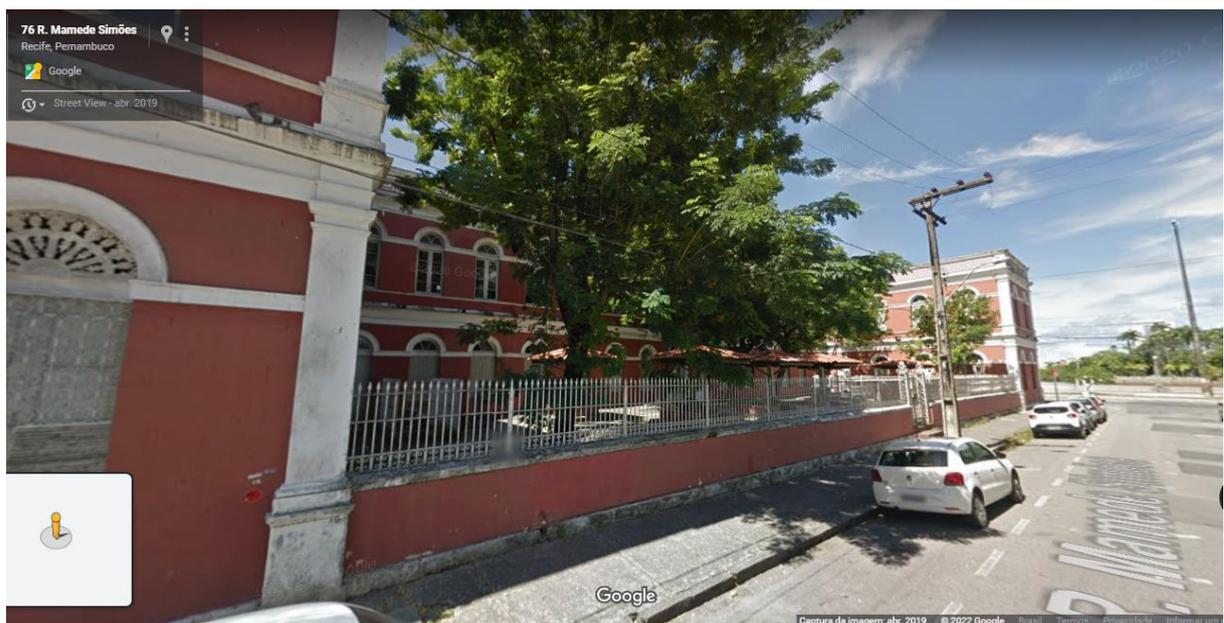
Outras manifestações patológicas observadas através do mapa de danos estavam relacionadas as sujidades (em roxo) presentes nos frisos e cornijas, originadas assim como nas outras fachadas, pelo escorrimento de água das chuvas. Em pequenas quantidades, notaram-se fissuras (em vermelho) que estavam ligadas diretamente ao revestimento e uma pequena área com bolor (em verde escuro). No geral, a fachada em questão encontrou-se bem conservada, tendo em

vista que ela encontra-se no interior da parte murada do terreno da edificação, o que pode acarretar em maiores cuidados com manutenção por parte das pessoas que fazem o uso do prédio, além de não existir a possibilidade de atos de vandalismo nessa área.

4.4.4 Fachada norte (lateral esquerda)

Assim como na fachada oeste, também não foram realizadas imagens aéreas por conta de postes, fios de eletricidade, edificações e árvores no entorno que dificultaram a locomoção do VANT. Além disso, algumas capturas com a câmera fotográfica também foram feitas sem grandes aproximações, pois havia uma área da fachada que se encontrava no interior da área murada do Ginásio Pernambucano. A Figura 72 mostra uma parte da fachada norte do empreendimento em questão.

Figura 72 – Trecho da fachada norte do GP



Fonte: Google Maps (2020)

Em se tratando das manifestações patológicas, as sujidades por sua vez estavam presentes em grande parte da base do muro que suportava o gradil de ferro nas proximidades do acesso à edificação, e em todo o friso e cornijas, acompanhadas em pequenos pontos por bolores. Na base, as sujidades estavam acompanhadas também de destacamentos de pintura. Alguns pontos de sujidades podem ser verificados na Figura 73.

Figura 73 – Pontos de sujidade da fachada norte do GP



Fonte: Autor (2022)

As manchas de umidade verificadas na fachada norte foram localizadas na extremidade superior esquerda e na metade superior do prédio. Algumas dessas manchas estavam acompanhadas de fissuras e eflorescências, que não causam problemas maiores que o mau aspecto, mas há circunstâncias em que o sal formado pode acarretar destacamento dos revestimentos. A situação é verificada na Figura 74.

Figura 74 – Manchas de umidade acompanhadas de eflorescência, fachada norte do GP



Fonte: Autor (2022)

Cenas de vandalismo também estiveram presentes ao longo das áreas inferiores da fachada norte (Figura 75), caracterizadas por pichações em sua maioria, e alguns cartazes de propagandas. Pichações também foram encontradas na área interna ao muro da edificação, sugerindo ações de vandalismo também nesse local, uma vez que o muro e grades possuem baixas alturas.

Figura 75 – Atos de vandalismo na fachada norte do GP



Fonte: Autor (2022)

Os destacamentos de pintura e reboco também foram verificados na fachada, mesmo que em menor quantidade quando comparado às outras, e estavam dispostos em algumas colunas, base da edificação e outras áreas específicas, sendo oriundos, provavelmente, da evolução das manchas de umidade. Alguns destacamentos são visíveis na Figura 76.

Figura 76 – Destacamentos de pintura na fachada norte do GP



Fonte: Autor (2022)

Algumas plantas mais desenvolvidas se fizeram presentes na fachada norte e, como dito anteriormente, elas podem causar o destacamento do revestimento e outros problemas mais sérios, devido ao desenvolvimento das suas raízes que causam pressões no interior do reboco. A vegetação na fachada pode ser vista na Figura 77.

Figura 77 – Vegetação na fachada norte do GP

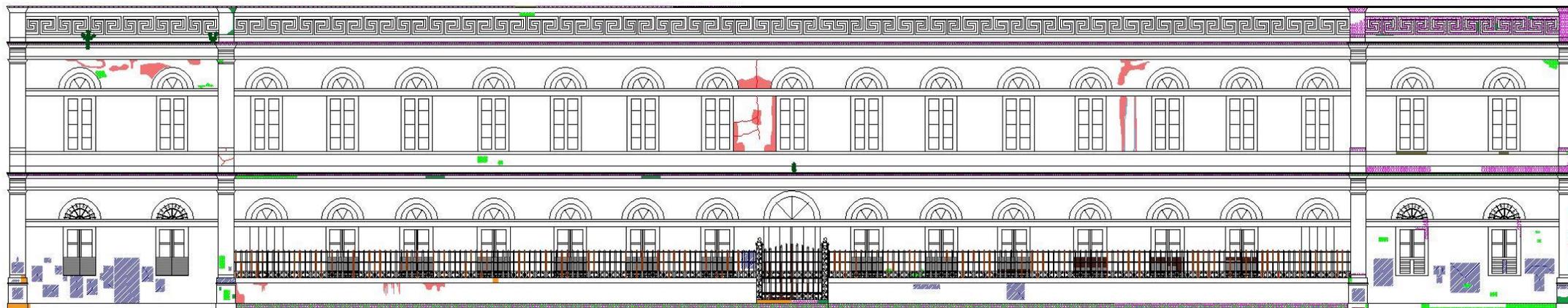


Fonte: Autor (2022)

Por fim, o gradil de proteção da entrada da área interna ao terreno da edificação foi observado com pontos de ferrugem, indicando a sua falta de manutenção. A oxidação da grade é acelerada por conta de sujeiras, chuvas e da maresia, visto que a cidade se localiza em região litorânea. Além disso, algumas fissuras puderam ser vistas ao longo da fachada, estando ligadas ao revestimento. Ressalta-se que, assim como na fachada sul, análises e inspeções mais aproximadas são necessárias para a identificação de outros pontos com fissuras.

Com tais informações em mente, o mapa de danos da fachada norte foi elaborado, para a melhor compreensão das manifestações patológicas identificadas (Figura 78, Figura 79 e Figura 80).

Figura 78 – Mapa de danos da fachada norte do GP

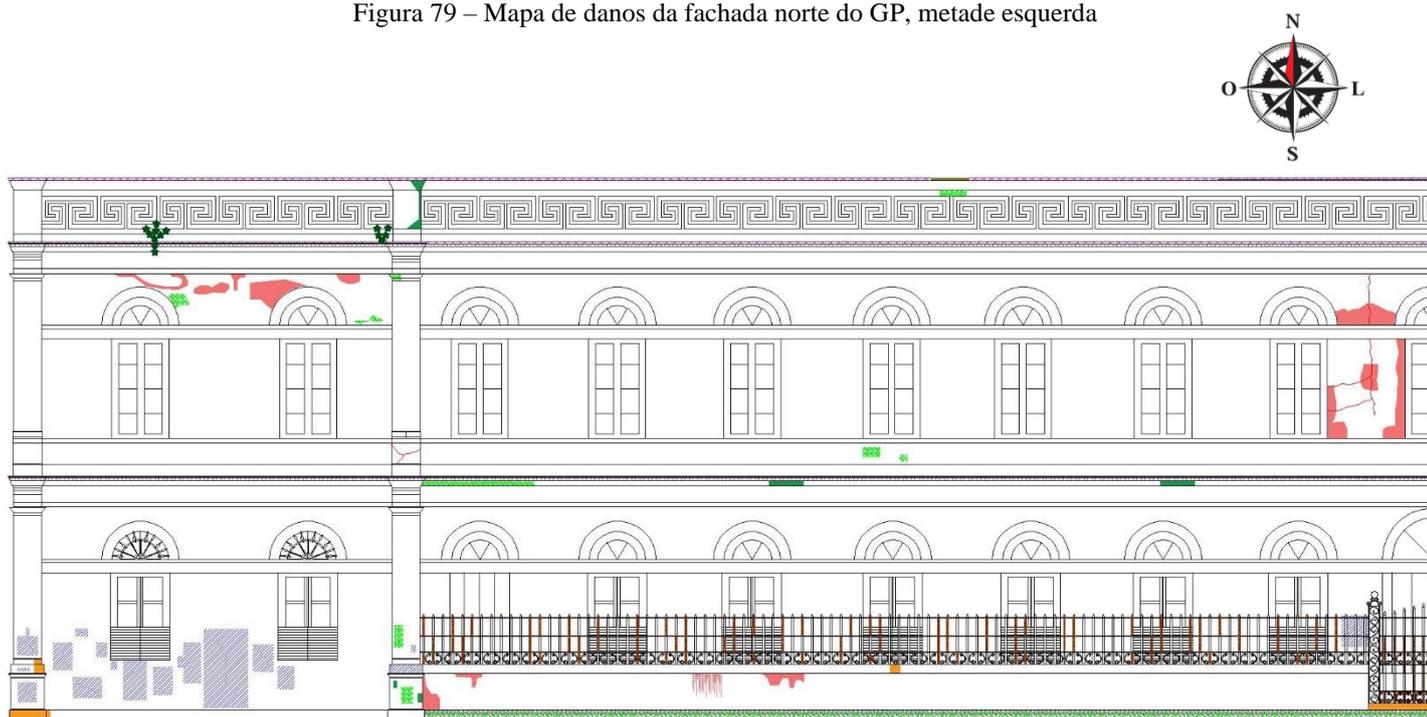


Legenda

 Vegetação	 Destacamento do reboco	 Bolor
 Manchas de umidade	 Fissuras	 Desagregação do concreto
 Vandalismo	 Madeira degradada	 Ferrugem
 Destacamento da pintura	 Sujidades	 Trinca
 Eflorescência	 Perda de seção	

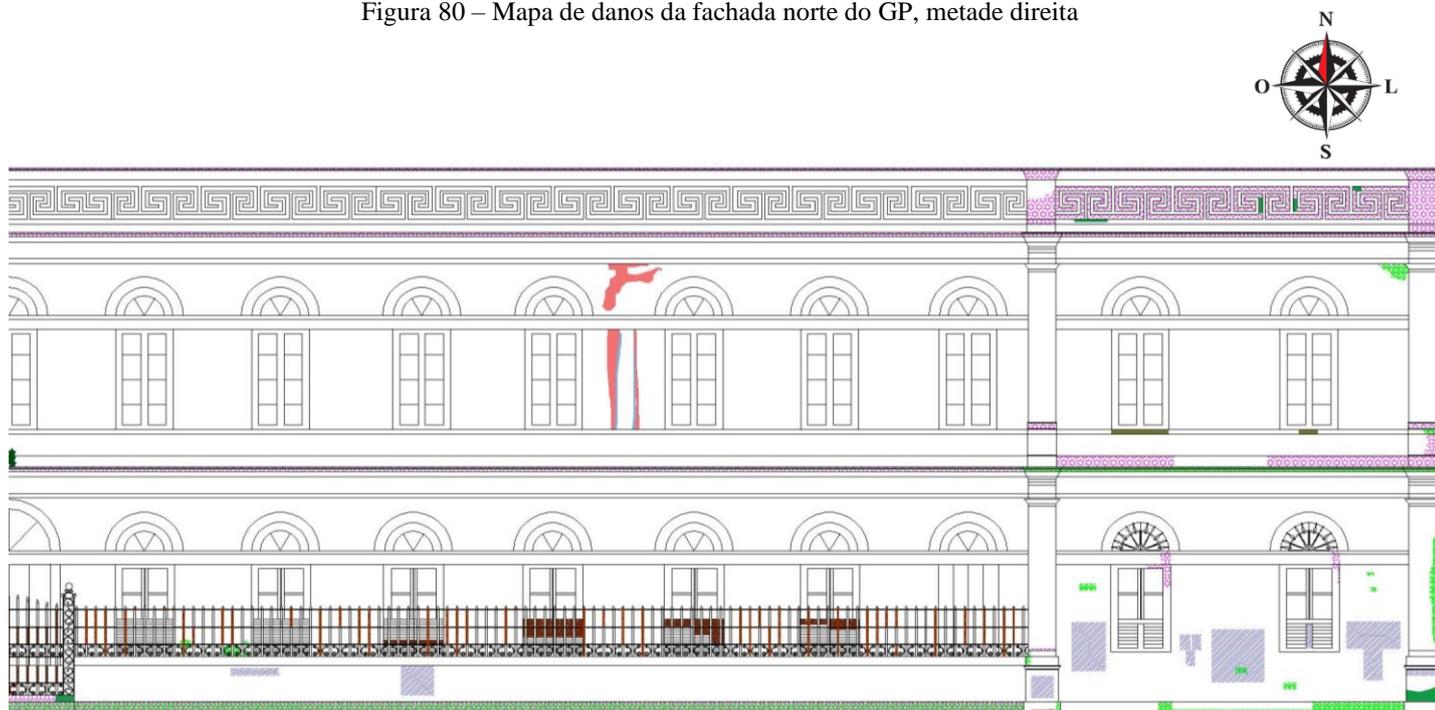
Fonte: Autor (2022)

Figura 79 – Mapa de danos da fachada norte do GP, metade esquerda



Fonte: Autor (2022)

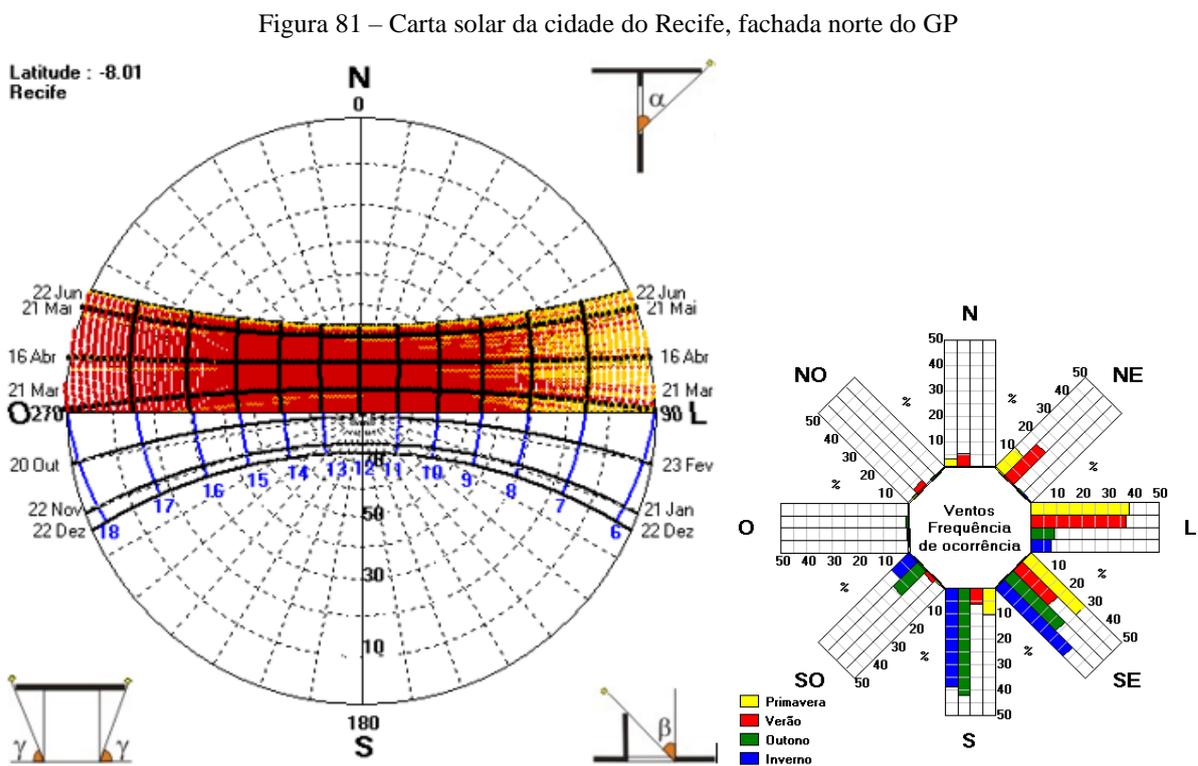
Figura 80 – Mapa de danos da fachada norte do GP, metade direita



Fonte: Autor (2022)

O mapa de danos indicou grande presença de sujidades (em roxo) nos frisos e cornijas, assim como nas outras fachadas abordadas, e verificou-se também sua presença na base da edificação, juntamente com destacamentos de pintura (em verde claro), o que pode indicar a ação de águas por capilaridade que degradaram esse local ao longo do tempo, tendo em vista a falta de

manutenção. Além da base da edificação, outros destacamentos de pintura e também de reboco (em laranja) foram encontrados em poucos lugares da fachada. Em contrapartida, atos de vandalismo (em azul escuro) compreendidos de pichações e cartazes de propaganda foram encontrados em quantidade moderada nas regiões externas ao gradil da edificação, causando prejuízos no tocante a paisagem e meio ambiente urbano. Apesar da fachada receber grande incidência solar ao longo do dia, como mostra a carta solar da Figura 81, ainda sim foram encontradas manchas de umidade (em rosa).



Fonte: Autor (2022)

No lado esquerdo da fachada, as manchas de umidade estavam abaixo de plantas de pequeno porte, com raízes expostas, o que pode indicar possíveis infiltrações e goteiras naquele local. Outras manchas de umidade foram localizadas na metade superior da fachada, estando acompanhadas de algumas fissuras (em vermelho) e eflorações (em azul claro). Nesse local, a fachada recebe sombreamento das árvores próximas no terreno, sendo favorável à permanência das manchas. Ferrugens (em marrom escuro) foram encontradas em grades de algumas janelas, e no gradil do muro como um todo, indicando, como mencionado, a falta de manutenção. Por fim, bolores (em verde escuro) estavam presentes em pequenas quantidades, indicando acúmulo de água nessas regiões que facilitaram a proliferação desses agentes biológicos.

Perante o exposto, observou-se que as fachadas do Ginásio Pernambucano, com exceção da fachada oeste, apresentaram bom estado de conservação. A boa conservação da maioria das fachadas pode estar relacionado ao prédio funcionar como escola pública havendo, portanto, a necessidade de mantimentos e zelo por parte do governo do estado. Porém, ficou perceptível a presença de muitas manifestações patológicas nas fachadas, destacando-se os atos de vandalismo na fachada oeste.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente capítulo expõe as considerações finais da dissertação, tanto da revisão sistemática elaborada, quanto da pesquisa de campo, e apresenta também sugestões para trabalhos futuros.

5.1 Conclusões

A presente dissertação de mestrado pretendeu avaliar as manifestações patológicas de dois empreendimentos: o Palácio Joaquim Nabuco e o Ginásio Pernambucano, a fim de se obter como produto final os mapas de dano das fachadas.

A partir da revisão sistemática realizada a respeito dos mapas de dano, foi verificado que a técnica é indispensável para a tomada de ações, no que diz respeito a intervenções de manutenção e reabilitação em edifícios. Além disso, foi observado que os mapas de dano são geralmente elaborados como complemento a outros métodos, sendo muitas vezes dispensado pelo fato da existência de ensaios não destrutivos e da técnica de inspeção visual serem capazes de detectar os danos em empreendimentos. Por outro lado, foi visto que os mapas de dano permitem o monitoramento de condições de preservação e questões de durabilidade, ressaltando-se também a combinação de métodos, que facilitam a análise da sintomatologia e do correto diagnóstico das patologias, garantindo uma proposta mais confiável para o tratamento das anomalias.

Ainda sobre a revisão, foi averiguado que o não uso frequente da técnica pode estar associado ao desconhecimento da mesma por parte dos profissionais/pesquisadores, tendo em vista a escassez de artigos que abordam a técnica de mapas de dano, bem como a não existência de uma padronização na sua representação gráfica. Desta forma, salienta-se a importância de que outros profissionais e pesquisadores da área compartilhem suas experiências vivenciadas, com o intuito de compor o acervo para que se consigam diretrizes norteadoras para a utilização desse instrumento, uma vez que não há normas e padrões para o uso e confecção dos mapas.

No estudo de campo, pelas inspeções realizadas, observou-se que a falta de manutenção preventiva é um tema em comum entre as duas edificações. Para o Palácio Joaquim Nabuco, a pesquisa de campo realizada indicou que a maioria das manifestações patológicas encontradas poderiam ter sido evitadas a partir de planos de gerenciamento de manutenção. É importante

ressaltar que, em termos econômicos, a realização de manutenções preventivas é preferível em relação a serviços de restauração, uma vez que as restaurações são feitas quando a construção se encontra num estado avançado de degradação, sendo necessária uma intervenção emergencial acarretando em custos elevados. Para o Ginásio Pernambucano, planos de gerenciamento de manutenção também são vitais para evitar as manifestações patológicas. Entretanto, infere-se que há uma necessidade de implementação de segurança na área, tendo em vista a grande incidência de atos de vandalismo nas fachadas.

Em relação a conservação, o Palácio Joaquim Nabuco apresenta bom estado. Entretanto, várias manifestações patológicas foram identificadas, sendo a maioria delas provocadas devido a ação direta e contínua da água das chuvas, provocando danos estéticos como manchas, ou danos na própria estrutura devido a perda de aderência e coesão do revestimento. As manifestações mais recorrentes estavam ligadas a sujidades, manchas de umidade, destacamento de pintura, destacamento de reboco, algumas fissuras e pontos com vegetação aparente. Em outra mão, o Ginásio Pernambucano também apresentou bom estado de conservação, tendo suas manifestações patológicas provocadas em parte, pela ação também da água das chuvas. Porém, intervenções externas à fachada caracterizadas pelos atos de vandalismo representaram grande parte dos danos ao patrimônio. Outras manifestações patológicas se deram por, similarmente ao Palácio Joaquim Nabuco, sujidades, manchas de umidade, destacamentos de pintura e reboco, bolores, vegetação e algumas fissuras ligadas ao revestimento.

Por fim, evidencia-se a necessidade da preservação dos bens históricos que, apesar de indicarem complexibilidade no que diz respeito ao tratamento de suas anomalias, têm importância para a cultura e história da sociedade. Desta forma, o presente trabalho visou induzir e auxiliar possíveis obras de restauro nesses empreendimentos, de maneira a alertar a população e órgãos públicos sobre a importância do olhar sobre a preservação do patrimônio histórico da cidade do Recife.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

- Aplicação do Método de Medição de Degradação (MMD) para que sejam obtidos os índices de degradação das fachadas, ou seja, a medição de seus danos;

- Como complemento ao MMD, aplicação do Índice de Desempenho de Elemento (IP), que desenvolve aspectos da fachada como a classe de severidade dos danos, o grau de dano do elemento avaliado e a urgência de intervenção;
- Realização do estudo de manifestações patológicas e mapas de dano em outras edificações históricas de caráter administrativo público e entidades filantrópicas da cidade do Recife-PE, como o Palácio do Campo das Princesas, Palácio da Justiça, Faculdade de Direito do Recife, Casa da Cultura, Quartel do Derby e Hospital Pedro II.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. C. R.; SALES, A. Efeitos da ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto, In: RIBEIRO, D. V. **Corrosão em estruturas de concreto armado**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014. p. 51-73.
- AHZAHAR, N.; KARIM, N. A.; HASSAN, S. H.; EMAN, J. A Study of Contribution Factors to Building Failures and Defects in Construction Industry. **Procedia Engineering**. Netherlands, v. 20, p. 249-255, 2011.
- ALLAHVERDI, A.; NAJAFI KANI, E.; SHAVERDI, B. Carbonation Versus Efflorescence in Alkali-Activated Blast-Furnace Slag in Relation with Chemical Composition of Activator. **International Journal of Civil Engineering**. Switzerland, v. 15, n. 4, p. 565–573, 2017.
- ASKARI, A. H.; DOLA, K. B. Influence of Building Facade Visual Elements on Its Historical Image: Case of Kuala Lumpur City, Malaysia. **Journal of Design and Built Environment**. Malaysia, v. 5, p. 49-59, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2015.
- AZEVEDO, M. T. Patologia das estruturas de concreto. In: ISAIA, G. C. (Org). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 2, p. 1095-1128.
- BAKRI, N. N. O.; MYDIN, M. A. O. General building defects: causes, symptoms, and remedial work. **European Journal of Technology and Design**. Slovakia, v. 3, n. 1, p. 4-18, 2014.
- BALESTRA, C. E. T.; NAKANO, A. Y.; SAVARIS, G.; MEDEIROS-JUNIOR, R. A. (2019). Reinforcement corrosion risk of marine concrete structures evaluated through electrical resistivity: Proposal of parameters based on field structures. **Ocean Engineering**. United Kingdom, v. 187, 2019.
- BARRETO, L. M.; SOARES, W. A.; ZLATAR, T.; RABBANI, E. R. K.; MONTEIRO, E. C. B. Principais manifestações patológicas encontradas em edifícios históricos. In: ZLATAR, T.; RABBANI, E. K.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B. **Aplicações do método prisma para revisão sistemática da literatura na engenharia civil**. Recife: Editora da Universidade de Pernambuco, 2019. p. 71-82.
- BARRETO, L. M. **Manifestações patológicas em fachadas de edificações religiosas**: Um estudo de caso na cidade de Recife-PE. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2020.
- BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. 2009. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. In: 1º CONGRESSO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DO PATRIMONIO, 2009, La Plata, Argentina. **Anais...** La Plata: CIC DIGITAL, 2009. p. 1-19.
- BAUER, E; CASTRO, E. K.; ANTUNES, G. R.; LEAL, F. E. Identification and Quantification of Failure Modes of New Buildings Façades in Brasília. **XII DBMC -**

International Conference on Durability of Building Materials and Components, n. February, pp. 1–7, 2011.

BAUER, E.; CASTRO, E.K.; SILVA, M.N.B.; ZANONI, V.A.G. Evaluation of damage of building facades in Brasília. In: **XIII DBMC - International Conference on Durability of Materials and Components**, 2014. n. 1, p. 535-542.

BAUER, E.; MILHOMEM, P. M.; AIDAR, L. A. Evaluating the damage degree of cracking in facades using infrared thermography. **Journal of Civil Structural Health Monitoring**. Germany, v. 8, p. 517-528, 2018.

BENSTED, J.; RBROUGH, A.; PAGE, M. M. Chemical degradation of concrete. In: PAGE, C.L.; PAGE, M. M. **Durability of Concrete and Cement Composites**, United Kingdom: Woodhead Publishing, 2007. p. 86–135.

BERSCH, J. D. *et al.* Diagnosis of Pathological Manifestations and Characterization of the Mortar Coating from the Facades of Historical Buildings in Porto Alegre — Brazil: A Case Study of Château and Observatório Astronômico. **International Journal of Architectural Heritage**, v. 00, n. 00, p. 1–25, 2020.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 408 p.

BIJORA, H. **Estudo sobre a satisfação dos moradores e principais patologias decorrentes de ampliações em residências construídas com recursos do programa minha casa minha vida na cidade de Campo Mourão, PR**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Patologia de estruturas**. 1 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2019. 31 p.

BRANCO, J. M.; SOUSA, H. S.; TSAKANIKI, E. Non-destructive assessment, full-scale load-carrying tests and local interventions on two historic timber collar roof trusses. **Engineering Structures**, v. 140, p. 209–224, 2017.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. **IPHAN**, Brasília, 1937. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/Decreto_no_25_de_30_de_novembro_de_1937.pdf.

CAVALAGLI, N; KITA, A.; CASTALDO, V. L.; PISELLO, A. L.; UBERTINI, F. Hierarchical environmental risk mapping of material degradation in historic masonry buildings: An integrated approach considering climate change and structural damage. **Construction and Building Materials**, v. 215, p. 998–1014, 2019.

CAVALCANTI, L. R.; MONTEIRO, E. C. B. The use of Damage Maps to identify building defects: a Systematic Review. **International Journal of Science and Research Methodology**, v. 19, n. 1, p. 150-170, 2021.

CHOI, J.; YEUM, C. M.; DYKE, S. J.; JAHANSHAH, M. R. Computer-aided approach for rapid postevent visual evaluation of a building Façade. **Sensors (Switzerland)**, v. 18, n. 9, 2018.

CONSELHO DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL. Conselho de Preservação aprova tombamento da histórica sede da Assembleia Legislativa. **Cultura PE**, 2021. Disponível em: <<http://www.cultura.pe.gov.br/canal/conselhodepreservacao/conselho-estadual-de-preservacao-aprova-tombamento-da-historica-sede-da-assembleia-legislativa-de-pernambuco/>>. Acesso em ago, 2021.

CLEMENTE, P. Extending the life-span of cultural heritage structures. **Journal of Civil Structural Health Monitoring**. Germany, v. 8, n. 2, p. 171–179, 2018.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre**: Recomendações para projeto, execução e manutenção. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Ginásio Pernambucano faz 190 anos unindo tradição e inovação**. Diário de Pernambuco, 2015. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2015/02/ginasio-pernambucano-faz-190-anos-unindo-tradicao-e-inovacao.html>>. Acesso em nov. 2021.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Tombamento da sede histórica da Alepe é aprovado por Conselho Estadual de Preservação**. Diário de Pernambuco, 2021. Disponível em: <<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/viver/2021/05/tombamento-da-sede-historica-da-alepe-e-aprovado-por-conselho-estadual.html>>. Acesso em ago, 2021.

EDIS, E.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. Time-dependent passive building thermography for detecting delamination of adhered ceramic cladding. **Journal of Nondestruct Evaluation**. New York, v. 34, n. 1, p. 1-16, 2015.

FIGUEIREDO, E. P. Ação dos cloretos no concreto. In : Geraldo C. Isaia (Org.). **Concreto : Ciência e Tecnologia**. São Paulo : IBRACON, 2011, v. 1, p. 887-902.

FILHO, G. C. H.; ACHIAMÉ, G. G. Diretrizes para Representação Gráfica de Mapa de Danos. In: 6ª CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2018, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: PATORREB, 2018. p. 1-10.

FIORITI, C. F. **Estudo de patologia em estruturas de concreto armado**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Presidente Prudente, 2016.

FRANÇA, A. A. V.; MARCONDES, C. G. N.; ROCHA, F. C.; MEDEIROS, M. H. F.; HELENE, P. R. L. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, São Paulo, v. 19, n. 174, p. 72-77, 2011.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. Quantifying environmental effects on cement-rendered facades: a comparison between different degradation indicators. **Building and Environment**. Oxford, v. 43, n. 11, p. 1818–1828, 2008.

GASPAR, L. **Assembléia Legislativa de Pernambuco**. Fundação Joaquim Nabuco, Recife, 2009. Disponível em: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=348>. Acesso em jun de 2021.

GLOBO EDUCAÇÃO. **Clarice Lispector e Chateaubriand estudaram no Ginásio Pernambucano**. Globo educação, 2011. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoeducacao/noticia/2011/09/clarisse-lispector-e-chateaubriand-estudaram-no-ginasio-pernambucano.html>>. Acesso em nov. 2021.

GONZAGA, G. B. M.; GALDINO, L. R. N.; DA SILVA, A. L.; ALVES, D. M. DE L.; CARVALHO DE MELLO; M. F. B. W.; GOMES, T. C. P. Estudo de caso: patologias mais decorrentes nas residências da comunidade Rafael. **Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas**. Maceió, Alagoas, v.3, n. 3, p. 107-120. 2016.

GU, X.; JIN, X.; ZHOU, Y. Durability of Concrete Structures. In: GU, X. **Basic Principles of Concrete Structures**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2016. p. 553-597.

HARTOG, F. **Regimes de historicidade: presentismo e experiências do tempo**. 1 ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. 272 p.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1992. 215 p.

ICOMOS. **Glossário ilustrado das formas de deterioração da pedra**. Paris: editora ICOMOS, 2008, 83 p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Recife (PE)**. Portal IPHAN, 2016. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/352>>. Acesso em jun. 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO 13823. **General Principles on the design of structures for durability**. International Organization for Standardization, Geneva, 2008.

JI, Q.; HO, M.; ZHENG, R.; DING, Z.; SONG, G. An exploratory study of stress wave communication in concrete structures. **Smart Structures and Systems**. South Korea, v. 15, n. 1, p. 135-150, 2015.

JOHAR, S.; AHMAD, A. G.; CHE-ANI, A. I.; TAWIL, N. M.; USMAN, I. M. S. (2011). Analisa kajian lapangan ke atas kecacatan pada bangunan masjid lama di Malaysia. **Journal of Design + Built**. Malaysia, v. 4, n. 2, p. 44-62, 2011.

LA FRONTERA DEL DUERO. **Entablamento**. La frontera del duero, 2011. Disponível em: < <http://www.lafronteradelduero.com/Paginas/glosario/entablamento/entablamento.html>>. Acesso em jan. 2022.

LANNES, L. D. **Reincidência de danos em prédio histórico preservado**. 2011. 277p. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

LERMA, J. L.; CABRELLES, M.; PORTALÉS, C. Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building facade. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 5, p. 2190–2197, 2011.

LI, W.; XU, C.; HO, S. C. M.; WANG, B.; SONG, G. Monitoring Concrete Deterioration Due to Reinforcement Corrosion by Integrating Acoustic Emission and FBG Strain Measurements. **Sensors**. Switzerland, v. 17, n. 3, p. 657-669, 2017.

LIBERATI A.; ALTMAN D.G.; TETZLAFF J.; MULROW C.; GÖTZSCHE P.C.; IOANNIDIS J.P.; CLARKE M.; DEVEREAUX P.J.; KLEIJNEN J.; MOHER D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and metaanalyses of studies that evaluate health care interventions :explanation and elaboration. **BMJ**, 2009.

LIMA, N.; NASCIMENTO, F.; SANTOS, M.; REIS, J.; VALE, L.; MONTEIRO, L. Comparativo da evolução das manifestações patológicas de uma edificação em um intervalo de 5 anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, nº 4, 2020, Fortaleza. **Anais do IV CBPAT**. Fortaleza: CBPAT-20, 2020. p. 229-242.

LONGHI, M. A.; ZHANG, Z., RODRÍGUEZ, E. D.; KIRCHHEIM, A. P. Efflorescence of Alkali-Activated Cements (Geopolymers) and the Impacts on Material Structures: A Critical Analysis. **Frontiers in Materials**. Switzerland, v. 6, p. 1-13, 2019.

MADUREIRA, S.; FLORES-COLEN, I.; BRITO, J.; PEREIRA, C. Maintenance planning of facades in current buildings. **Construction and Building Materials**. Lisboa, Portugal, v. 147, p. 790-802, 2017.

MAGALHÃES, A. C. A. **Degradação de revestimentos de paredes de edifícios antigos: Metodologia de diagnóstico**. Dissertação de Mestrado em Conservação e Restauro, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

MARTINS, A. N.; PEREIRA, A. A.; FORBES, C.; LIMA, J. L. M. P.; MATOSE, D. Risk to cultural heritage in Baixa Pombalina (Lisbon Downtown) - a transdisciplinary approach to exposure and drivers of vulnerability. **International Journal of Architectural Heritage**. V. 15, n. 7. p. 1058-1080. 2020.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedade e materiais**. 2 ed. São Paulo: IBRACON, 2014. 751 p.

MELCHERS, R.E.; CHAVES, I.A. Service Life Estimation of Concrete Infrastructures. In: PACHECO-TORGAL, F.; SHI, X.; PEREZ, A. S.; MELCHERS, R.; TITTELBOOM, K. V.; BELIE, N. **Eco-Efficient Repair and Rehabilitation of Concrete Infrastructure**. Australia: Elsevier, 2018. v. 1, p. 15–41.

MELO JÚNIOR, C. M.; EVANGELISTA JUNIOR, F.; SILVA, L. S.; NEPOMUCENO, A. A. Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 3, p. 211–226, 2018.

MUNZLINGER, E.; NARCIZO, F. B.; QUEIROZ, J. E. R. Sistematização de Revisões Bibliográficas em Pesquisas da Área de IHC. **Brazilian Computer Society**, v. 5138, p. 51-54, 2012.

MENDES, B. C.; PEDROTI, L. G.; SILVA, B. J. Q.; SOARES, J. C. C.; BRITO, T. B.; LIMA, G. E. Efeito da carbonatação e ataque por sulfatos na durabilidade de concretos com diferentes relações água/cimento. In: 73º Congresso Anual da ABM – Internacional, parte integrante da ABM Week, n. 4, 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ABM, 2018. p. 1-8.

NASCIMENTO, S. A. F.; FERNANDES, F. F. Levantamento visual de manifestações patológicas em passarelas na região centro-sul de Manaus. **Scientia Amazonia**. Amazonas, v. 7, n. 3, p. 1-12, 2018.

NOVELINO, R. Palácio centenário no Recife abriga acervo e conta a história do Poder Legislativo. **G1 PE**, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/paranambuco/noticia/palacio-centenario-no-recife-abriga-acervo-e-counta-a-historia-do-poder-legislativo.ghtml>>. Acesso em jun, 2021.

PACHECO, L. S.; ROSADA, M.; LENS, L. N.; ANDRADE, B. F.; STORCK, C.; PERES, L. S.; WOLLMANN, L.; JORIS, N. D.; DOMINGUES, Q. R.; PORTO, R. M. Time marks: An assessment of the conservation status of Tafona Farm main house from damage maps. **Procedia Structural Integrity**, v. 11, p. 68–75, 2018.

PACHECO, R. A. Conjunto Arquitetônico do Carmo do Recife: Estudo da Documentação do Arquivo Central do IPHAN. **Revista Mosaico**. Goiás, v. 12, p. 121-134, 2019.

PERNAMBUCO. Lei nº 7.970 de 1979. Institui o Tombamento de bens pelo Estado. 1979. Disponível em: <<http://www.cultura.pe.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/Lei-7.970-79.pdf>>. Acesso em ago, 2021.

PINA, G. L. **Patologia nas habitações populares**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

PRIETO, A. J.; SILVA, A.; BRITO, J.; MACÍAS-BERNAL, J. M.; ALEJANDRE, F. J. The influence of pathological situations on churches' functionality: an approach based on historical records. **International Journal of Architectural Heritage**, Philadelphia, v. 11, n. 4, p. 566–587, 2017.

PUY-ALQUIZA, M. J.; ZUBIA, V. Y. O.; AVILES, R. M.; SALAZAR-HERNÁNDEZ, M. D. C. Damage detection historical building using mapping method in music school of the University of Guanajuato, Mexico. **Mechanics of Advanced Materials and Structures**, v. 0, n. 0, p. 1–12, 2019.

- ROCHA, E. A. **Manifestações patológicas em fachadas de edificações religiosas do sec. XVI e XVII: Um estudo na região do Sítio Histórico de Olinda – PE.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco. Recife, 2017.
- ROCHA, E. A.; MACEDO, J. V. S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. C. B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo da Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE., **Revista ALCONPAT**. Brasil, v. 8, n. 1, p. 51-63, 2018.
- ROCHA, E. A.; MONTEIRO, E. C. B. Manifestações patológicas das construções em concreto. In: LORDSLEEM JÚNIOR, A. C.; GUSMÃO, A. D. **Patologia das construções de edifícios**. 1 ed. Recife: Editora da Universidade de Pernambuco, 2017. 181 p.
- RODRIGUES, M. F. S.; TEIXEIRA, J. M. C; CARDOSO, J. C. P. Buildings envelope anomalies: a visual survey methodology. **Construction and Building Materials**. Oxon, v. 25, n. 5, p. 2741–2750, 2011.
- SÁ, G.; SÁ, J.; BRITO, J.; AMARO, B. Statistical survey on inspection, diagnosis and repair of wall renderings. **Journal of Civil Engineering and Management**. Lithuania, v. 21, n. 5, p. 623–636, 2015.
- SAARI, A. Precision refurbishment of buildings: A façade refurbishment case study. **Structural Survey**, v. 26, n. 2, p. 108–119, 2008.
- SANTANA, L. J. A. S. **Acesso e imaginário social do Ginásio Pernambucano na década de 1980.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.
- SANTOS, D.G.; MACEDO, M.; SOUZA, J.; BAUER, E. Mensuração e distribuição de patologias na degradação em argamassa. **Gestão & Gerenciamento**. Brasil, v. 8, p. 13-17, 2018.
- SCHMALZ, R. **Durabilidade de argamassas submetidas ao ataque de Sulfatos:** efeito da adição da nanosílica. Dissertação (Mestrado em Sistemas Construtivos) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade de São Carlos. São Paulo, 2018.
- SILVA, L.; FLORES-COLEN, I.; VIEIRA, N.; TIMMONS, A. B.; SEQUEIRA, P. Durability of ETICS and Premixed One-Coat Renders in Natural Exposure Conditions. In: DELGADO, J. **New Approaches to Building Pathology and Durability**. Singapore: Springer, 2016. v. 6, p. 131-154.
- SILVA, M. T. M. **A integridade visual da Rua da Aurora no Recife:** uma reflexão sob a perspectiva da Paisagem Urbana Histórica. Dissertação em Desenvolvimento Urbano. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
- SILVESTRE, J. D.; BRITO, J. Ceramic tiling inspection system. **Construction and Building Materials**. Oxon, v. 23, n. 2, p. 653–668, 2009.
- SOUSA, H. S.; BRANCO, J. M.; SILVA, C. V. Visual assessment and diagnosis of a timber railway station warehouse in Foz do Tua. **International Wood Products Journal**, 2017. v. 8, p. 29–33.

SOUZA, J. S.; BAUER, E.; NASCIMENTO, M. L. M.; CAPUZZO, V. M. S.; ZANONI, V. A. G. Study of damage distribution and intensity in regions of the facade. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 1, n. 1, p. 1–9, 2016.

SOUZA, J. S. **Evolution of facade degradation** - effect of degradation agents and constituents of the elements. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Brasília. Brasília, 2018.

SOUZA, S. R. **Manifestações Patológicas em Habitações de Interesse Social na Cidade de Uberlândia-MG**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal De Uberlandia. Uberlândia, 2018.

TAVARES, M. L. **A conservação e o restauro de revestimentos exteriores de edifícios antigos**. Tese de Doutorado em Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa/Faculdade de Arquitetura, Lisboa, 2009.

TIJANI, M. N.; INIM, J. I.; ADETU, S. O. Experimental study of influence of seawater on strength of concrete structures. In: Fifth International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2015, Osaka, Japan. **Anais [...]**. Tailândia:SEAGS, 2015. p. 16-18.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos: recomendações básicas**. 43 ed. Olinda: CECI, 2009. 23 p.

TINOCO, J. E. L. Plano de Gestão da Conservação para edificações de valor cultural. **Revista CPC**. São Paulo, n. 17, pp. 1-205, 2014.

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H., 2012. Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas. In: VI Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: IPHAN, 2012. p. 1-20.

WHITTAKER, M., BLACK, L. Current knowledge of external sulfate attack. **Advances in Cement Research**. United Kingdom, v. 27, n. 9, p. 532-545, 2015.

ZANKE, A. S. Building cracks: causes and preventions. **International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology**. India, v. 5, n. 8, p. 165-169, 2020.

ZUCHETTI, P. A. B. **Patologias da Construção Civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Centro Universitário Univates. Lajedo, 2015.

ZURAI, S. N. F.; RAHMAN, M. A. A.; AKASAH, Z. A. Elements of building defect: a review of the recent literature. In: Universiti Malaysia Terengganu International Annual Symposium on Sustainability Science and Management, n. 13, 2016, Malaysia. **Anais [...]**. Malaysia: UMTAS, 2016. p. 93-104.