



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS
AMBIENTAIS**

RANAVALO DE ARAÚJO LEAL

**DESENVOLVIMENTO DE NOVAS ESTRATÉGIAS PARA A
GESTÃO DO PATRIMÔNIO UTILIZANDO MODELO
INTEGRADO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E FÍSICO
COM MODELAGEM 3D**

Recife, 06 de agosto de 2024

RANAVALO DE ARAÚJO LEAL

**DESENVOLVIMENTO DE NOVAS ESTRATÉGIAS PARA A
GESTÃO DO PATRIMÔNIO UTILIZANDO MODELO
INTEGRADO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E FÍSICO
COM MODELAGEM 3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do título de **Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais**.

Área de Concentração:
Desenvolvimento de Processos Ambientais.

Linha de Pesquisa: Biotecnologia e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Richard Pinto

Coorientadora: Profa. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro

Recife, 06 de agosto de 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

L435d Leal, Ranavaldo de Araújo.
Desenvolvimento de novas estratégias para a gestão do patrimônio utilizando modelo integrado de monitoramento ambiental e físico com modelagem 3d / Ranavaldo de Araújo Leal, 2024.
208 f. : il.

Orientador: Roberta Richard Pinto.
Coorientador: Eliana Cristina Barreto Monteiro.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais. Mestrado em Desenvolvimento de Processos Ambientais, 2024.

1. Patrimônio histórico - Conservação. 2. Biotecnologia.
3. Fachadas. 4. Modelagem tridimensional. 5. Monitorização ambiental. I. Título.

CDU 574.6

Pollyanna Alves - CRB4/1002

DESENVOLVIMENTO DE NOVAS ESTRATÉGIAS PARA A GESTÃO DO PATRIMÔNIO UTILIZANDO MODELO INTEGRADO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL E FÍSICO COM MODELAGEM 3D

RANAVALO DE ARAÚJO LEAL

Examinadores:

Documento assinado digitalmente
 **ROBERTA RICHARD PINTO**
Data: 22/08/2024 07:29:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Roberta Richard Pinto (Orientadora)
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

Documento assinado digitalmente
 **ELIANA CRISTINA BARRETO MONTEIRO**
Data: 22/08/2024 11:57:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro (Coorientadora)
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO MENDONÇA DE ALMEIDA**
Data: 02/09/2024 14:25:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Mendonça de Almeida (Titular Interno)
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP

Documento assinado digitalmente
 **ROMILDO ALVES BERENGUER**
Data: 02/09/2024 15:12:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Romildo Alves Berenguer (Titular Externo)
Universidade de Pernambuco - UPE

Defendida em: 06/08/2024

Coordenador: Prof. Dr. Sérgio Mendonça de Almeida

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS.....	II
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE QUADROS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
LISTA DE GRÁFICOS.....	XVI
LISTA DE EQUAÇÕES.....	XVII
RESUMO.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX

CAPÍTULO I.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	21
2. OBJETIVOS.....	25
2.1. Objetivo Geral.....	25
2.2. Objetivos Específicos.....	25

CAPÍTULO II.....	26
ARTIGO I – Gerenciamento de conservação em fachadas de patrimônios Históricos Edificados: Uma revisão bibliográfica	

RESUMO.....	27
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	28
3.1. Patologias em Fachadas de Patrimônios Históricos Edificados.....	28
3.1.1. Durabilidade e Manifestações Patológicas.....	28
3.1.2. Deterioração nas Fachadas de Patrimônios Históricos Arquitetônicos.....	29
3.1.2.1. Sujidade.....	31
3.1.2.2. Destacamento de pintura.....	32
3.1.2.3. Desplacamento de reboco.....	33
3.1.2.4. Vegetação.....	34
3.1.2.5. Fissuras.....	35
3.1.2.6. Corrosão de grades.....	37
3.1.2.7. Mofo ou bolor.....	38
3.1.2.8. Corrosão de armadura.....	38
3.1.2.9. Perda de seção de concreto.....	40
3.1.2.10. Madeira deteriorada.....	40
3.2. Métodos de Análises de Danos em Fachadas.....	41
3.2.1. Mapa de Danos.....	41
3.2.2. Monitoramento Ambiental Aplicado a Patrimônios Arquitetônicos.....	43

3.2.3. <i>Cartas Solares</i>	47
3.2.4. <i>Fotogrametria Aplicada a Estudos Físicos de Patrimônios Arquitetônicos</i>	48
3.3. Gestão Para Patrimônios Históricos Arquitetônicos	50
3.4. Instituições e Ferramentas Para a Preservação do Patrimônio Edificado no Brasil	55
4. CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

CAPÍTULO III.....70

ARTIGO II – Integrated Analysis of Pathological Manifestations on Façades with Damage Maps and GUT Matrix: Palácio da Soledade, Museum of Archaeology and Natural Sciences of UNICAP, Boa Vista, Recife - PE.

REVISTA: Conservar Patrimônio (artigo submetido).

RESUMO.....71

5. METODOLOGIA.....72

5.1. **Área de Estudo: Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP**.....72

5.2. **Levantamento das Patologias nas Fachadas e Processamento de Dados para Produção de Mapas de Danos**.....77

5.3. **Ferramentas de Apoio Para Análise Física dos Mapas de Danos**.....81

5.4. **Aplicação da Metodologia GUT Conforme Métricas Para Obtenção das Matrizes GUT**.....83

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....91

6.1. **Mapas de Danos do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP**.....91

6.2. **Análise Ambiental da Situação do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP**.....109

6.2.1. *Carta solar do Recife, Pernambuco, Brasil*.....109

6.2.2. *Carta de ventos do Recife, Pernambuco, Brasil*.....115

6.2.3. *Pluviométrica e umidade relativa atual do Recife, Pernambuco, Brasil*.....116

6.3. **Análise GUT das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP**.....118

6.3.1. *Matrizes GUT*.....129

7. CONCLUSÕES.....134

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....136

CAPÍTULO IV.....141

ARTIGO III – Equação integrada de avaliação da qualidade de conservação de patrimônios históricos edificados: Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife – PE.

RESUMO	142
7. METODOLOGIA	143
7.1. Objeto de estudo: Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	144
7.2. Monitoramento e Controle Ambiental	145
7.2.1. <i>Coleta, isolamento e caracterização de amostras microbiológicas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP</i>	146
7.3. Fotogrametria e Modelagem 3D de Partes Deterioradas nas Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	151
7.4. Análises Estatísticas dos Resultados Físicos, Biológicos e de Reconstrução e Modelagem das Fachadas do Palácio da Soledade	152
7.5. Equação Integrada de Avaliação de Qualidade do Patrimônio Histórico	153
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	159
8.1. Análise Microbiológica das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	159
8.2. Análise Fotogramétrica das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	162
8.3. Considerações Estatísticas das Variáveis Físicas, Biológicas e de Reconstrução e Modelagem	167
8.4. Análise de Qualidade Patrimonial do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP	170
9. CONCLUSÕES	172
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	175
CAPÍTULO V	179
10. CONCLUSÕES GERAIS	180
APÊNDICE A - Análise quantitativa e qualitativa das manifestações patológicas das fachadas do Palácio da Soledade para formular o fator GUT Gravidade no estudo físico	186
APÊNDICE B - Resultados dos parâmetros utilizados para a concepção dos Índices de Manifestação Patológica (IMP), Capacidade de Reconstrução (ICR) e Infestação Biológica (IIB) do Palácio da Soledade	189
ANEXO A – Normas da Revista Conservar Patrimônio e comprovação de submissão de artigo	192

DEDICATÓRIA

Ao meu pai e grande amigo, Ranavalo José Leal Martins.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Ranavalo José Leal Martins, por todo investimento, incentivo e apoio durante toda a minha jornada.

À minha orientadora, Roberta Richard Pinto, pela oportunidade, confiança, apoio e orientação durante todo o processo neste mestrado.

À minha co-orientadora, Eliana Cristina Barreto Monteiro, pela oportunidade, confiança, apoio e orientação durante todo o processo neste mestrado.

Ao grande amigo Felipe Casa Nova Furtado por todo apoio técnico prestado e pelo companheirismo na jornada durante o processo da Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco.

À grande amiga Maria Catarina de Farias Caldas por todo apoio e companheirismo durante o processo da Pós-Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco.

Aos professores e ex-professores da graduação de Engenharia Civil da Universidade Católica de Pernambuco que por alguma maneira contribuíram com meu ingresso e evolução neste mestrado.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco pela paciência, ensinamentos e orientações.

Aos colegas de classe do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco, por todo apoio quando foi necessário.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, FACEPE, pela oportunidade e investimento em mim e no meu projeto.

A todos, obrigado.

*“Quando o extraordinário se torna cotidiano, é a revolução.”
Ernesto “Che” Guevara*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Art.	Artigo
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
DAS	Ágar Sabouraud Dextrose
CEC – PE	Conselho Estadual de Cultura de Pernambuco
ESIG	Sistema de Informação Geográfica
FUNDARPE Pernambuco	Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
ICR	Índice de Capacidade de Reconstrução
IIB	Índice de Infestação Biológica
IMP	Índice de Manifestação Patológica
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IQPH	Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico
MATLAB®	Matrix Laboratory
MEF	Método de Elementos Finitos
ONU	Organização das Nações Unidas
SICG	Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão
SPHAN	Serviço do Patrimônio Histórico Nacional
UNICAP	Universidade Católica de Pernambuco
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
ZEPH	Zona Especial de Patrimônio Cultural

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 - Sujidade presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	32
Figura 2 - Pintura destacada presente na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	33
Figura 3 - Reboco deslocado presente na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	34
Figura 4 - Crescimento de vegetação na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	35
Figura 5 - Fissuras presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	36
Figura 6 - Grade frontal ornamental corroída na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Recife, Pernambuco, Brasil.....	37
Figura 7 - Bolor presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	38
Figura 8 - Corrosão em viga presente na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Recife, Pernambuco, Brasil.....	39
Figura 9 - Perda de seção em pilar na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Recife, Pernambuco, Brasil.....	40
Figura 10 - Janela de madeira deteriorada na fachada da Escola Normal Pinto Júnior, Recife, Pernambuco, Brasil.....	41

CAPÍTULO III

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de pesquisa.....	72
Figura 2 A – Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Fachada Sudoeste do Palácio da Soledade.....	74
Figura 2 B – Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: b) Localização do Palácio da Soledade visto pelo Sistema de Integração Geográfica (ESIG) da Prefeitura do Recife.....	74

Figura 3 A – Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil, na década de 1970: a) Destacamento de pintura na fachada Nordeste.....	76
Figura 3 B – Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil, na década de 1970: b) Sujidade na fachada Noroeste.....	76
Figura 3 C – Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil, na década de 1970: c) Desplacamento de reboco na fachada Nordeste.....	76
Figura 4 – Fluxograma para concepção dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	77
Figura 5 – Nomeação das fachadas em relação ao Norte geográfico do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	79
Figura 6 A – Fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Fachada Sudoeste.	79
Figura 6 B – Fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: b) Fachada Noroeste.....	79
Figura 6 C – Fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: c) Fachada Nordeste.....	80
Figura 6 D – Fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: d) Fachada Sudeste.....	80
Figura 7 – Fluxograma para concepção das matrizes GUT das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	84
Figura 8 – Mapa de danos da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	91
Figura 9 – Mapa de danos na fachada Sudoeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	94
Figura 10 – Mapa de danos da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	96

Figura 11 – Mapa de danos da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	99
Figura 22 – Mapa de danos da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	103
Figura 13 – Mapa de danos da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	106
Figura 14 – Carta Solar da cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.....	110
Figura 15 – Períodos das estações do ano na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil, em base da Carta Solar.....	110
Figura 16 – Incidência solar na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	111
Figura 17 – Incidência solar na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	112
Figura 18 – Incidência solar na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	113
Figura 19 – Incidência solar na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	114
Figura 20 A – Carta de Ventos: a) Frequência de ventos da cidade de Recife, Pernambuco, Brasil.....	115
Figura 20 B – Carta de Ventos: b): Velocidades predominantes dos ventos na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.....	115
Figura 21 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	121
Figura 22 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudoeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	122

Figura 23 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	123
Figura 24 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	124
Figura 25 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	125
Figura 26 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	125

CAPÍTULO IV

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de elaboração da equação de Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico.....	143
Figura 2 – Fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	144
Figura 3 – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	147
Figura 4 A – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) fachada Sudoeste.....	147
Figura 4 B – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: b) fachada Noroeste.....	147
Figura 4 C – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: c) fachada Sudeste.....	148
Figura 4 D – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: d) fachada Nordeste.....	148

Figura 5 A – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) fachada Sudoeste.....	160
Figura 5 B – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: b) fachada Noroeste.....	160
Figura 5 C – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: c) fachada Sudeste.....	160
Figura 5 D – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: d) fachada Nordeste.....	161
Figura 6 A – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Ornamental – Brasão.....	162
Figura 6 B – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: b) Ornamental – Sancas junto a alvenaria.....	163
Figura 6 C – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: c) Ornamental – Sancas.....	163
Figura 6 D – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: d) Alvenaria.....	164
Figura 6 E – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: e) Reboco.....	164

ANEXO A

Figura 1 A – Normas da revista Conservar Património: a) página 1.....	192
Figura 1 B – Normas da revista Conservar Património: b) página 2.....	193
Figura 1 C – Normas da revista Conservar Património: c) página 3.....	194
Figura 1 D – Normas da revista Conservar Património: d) página 4.....	195
Figura 1 E – Normas da revista Conservar Património: e) página 5.....	196
Figura 1 F – Normas da revista Conservar Património: f) página 6.....	197
Figura 1 G – Normas da revista Conservar Património: g) página 7.....	198
Figura 1 H – Normas da revista Conservar Património: h) página 8.....	199
Figura 1 I – Normas da revista Conservar Património: i) página 9.....	200

Figura 2 – Print de comprovação de submissão do artigo intitulado Integrated analysis of pathological manifestations on façades with damage maps and gut matrix: Palácio da Soledade, Museum of Archaeology and Natural Sciences of UNICAP, Boa Vista, Recife – PE.....201

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO II

Quadro 1 – Principais manifestações patológicas em fachadas.....	31
-------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO III

Quadro 1 – Histórico de atividades técnicas no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	75
Quadro 2 – Bibliografia de apoio para execução dos mapas de danos.....	80
Quadro 3 – Parâmetros para pontuar qualitativamente as patologias das fachadas.....	85
Quadro 4 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	92
Quadro 5 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	95
Quadro 6 – Relatório fotográfico da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	97
Quadro 7 – Relatório fotográfico da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	100
Quadro 8 – Relatório fotográfico da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	104
Quadro 9 – Relatório fotográfico da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	107

CAPÍTULO IV

Quadro 1 – Localização das coletas feitas na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	148
Quadro 2 – Localização das coletas feitas na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	149

Quadro 3 – Localização das coletas feitas na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.	149
Quadro 4 – Localização das coletas feitas na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	150

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

Tabela 1 – Pesos e parâmetros dos fatores GUT.....	84
Tabela 2 – Métrica para obter o Fator Tendência no método GUT.....	85
Tabela 3 – Métrica para obter o Fator Gravidade no método GUT.....	89
Tabela 4 – Métrica para obter o Fator Urgência no método GUT.....	90
Tabela 5 – Incidência total das manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	108
Tabela 6 – Precipitação e Umidade relativa média acumulada na Região Metropolitana de Recife (RMR) no ano de 2023.....	117
Tabela 7 – Resultados dos Fatores Tendência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	119
Tabela 8 – Resultados dos Fatores Gravidade para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	126
Tabela 9 – Resultados dos Fatores Urgência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	128
Tabela 10 – Análise GUT das fachadas Sudoeste, Sudoeste Oculta, Noroeste, Sudeste, Nordeste e Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Recife, Pernambuco, Brasil.....	130

CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Métrica para obtenção dos pesos (P) conforme o número de manifestações patológicas totais.....	156
Tabela 2 – Métrica para obtenção dos pesos (P) conforme a complexidade de reconstrução.....	157
Tabela 3 – Classificação dos níveis de qualidade do patrimônio histórico.....	158
Tabela 4 – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	159

Tabela 5 – Dados quantitativos das ocorrências de deterioração registradas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	166
Tabela 6 – Análise dos indicadores e parâmetros observados no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	168

APÊNDICE A

Tabela 1 – Análise quantitativa e qualitativa da sujidade nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	186
Tabela 2 – Análise quantitativa e qualitativa do destacamento de pintura nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	186
Tabela 3 – Análise quantitativa e qualitativa do deslocamento de reboco nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	186
Tabela 4 – Análise quantitativa e qualitativa de vegetação nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	186
Tabela 5 – Análise quantitativa e qualitativa das fissuras nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	187
Tabela 6 – Análise quantitativa e qualitativa de corrosão de grades nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	187
Tabela 7 – Análise quantitativa e qualitativa de mofo ou bolor nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	187
Tabela 8 – Análise quantitativa e qualitativa de corrosão de armadura nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	187
Tabela 9 – Análise quantitativa e qualitativa de perda de seção nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	188
Tabela 10 – Análise quantitativa e qualitativa de madeira deteriorada nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	188

APÊNDICE B

Tabela 1 – Parâmetros para modelagem do Índice de Manifestação Patológica (IMC) do Palácio da Soledade.....	189
Tabela 2 – Parâmetros para modelagem do Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR) do Palácio da Soledade.....	189

Tabela 3 – Parâmetros para modelagem do Índice de Infestação Biológica (IIB) do Palácio da Soledade.....	190
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO III

Gráfico 1 – Incidência patológica da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	92
Gráfico 2 – Incidência patológica da fachada Sudoeste oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	95
Gráfico 3 – Incidência patológica da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	96
Gráfico 4 – Incidência patológica da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	100
Gráfico 5 – Incidência patológica da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	103
Gráfico 6 – Incidência patológica da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	106
Gráfico 7 – Incidência total das manifestações patológicas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	109

CAPÍTULO IV

Gráfico 1 - Análise de principais componentes (PCA) dos indicadores observados no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.....	169
Gráfico 2 - Análise de principais componentes (PCA) relacionando as fachadas observadas no Palácio da Soledade, Soledade, Recife, Pernambuco, Brasil...	169

LISTA DE EQUAÇÕES*CAPÍTULO IV*

Equação 1 – Equação do Índice de Manifestação Patológica (IMP).....	155
Equação 2 – Equação do Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR).....	156
Equação 3 – Equação do Índice Infestação Biológica (IIB).....	157
Equação 4 – Equação do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH).....	158
Equação 5 – Cálculo do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico.....	170

RESUMO

A gestão de conservação patrimonial de edificações históricas tem ampla importância na sociedade, pois, perpetua a cultura e identidade local em contextos políticos, sociais, econômicos e urbanos. No entanto, a grande tendência do cenário brasileiro atual são patrimônios históricos em estágios severos de deterioração estrutural, principalmente em suas fachadas, em virtude de manifestações patológicas desencadeadas por agentes físicos, químicos e biológicos. Sabe-se que os processos de restauração patrimonial são onerosos e requer mão-de-obra qualificada. O estudo foi realizado no Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco, Bairro da Boa Vista, Recife, Pernambuco. Foram realizados estudos de análise física (Mapas de danos das fachadas junto ao Método GUT), ambiental (coleta e análise quantitativa e patogênica de microrganismos presentes nas fachadas) e de modelagem (fotogrametria digital para análise de dificuldade de reconstrução de partes deterioradas das fachadas). As fachadas do Palácio da Soledade estão sofrendo bastante com as altas incidências de manifestações patológicas, infestações biológicas e com as múltiplas ocorrências de deterioração ornamental, principalmente em sua fachada Sudoeste, a principal da edificação. O nível do índice de qualidade do patrimônio histórico irá piorar qualitativamente se não ocorrer urgentes atividades de revitalização. O objetivo do estudo foi construir uma nova estratégia de gestão obtendo um novo método integrado de análise conforme os resultados dos parâmetros em estudo para que seja possível entender o nível da qualidade de conservação do patrimônio histórico para possibilitar melhores decisões tomadas pelos gestores sobre as atividades de restauro estrutural e manutenção das fachadas.

Palavras-chave: Gestão Patrimonial; Fachadas; Deterioração; Monitoramento Ambiental; Análise Integrada.

ABSTRACT

Heritage conservation management of historic buildings is of great importance to society, as it perpetuates local culture and identity in political, social, economic and urban contexts. However, the major trend in the current Brazilian scenario is historic buildings in severe stages of structural deterioration, especially on their façades, due to pathological manifestations triggered by physical, chemical and biological agents. It is known that heritage restoration processes are costly and require skilled labor. The study will be carried out at the Soledade Palace, where the Museum of Archaeology and Natural Sciences of the Catholic University of Pernambuco is located, in the Boa Vista neighborhood, Recife, Pernambuco. Physical analysis (façade damage maps using the GUT method), environmental (collection and quantitative and pathogenic analysis of microorganisms present on the façades) and modeling (digital photogrammetry to analyze the difficulty of reconstructing deteriorated parts of the façades) studies will be carried out. The facades of the Soledade Palace are suffering greatly from the high incidences of pathological manifestations, biological infestations and multiple occurrences of ornamental deterioration, especially on the south-west facade, the main facade of the building. The level of the historic heritage quality index will worsen qualitatively if urgent revitalization activities do not take place. The aim of the study is to build a new management strategy by obtaining a new integrated method of analysis according to the results of the parameters under study so that it is possible to understand the level of conservation quality of the historic heritage to facilitate the prioritization of decisions made by the manager on structural restoration and façade maintenance activities.

Keywords: Heritage Management; Facades; Deterioration; Environmental Monitoring; Integrated Analysis.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Patrimônio provém de uma terminologia em latim “*pater*” que significa paterno ou pai. As heranças cujo os filhos recebem do pai é a representação da palavra patrimônio nesta perspectiva, mas, logo irradiou-se para bens herdados por grupos sociais, a cada geração seguinte como método de passar adiante o conhecimento (Murguia; Yassuda, 2007). Logo, analiticamente, o patrimônio cultural pode ser compreendido em três faces ou grandes categorias: Os elementos pertencentes ao meio ambiente, o conhecimento às técnicas e os bens culturais (Lemos, 2010). Diante desta ideia, o patrimônio cultural é composto por bens materiais e imateriais, tangíveis e intangíveis, seja disposto singularmente ou coletivamente. As ações, as memórias da sociedade através do tempo, manifestações artísticas, e cultura das classes se enquadram neste campo de ideias (Amorim, 2011).

A partir do Art. 1º do Decreto Lei Nº 25 o patrimônio histórico cultural é constituído dos bens móveis e imóveis na qual a sociedade detém o interesse de conservação, pela vinculação à memória, e aos valores arqueológicos, etnográficos, bibliográficos e artísticos (Brasil, 1937).

Destrinchando ainda mais o termo, consideramos que em vigor de pertencimento ao patrimônio histórico cultural são: monumentos arquitetônicos, sítios arqueológicos e históricos, dança, música, comidas típicas, hábitos e costumes, artes plásticas e etc., porém de uma forma mais técnica o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) detém duas grandes classes para dividir o que compõe o termo patrimônio histórico cultural: bens móveis (acervos cinematográficos, fotográficos, videográficos, arquivísticos, bibliográficos, documentais e museológicos) e bens imóveis (bens individuais, núcleos paisagísticos, sítios arqueológicos e núcleos urbanos) (Brasil, 1937; Amorim, 2011).

Especificamente se tratando de patrimônio histórico arquitetônico, afirma-se que é pertencente à cultura representando uma identidade local, pois, resume a ideia de uma época histórica de toda sociedade. Por fazer parte da cultura social é configurado parte da história política, social, econômica e urbana da cidade. É constituído de bens históricos importantes caracterizados pelos valores artísticos, de identidade e de tradições demonstrando a herança social

insubstituível. Esta vertente é retratada por edifícios, igrejas, monumentos, ferrovias, e etc. (Melo Filho *et al.*, 2020; Amorim *et al.*, 2023).

O Estado brasileiro é culturalmente diverso, principalmente quando falamos sobre cultura material e imaterial. Dentre estes, estão as edificações que historicamente perduraram ao longo da evolução da sociedade brasileira e aquelas que viraram patrimônios reconhecidos, remetendo assim à herança dos que construíram o país e as culturas existentes. Os patrimônios históricos arquitetônicos atravessaram épocas e hoje ainda desempenham papel orgânico nas cidades brasileiras em que se situam. São grandes exemplos de representatividade cultural e por isso as propostas de gestão para a preservação destas edificações tornam-se fundamentais para a gestão urbana das cidades.

No entanto, a preservação patrimonial é um grande desafio no ponto de vista técnico, pois, assim como as edificações contemporâneas, os prédios históricos tombados também sofrem com as intempéries físicas, químicas e biológicas, desencadeando o aparecimento de manifestações patológicas, principalmente em suas áreas externas, como por exemplo, as fachadas. Com a defasagem da durabilidade dos materiais que compõem as edificações, a descaracterização profunda da identidade destes prédios é iminente, desconstruindo desta forma o retrato temporal que representa esses patrimônios. Amplos são os casos de patrimônios históricos edificados no Brasil em que suas estruturas estão descontinuadas tanto pela ação do tempo e agressividade do meio, quanto pela falta de manutenção e revitalização (Stolz; Wasem, 2020; Bernardi; Lopes, 2020).

O aparecimento de manifestações patológicas nas edificações pode proporcionar uma queda de desempenho em suas estruturas, resultando na falta de integridade estrutural e colocando em risco a estabilidade da edificação e aqueles que o utilizam. Caso as manifestações não sofram intervenções estruturais de revitalização, em casos mais alarmantes, podem proporcionar o colapso da edificação (Pereira, 2020).

Com o intuito de extinguir a ocasionalidade do aparecimento das manifestações patológicas, métodos de gerenciamento na engenharia civil são propostos para eliminar os impactos negativos causados por elas nas estruturas. O gerenciamento de danos é um método progressista que detém as fases de

reconhecimento dos danos, dos riscos e da gravidade, para em seguida aplicar o plano de revitalização.

As possibilidades de métodos de diagnóstico destes casos são inúmeras, mas podem ser divididos em análises destrutivas e não-destrutivas, no entanto quando se trata de edificações históricas, alguns autores defendem que estes ensaios devem ser de natureza não-destrutiva a fim de não causar danos adicionais (Dorrego et al., 2003). Ferramentas como mapas de danos, o método Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) e a fotogrametria digital são primordiais para analisar os danos provocados pelas manifestações patológicas, principalmente em fachadas. A integração destas ferramentas proporciona simultaneamente a visualização de onde se apresentam as manifestações juntamente com seus níveis de gravidade, ajudando então, as tomadas de decisão de forma avaliativa e prioritária às ocasiões de maiores riscos. E a fotogrametria digital vem no auxílio de enriquecer as análises e discussões sobre ao níveis de dificuldade de reconstrução das partes deterioradas nas estruturas estudadas. Estas análises facilitarão a execução das atividades de intervenção e manutenção no plano de gerenciamento dos danos (Kepner; Tregoe, 1981; Christofolletti, 1999; Lemos *et al*, 2022).

O monitoramento e controle ambientais, de características como: temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e a presença de agentes biológicos, têm como objetivo garantir condições adequadas para a conservação preventiva dos acervos e ambientes (Teixeira; Ghizoni, 2012). No que concerne à presença de agentes biológicos, os microrganismos merecem uma atenção especial, devido a sua diversidade de adaptação e sobrevivência nas mais diversas condições ambientais. A dispersão natural de microrganismos está relacionada a aspectos multifatoriais (Valentín, 2012). Em condições ambientais favoráveis, os microrganismos podem crescer sobre diferentes substratos, provocando a biodeterioração dos mesmos. E ainda podem atuar como potenciais agentes causadores de processos patológicos quando inalados ou transferidos aos indivíduos que tiverem contato com os mesmos, dependendo da susceptibilidade individual (López-Martínez *et al.* 2007). Esse contexto se agrava nas regiões tropicais, onde as condições de temperatura e umidade elevadas podem favorecer a proliferação de diversas espécies de fungos (Valentín, 2012), incluindo nas edificações históricas.

Considerável parcela das edificações históricas brasileiras encontra-se degradadas em virtude da ação do tempo, de agentes atmosféricos, climáticos e biológicos. É sabido que processos de restauração são mais onerosos, necessitam de mão-de-obra qualificada e envolvem materiais e técnicas que não pertencem mais a atualidade, logo o diagnóstico do estado de conservação é sempre o primeiro passo antes de intervir em edificações históricas, constituindo-se uma análise minuciosa e complexa sobre os processos patológicos existentes.

A cidade do Recife é considerada um dos grandes núcleos patrimoniais do Brasil por conter diversos patrimônios históricos não edificados, mas principalmente edificados. Com mais de 400 anos, Recife detém muitas edificações tombadas promovendo a perpetuação da cultura local. No entanto, como afirma Costa e Silva (2022), as construções destas edificações não seguiam nenhuma diretriz normatizada para garantir o controle tecnológico de qualidade, além disso, os materiais de construção eram trabalhados de forma experimental ao ponto que achassem correto. Logo, por esta falha técnica de construção e com a defasagem da realização da manutenção periódica nestas edificações, potencializa-se o aparecimento das manifestações patológicas que afetam suas estruturas de forma degradante e muitas vezes irreversíveis (Lemos *et al.*, 2022).

Visto que as fachadas do Palácio da Soledade, onde está situado o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), um patrimônio histórico edificado na cidade do Recife, se encontram bastante deterioradas pelas diversas manifestações patológicas, este estudo tem como objetivo executar os mapas de danos aplicando os resultados junto ao método GUT, avaliar ambientalmente o contexto físico diante das coletas microbiológicas das fachadas e analisar a dificuldade de reconstrução de ornamentos deteriorados das fachadas utilizando a fotogrametria digital. Logo, criar um relatório técnico mais analítico sobre o estado de conservação física a partir da criação de parâmetros e índices convergindo os três estudos de forma que seja possível a criação de uma metodologia integrada para que possa indicar o real e atual nível de conservação do patrimônio edificado possibilitando melhores tomadas de decisões das possíveis ações de revitalização que irão ser apontadas pelo gestor da edificação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Alavancar novas estratégias integradas para a gestão de patrimônios históricos a partir de um estudo de caso, no Palácio da Soledade localizado na Cidade do Recife, Pernambuco, utilizando dados ambientais, estruturais e reconstrução em 3D.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar o estado de conservação do Palácio da Soledade, através da elaboração de mapa de danos: a) Executar levantamentos físico e histórico da edificação estudada; b) Realizar inspeções e levantamento das manifestações patológicas nas fachadas; c) Elaborar os seus respectivos mapas de danos.
- Monitoramento e controle microbiológico ambiental: a) Realizar monitoramento e controle ambiental das características dos ambientes do Palácio da Soledade; b) Coletar amostras dos ambientes com manifestações patológicas no Palácio da Soledade; c) Analisar e isolar os fungos filamentosos e leveduras das amostras coletadas; d) Caracterizar morfológicamente os fungos e as leveduras isolados das amostras coletadas; e) Verificar o perfil patogênico das espécies microbianas isoladas das amostras coletadas; f) Identificar, de forma preliminar, os gêneros microbianos isolados nas amostras coletadas.
- Reconstruir tridimensionalmente as estruturas danificadas do edifício, propondo medidas de conservação aos danos que sejam viáveis ambientalmente e historicamente;
- Produzir análise integrada em edificações histórica utilizando dados estruturais, ambientais e de modelagem e reconstrução 3D a fim de propor ao Governo e demais gestores de edificações históricas a criação de um protocolo integrado de gestão preventiva patrimonial.

CAPÍTULO II

ARTIGO I: CONSERVATION MANAGEMENT OF HISTORIC BUILDING FAÇADES: A LITERATURE REVIEW.

RESUMO

Há muitos desafios para garantir a durabilidade dos patrimônios históricos edificados frente às intempéries e ao tempo, que promovem deteriorações e deficiências no desempenho de suas estruturas. Os aparecimentos de manifestações patológicas em fachadas de patrimônios edificados são semelhantes entre si, mas nem todo caso é pelo mesmo motivo. Os métodos empregados para a obtenção dos resultados foi uma vasta pesquisa na literatura bibliográfica sobre gestão, manifestações patológicas em fachadas, metodologias e ferramentas de análise de danos em fachadas, todos estes relacionados a preservação do patrimônio edificado. Foram utilizadas as bases literárias Research Gate, Google Acadêmico, SciElo e OasisBr, utilizando as palavras-chave patrimônio histórico edificado, gestão patrimonial, manifestações patológicas, fachadas, métodos de análise, deterioração. O objetivo deste estudo é promover uma revisão bibliográfica sobre a conservação de fachadas em patrimônios históricos edificados, abordando conceitualmente definições das manifestações patológicas, ferramentas de análise de danos em fachadas e uma contextualização de gestão patrimonial no Brasil. A conservação de edificações históricas é um grande desafio para os órgãos responsáveis e aos demais gestores, pois, a falta de incentivo financeiro à conservação e a alta incidência de manifestações patológicas promovem vários níveis de deterioração nos patrimônios, principalmente nas fachadas. Logo, a análise integrada utilizando métodos físicos, ambientais e de modelagem para apontar os níveis do estado de conservação do prédio torna-se um ótimo viés para um relatório mais completo e assim possibilitar melhores tomadas de decisão dos gestores frente as atividades de revitalização e conservação patrimonial.

Palavras-chave: Patrimônio Histórico; Edificações; Manifestações Patológicas; Análises; Gestão Patrimonial; Brasil.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Patologias em Fachadas de Patrimônios Históricos Arquitetônicos

3.1.1. Durabilidade e manifestações patológicas

Quando tratamos sobre durabilidade em edificações é notável que ao decorrer da vida útil de um edifício o aparecimento de deficiências em seu desempenho resulta em uma progressiva degradação, e isso deve-se tanto ao seu uso, como às intempéries e ações do tempo. Porém, outras ocasiões podem ser relacionadas como motivações determinantes para deterioração de uma edificação como por exemplo falhas em sua execução, poluição, falta de manutenção e biodeterioração (Stolz; Wasem, 2020).

A durabilidade de materiais é proposta como a capacidade de um componente específico conservar suas características originais em sua performance de uso ao longo de sua vida útil. Porém nada e nenhum material é completamente resistente, o desgaste conforme sua performance é inevitável. Interações químicas, físicas e biológicas são fatores para que os materiais percam a consistência, condição importante para a durabilidade dos compostos. Logo, atrelando o conceito para edificações, entende-se que estas têm estipulada uma vida útil, que deve ser concebido em projeto, durante sua utilização (Borba, 2022). De uma forma mais técnica, durabilidade é o fator que gera a capacidade de uma edificação desempenhar suas funções, ao decorrer de sua vida útil, e sob condições de manutenção específicas (ABNT NBR 15575, 2013). Diante da defasagem da durabilidade perante às edificações, as patologias surgem. Na engenharia civil este termo é utilizado como a ciência de estudo das origens, sintomas e causas da deterioração e das manifestações malélicas encontradas nas estruturas das edificações. Em linhas gerais, o fator de durabilidade, analisa e pondera conceitualmente as manifestações patológicas que comprometem a capacidade mecânica, funcional ou estrutural existentes nas edificações (Stolz; Wasem, 2020; Borba, 2022).

As manifestações patológicas não podem ser atribuídas a uma única motivação, um único fator, e sim a resultante de diversos fatores acumulados com o passar do tempo até que uma avaria mais incidente seja aparentemente notável. Esses fenômenos sintomáticos podem ser relacionados e classificados em quatro classes (Macedo, 2016):

- a) **Congênitos:** manifestações que tem origem na fase de projeto pela falta de cumprimento com as normas técnicas, ou por omissões e erros do projetista;
- b) **Construtivos:** manifestações que ocorrem na fase de execução da obra;
- c) **Adquiridas:** manifestações que aparecem em virtude da exposição ao meio;
- d) **Acidentais:** manifestações que surgem por eventos atípicos como incêndios ou situações destrutivas intencionais.

3.1.2. *Deterioração nas fachadas de patrimônios históricos arquitetônicos*

As edificações que fazem parte do patrimônio cultural de uma ou mais sociedades, são de suma importância para conservação da história, logo é primordial atividades de manutenção garantindo a habitabilidade, sustentabilidade e segurança de suas estruturas (Stolz; Wasem, 2020). Amplos casos de edificações patrimônio histórico no Brasil encontram-se com suas estruturas descontinuadas, degradadas pelos efeitos da ação do tempo, intempéries físicas, químicas, biológicas, e claro pela ação humana, seja por atitudes depredatórias ou pela negligência à conservação (Bernardi; Lopes, 2020).

Os aparecimentos de manifestações patológicas nas edificações históricas apresentam semelhanças entre si, porém cada uma detém algum fator específico e singular diante do seu caso. Tais incidências, atreladas às fachadas, podem ser descritas normalmente como o aparecimento de manchas, biodeterioração, umidade, fissuras, trincas, destacamento de revestimento, deslocamento de substrato, corrosão de grades (quando existentes), corrosão em elementos estruturais, dentre outros. As causas para o aparecimento dessas anomalias podem ser concebidas por alguma ação direta e primária ou indireta e secundária. Por exemplo, a deterioração por biodeterioração sucede o aparecimento de umidade na estrutura, ou seja, uma manifestação por ação secundária (Moresco *et al.*, 2015; Bernardi; Lopes, 2020).

Os problemas principais mais típicos relacionados à degradação destas edificações históricas, essencialmente edificações construídas na Região Neotropical, são a corrosão de armaduras, fissuração e principalmente

problemas pela falta de estanqueidade nas estruturas externas e internas, abrindo portas para ataques químicos e biológicos. Estas ocasiões afetam tanto o exterior quanto o interior das edificações, acarretando na falta de segurança, perda da memória e do valor do edifício (Borges, 2022).

A vedação de uma edificação é composta especialmente pelas fachadas que a compõem e inevitavelmente estas são mais vulneráveis aos fatores climáticos e ambientais. As fachadas obtêm a funcionalidade de proteger o edifício internamente e de suas estruturas para desempenhar esta função adequadamente deve-se ocorrer manutenções periódicas, para ampliar de forma significativa a vida útil da edificação e garantias de durabilidade (Daudt, 2023). Considerável parcela das edificações históricas brasileiras encontra-se degradadas em virtude da ação do tempo, de agentes atmosféricos, climáticos e biológicos. É sabido que processos de restauração são mais onerosos, necessitam de mão-de-obra qualificada e envolvem materiais e técnicas que não pertencem mais a atualidade, destarte o diagnóstico do estado de conservação é sempre o primeiro passo antes de intervir em edificações históricas, constitui-se uma análise minuciosa e complexa que envolve diversas causas e consequências para os processos patológicos existentes. As possibilidades de métodos de diagnóstico nestes casos são inúmeras, mas podem ser divididos em análises destrutivas ou não-destrutivas, no entanto quando se trata de edificações históricas, alguns autores defendem que estes ensaios devem ser de natureza não-destrutivas a fim de não ocasionar danos (Dorrego *et al.*, 2003). Frente a isso, temos um cenário extenso com a presença de manifestações patológicas nestas edificações, especialmente nas fachadas não podemos relacionar este pensamento em fase de projeto e execução por não sabermos como se davam os métodos com assertividade em épocas passadas. Porém, atualmente é concebível que em maior parte dos patrimônios históricos arquitetônicos essa negligência com a manutenção preventiva é muito retratada a ponto de vermos diversas edificações em estado crítico de degradação, de modo que fica facilmente visível as manifestações em suas fachadas, como a biodeterioração, fissuras, sujidades, manchas e eflorescência por exemplo. A presença destas avarias na estrutura externa, prejudica a durabilidade e o desempenho do sistema de tal modo que reflete negativamente nos ambientes

internos, além de gerar riscos iminentes de acidentes com o deslocamento e queda de estrutura (Moresco *et al.*, 2015).

Em alguns casos a manutenção das fachadas dessas edificações é feita de maneira corretiva na superfície da estrutura, a partir de reparos. Entretanto, pouco se é explorado a partir de estudos investigativos e análises técnicas, se estes danos são de fato superficiais. Diversos danos que se percebem de forma superficial podem apresentar-se como uma patologia mais profunda. Diante disso, durante a manutenção corretiva e levando em consideração um material de construção de baixa qualidade, pode-se apresentar um aumento de manifestações patológicas nas fachadas (Moresco *et al.*, 2015).

Pode-se ver no Quadro 1 as principais manifestações patológicas em fachadas, seja na camada de pintura ou na camada de revestimento aderido (emboço):

Quadro 1 – Principais manifestações patológicas em fachadas.

Camada Manifestada	Manifestação patológica
Emboço (revestimento de argamassa)	Descolamento ou Desplacamento Fissura Pulverulência ou desagregação Eflorescência Mancha
Camada de pintura	Descolamento ou Destacamento Fissura Bolha

Fonte: Daudt, 2023.

Logo, como as manifestações patológicas em fachadas de patrimônios históricos arquitetônicos concebem-se como um assunto amplo, durante esta revisão, serão apontadas e discutidas apenas as manifestações patológicas avaliadas perante este estudo.

3.1.2.1. *Sujidade*

É uma crosta negra (Figura 1), identificada geralmente diante das fachadas sendo conceituadas como finas camadas de partículas exógenas se retratando como uma superfície escura e suja. Esta manifestação tem seu

aparecimento ocasionado pelos poluentes atmosféricos em suspensão que se acumulam nas superfícies das fachadas da edificação (Lemos *et al.*, 2022).

Figura 1 – Sujidade presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024

3.1.2.2. *Destacamento de pintura*

Esta manifestação tem sua ocorrência atrelada aos esforços internos motivados pela variação térmica entre os materiais do substrato das fachadas, onde mecanicamente se movimentam superando a resistência de cisalhamento entre o revestimento e o reboco (Daudt, 2023). Em termos mais simples é quando a pintura sobre a fachada perde a aderência ao reboco (Figura 2). Esta manifestação sucede quando o substrato da fachada, ou seja, o reboco, perde suas propriedades ligantes e de rigidez. Podendo ter também como fator acelerador umidade e alta incidência solar. Manchas úmidas encontradas em fachadas são potenciais vetores para ocasionar este tipo de patologia (Lemos *et al.*, 2022).

Figura 2 – Pintura destacada presente na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

3.1.2.3. *Desplacamento de reboco*

Não muito diferente da manifestação citada acima, esta é atrelada em relação aos substratos das fachadas, ou seja, chapisco, emboço e reboco. As motivações para esta manifestação patológica se apresentar nas fachadas está muito associado ao baixo teor de aglomerante, aplicação de cal sem estar totalmente hidratada ou alta presença de finos ou dissolução de sais nas argamassas utilizadas. E isto resulta consequentemente na degradação progressiva ou colapsos espontâneos de partes do reboco, expondo o emboço e chapisco (Figura 3). Esta exposição é um fator que pode desencadear outras anomalias como o aparecimento de mofo nos ambientes internos da edificação (Macedo, 2016; Lemos *et al.* 2022).

Figura 3 – Reboco deslocado presente na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

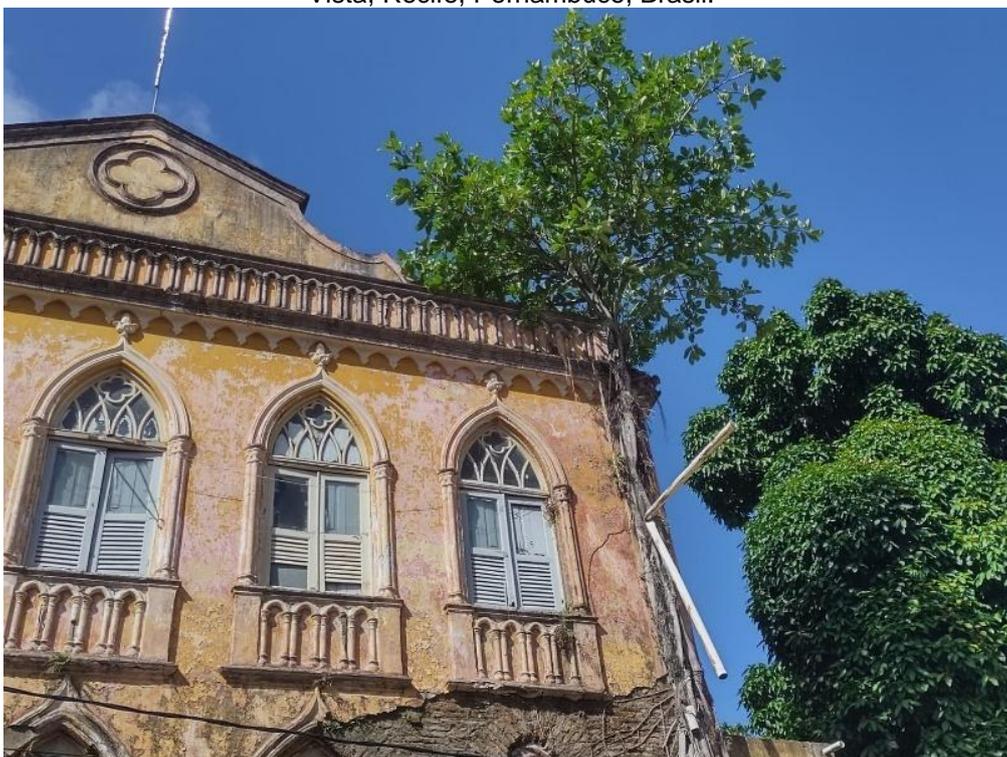
Com a alta incidência de pontos com umidade sobre as fachadas nas edificações, a tendência é que uma manifestação como esta se agrave de forma mais brusca ao ponto em que a degradação estrutural do sistema construtivo não suporte e ceda. O deslocamento de reboco contribui para o aparecimento de outras patologias e coloca em risco aqueles que utilizam das estruturas da edificação (Oliveira, 2013; Macedo *et al.*, 2018; Lemos *et al.*, 2022).

3.1.2.4. *Vegetação*

Esta manifestação patológica provoca alteração indesejável dos materiais presentes nas fachadas de uma edificação e é proveniente das ações de pequenas plantas que acabam utilizando das fachadas como área de superfície para proliferação. Tais interações podem produzir ácidos, alterar superfícies, aumentar a retenção de água em pontos das fachadas, aumento na absorção do calor, como atacam mecanicamente, ocasionando variações de tensões

internamente por suas propriedades e provocando a desagregação dos materiais das fachadas dos edifícios. Mas não é somente ocasionada plantas de pequeno porte, mas também por plantas vasculares de médio e grande porte (Figura 4) (Rocha, 2017).

Figura 4 – Crescimento de vegetação na fachada frontal da Escola Normal Pinto Júnior, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

3.1.2.5. *Fissuras*

Esta manifestação patológica é um pouco mais complexa em relação às outras que deterioram as fachadas, pois, há uma dificuldade na identificação do agente que proporcionou o seu aparecimento, ainda mais quando as fissuras se apresentam na camada mais superficial do revestimento (Daudt, 2023). É vista comumente em fachadas (Figura 5), e são motivadas por diferentes causas: mecânicas, térmicas, químicas e/ou microbiológicas. As fissuras são geradas pela ação de forças de tração sobre o material. São abundantes em edifícios históricos e afetam as características estruturais, de durabilidade e estética da edificação (Moresco *et al.*, 2015).

Figura 5 – Fissuras presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

Esta manifestação tende a ser classificada pela espessura, direção, causa; como também podem atribuir motivações para que haja o seu desencadeamento como por exemplo as variações de umidade, variações térmicas, deformabilidade da estrutura diante de sobrecargas, recalques de fundações ou tensões concentradas por exemplo (Borba, 2022; Leitão Neto, 2022; Lemos *et al.*, 2022).

As movimentações higroscópicas como também reações de retração de argamassas perante a reação química do cimento, em fase de cura, são agentes contribuidores para o surgimento de fissuras. Assim como as movimentações térmicas onde são desencadeadas pelas variações de dilatação e contração do material dos elementos conforme recebem a incidência solar ou sofram algum contato de outro agente que exala calor (Moresco *et al*, 2015; Borba, 2022).

Isoladamente, as fissuras poderiam não apresentar tantos prejuízos caso não fosse um mecanismo para que outras manifestações patológicas apareçam na edificação. Ou seja, a partir do momento em que uma edificação apresente fissuras em sua estrutura, potencializa a penetração d'água causando mofo,

biodeterioração corrosão de armaduras caso seja em um elemento estrutural, entre outras patologias (Freitas, 2012).

3.1.2.6. Corrosão de grades

A partir da interação dos sais presentes na atmosfera juntamente com o teor de umidade da localidade, esta manifestação aparece diante da reação química entre ambos os fatores sobre as grades existentes das fachadas. Quando a fachada de uma edificação obtém elementos ferrosos ornamentais (Figura 6), ou funcionais como grades, estas sofrem o processo de corrosão por motivação da oxidação (Rocha, 2017; Lemos *et al.*, 2022).

A ocasionalidade do aparecimento de corrosão pode ainda ser desencadeada e potencializada pela presença de microrganismos na superfície do material. Com a produção de material polimérico extracelular por parte destes, há a redução de íons sulfito e sulfato, proporcionando a variação de pH. Em termos gerais, a corrosão desencadeada pela atividade microbológica está atrelada a formação de biofilme (Araújo *et al.*, 2019).

Figura 6 – Grade frontal ornamental corroída na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Boa vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023

3.1.2.7. *Mofa ou bolor*

Uma das manifestações mais comuns vistas em fachadas de edificações, o mofo ou bolor são manchas (Figura 7) que retratam a presença de umidade, que pode se manifestar por diversas motivações, dentre elas, a mais comum que é o bloqueio da rede coletora de água da chuva. Mas o aparecimento desta manifestação também não é só relacionado com a umidade mas também com a falta de irradiação solar e ventilação, que pode provocar o aparecimento de colônias microbiológicas e potencializar a patologia, comprometendo as estruturas externas da edificação (Lima *et al.*, 2020; Borba, 2022).

Figura 7 – Bolor presente na fachada frontal do Oratório Nossa Senhora do Rosário da Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

3.1.2.8. *Corrosão de armadura*

Esta é uma das piores manifestações patológicas que uma edificação pode desenvolver, por seu alto risco de comprometer a estrutura e colocar em risco aqueles que utilizam o espaço. É uma das mais recorrentes manifestações patológicas nas edificações, ainda mais aquelas situadas em ambientes agressivos, como centros urbanos, centros industriais e localidades próximas ao mar.

O aço quando exposto e em contato direto com o ambiente externo, é propício a formar óxidos e hidróxidos de ferro, desencadeando a corrosão (Figura 8). Este processo degradante é caracterizado pela destruição do aço presente no concreto, a diminuição da seção das barras, e a perda de aderência da armadura de aço junto ao concreto. Este pode ser identificado pelo aparecimento de fissuras e trincas em sentidos paralelos a elementos estruturais (Araújo, 2021).

Figura 8 – Corrosão em viga presente na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

Esta manifestação é uma preocupação que percorre desde o processo da execução do projeto estrutural quando são calculados todos os parâmetros para conter e mitigar seu aparecimento. Ela acarreta um impacto devastador na deterioração estrutural, pois, não se limita apenas em defasar a capacidade mecânica do concreto, mas também condena toda a integridade da edificação, a partir do momento que desenvolve ainda mais as fissuras e trincas existentes na expansão do elemento corroído (Balonis *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2020; Pessoa *et al.*, 2021).

3.1.2.9. *Perda de seção de concreto*

Esta manifestação patológica é caracterizada pela ruptura parcial do elemento estrutural ou do revestimento por motivação da perda da propriedade aglomerante (Figura 9), ocasionando o esfarelamento da estrutura. Esta manifestação pode ser provocada também por excesso de finos, aplicação de cal sem estar totalmente hidratada e a dissolução de sais na argamassa. Com o agravamento desta patologia, o desenvolvimento de outras manifestações como deslocamento de reboco, biodeterioração e corrosão de armaduras, por exemplo, podem ser potencializadas (Macedo, 2016; Lemos *et al.*, 2022).

Figura 9 – Perda de seção em pilar na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

3.1.2.10. *Madeira deteriorada*

Determinadas edificações ainda apresentam elementos funcionais e ornamentais de madeira, especialmente os patrimônios históricos arquitetônicos. Visto que a falta de manutenção nestes elementos é comum, o aparecimento de manifestações patológicas é inevitável ocasionando uma desconformidade funcional e um impacto visual negativo (Figura 10).

Figura 10 – Janela de madeira deteriorada na fachada da Escola Normal Pinto Júnior, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

A deterioração ou o desgaste dos elementos são motivados muito devido a focos de umidade, falta de incidência solar, agentes atmosféricos e agentes biodeterioradores, e isto gera manchas, descolorações, áreas úmidas, condensações, infiltrações, rupturas, perda de mecânica e entre outras avarias nas portas e janelas de madeiras (Borges, 2022).

3.2. Métodos de Análises de Danos em Fachadas

3.2.1. Mapa de Danos

A partir do momento que patrimônios históricos arquitetônicos são apontados pela valorização artística e cultural da sociedade, a sua conservação torna-se uma atividade valorosa, pois salvaguardam a herança dinâmica e atemporal da comunidade em que estas se situam. Portanto, a adoção de um plano de gerenciamento de preservação destes patrimônios é essencial e imprescindível, já que, diante de suas estruturas, edificam metas de ações e projetos, embasados pela sua usabilidade e significância (Côrbo, 2020; Tavares, 2021; Amorim *et al.*, 2023).

Diante do cenário brasileiro, a diversidade das edificações históricas é vasta, mas grande parte destes patrimônios arquitetônicos encontram-se ao relento e com o passar dos anos o descaso aumenta por parte dos órgãos que deveriam gerenciá-los e conservá-los. Logo, para reduzir os impactos diante da falta de planejamento de gestão de conservação, é essencial a utilização do documento denominado Mapa de Danos, que é atrelado ao registro fotográfico, inspeções periódicas e demonstração gráfica das manifestações patológicas que deterioram os patrimônios (Oliveira, 2008; França; Brandão Filho, 2012; Innocencio *et al.*, 2021; Amorim *et al.*, 2023).

Pode-se definir Mapa de Danos como uma representação gráfica onde são discriminadas e ilustradas, com rigor e de maneira minuciosa, todas as manifestações patológicas que estão degradando a edificação. Sejam suas fachadas ou outros elementos. É a sintetização do levantamento e análise de todos os pontos que apresentam manifestações. Mas diante deste termo, não podemos confundir com Mapeamento de Danos. Mapa de Danos é o documento gráfico de análise técnica que irá auxiliar no conhecimento sobre a integridade das estruturas de determinada edificação; Já Mapeamento de Danos é o processo que antecede o documento, é a atividade de coleta das informações, investigações e produção dos dados (Tinoco, 2009).

Utilizado para propor manutenção e recuperação de patrimônios históricos, os Mapas de Danos são vistos atualmente como um suporte técnico bastante eficiente, pois sintetiza uma gama de informações com facilidade e rigorosidade, das quais as manifestações patológicas levantadas são relacionadas junto com seus agentes e causas. Dispõe como uma metodologia que retrata com profundidade a real situação estrutural de uma edificação perante sua conservação. A partir dos resultados dos Mapas de Danos é possível dispor de informações precisas para a tomada de decisão da melhor intervenção, a fim de manter a integridade do edifício (Barreto *et al.*, 2020).

Os Mapas de Danos não se resumem somente a representações gráficas das manifestações patológicas dispostas nas estruturas da edificação, mas também demonstram o estado evolutivo da conservação do edifício, na medida em que, a avaliação executada em determinado momento servirá como parâmetro para futuras inspeções, ações preventivas e recuperações (Borba, 2022).

E para embasar melhor as análises dos Mapas de Danos, é de suma importância entendermos previamente a anamnese da edificação em estudo. Os métodos construtivos, históricos de intervenções, utilizações da edificação, situação geográfica e ambiental da localidade em que a edificação se situa, são fatores que irão potencializar a qualidade de análise e resultados dos Mapas de Danos (Rocha *et al.*, 2018; Borges, 2022; Lemos *et al.*, 2022).

3.2.2. *Monitoramento ambiental aplicado a patrimônios arquitetônicos*

Os condicionantes atmosféricos inadequados potencializam a aceleração da deterioração da matéria, pois, as leis universais da termodinâmica são inevitáveis e afetam particularmente os materiais, onde a depender de sua morfologia e dimensão, reagem rapidamente às condições climáticas do meio em que estão inseridos (Toledo, 2011).

Logo, submeter controle às condições ambientais propõe-se com o objetivo de desacelerar o processo natural de deterioração da matéria. E isto atrela-se muito quando abordamos sobre as ações de conservação de patrimônios históricos arquitetônicos e urbanísticos. O controle ambiental é definido como uma técnica de estudo onde propõe a concepção do conhecimento do desempenho da edificação perante as intempéries físicas e químicas, e tomadas de decisão que mitiguem os efeitos que estas impõem ao exterior e interior do prédio. Este estudo técnico é composto de vários fatores analisados como por exemplo o clima da localidade em que o edifício se situa, as características físicas e construtivas do mesmo, incluindo os recursos humanos e financeiros da instituição que utiliza as estruturas da edificação (Toledo, 2011; Fundação Oswaldo Cruz, 2017).

Diante da perspectiva de controle ambiental macro climático pode-se relacioná-lo ao menos em três vertentes: passivo, mecânico e híbrido. O passivo podemos determiná-lo como manual, e natural, direcionado a edifícios antigos naturalmente com condições de ventilação espontânea perante as próprias características arquitetônicas dos mesmos. Já o controle ambiental mecânico é ativamente forçado feito por máquinas ventiladoras e condensadoras geralmente aplicadas em novos edifícios; este sistema geralmente é fechado, pois, apresenta-se com o objetivo de redução da infiltração de ar e do consumo

energético, e só são utilizados quando todas as possibilidades de aplicar controle ambiental passivo estão impossibilitadas ou defasadas. Por fim, o controle ambiental híbrido é um sistema customizado, como o nome propõe, e são soluções mistas mais eficazes e sustentáveis, podendo ser aplicado em qualquer edificação (Toledo, 2011).

A partir do momento que uma estrutura atua como uma primeira barreira de proteção do seu espaço interno contra as intempéries do meio exterior, esta garante que as condições estruturais e o desempenho do edifício funcionem perfeitamente para que haja: redução de calor, umidade, e entrada de agentes poluidores, seja pelo sistema de cobertura, esquadrias, brechas nas alvenarias de vedação, seja por infiltração por percolação na infraestrutura. Estes fatores atuam como resultado positivo para a aplicação do controle ambiental (MAST, 2007).

Porém, é imprescindível que a partir do momento que um sistema de controle ambiental seja escolhido para gerar uma atividade sistemática de conservação e monitoramento, deve-se haver um estudo de viabilidade e sustentabilidade dos sistemas no mercado para que a ferramenta seja então uma opção segura e precisa para o edifício em questão. Este estudo prévio é relacionado com a avaliação do estado atual de conservação do edifício, retrospecto histórico, necessidades físicas e ambientais, o desempenho da edificação diante das estações e um aparo geral das características ambientais da localidade, como a concepção de dados sobre a umidade relativa do ar e temperatura. E como se trata de uma ferramenta para amplificar a conservação preventiva de um edifício, principalmente histórico, compreende-se que para controlar as variáveis de deterioração que a edificação está passiva é necessário o monitoramento (Toledo, 2011; Oliveira, 2021).

A partir do conjunto de dados que apontam a necessidade do controle ambiental, o monitoramento ambiental será a ferramenta precursora. O monitoramento se constitui como uma atividade contínua na coleta de informações pontuais ao longo de um período de estudo, onde as análises diante dos resultados facilitam a identificação e caracterização de problemas de uma forma mais eficaz, contribuindo em ações de gerenciamento e conservação de bens. Para que esta atividade ocorra, deve haver um planejamento rotineiro nas vistorias, pois, diante deste acompanhamento, a veracidade dos dados

coletados irá corresponder a realidade de forma pontual e atual a partir dos sinais de deterioração que possam estar causando danos. E isto facilita o planejamento de intervenções e ações para a manutenção e conservação preventiva do local, ajudando na tomada de decisão de algum ajuste nos objetivos iniciais caso seja necessário (Spadotto, 2002; Fundação Oswaldo Cruz, 2017; Oliveira, 2021). O monitoramento é um instrumento que propõe a fiscalização de determinada condição ou problema para que seja mais discriminado, e assim promove uma contribuição maior para ações de preservação e conservação mais eficazes, dispensando ações restauradoras desnecessárias. Em relação a edifícios históricos, é um procedimento que atribui conhecimentos para que haja eficácia na conservação preventiva das edificações (MAST, 2007; Oliveira, 2021).

Previamente antes de implementar a atividade de monitoramento, se faz imprescindível e necessário o questionamento a partir do que ou qual é o propósito deste, para que de maneira eficaz se compreenda pontualmente o que se deve fazer garantindo a eficácia do trabalho. Portanto é recomendado a execução de um documento que auxilie as ações diretas e efetivas do monitoramento para compreender quais variáveis serão importantes monitorar nas vistorias (Leblank, 2013).

Esta atividade de monitoramento pode desencadear-se de uma maneira simples como as vistorias realizadas “*in loco*” diante de anotações, registros e preenchimentos de documentos relacionados a um planejamento de conservação preventivo previamente definido sobre as condições atuais do edifício, ou ser um pouco mais desenvolvida quando fizer necessário o uso de equipamentos tecnológicos de monitoramento ou sensores. As novas tecnologias são de mais-valia pois dão a capacidade de potencializar a amplitude de monitorar uma edificação, principalmente as edificações históricas (González *et al.*, 2020).

A atividade de monitorar um patrimônio histórico arquitetônico é fundamental para entender o que precede as deteriorações naturais ou artificiais que ao longo de suas estruturas estão dispostas. Ou seja, levando em questão que a preservação destes patrimônios é algo que a sociedade deve se atentar e promover, o monitoramento é uma ferramenta de gestão para manutenção e conservação preventiva, evitando restaurações desnecessárias, já que o

processo é baseado em uma coleta contínua e precisa de informações consolidando as conclusões e intervenções a serem executadas (Oliveira, 2021).

O sistema estrutural para a implementação do monitoramento ambiental é variável diante de lugares, estações do ano, disponibilidade de tecnologias essenciais e a sensibilidade política quando se trata de patrimônios históricos arquitetônicos gerenciados pelo poder público. O monitoramento ambiental pode conter de forma sucinta alguns propósitos práticos definidos em três grupos (Cristani *et al.*, 2020):

- a)** Definir os impactos das atividades que possam estar inseridas em plantas industriais, cultivo extensivo, fazendas de criação, coletas, assentamentos, áreas urbanas, transporte, disposição e reutilização de resíduos;
- b)** Ter a capacidade de identificar potenciais atividades ilegais em perímetro monitorado;
- c)** Propor o monitoramento das condições climáticas para que seja possível dispor de previsões meteorológicas, ao ponto de fornecer alertas e identificar atividades de monitoramento em trajetórias temporais.

Quando se está à frente de uma pesquisa científica que aborda o monitoramento ambiental à uma estrutura edificada, há a possibilidade de construir um modelo experimental para analisar a realidade estudada com o manuseio dos dados coletados. Logo tal modelagem de dados visa a simplificação dos resultados e potencializa o realismo e embasamento das análises e discussões sobre o monitoramento ambiental (Bezerra, 2020; Santos *et al.*, 2020). Porém, para se chegar ao entendimento do que se trata quando mencionamos a modelagem ambiental, é necessário entender dois conceitos antecedentes à ferramenta: sistema e modelos. O primeiro refere-se a um conjunto de objetos estruturados que obtém variáveis ou componentes que explanam relações entre si e em conjunto como um complexo seguindo as regras e um padrão. Já o segundo podemos definir como todo e qualquer material que represente uma ocasião da realidade que de interesse a um pesquisador possa ajudar a reconstruir realidades, prever comportamentos, transformações e evoluções do que esteja em evidência na pesquisa (Christofolletti, 1999).

A partir do momento que estudos requerem algum tipo de monitoramento, de cunho ambiental, a ferramenta de modelagem torna-se chave. A modelagem sempre irá necessitar de dados de entrada para ter a capacidade de simular cenários de conservação, preservação, níveis de degradação e até mesmo o estudo de fatores ativos que influenciam em alguma desconformidade perante o estudo analisado, e esta ferramenta encaixa-se com o trabalho de monitoramento ambiental. Os resultados obtidos e analisados irão potencializar medidas de planejamento e controle do ambiente em estudo de tal maneira que irá auxiliar a manutenção de políticas ambientais (Moura, 2019; Bezerra, 2020).

3.2.3. *Cartas Solares*

Conforme haja a necessidade de um estudo sobre os efeitos de incidência solar sobre algum objeto ou edificação, é necessário a elaboração de cartas e diagramas que representam a projeção do Sol anual contendo todas as horas diárias em um plano horizontal (Freitas, 2012).

Logo, diante das análises de insolação sobre fachadas, a utilização das cartas solares torna-se imprescindível. Detém-se como um sistema de projeções que retrata as variações anuais e diárias da incidência aparente do Sol. Pode ser interpretada como um plano horizontal ao decorrer da abóboda celeste anual para uma determinada altitude. Suas trajetórias são dispostas em linhas de leste a oeste retratando os meses do ano, e nestas também são indicadas as horas. Esta ferramenta possibilita a análise dita anteriormente, tendo como ponto de referência o centro da circunferência (Freitas, 2012; Witiuk *et al.*, 2020).

As principais informações coletadas diante das cartas solares são retiradas a partir das três linhas básicas de análise: a do solstício de verão, a do solstício de inverno e a dos equinócios de março e setembro, a partir do movimento diário do sol perante as horas (Freitas, 2012).

A partir então da utilização desta ferramenta, é viabilizado a verificação das incidências solares nas fachadas de um determinado edifício, do qual é um requisito fundamental para propor melhores estratégias preventivas contra os efeitos das radiações solares diretas (Witiuk *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2023).

3.2.4. Fotogrametria aplicada em estudo físico de patrimônios arquitetônicos

Registrar um patrimônio histórico arquitetônico é uma forma de identificar e listar características físicas e morfológicas que este apresenta. Diante de um registro preciso, qualquer mecanismo ou atividade pode ser amplamente desenvolvido para potencializar sua preservação. O ato de registrar é muito crucial em papel de informação pois concede uma base de conteúdo sobre as transformações que o edifício histórico teve ao longo do tempo, facilitando os projetos de requalificação e intervenção (Garcia *et al.*, 2023).

Quando tratamos sobre esta metodologia de estudo, atrela-se muito à ideia de um levantamento técnico mais detalhado para potencializar as análises físicas que o edifício histórico está demonstrando, além de servir também para um registro de bens culturais de natureza material ou imaterial.

A ferramenta que podemos denominar como documentação patrimonial concebe-se com uma atividade que é desenvolvida ao longo da história e acompanha os benefícios dos avanços tecnológicos para apoiar sua produção. No Brasil este documento visa a divulgação da memória nacional e acima de tudo na preservação destes patrimônios. Este processo de documentar os patrimônios edificados é compreendido como um processo multidisciplinar já que propõe a reunião de diversas atividades como planejamento, aquisição, produção, gestão, controle, e ainda facilita a disponibilização e divulgação dos dados patrimoniais (Rodrigues; Agostinho, 2020).

O evolutivo desenvolvimento de tecnologias fornece uma gama de soluções para aprimorar a execução e o processamento do levantamento do patrimônio arquitetônico em estudo físico documental. As novas ferramentas tecnológicas propõem um aumento na precisão das informações coletadas de forma que possamos substituir o levantamento direto convencional gradualmente e então termos a redução de custos para a produção deste tipo de estudo (Rodrigues; Agostinho, 2020; Garcia *et al.*, 2023).

Anteriormente para execução deste tipo de material se utilizava o planejamento do levantamento direto que consistia em um trabalho maior, com uma demanda maior de recursos humanos, auxílio de trena, prancheta e lápis. E após todo um levantamento “*in loco*” das informações físicas do edifício em

estudo, passavam-se os esboços para algum software de desenho técnico no computador de forma manual. Este procedimento gera custo e tempo, além de em certas circunstâncias se tornarem não executáveis devido a barreiras físicas ou mesmo técnicas, tais como as grandes alturas dos prédios e os múltiplos detalhes arquitetônicos ornamentais. Logo o desenvolvimento tecnológico de novas técnicas aprimora o levantamento, o processamento e o armazenamento dessas informações, como exemplo podemos citar o método da fotogrametria digital e o 3D Laser Scanning (Rodrigues; Agostinho, 2020; Soster; Ferrari, 2021; Garcia *et al.*, 2023).

O conceito destas tecnologias consiste em coletar informações a partir de registros fotográficos feitos por câmeras fotográficas digitais ou drones com lentes de boas resoluções, e então criar nuvens de pontos conforme sobreposição das imagens adequando-se às mesmas coordenadas reais do modelo físico “*in loco*” para então criar um modelo digital de levantamento com alta resolução (Soster; Ferrari, 2021).

A utilização de drones tem sido realizada em diversas circunstâncias tendo em vista a qualidade das imagens coletadas, a superação de desafios altimétricos nos prédios em estudo, a programação de comandos para que o levantamento atenda a um padrão, dentre outros. Além de realizar um processamento de uma gama de fotos, a produção de filmagens das estruturas externas tem sido um grande atrativo para a utilização destes equipamentos, vindo a se tornarem equipamentos mais indicados para a digitalização 3D utilizando a fotogrametria digital (Santos *et al.*, 2021).

A fotogrametria digital é dita como:

“[...] um processo ótico e numérico que permite extrair das fotografias de um objeto a sua geometria: formas e dimensões, com a qualidade e precisão requeridas. Permite obter uma série de produtos a partir de fotografias tomadas do objeto, podendo ser usada para a documentação precisa de pequenos objetos, de edificações ou mesmo de áreas urbanas, a depender do tipo de foto (terrestre, aérea ou orbital) e da técnica utilizada, cujos resultados podem ser modelos tridimensionais do objeto ou imagens ortogonais em escala, restituições ou desenhos em CAD, com ou sem curvas de nível ou pontos cotados, sobre os quais se podem fazer medições de alta precisão” (Arruda, 2013).

O processo de execução da fotogrametria digital é designado pelas seguintes etapas: planejamento do levantamento, registros e armazenamento dos dados, e por fim, a análise dos dados processados obtidos, e concepção final do produto (Vanini; Oliveira, 2023).

A fim de obter bons modelos tridimensionais utilizando a fotogrametria não só se remete com a escolha do software para processar o material coletado, mas também com a técnica de escolha do dia correto, escolha de uma lente adequada, a prévia decisão do enquadramento das fotografias e a concepção da iluminação ideal para que as fotos ou filmagens coletadas sejam de ótima qualidade (Soster; Ferrari, 2021).

A fotogrametria começou a ser utilizada ainda na Europa, em 1858, pelo arquiteto alemão Albrecht Meydenbauer diante do levantamento da catedral de Wetzlar na Alemanha, por causa da inserção fotogramétrica diante de duas vias fotográficas da edificação. Ao decorrer do tempo, na década de 80 com a evolução da resolução das fotos para meios digitais, a ferramenta fica mais potente na apresentação dos resultados, pois, a maior qualidade das fotos com a redução dos pixels potencializa o maior controle apurado do georreferenciamento do edifício em estudo (Gomes *et al.*, 2021).

Podemos dizer que a fotogrametria digital é a técnica com maior viabilidade e adequação para o levantamento patrimonial e cadastral de edificações patrimônio histórico, pois pode ser feita de maneira terrestre, aérea ou orbital, interativa, semiautomática ou automática, e também pela precisão dos dados obtidos (e.g.e detalhes e texturas externas arquitetônicas), rapidez, e baixo a médio custo (Rodrigues; Agostinho, 2020; Gomes *et al.*, 2021; Vanini; Oliveira, 2023).

3.3. Gestão Para Patrimônios Históricos Arquitetônicos

Antes de poder falar sobre a gestão de patrimônios edificados contextualizando a realidade brasileira, é necessário haver uma breve abordagem da visão patrimonial em nosso país. Anteriormente, podemos compreender que assim como a evolução política brasileira, a arquitetura seguiu períodos: colonial, imperial e republicano. A partir que o declínio do cenário patriarcal agrário, da abolição da escravidão e o desenvolvimento da industrialização ficaram em vigor no país no final do Século XIX, houve uma nova

vertente para nortear a metamorfose estrutural nas cidades e na arquitetura. Porém, as edificações ou monumentos que se mantiveram conforme o tempo nos centros urbanos apenas foram as pequenas e médias propriedades. Os grandes edifícios foram transformados em escolas, repartições públicas ou outro tipo de instituição, ou apenas foram abandonados pelo poder público, transformando-se em cortiços (Klüppel; Santana, 2005).

Logo diante desta perspectiva é conveniente explanar que os monumentos edificados de cada civilização e de cada sociedade perduram ao longo do tempo mantendo viva suas tradições, conforme interesse do poder público. Para isso há a necessidade de ter parâmetros que direcionem a conservação e a preservação, antes da necessidade da restauração. Logo, em 1964, elaborada como um plano integrado e internacional foi idealizada a Carta de Veneza, apresentada com recomendações para propor a conservação dos mais variados patrimônios, incluindo o arquitetônico, no qual a aplicação seria de forma singular a cada nação diante de suas tradições e própria cultura (Veneza, 1964).

Ao decorrer das transformações sobre gestão do patrimônio, em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) em virtude da educação, ciência e cultura propôs e organizou a Convenção do Patrimônio Mundial para que houvesse um incentivo à gestão de conservação de patrimônios naturais e culturais de valor para a humanidade. No mesmo ano, proposto pelo Ministério de Instrução Pública do Governo Italiano foi criado a Carta de Restauo que tinha como objetivo estabelecer normas padrões e instruções básicas para reger as intervenções de restauro em patrimônios históricos, edificados ou não (MIP, 1972).

Dentre essas normas, as que fundamentam o objetivo geral das restaurações arquitetônicas. É dito que assegurar a longevidade dos monumentos é o mesmo que realizar obras de manutenção periodicamente, além de também aplicar métodos de conservação para evitar intervenções estruturais de grande amplitude. A partir do momento em que os edifícios não tiverem a capacidade de comportar suas funções político-sociais ao qual foram criados, deve-se considerar novas utilizações para a edificação. As restaurações devem no mínimo deter um projeto rigoroso juntamente a um estudo completo sobre o monumento com rica observação fotográfica de forma que atenda a

exigência de salvaguardar e respeitar as características originais dos elementos construtivos e junto a isso, o processo de restauração deverá ser confiado a uma empresa qualificada sob orçamento e licitação em vaso de verba pública. O processo de restauração destes monumentos edificados deverá ser rigorosamente fiscalizado para garantir a segurança e prever qualquer novo fator dissonante que prejudique a estrutura do patrimônio histórico (MIP, 1972; IPHAN, 2008).

No Brasil, na década de 2000, houve um movimento com princípios modernistas estabelecidos pela então Constituição de 1988 onde finalmente começaram a serem explanadas as ações e inovações para alavancar a política de preservação do patrimônio. Este novo direcionamento político quanto à gestão do patrimônio reafirmou a vanguarda do país diante das suas instituições tradicionais: Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) e o Instituto do Patrimônio Histórico Artístico e Cultural (IPHAN) (Porta, 2012).

O patrimônio cultural do Brasil é muito rico e diversificado pois vai de lugares que detém práticas culturais coletivas a celebrações, expressões e suas formas, paisagens, acervos bibliográficos, coleções de arte, acervos de museus, elementos que integram edificações, coleções arqueológicas, sítios, cidades e edificações (Brasil, 1937; Porta, 2012). Mas, antes de descrever as considerações sobre os parâmetros conceituais de gestão ao patrimônio, é importante definir algumas terminologias voltadas a este tema como: preservar, conservar, manutenção e recuperação.

O conjunto de atividades úteis que limitam as ocorrências que apresentam risco relativos a bens culturais em seu contexto podemos chamar de preservação. No passado, apenas o ato de documentar era entendido como um primeiro passo para garantir a preservação. A documentação é sim um ato de preservar e vai além, concebe-se com um instrumento que gere outros tipos de ação. Além do ato de documentar, restaurar, o apoio e o fomento para a continuidade, integridade de bens materiais e intervenções em cidades históricas também são ações de preservação (Porta, 2012; Della Torre, 2021).

Quando se trata de conservação podemos abordar a definição em duas terminologias distintas, a preventiva e a planejada. A conservação preventiva é concebida como a criação de metodologias e práticas a partir da geração de inconformidades apresentadas em edifícios. Já a conservação planejada é

determinada como o conjunto das ações ou atividades de um processo consistente e coordenado a longo prazo a fim de intervir contra aspectos de deterioração (Della Torre, 2021).

Tecnicamente pode-se afirmar que a manutenção é definida por atividades técnicas e administrativas que mantêm um sistema em perfeita funcionalidade para que o desempenho de sua função seja executado de forma correta. Atrelando o conceito à gestão de conservação de patrimônios edificados podemos acrescentar que também é o conjunto de intervenções que propõe o controle de condições para que haja a permanência de sua integridade, identidade e eficiência funcional (NBR 5462, 1994; Della Torre, 2021; Pereira, 2021).

A recuperação é o processo sucessivo dos anteriores, sendo definido como uma intervenção incisivamente direta sobre um bem, cultural ou não, onde a partir de um compilado de atividades operacionais se garante a integridade do patrimônio e sua proteção a longo prazo. A atividade de recuperação deve ser constante, fiscalizada, de forma a garantir a qualidade em sua execução. A partir desta atividade é proposto o sentido de salvaguardar o patrimônio e a autenticidade dos seus elementos arquitetônicos (MIP, 1972; Della Torre, 2021).

Em uma visão mais técnica, a restauração ou o processo de restaurar são operações que tem finalidade de restabelecer as estruturas de uma edificação e sua devida funcionalidade. Este deverá ser proposto e embasado a partir de levantamentos analíticos para que sua execução possa distinguir o original do restaurado. Este conjunto de atividades é um tipo de conservação que detém um maior número de ações especializadas (Gomide *et al.*, 2005) e também mão de obra especializada.

Diante essa contextualização importante sobre definições de preceitos que devemos pôr em prática quando gerenciamos patrimônios históricos arquitetônicos, entramos nas perspectivas sobre os caminhos para a gestão destes patrimônios, desafios, órgãos importantes e demais ferramentas com maior empregabilidade no nosso cotidiano.

A gestão patrimonial é um organismo complexo e para a manutenção de sua sustentabilidade, as atividades mais empregadas são a fiscalização, educação patrimonial, documentação e publicação, pois, são os principais instrumentos de execução e balizadores para garantir a qualidade e integridade

do patrimônio edificado. Seja qual for estes, reforçam métodos executivos revitalizadores quando são empregados perante um plano de gerenciamento de intervenção para garantir a integridade do patrimônio (Porta, 2012). Neste processo há uma gama de elementos institucionais para poder gerir da melhor maneira o patrimônio edificado, que são: educação patrimonial, identificação, reconhecimento, proteção, normatização, autorização, avaliação de impacto, monitoramento, conservação, interpretação, promoção e difusão (IPHAN, 2018). Quando abordamos sobre gestão de patrimônios arquitetônicos é necessário entender que há diretrizes para que seja possível facilitar o trabalho de manutenção e preservação dos mesmos. Estas diretrizes têm os seguintes objetivos de integrar, ampliar e qualificar as atividades de preservação patrimonial, como também estabelecer práticas e instrumentos aplicáveis à preservação, fortalecendo então todo conceito desta atividade.

Quando há na gestão a necessidade de revitalização no patrimônio histórico arquitetônico, a intervenção técnica construtiva é definida nas etapas: identificação e conhecimento do bem, diagnóstico e a proposta de intervenção. O conhecimento do bem, relacionado à pesquisa histórica, é de suma importância para conhecer a edificação diante de sua origem e sua retrospectiva de utilizações. E a proposta de intervenção, embasada pela fundamentação histórica sempre conterà um estudo preliminar, um projeto básico e um projeto executivo, de forma que as atividades sejam coordenadas sem maiores desafios contemplando então o processo com agilidade e qualidade (Gomide *et al.*, 2005).

Conforme a evolução do conceito de gestão patrimonial no Brasil, houveram avanços significativos que causaram impactos positivos para que a atividade de gerenciamento obtivesse uma proposta mais organizacional e objetiva. Podemos citar primeiramente a questão das superintendências estaduais que agora tem um domínio territorial um pouco melhor compreendido e explícito perante sua jurisdição, otimizando então suas ações, fiscalizações e políticas afirmativas para a propagação da educação patrimonial de forma que gere a aproximação da sociedade e obtenha um crescente foco na autopreservação. Junto a isso, para apoiar os gestores de patrimônios históricos, escritórios técnicos com a função de atender a sociedade, divulgar políticas e instrumentos de preservação, propor ações de educação e estabelecer o fortalecimento de relações entre instituições locais, foram criadas (Porta, 2012).

Porém ainda há desafios em alguns setores do gerenciamentos, como a defasagem dos quadros técnicos ocasionando lentidão em processos técnicos administrativos e executivos, e junto a essa questão vem também a falta de ampliação do investimento por parte dos órgãos federais e estaduais para promover a manutenção da gestão tanto no âmbito estrutural do patrimônio edificado quanto na manutenção dos recursos humanos para que possam continuar gerindo em melhor performance as atividades com eficiência.

3.4. Instituições e Ferramentas Para a Preservação do Patrimônio Edificado no Brasil

Com a promulgação do Decreto Lei Nº 25 de 30 de novembro de 1937, emerge então em solo nacional o órgão federal Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (SPHAN) que por sua vez vinha com o objetivo de promover a preservação e explanação do patrimônio artístico e histórico nacional. Apenas em 1979 que muda sua terminologia institucional para IPHAN, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Pistorello, 2020; Dantas, 2022).

Dentre as atribuições deste importante órgão, podemos citar que as principais: elaboração e implementação da política nacional de patrimônio cultural articulando órgãos públicos e sociedade civil; conservação, fiscalização e proteção de bens tombados; estabelecimento de normas para intervenção, conservação e proteção patrimonial; promoção e divulgação do patrimônio cultural seja edificado ou não; dentre outras (Porta, 2012).

Logo, em âmbito federal podemos entender que há ferramentas que potencializam a gestão de preservação patrimonial, como o Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG), o Programa Monumenta e principalmente a política de tombamento.

O tombamento é uma das mais importantes ferramentas utilizadas pelo IPHAN para preservação do patrimônio brasileiro, instituído pelo Decreto Lei Nº 25 em 1937. Este tem responsabilidade de inscrever no Livro do Tombo, bens que serão apontados para manutenção de valor patrimonial (Vieira da Silva, 2021). E esta ferramenta teve sua aplicação reforçada no artigo 216, inciso primeiro, da Constituição Federal:

“[...] O Poder Público, com a colaboração da comunidade, promoverá e protegerá o patrimônio cultural brasileiro, por meio de inventários,

registros, vigilância, tombamento e desapropriação, e de outras formas de acautelamento e preservação” (Brasil, 1988, art. 216).

Ferramentas como o Programa Monumenta idealizado pelo IPHAN também vem com grande amplitude na gestão patrimonial, pois, se estabelece como um modelo que molda a atividade de preservação conforme as realidades das localidades em que se situam os patrimônios edificados, funcionando como uma ação de desenvolvimento urbano nos municípios sob anuência federal. Vem com o objetivo de aglutinar os conceitos de preservação do patrimônio histórico com o desenvolvimento local da cidade em que se aplica, gerando empregos, renda e estimulando a inclusão social. Além de promover a requalificação de bens históricos, promove a ideia de ocupação destes e a integração da requalificação de espaços públicos. A gestão descentraliza a partir da implantação dos fundos municipais, investindo em políticas públicas locais de preservação. Uma ferramenta dinâmica que interage socialmente e economicamente nas cidades (Diogo, 2009).

Ainda em âmbito de gerenciamento federal, o IPHAN também utiliza o Sistema de Informação Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG). Esta plataforma vem com o papel de auxiliar na gestão patrimonial de forma que possa migrar as informações para o meio digital para a ampliação do conhecimento sobre os bens nas bases de dados, o acesso à informação, a facilitação do cadastro de bens materiais e imateriais, aprofundando ainda mais as análises sobre os patrimônios culturais edificados ou não (Mongelli, 2023).

Em um contexto legislativo mais atualizado, a Lei Nº 14.133 de 1 de abril de 2021, Lei de Licitações e Contratos Administrativos, reforça todas as diretrizes constitucionais implementadas pelo IPHAN diante das atividades de conservação, seja a manutenção ou revitalização. Esta lei reforça a ideia de que as licitações de obras e serviços de engenharia devem respeitar as normas, entre elas, de proteção do patrimônio histórico inclusive com análises e avaliações do impacto direto ou indireto causado pelas obras em virtude de revitalização (BRASIL, 2023).

Em âmbito de gerenciamento estadual podemos mencionar que conforme a evolução do conceito de gestão e preservação do patrimônio histórico, a descentralização das políticas do patrimônio começou a entrar em vigor após a década de 1970, de forma muito significativa, pois, contribuiu promovendo o

patrimônio histórico cultural por todas as regiões do território nacional, acarretando uma maior diversificação na amostra dos bens culturais. Em Pernambuco, por exemplo, houve a criação da FUNDARPE, Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco, em 1973. Onde esta executa e planeja ações de proteção em todo o Estado de Pernambuco, identificando os bens patrimoniais materiais e imateriais que obtém valor para o estado. Além disso, em parceria com o IPHAN, pratica ações conjuntas de preservação e reconhece os bens efetivados ao tombamento (Vieira da Silva, 2021).

4. CONCLUSÕES

Quando o tema voltado a patrimônios históricos arquitetônicos é abordado, aponta-se a importância da durabilidade destes bens, pois, é uma forma de perpetuar as raízes históricas da sociedade, amplificando ainda mais a cultura local. No entanto, é um grande desafio promover a conservação destes bens patrimoniais por motivos de histórico da construção, defasagem em modelos de gestão patrimonial e por condicionantes ambientais agressivas. A integração destes fatores desencadeia variados níveis de deterioração nas estruturas dos patrimônios edificados, principalmente em suas fachadas.

Os problemas mais típicos apontados a patrimônios históricos edificados, principalmente em regiões Neotropicais, são as manifestações de corrosão em armadura e fissuras. No entanto, vale salientar que as manifestações, embora do mesmo tipo, não são desencadeadas pelo mesmo motivo. Intercorrências estruturais, ações antrópicas, agressividade ambiental são condicionantes que promovem os variados tipos de manifestações patológicas, e com isso os variados níveis de deterioração. Quando a edificação está em baixos índices de conservação, gera-se riscos e inseguranças a aqueles que utilizam de suas dependências, como também enfraquece a cultura local.

Em âmbito federal ou estadual, órgãos como o IPHAN e FUNDARPE juntamente com objetos jurídicos da Constituição Brasileira de 1988 realizam a gestão de conservação destes bens visando a integridade estrutural e defesa da cultura nacional. Na gestão do patrimônio cita que é necessário preservar, conservar, realizar manutenções, e quando necessário atividades de recuperação. Porém ainda há muitos desafios voltados à administração nacional e regional, voltados a defasagem em quadros técnicos nos órgãos competentes e a falta de ampliação no investimento em atividades de revitalização e manutenção nos patrimônios edificados.

De forma para mitigar os desafios e fomentar ainda mais a promoção da conservação patrimonial no Brasil, em ressalva aos patrimônios históricos arquitetônicos, a atualização legislativa que abrange este tema é essencialmente necessário. Como por exemplo a Lei Nº14.133 de 1 de abril de 2023, Licitações e Contratos Administrativos, que reforça ainda mais as diretrizes de conservação patrimonial. As avaliações de impactos ocasionados por obras de revitalização

patrimonial devem seguir diretrizes legislativas e normativas para um maior teor de proteção ao patrimônio, por exemplo.

Como a necessidade da implementação de novas estratégias visando a conservação dos patrimônios históricos arquitetônicos, especialmente de suas fachadas, métodos de análise física, ambiental e de reconstrução tornam-se cada vez mais atrativos e necessários. A integração de análises a partir de mapas de danos, o monitoramento ambiental e a realização da fotogrametria e modelagem 3D, podem gerar relatórios técnicos mais completos sobre os problemas estruturais e ambientais que a edificação está submetida para que seja possibilitado as melhores tomadas de decisão dos gestores sobre as ações de intervenções a serem implementadas visando a reestruturação e conservação do bem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, C. do. E. **O santuário de Nossa Senhora de Fátima num diferenciado roteiro turístico cultural/religioso da cidade do Recife**. Artigo. V Colóquio de História: Perspectivas Históricas (Histografia, Pesquisa e Patrimônio), Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife. 16, 17 e 18 de novembro de 2021.

AMORIM, E. S. de, SAMPAIO, G. de M., COSTA, L. V. B., LORDSLEEM JÚNIOR, A. C., MONTEIRO, E. C. B., SOARES, W. de A. **Damage mapping as a tool in the maintenance of architectural heritage: the case of Eufrásio Barbosa Market**. *Conservar Patrimônio*, 43, 63–77. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14568/cp29216>. Acesso em: 08/01/2024.

ARRUDA, A. K. T. de. **Preservação e gestão do patrimônio construído: a contribuição do Heritage Information System**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível em: https://ppgau.ufba.br/sites/ppgau.ufba.br/files/tese_completa_imprensaofinal_a_nna_karla.pdf. Acesso em: 26/01/2023.

ARAÚJO, L. C. A. de., RIBEIRO, P. R. da S., REZNIK, L. Y., LUTTERBACH, M. T. S., SÉRVULO, E. F. C. **Microbiological corrosion behavior of the duplex steel with the ammonium quaternary salts application**. *Matéria (Rio De Janeiro)*, 24(1), e–12295. 2019. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190001.0632>

ARAÚJO, M. A. **Perícia de engenharia na construção civil: análise patológica**. Monografia em Especialização em Construção Civil. 33fl. Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575: impermeabilização - Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1. Edifícios habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

BARRETO, L. M., SOARES, W. de A., SANTOS, F. G. de A. **Manifestações patológicas em fachadas de edificações religiosas: um estudo na cidade**

de Recife-PE. Anais do 62º Congresso Brasileiro de Concreto, CBC2020. Florianópolis -SC. Setembro, 2020.

BALONIS, M.; SANT, G.; ISGOR, O. **Burkan. Mitigating steel corrosion in reinforced concrete using functional coatings, corrosion inhibitors, and atomistic simulations.** Cement and Concrete Composites, v. 101, p. 15-23, 2019.

BERNARDI, D.F., LOPES, C. E. J. **Aplicação da termografia na detecção de patologias em edificações históricas.** n. 157 (2020): Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul - Dossiê Patrimônio Histórico (número especial). Rio Grande do Sul, 2020.

BEZERRA, L. R. D. **Modelagem de fantasmas e fontes naturais terrestres para dosimetria ambiental.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. 119filhas, il., gráfs., tabs. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares. Recife-PE, 2020.

BRASIL. Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 dez. 1937. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/522691/publicacao/15772648>. Acesso em: 08/01/2024.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 08/01/2024.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. **Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos: Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021** [recurso eletrônico] / Superior Tribunal de Justiça, Secretaria de Documentação, Biblioteca Ministro Oscar Saraiva. — Brasília : Superior Tribunal de Justiça — STJ, 2023.

BORBA, L. F. F. **Análise e levantamento das manifestações patológicas através de mapa de danos, em prédios históricos do estado de Pernambuco, devido a falta de manutenção e recuperação.** 2022. 94 fl Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Mestrado em engenharia Civil, 2022.

CÔRBO, P. A. B., **Políticas de informação e memória no Colégio Pedro II: preservação do patrimônio documental e seus paradoxos.** Dissertação de

doutorado, Departamento de Ciência da Informação, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2020.

<http://ridi.ibict.br/handle/123456789/1084> acesso em 22/01/2024.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª Edição – São Paulo: Blucher, 1999.

CRISTANI, M., PASETTO, L., TOMAZZOLI, C., **Protecting the environment: a multi-agent approach to environmental monitoring**. Procedia Computer Science, Volume 176, 2020, Pages 3636-3644, ISSN 1877-0509, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.336>. Acesso em: 21/09/2023

DAMASCENO, S. R. G.; SILVA, C. M. da.; SOUZA, D. P. de; MONTEIRO, E. de L., RODRIGUES, P. H. A; LINS SOUTO, M. **Diálogo bioclimático em projeto arquitetônico de residência unifamiliar em Maceió-AL**. *Caderno De Graduação - Ciências Humanas E Sociais - UNIT - ALAGOAS*, 8(1), 78–91. 2023.

DANTAS, M. M. **O Conselho Consultivo do Iphan como Instituição Participativa**. GT1 Transparência, Accountability e Participação. [IX encontro brasileiro de administração pública São Paulo/SP, 5 a 7 de outubro de 2022](#). SBAP, São Paulo/SP, 2022.

DAUDT, J. **Patologias das Fachadas**. Revista Técnica de Avaliações e Perícias. Conhecimento Técnico: Artigos sobre Eletromobilidade, Acessibilidade, BIM, BTS, Data Science, Patologia, entre outros. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), Curitiba-PR, setembro, 2023.

DELLA TORRE, S. **Italian perspective on the planned preventive conservation of architectural heritage**. *Frontiers of Architectural Research*, Volume 10, Issue 1, 2021, Pages 108-116, ISSN 2095-2635, <https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.07.008>. Acesso em: 21/09/2023.

DIOGO, E. **Recuperação de Imóveis Privados em Centros Históricos**. Brasília, DF : Iphan / Programa Monumenta, 2009. 304 p. : il. ; 23 cm.

DORREGO, J.; LUXAN, M. P.; DORREGO, F. **Damage detection and localization of reinforcement elements in historic buildings with infrared thermography**. In: **Advances in concrete structure**. Xuzhou Jiangsu. China: ACI – RILEM – NNSF. 2003.

FRANÇA, E.; BRANDÃO FILHO, J. O. C., **Rito de intervenções em bens culturais afetados por proteção legal: roteiro e orientações técnicas**., Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco, Recife, Pernambuco. 2012.

https://tce.pe.gov.br/ecotce/docs/cartilha_patrimonio.pdf. Acesso em: 22/01/2024.

FREITAS, J. G. **A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada [manuscrito]: estudo de caso na cidade de Goiânia – GO** / xv, 197f. : il, figs, tabs. Goiânia – GO, 2012.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Programa de Conservação e Restauração de Acervos**. Casa de Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro – RJ, 2017. Disponível em: <https://www.coc.fiocruz.br/index.php/pt/patrimonio-cultural/politica-de-preservacao-e-gestao-de-acervos>. Acesso em: 29/01/2024.

GARCIA, V. C.; SALAS, J. C. G.; CAIXETA, E. M. M. P. **Tecnologias de código aberto para registro fotogramétrico do patrimônio arquitetônico**. Revista Jatobá, Goiânia, v. 5, 2023. DOI: 10.5216/revjat.v5.76955. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revjat/article/view/76955>. Acesso em: 08/02/ 2024.

GOMES, D. dos S.; MENDONÇA F. J. B.; SEIXAS, A. de. **Determinação de Coordenadas Tridimensionais para os Levantamentos do Patrimônio Cultural Edificado com Fotogrametria Digital**. Anuário do Instituto de Geociências, vol. 44. p. 13. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – RJ. 2021. DOI: https://doi.org/10.11137/1982-3908_2021_44_37203. Acesso em 11/06/2023.

GOMIDE, J. A.; SILVA, P. R. da; BRAGA, S. M. N. **Manual de elaboração de projetos de preservação do patrimônio cultural**. 76 p. (Programa Monumenta, cadernos técnicos 1). Ministério da Cultura, Instituto do Programa Monumenta, 2005.

GONZÁLEZ, E. A. et al. **Cultural Heritage and Internet of Things**. In: EAI GOODTECHS 2020, 6., 2020, N/A, Cyberspace. Proceedings [...]. Eai Goodtechs: Eai Goodtechs, 2020. v. 1, p. 248-251. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3411170#issue-downloads>. Acesso em: 29/01/2024.

INNOCENCIO, C. De R.; SALZANI, I. O.; PEREIRA, T. Da S. S.; BARBOSA, M. T. G., **A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado**. *Gestão & Tecnologia de Projetos* 16(3). 2021. 180-190, <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i3.174232>.

IPHAN, Ministério da Cultura. **Patrimônio mundial: fundamentos para seu reconhecimento – A convenção sobre proteção do patrimônio mundial**,

cultural e natural, de 1972 : para saber o essencial. __ Brasília, DF : Iphan, 2008.

IPHAN, Ministério da Cultura. **Política de patrimônio cultural material (PPCM).** Brasília, DF : Iphan, 2018.

KLÜPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. de. **Manual de Conservação Preventiva Para Edificações** Brasília: Programa Monumenta/IPHAN, 2005.

LEBLANC, F. **Monitoring Heritage Buildings and Places.** 2013. Disponível em:http://www.icomos.org/~fleblanc/documents/monitoring/doc_monitoring_e.html. Acesso em: 29/01/2024.

LEITÃO NETO, E. A. **Análise e diagnóstico de fissuras em residência unifamiliar no município de Porto – PI.** Research, Society and Development, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28971>. Acesso em 23/07/2023.

LEMOS, C. A. C. **O que é o patrimônio histórico.** 2 ed. ver. e ampl. São Paulo, Editora Brasiliense, 2010.

LEMOS, A. R.; LIMA, F. F. de S.; VASCONCELOS FILHO, A. G. F. de.; TENÓRIO, A. F. B.; RÊGO, C. M. do.; BORBA, L. F. F.; MONTEIRO, E. C. B.; ZARZAR JÚNIOR, F.; AMORIM, W. R.; SILVA, P. M. M. do **R. Manifestações patológicas em fachadas de edifícios históricos – mapa de danos: estudo de caso do Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP do Recife-PE.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v. 11, pág. e133111133519, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33519. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33519>. Acesso em: 13/01/2024.

LI, C.; JIANG, L.; LI, S. **Effect of limestone powder addition on threshold chloride concentration for steel corrosion in reinforced concrete.** Cement and Concrete Research, v. 131, p. 106018, 2020.

LIMA, M. B., LORDSLEEM JÚNIOR, A. C., BALLESTEROS RUIZ, R. D., TORRES FERNANDES, B. J., OLIVEIRA, S. C., dos Santos, O. J. **Inspeção de manifestações patológicas de fachadas em edifício de grande altura com vant.** *IX Sustentável*, 6(2), 111–122, 2020. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n2.111-122>. Acesso em: 21/01/2024.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, R., HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, F. BLANCA, E. M., MANZANO-GAYOSSO, P., MÉNDEZ-TOVAR, L.J. **Efectividad del imazalil en**

el control del deterioro por hongos de momias del museo de El Carmen, Ciudad de México. Revista Iberoamericana de Micología, Volume 24, Issue 4, 2007, Pages 283-288, ISSN 1130-1406, [https://doi.org/10.1016/S1130-1406\(07\)70057-8](https://doi.org/10.1016/S1130-1406(07)70057-8). Acesso em: 13/05/2024.

MACEDO, A. A. R. S. de. **Mapa de danos das fachadas do Teatro de Santa Isabel, Recife - Pernambuco.** 2016. 95 fl Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Mestrado em engenharia Civil, 2016.

MACEDO, J., CARDOSO, A., ROCHA, E. A., MONTEIRO, E.C.B. **Danos em Edificações históricas: análise comparativa entre duas igrejas em Olinda-PE.** In *Anais 6ª Conferência sobre Manifestação Patológica e Reabilitação de Edifícios*. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

MAST - Museu de Astronomia e Ciências Afins. **Conservação de Acervos.** Museu de Astronomia e Ciências Afins - Organização de: Marcus Granato, Claudia Penha dos Santos e Cláudia Regina Alves da Rocha . — Rio de Janeiro: MAST, 2007. 05p.(MAST Colloquia; 9)

MELO FILHO, H. T. de.; BEZERRA, H. S. N. **O direito à memória potiguar: um estudo sobre o abandono do patrimônio histórico-cultural, arquitetônico e urbanístico de Natal/RN entre 2007-2018.** Revista de Casos e Consultoria, [S. l.], v. 11, n. 1, p. e11123, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/22375>. Acesso em: 08/01/ 2024.

MIP – Governo da Itália. **Carta do Restauro.** Ministério de Instrução Pública Governo da Itália, Circular nº117 de 6 de abril de 1972. Cadernos de Sociomuseologia, v.15, n.15, 11, 1972.

MONGELLI, M. de M. **Identificação do patrimônio paisagístico na política federal do IPHAN: desafios e potencialidades do ambiente digital.** Revista Jatobá, Goiânia, v. 5, 2023. DOI: 10.5216/revjat.v5.77469. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revjat/article/view/77469>. Acesso em: 05/03/2024.

MOREIRA, A. C.; REZENDE, N. C. **Documentação de moradia urbana através da fotogrametria digital.** Resumo Expandido. II Congresso Nacional Para Salvaguarda do Patrimônio Cultural, Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul – RS. 2019.

MORESCO, J; BORDIN F.; VERONEZ, M. R.; KULAKOWSKI, M. P. **Termografia infravermelha na detecção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento argamassado.** In: CONGRESSO

INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 11., 2015, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: ALCONPAT, 2015.

MOURA, R. R. **Estudo de biomonitoração para urânio e tório aplicado a análise por ativação neutrônica no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear.** Tese de Doutorado, ENG-UFMG, 2019.

MURGUIA, E. I.; YASSUDA, S. N. **Patrimônio histórico cultural: critérios para tombamento de bibliotecas pelo IPHAN.** *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.12, n.3, p.65-82, set./dez. 2007.

OLIVEIRA, M. M. **A documentação como ferramenta de preservação da memória: cadastro, fotografia, fotogrametria e arqueologia.** vol. 7, cadernos técnicos - programa monumenta, distrito federal – DF. 2008. [http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/cadtec7_documentacaocomoferramenta_m-\(2\).pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/cadtec7_documentacaocomoferramenta_m-(2).pdf). Acesso em: 22/01/2024.

OLIVEIRA, G. F. P. **Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias associadas à humidade.** (Dissertação de mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.

OLIVEIRA, B. da G. **Monitoramento de edifícios históricos: uma estratégia para a melhoria contínua da conservação preventiva do patrimônio arquitetônico da Fiocruz.** Dissertação (Mestrado em Preservação e Gestão do Patrimônio Cultural das Ciências e da Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz, 2021. Bibliografia: 215-226f. – Rio de Janeiro: s.n., 2021. 254 f.

PEREIRA, E. B. **Redução de perdas em linhas de vapor através da manutenção preventiva e preditiva.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

PESSOA, K. Q., PESSOA, K. Q., SILVEIRA, G. G. **Mapeamento das armaduras expostas em edifício acadêmico e proposta de conduta - Estudo de Caso em Rio Branco (AC).** Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação das Construções, 2021.

PISTORELLO, D. **Iphan e Fundação Catarinense de Cultura: políticas para o patrimônio cultural do imigrante europeu em Santa Catarina na década de 1980.** *Anais Do Museu Paulista: História E Cultura Material*, 28, d2e53. 2020. <https://doi.org/10.1590/1982-02672020v28d2e53>. Acesso em 28/05/2023.

PORTA, P. **Política de preservação do patrimônio cultural no Brasil: diretrizes, linhas de ação e resultados: 2000-2010**. Iphan, Ministério da Cultura, 2012.

REIS, R. F. A. **Isolamento e identificação de fungos em amostras retiradas de múmias egípcias da coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Rio de Janeiro. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, 2014. 109pp. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/20500>. Acesso em 24/06/2024.

RODRIGUES, R. L.; AGOSTINHO, C. J. **Documentação digital do patrimônio arquitetônico: a igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens - Coqueiro Seco/AL**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v.15, n.1, p.26-41, jan.2020. <http://dx.doi.org/10.116/gtp.v14i1.152125>. Acesso em 06/07/2023.

ROCHA, E. A. **Manifestações patológicas em fachadas de edificações religiosas so sec. XVI e XVII: um estudo na região do sítio histórico de Olinda-PE**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco – UPE, Recife, Pernambuco, 2017.

ROCHA, E.; MACEDO, J.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. **Adaptação de mapas de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de caso da Igreja do Carmo em Olinda-PE**. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología t Recuperación da Construcción, vol.8, p.51-63, 2018.

SANTIAGO, L. F. **A Lagarto secreta: em busca do patrimônio arquitetônico perdido**. 2022. 203 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2022.

SANTOS, J. J. dos, FRANCA ROCHA, W. de J. S. da, BAPTISTA, G. M. de M., SOUZA, D. T. M. de, SILVA, A. de B., SANTOS, S. M. B. dos. **Modelagem Geoestatística de Elementos Maiores dos Solos de Feira de Santana-Ba Brasil**. Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana De Geografia Física E Ambiente, 2(1), 63–86. 2020. <https://doi.org/10.21814/physisterrae.2573>. Acesso em 29/01/2023.

SANTOS, M. E.; MORAES, C.; BEZZI, L.; Bezzi, A. **Digitalização 3D a partir de Vídeo de Drones Disponíveis na Internet**. figshare. Book. 2021. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14115479.v1>. Acesso em: 13/06/2022.

SOSTER, S. S.; FERRARI, F. **Documentação digital do patrimônio arquitetônico: Antiga Estação Ferroviária de São Carlos-SP**. Revista de

Ciência e Tecnologia, 2021. Disponível em:
<http://revista.ufrb.br/rct/article/view/7021>. Acesso em: 08/02/2024.

SPADOTTO, C.A. **Classificação de Impacto Ambiental. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas..** [online] 2002. Disponível: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/>. Acesso em 20/05/2024.

STOLZ, C.; WASEM, K. **Manifestações patológicas em edificação histórica no vale dos sinos/rs.** Revista Tecnologia e Tendências. 11. 37. 10.25112/rtt.v11i1.2189. 2020.

TAVARES, T. A., **Subsídios para o plano de conservação de edifícios modernistas em balanço estrutural: um estudo de caso na Praça dos Tribunais Superiores.** Dissertação de mestrado, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos – Recomendações básicas ao gestor de restauro’, Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada.** Textos para discussão, vol. 43, 2009.

TOLEDO, F. L. T. L. **Controle ambiental e preservação de acervos documentais nos trópicos úmidos.** Acervo, [S. l.], v. 23, n. 2, p. 71–76, 2011. Disponível em: <https://revista.an.gov.br/index.php/revistaacervo/article/view/27>. Acesso em: 30/01/2024.

TOLEDO, F. L. T. L. **Prevenção através do controle ambiental. Boletim Eletrônico da ABRACOR,** n. 3, p. 2-6, janeiro de 2011. Rio de Janeiro – RJ.

VALENTÍN, N. **Análisis y control del biodeterioro. A las plagas les gustan las momias.** In: Momias. Manual de buenas prácticas para su preservación. IPCE. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, p. 99-131, 2012. ISBN: 978-84-8181-524-5.

VANINI, G. N.; OLIVEIRA, F. L. de . **Considerações sobre a aplicação da Fotogrametria Digital na concepção do Mapa de Danos de edificações históricas.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8(1). 2023. <https://doi.org/10.46421/sbqp.v8i.3693>. Acesso em 17/09/2023.

ENEZA, C. de. **Carta internacional sobre a conservação e o restauro de monumentos e sítios.** Cadernos de Sociomuseologia, v.15, n.15, 11. 1964.

WITIUK, A. C. N., JUSTUS, G. F., PEREIRA, L da S.; HARA, A. H. **A importância do estudo de insolação e ventilação no processo do projeto arquitetônico.** Artigo. VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNISUL – Palhoça – 12 a 14 de maio de 2020.

ZHU G. **China's architectural heritage conservation movement.** Frontiers of Architectural Research, Volume 1, Issue 1, 2012, Pages 10-22, ISSN 2095-2635. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2012.02.009>. Acesso em: 05/08/2023.

CAPÍTULO III

ARTIGO II: INTEGRATED ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS ON FAÇADES WITH DAMAGE MAPS AND GUT MATRIX: PALÁCIO DA SOLEDADE, MUSEUM OF ARCHAEOLOGY AND NATURAL SCIENCES OF UNICAP, BOA VISTA, RECIFE - PE

REVISTA: *Conservar Patrimônio* (artigo submetido)

RESUMO

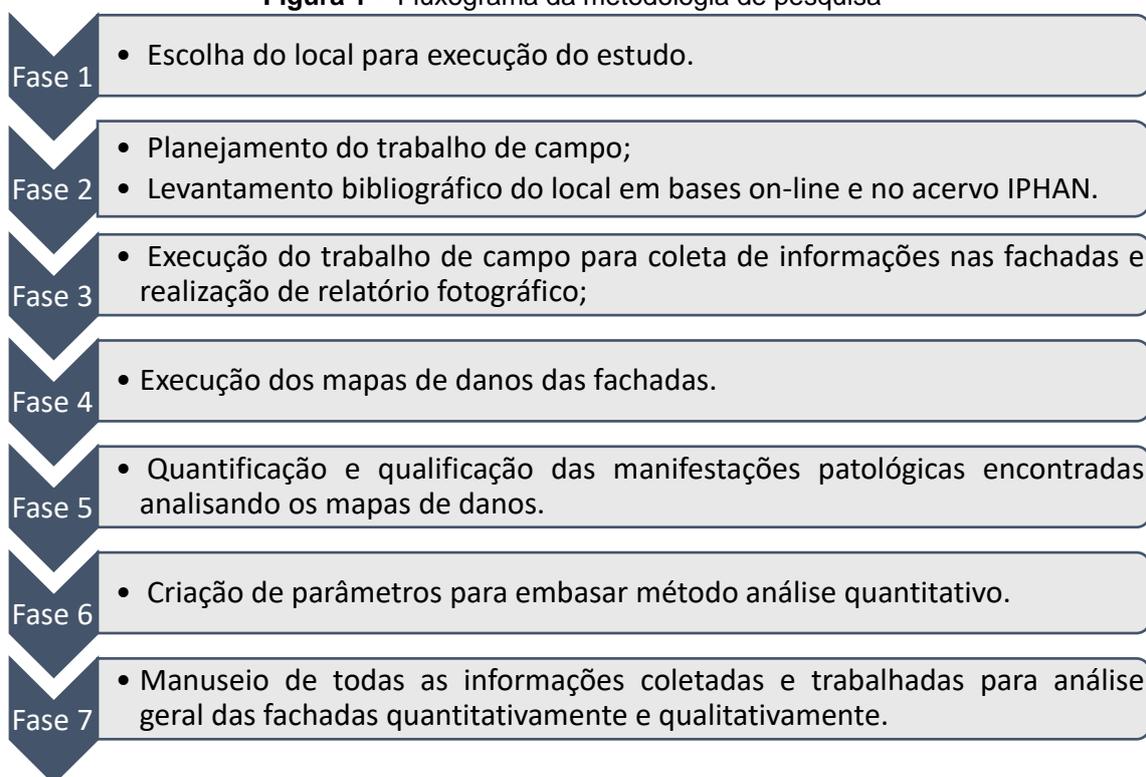
Diante dos desafios para a conservação dos patrimônios arquitetônicos torna-se cada vez mais necessário a integração de métodos de análises físicas que possibilitem um melhor gerenciamento patrimonial, principalmente quando é voltado à conservação de fachadas de patrimônios históricos. Os métodos empregados para a obtenção dos resultados foram as atualizações e elaboração dos mapas de danos das fachadas do objeto de estudo junto a uma análise qualitativa numérica conforme os parâmetros da metodologia GUT. As fachadas da edificação apresentaram-se em um baixo estado de conservação visto a falta de manutenção preventiva e corretiva. As prioridades de manutenção nas fachadas estudadas são em pontos onde apresentam fissuras, sujidades e deterioração de reboco, com pontuações variando de 1-125. O estudo busca reforçar a discussão sobre a conservação patrimonial arquitetônica utilizando métodos analíticos integrados, fornecer resultados que possibilitem melhores tomadas de decisão para uma melhor gestão patrimonial, promover novos estudos abordando também condicionantes ambientais aos danos encontrados nas fachadas e contribuir para a criação de metodologias neste eixo temático. Diante o baixo estado de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, necessita-se atividades de revitalização urgentemente para que o prédio não seja interditado e nem condenado em um futuro próximo. A integração dos mapas de danos das fachadas com a análise GUT formam um relatório técnico mais completo, sendo então uma ferramenta de análise auxilia nas decisões da gestão patrimonial sobre as atividades restauração e manutenção.

Palavras-chave: Patrimônio Histórico. Estrutura. Mapas de Danos. Matriz GUT. Gestão Patrimonial.

5. METODOLOGIA

Métodos programados e de maneira progressiva foram utilizados para obtenção dos resultados a partir do estudo de caso remetido ao Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife, Pernambuco. O planejamento foi concebido em três linhas: (1) pesquisa de campo para coleta de informações técnicas, (2) revisão bibliográfica para definição dos melhores métodos de análise e (3) estruturação dos resultados, para obter uma análise diversa e robusta. Após a definição da metodologia, elaborou-se um fluxograma (Figura 1), para organizar os procedimentos necessários para a análise final dos resultados.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de pesquisa



Fonte: Autor, 2023.

5.1. Área de Estudo: Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

Com a proposta do estudo de criar uma metodologia para possibilitar uma melhor análise sobre deterioração em fachadas de prédios históricos e então viabilizar métodos de gerenciamento mais sustentáveis, foi escolhido na capital do estado de Pernambuco, Recife, um patrimônio histórico edificado que se enquadra perfeitamente no perfil abordado. O Museu de Arqueologia e Ciências

Naturais, ocupa o Palácio da Soledade, que hoje é gerenciado pela Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e é tombado em nível federal.

A edificação é situada no terreno de um dos polos das terras da Boa Vista que foram concedidas em 1652 por D. João IV, ao comandante negro Henrique Dias em recompensa a restauração Pernambucana contra os holandeses. Nomeado como Palácio da Soledade, começou a ser construído com influência clássica imperial das arquiteturas do Palácio Real da Ajuda em Lisboa e do Palácio da Brejoira em Monção, ambos situados em Portugal. Foi ocupado inicialmente pelo Dom Frei Luís de Santa Teresa em 1742, e posteriormente abrigou os bispos de Olinda, entre eles o Bispo Dom Vital. Sem utilidade social, foi ocupado como sede do governo provisório libertário de Pernambuco em 1817. Em 1917 o prédio é então vendido pela Diocese aos padres da Ordem dos Jesuítas onde ali então fundou-se o Colégio Nóbrega (FABRIS, 1987; SOUZA, 2000; SILVA, 2008). A edificação foi tombada pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em 18/07/1938, com o número de processo 130-T/38J e sua inscrição no Livro das Belas Artes sendo vol. 1 sob inscrição nº 182, de 18/07/1938. A partir de 2009, passou a ser sede das diversas atividades do IPHAN no estado de Pernambuco, e em 2016 o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP então se transfere para as dependências do Palácio da Soledade (IPHAN, 2008; IPHAN, 2010; IPHAN, 2016).

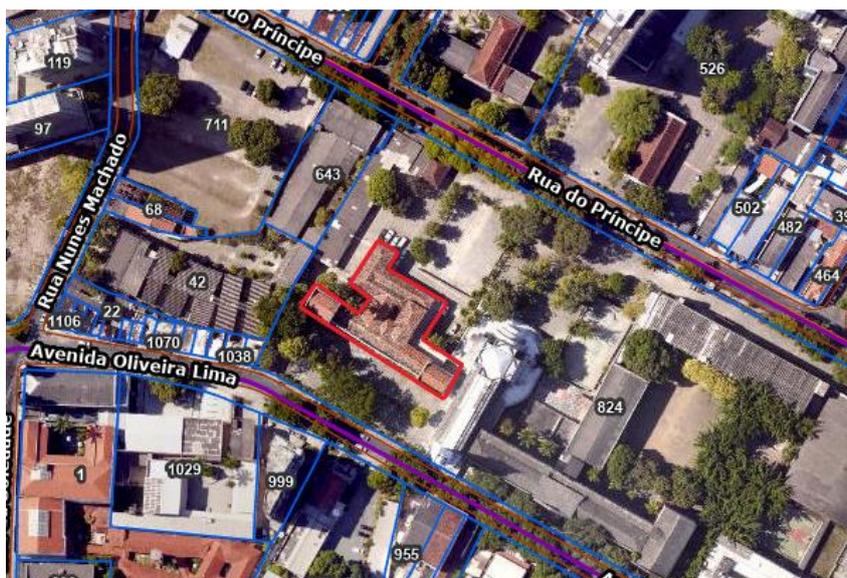
De uma forma mais técnica e atual, o Palácio da Soledade localiza-se na Avenida Oliveira Lima, bairro da Boa Vista, município do Recife, estado de Pernambuco (08°03'22" S; 34°53'19" O; elevação 4 m), Brasil (Figura 2); Urbanisticamente, regido pela Lei 16.176/76 na qual estabelece Lei do Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife, o prédio está situado na Zona Centro – ZC, Zona Especial de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural (ZEPH) sendo a ZEPH-8 o distrito em que o patrimônio em estudo está inserido (ESIG, 2023). Apresenta-se com uma área total de 2229,81 metros quadrados, disposto por um corpo central com dois pavimentos e duas torres simétricas em sua parte frontal com três pavimentos; E sua estrutura externa se divide em quatro principais fachadas nomeadas de acordo com o direcionamento cardeal em relação ao norte geográfico: as fachadas Sudoeste, Noroeste, Sudeste e Nordeste, respectivamente as fachadas frontal, lateral direita, lateral esquerda e

fundos (Figuras 4-5). Ao longo da história do edifício, apenas foram registradas de forma oficial quatro intervenções de revitalização estrutural, principalmente nas fachadas e no sistema de coberta. E a última vez que o prédio obteve atividades revitalizantes gerais foi entre os anos 2007 e 2009 (Quadro 1) (IPHAN, 1971; IPHAN, 1996; SILVA, 2008; IPHAN, 2008; IPHAN, 2012; IPHAN, 2024).

Figura 2 – Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Fachada Sudoeste do Palácio da Soledade; b) Localização do Palácio da Soledade visto pelo Sistema de Integração Geográfica (ESIG) da Prefeitura do Recife.



(a)



(b)

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 1 – Histórico de atividades técnicas no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Período	Ação	Intervenção	Fonte
1833	Reforma geral	Realizou-se revitalização estrutural, na cobertura, nos cômodos, nas fachadas, no paisagístico.	Silva, 2008.
1971	Vistoria técnica, elaboração de memorial descritivo e projeto de restauração, execução de serviços de restauração.	Execução de laje nas torres para reforçar estrutura, revitalização na cobertura, fachadas, cômodos, esquadrias, pátio externo e demolição de sanitários e salas em uma reestruturação arquitetônica.	IPHAN, 1971. Dossiê 04.
1996	Vistoria técnica, elaboração de memorial descritivo do estado de conservação e viabilidade da revitalização.	Nenhuma.	IPHAN, 1996. Dossiê 04.
2007/2008/2009	Licitação, contratação, vistoria técnica e execução de serviços de restauração.	Restauração no forro do prédio, em trechos de alvenarias deterioradas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, fachadas e cobertura.	IPHAN, 2008. Dossiê 04 E.
2011/2012	Licitação, elaboração e execução de projeto paisagístico	Reformulação paisagística externa.	IPHAN, 2012. Dossiê 04 A e B.
2012	Vistoria e análise técnica sobre o estado de conservação do prédio.	Nenhuma	IPHAN, 2012. Dossiê 04 D.
2016	Vistoria e análise técnica sobre estado de conservação do prédio motivado pela ocorrência de umidade nas paredes.	Nenhuma	IPHAN, 2016. Dossiê 04 C e D.

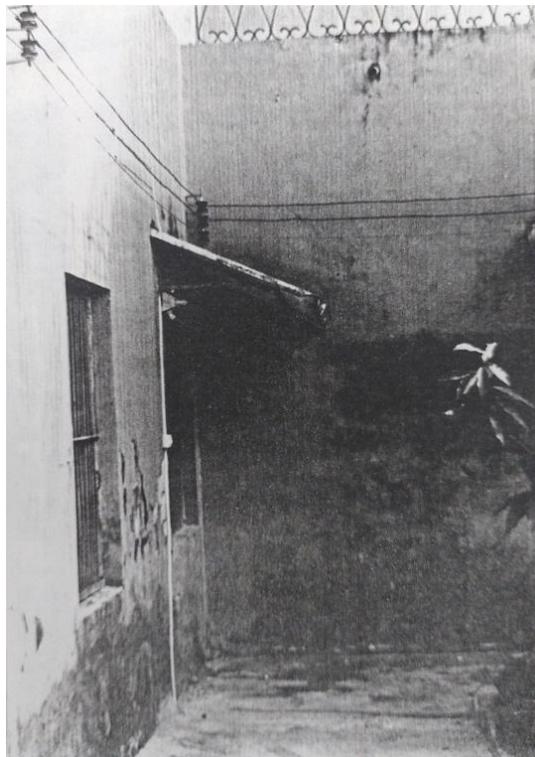
Fonte: Autor, 2024.

Percebe-se que ao decorrer dos fatos históricos, as revitalizações tanto no sistema de cobertura quanto nas fachadas (Figura 3) foram bastantes recorrentes diante das manifestações patológicas revelando que o ambiente onde o Palácio da Soledade foi construído sofre com agentes agressivos externos desde sua criação. Não menos importante, a questão da falta de uma contínua manutenção preventiva provoca a defasagem da vida útil dos materiais construtivos, onde potencializa a degradação estrutural.

Figura 3 – Manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil, na década de 1970: a) Destacamento de pintura na fachada Nordeste; b) Sujidade na fachada Noroeste; c) Deslocamento de reboco na fachada Nordeste



(a)



(b)



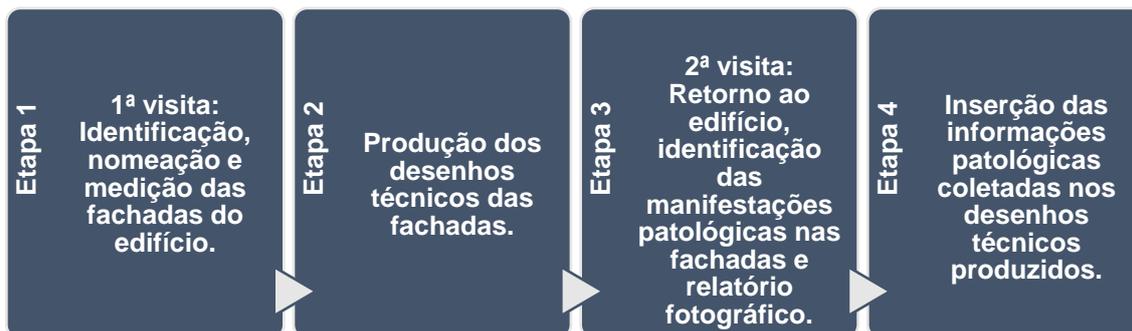
(c)

Fonte: Acervo IPHAN, 2024.

5.2. Levantamento das Patologias nas Fachadas e Processamento de Dados para Produção de Mapas de Danos

A metodologia para execução dos mapas de danos, que são documentos imprescindíveis para a análise do estado físico das fachadas, seguiu um plano de ação em quatro fases para que se obtivesse um trabalho progressivo. Este planejamento pode ser visualizado no fluxograma abaixo (Figura 6).

Figura 4 – Fluxograma para concepção dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Não há, em âmbito internacional e nem nacional, diretrizes normativas para a execução dos mapas de danos de fachadas, desde as fases de inspeção predial e coleta dos dados físicos até a elaboração dos documentos técnicos. O material literário deste método científico disponível é visto como um excesso de criatividade, visto a falta de padronização. Em relação a coleta dos dados, pode ser feita com auxílio ou não de veículos aéreos não tripulados (VANT), e na nomeação das manifestações patológicas como em suas representações gráficas, não há padronização no contexto geral. Há diferença de hachuras e cores nas legendas das manifestações patológicas em cada documento elaborado. O resultado é que existem inúmeros modelos e incontáveis formatações, sem um modelo normativo para a formalização documental (Tirello; Correa, 2012).

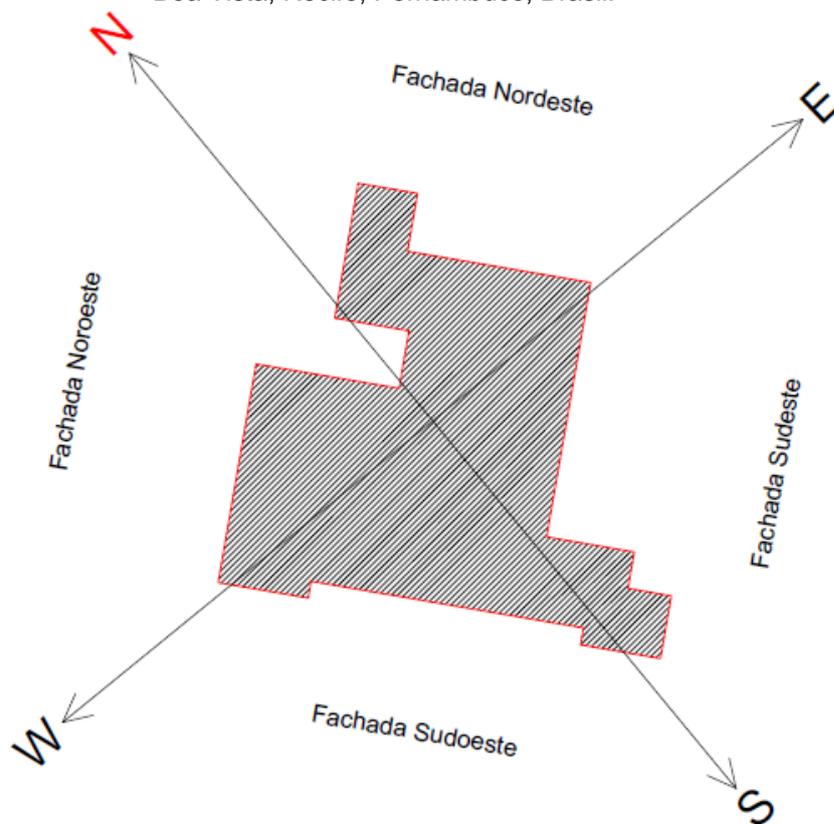
Visto essa ocasião, as principais diretrizes metodológicas para a atualização e elaboração dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade foi levando em consideração as notas técnicas de Tinoco (2009), conforme é vista como a literatura primária do método, juntamente com a metodologia vista em Lemos *et al* (2022), no qual abordou o mesmo patrimônio histórico edificado em seu estudo.

Logo, o processo consistiu nas visitas ao objeto de estudo para identificação, levantamento e registro das manifestações patológicas para a eventual análise das deteriorações. Foram executados previamente os desenhos técnicos das fachadas e levados a campo. As visitas realizadas ao Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, foram entre os dias 16/02/2023 e 14/07/2023. Fez-se necessário uma segunda visita ao prédio, pois, a estação chuvosa da cidade do Recife provocou um aumento na gravidade de manifestações patológicas existentes e aparecimentos de novas manifestações nas fachadas, sendo necessário então uma atualização dos mapas de danos já realizados. Em campo foram identificadas e locadas nos próprios desenhos técnicos as manifestações patológicas juntamente com o apoio de registro fotográfico, das quatro fachadas do prédio, realizado por câmera fotográfica.

A partir da identificação e levantamento dos dados realizados nas fachadas do Palácio da Soledade, foram executados os mapas de danos utilizando os mesmos termos e representações gráficas vistas em Lemos *et al* (2022). Os trechos das fachadas Sudoeste e Nordeste que se situam em um jardim interno no qual o rebatimento bidimensional não pode ser visto, foram consideradas aqui como fachadas ocultas Sudoeste e Nordeste, conforme seu direcionamento ao Norte, e os mapas de danos foram produzidos separadamente.

Foi então realizada uma revisão de literatura sobre as manifestações patológicas identificadas em campo, e sobre o Palácio da Soledade a partir de artigos e documentos coletados nas bases de dados científicas (Quadro 2) ScienceDirect, SiELO, Google Acadêmico e do acervo de arquivos documentais do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico (IPHAN) e da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), para discutir as análises deste estudo físico.

Figura 5 – Nomeação das fachadas em relação ao Norte geográfico do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 6 – Fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Fachada Sudoeste; b) Fachada Noroeste; c) Fachada Nordeste; d) Fachada Sudeste.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 2 – Bibliografia de apoio para execução dos mapas de danos

Título	Fonte
Damage mapping as a tool in the maintenance of architectural heritage: the case of Eufrásio Barbosa Market	Amorim, ES de, Sampaio, G. de M., Costa, LVB, Lordsleem Júnior, AC., Monteiro, ECB., & Soares, W. de A. (2023). Damage mapping as a tool in the maintenance of architectural heritage: the case of Eufrásio Barbosa Market, 43, 63–77. https://doi.org/10.14568/cp29216
Pathological manifestations and damage map in historical heritage: a case study of the Basílica e Convento de Nossa Senhora do Carmo in Recife-PE.	Moura Júnior, JM de; Barreto, LM; Soares, W. De A.; Monteiro, BCE; Nascimento, TRS do. Pathological manifestations and damage map in historical heritage: a case study of the Basílica e Convento de Nossa Senhora do Carmo in Recife-PE. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. L.] v. 8, pág. E53511831484, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.31484. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31484
Pathological manifestations on facades of historic buildings - damage map: case study of the Museum of Archeology and Natural Sciences of UNICAP in Recife-PE	Lemos, A. R. .; lima, F. F. de S. .; vasconcelos filho, A. G. F. de .; Tenório, A. F. B. .; Rêgo, C. M. do .; Borba, L. F. F. .; Monteiro, E. C. B. .; Zarzar Junior, F.; Amorim, W. R. .; Silva, P. M. M. do R. . Pathological manifestations on facades of historic buildings - damage map: case study of the Museum of Archeology and Natural Sciences of UNICAP in Recife-PE. Research, Society and Development, [S. I.], v. 11, n. 11, p. e133111133519, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33519. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33519

Fonte: Autor, 2024.

Quadro 2 – Bibliografia de apoio para execução dos mapas de danos

Título	Fonte
Survey of pathological manifestations in Santa Isabel bridge, through damage map	Rêgo, C. M. do .; Vasconcelos Filho, A. G. F. de; Borba, L. F. F.; Lemos, A. R. .; Tenório, A. F. B.; Teixeira, I. A. da R. .; Oliveira, P. E. S. de .; Monteiro, E. C. B. . Survey of pathological manifestations in Santa Isabel bridge, through damage map. <i>Research, Society and Development</i> , [S. l.], v. 11, n. 11, p. e123111133382, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33382. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33382
Pathological manifestations in façades of historic buildings – damage map: case study of the church Santuário Nossa Senhora de Fátima	Lima, F de S, F.; Monteiro, E B M; Costa e Silva, A J da; Vasconcelos Filho, A G F de; Lemos, A R; Tenório, A F B; Rêgo, C M do; Borba, L F F; Barreto, L M. Pathological manifestations in façades of historic buildings – damage map: case study of the church Santuário Nossa Senhora de Fátima. Seven Editora, [S. l.], 2023. Disponível em: https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/878
Adaptation of a damage map to historical buildings with pathological problems: Case study at the Church of Carmo in Olinda, Pernambuco	Rocha, E. A. et al. Adaptation of a damage map to historical buildings with pathological problems: Case study at the Church of Carmo in Olinda, Pernambuco. <i>Rev. ALCONPAT</i> , Mérida v. 8, n. 1, p. 51-63, abr. 2018. Disponible en < http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352018000100051&lng=es&nrm=iso >. Epub 26-Jun-2020. https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.198

Fonte: Autor, 2024.

5.3. Ferramentas de Apoio Para Análise Física dos Mapas de Danos

Dentre as ferramentas para análises ambientais nas edificações pode-se citar aquelas que utilizam de medição para fatores diretamente relacionados com a degradação de uma edificação, especialmente localizada na Região Neotropical. São estes: Radiação Solar (Carta Solar); Ventos (Carta dos Ventos); Regime de chuvas e Umidade Relativa do ar (Pluviométrica e Umidade Relativa do ar).

- a) Carta Solar:** Discutir sobre a questão da influência da radiação solar enquanto incide em fachadas é de grande importância quando se está estudando sobre deteriorações e aparecimento de patologias nesta localidade em que se situa a edificação. Este tipo de radiação potencializa de forma muito acentuada a fadiga dos materiais de superfície, que por sua vez são a primeira camada de proteção de toda a estrutura externa. Revestimentos, seja cerâmico ou pinturas, são constantemente afetados, e diante a perda da função primária destes, abre-se caminho para o

aparecimento de outras manifestações patológicas. Diante disto, é de suma importância entender sobre como se dispõe a incidência solar da região em que se encontra o prédio, pois, trará um embasamento enriquecido nas discussões e conclusões mais concretas diante das manifestações presentes nas fachadas (Pacheco e Vieira, 2017, Rocha *et al.*, 2023). O Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciência Naturais da UNICAP, como dito anteriormente, é localizado na cidade do Recife. Perante esta informação, utilizando o software Analysis SOL-AR (Lamberts; Marciel, 2019) coletou-se a Carta Solar do Recife. Diante desta carta pode-se entender os períodos das estações climáticas, e assim quando o Sol nasce e se põe durante todo o ano.

- b) Carta dos Ventos:** Como forma de enriquecer ainda mais as discussões sobre o estado de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, utilizou-se o software Analysis SOL-AR (Lamberts; Marciel, 2019) para coletar a Carta de Ventos do Recife. Diante desta pode-se entender o comportamento da ventilação da localidade e no que ela implica atrelando-se aos fatores de poluição e transporte de sais vindos da costa.
- c) Pluviométrica e Umidade Relativa do ar:** A região Nordeste do Brasil dispõe de uma variação térmica bastante heterogênea e irregular diante das várias condições atmosféricas. Na faixa Central Leste da região, de forma modulada, as precipitações se enquadram pelos distúrbios ondulatórios com maiores precipitações entre os meses de maio e julho, além de apresentar uma média pluviométrica anual de 1500 mm. Importante salientar que, conforme o agravamento negativo dos reflexos das mudanças climáticas, esta mesma região apresenta um progressivo aumento de vulnerabilidade. O Intergovernmental Painel on Climate Change (IPCC), órgão das Organização das Nações Unidas (ONU) aponta em seu 6º relatório de avaliação que a região Nordeste do Brasil sofrerá com o aumento da temperatura, além de apresentar ocorrências de eventos climáticos extremos, principalmente atrelados à dissonância pluviométrica. E este conjunto de eventos e informações retrata uma desconformidade nas condições normais do regime pluviométrico e umidade relativa da região, especialmente a cidade de Recife que é localizada nesta disposição geográfica (Souza; Azevedo, 2012; Gomes *et*

al., 2015; Debortoli *et al.*, 2017; Guedes; Silva, 2020; IPCC, 2021). Logo, com a finalidade de entender como o breve comportamento climático da cidade do Recife, em escala sazonal, criou-se uma metodologia de análise exploratória e descritiva de dados de precipitação e umidade do ar, de forma que embase as discussões sobre às condições físicas analisadas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP. Foi feito um estudo analítico nos boletins climáticos emitidos pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) durante os meses de janeiro a novembro de 2023, cujo foi o período do trabalho de coleta de dados e análise das condições físicas das estruturas externas da edificação.

5.4. Aplicação da Metodologia GUT Conforme Métricas Para Obtenção das Matrizes GUT

Este método de gerenciamento foi elaborado no ramo industrial americano e japonês para priorizar problemas difíceis de solucionar simultaneamente, logo tornou-se uma ferramenta de avaliação baseada nos âmbitos de gravidade, urgência e tendência a partir da avaliação de determinado problema (Kepner; Tregoe, 1981; Carvalho *et al.*, 2020). O referido método GUT tem como objetivo principal priorizar as ações gerenciais de intervenção e requalificação racionalmente de forma que a tomada de decisão seja a menos prejudicial possível ao caso analisado (Sotille, 2014; Ferreira; Barbosa, 2021).

Esta análise técnica exploratória não tem uma normatização internacional e nem nacional para regimentar as atividades de avaliação de danos em fachadas, seja em patrimônios históricos edificados ou não. Na base literária deste conteúdo, os pesos e os termos qualitativos que compõe as matrizes GUT diferem nas produções acadêmicas já realizadas em base do tema. Isso resulta em muitos modelos no qual deve-se ponderar qual melhor se encaixa para as análises da pesquisa.

Logo, a elaboração das matrizes GUT, seguiu o método criado por Kepner e Tregoe (1981), visto que é a referência primária, e os parâmetros quantitativos e avaliativos (Tabela 1) foram baseados nos trabalhos de Ferreira e Barbosa (2021) e Pires Sobrinho e Monteiro (2020). Assim foi executado o plano metodológico para obtenção dos dados que iriam compor a matriz GUT. Logo,

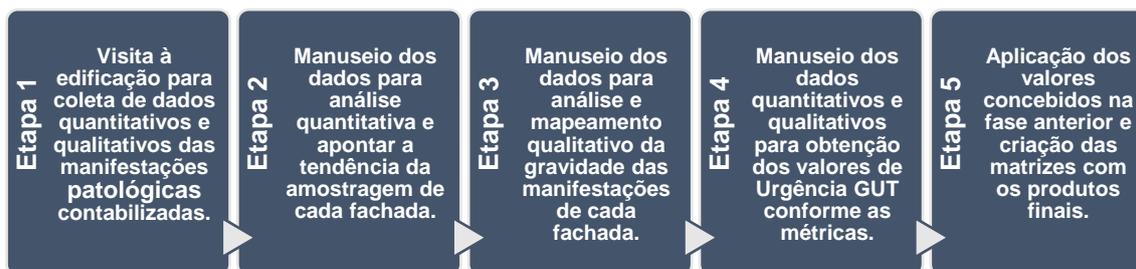
com os métodos estabelecidos, foi traçado o planejamento de coleta de dados, como podemos ver no fluxograma (Figura 7).

Tabela 1 – Pesos e parâmetros dos fatores GUT.

Fator	Gravidade	Urgência	Tendência
	Consequência se nada for feito	Prazo para tomada de decisão	Proporção de problema no futuro
5	Prejuízos extremamente graves	É necessário ação imediata	Se nada for feito, agravamento imediato
4	Muito graves	Com alguma urgência	Vai piorar a curto prazo
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar a médio prazo
2	Pouco graves	Pode esperar um pouco	Vai piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar

Fonte: adaptado Pires Sobrinho e Monteiro, 2020; e Ferreira e Barbosa; 2021.

Figura 7 – Fluxograma para concepção das matrizes GUT das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

As métricas para concepção das variáveis GUT foram elaboradas para embasar com mais propriedade os valores obtidos a cada análise diante as variáveis estudadas, e seguiram uma análise conexas na lógica Tendência (T), Gravidade (G) e então Urgência (U). Justificando que só pode-se ter ideia da real urgência de uma ocasião conforme possamos entender os níveis de tendência e gravidade. À obtenção dos resultados de cada variável, conforme as métricas estabelecidas, foi estabelecido os mesmos pesos numéricos vistos na tabela de pesos GUT para continuidade da padronização. Ou seja, analiticamente a cada variável obtida, os valores continuaram no intervalo de 1 a 5.

Logo as métricas para concepção das variáveis GUT sobre as manifestações patológicas identificadas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, foram concebidas da seguinte forma:

a) **Tendência (T):** Diante da contagem total do número de ocorrências registradas de cada manifestação patológica apontada em cada fachada do prédio em estudo foi estabelecida a métrica (Tabela 2), e assim para cada manifestação atribuiu-se o fator GUT Tendência.

Tabela 2 – Métrica para obter o Fator Tendência no método GUT.

Nº de Ocorrências Patológicas		Fator	
	0	Não aplicável	
	1	1	
2	a	5	2
6	a	10	3
11	a	15	4
	>	15	5

Fonte: Autor, 2023.

b) **Gravidade (G):** Primeiramente foi realizado o levantamento quantitativo das manifestações patológicas de cada feição e pontuando o estado de gravidade delas de forma individual. Esta análise do estado de gravidade foi determinada em graus de 1 a 5 (Quadro 3), “*in loco*” e repassadas em cores para representação em modelagem ambiental experimental para que fosse possível primeiro ter uma melhor ideia visual da tendência dos pontos mais graves em cada fachada analisada.

Quadro 3 – Parâmetros para pontuar qualitativamente as patologias das fachadas

Fator	Cor	Legenda
1		Sem gravidade
2		Pouco grave
3		Grave
4		Muito grave
5		Gravíssimo

Fonte: Autor, 2023.

As manifestações patológicas encontradas foram sujidade, destacamento de pintura, deslocamento de reboco, vegetação, fissuras, corrosão de grades, mofo ou bolor, corrosão de armadura, perda de seção e madeira deteriorada. Dentre as manifestações encontradas, os parâmetros

pontuados levaram em consideração a manifestação patológica de forma comparativa ao cenário encontrado:

- **Sujidade:** Finas camadas de partículas exógenas de coloração negra se retratando como uma superfície escura e suja nas fachadas (Lemos *et al.*, 2022). A concepção do fator 5 foi dado diante a visualização da ocasião de uma mancha grande e espessa que visivelmente estava degradando a pintura da fachada, já o fator 1 foi dado a partir do momento que a mancha era bem menor e que ainda nos dava possibilidade de ver a coloração da pintura na fachada.
- **Destacamento de pintura:** É quando a camada de pintura sobre a fachada perde a aderência ao substrato devido a esforços internos motivados pelos intemperismos físicos ou químicos (Daudt, 2023). A concepção do fator 5 foi dado a partir da ocasião em que determinada localidade da fachada não apresentava pintura deixando o reboco exposto sofrendo com ataques físicos, químicos e biológicos; já o fator 1 foi concebido a partir do momento em que a camada de pintura estava estufada e visivelmente desagregada com o reboco mas o material ainda não tinha despencado da estrutura.
- **Deslocamento de reboco:** Degradação progressiva ou colapsos espontâneos de partes do reboco expondo a alvenaria da fachada (Macedo, 2016; Lemos *et al.* 2022). O fator 5 foi concebido a partir da visualização da ocasião em que a fachada estava com os tijolos degradados aparentes retratando que as camadas de reboco, emboço e chapisco colapsaram; já o fator 1 foi dado a partir do momento em que apenas havia uma erosão pequena no reboco da fachada.
- **Vegetação:** Alterações dos materiais das fachadas desencadeadas por ações de qualquer tipo de plantas de porte variado (Rocha, 2017). O fator 5 foi adotado a partir da ocasião em que foi identificado uma planta de médio porte enraizada fissurando superficialmente a fachada; já o fator 1 foi concebido pela visualização da presença de musgos de pequeno porte presente na fachada sem danos estruturais visíveis.
- **Fissuras:** Aberturas de diferentes dimensões vistas em edificações ocasionadas por condicionantes mecânicas, térmicas, químicas e/ou

microbiológicas, geradas pela ação de forças de tração sobre o material que remetem a riscos estruturais sobre uma edificação (Moresco *et al.*, 2015). O fator 5 foi concebido a partir das seguintes ocasiões: fissuras encontradas em elementos estruturais como pilares e vigas, indicando que ali há corrosão de armadura, e fissuras de grandes dimensões (extensão e espessura) encontradas em qualquer localidade da fachada. Já o fator 1 foi adotado a partir da visualização de fissuras de pequenas dimensões e superficiais encontradas sobre a fachada.

- **Corrosão de grades:** Oxidação de materiais ferrosos ornamentais ou funcionais presentes na fachada de uma edificação desencadeada por reações químicas ou até mesmo microbiológica, corroendo então os mesmos (Rocha, 2017; Araújo *et al.*, 2019; Lemos *et al.*, 2022). O fator 5 é concebido a partir do momento que o elemento ferroso se demonstre em total oxidação da forma que a corrosão já tenha promovido deteriorações físicas que desconfiguraram a estrutura original. O fator 1 é aplicado a ocasiões em que haja apenas uma camada superficial da oxidação nos materiais ferrosos, de forma que não há tanta dificuldade para revitalização.
- **Mofo ou Bolor:** Manchas sobre as fachadas retratando a presença de umidade motivada pelo bloqueio de drenagens de águas pluviais, falta de irradiação solar e ventilação, que promovem então a presença de colônias microbiológicas (Lima *et al.*, 2020; Borba, 2022). O fator 5 foi concebido a partir da ocasião em que foi visualizada sobre a fachada uma mancha grande, úmida, com um material biológico superficial espesso descaracterizando a coloração da pintura e como também estufando a mesma promovendo até o destacamento. O fator 1 foi definido para ocasiões de manchas pequenas, úmidas, mas sem apresentar danos visíveis a pintura da fachada.
- **Corrosão de armadura:** Manifestação desencadeada quando a armadura de aço dos elementos estruturais da edificação, vigas e pilares, entram em contato com agentes agressivos externos e entram em processo de oxidação e corrosão promovendo a perda de resistência (Araújo, 2021). O fator 5 foi aplicado a partir da ocasião em que o aço da armadura foi identificado integralmente exposto, pois o concreto já tinha

colapsado, e visivelmente sofrendo com o processo de corrosão. Já a aplicação do fator 1 foi dada a ocasiões em que houve a identificação superficial de trincas e rachaduras em paralelo a vigas e pilares, subtendendo que o aço já estaria sendo corroído, embora o concreto ainda não tivesse colapsado para uma visualização mais ampla.

- **Perda de seção de concreto:** É a ruptura parcial do elemento estrutural pela perda da propriedade aglomerante ou pela expansão volumétrica da armadura de aço perante a oxidação promovida pelos ataques químicos e biológicos ocasionando o esfarelamento ou colapso de partes do concreto (Macedo, 2016; Lemos *et al.*, 2022). O fator 5 foi concebido a partir da ocasião em que houve a identificação de vigas ou pilares com o concreto extremamente deteriorado, faltando pedaços que em algum momento colapsaram espontaneamente, deixando a mostra os vergalhões de aço da estrutura. O fator 1 foi definido pela perda mínima de partes de concreto em vigas e pilares, que sucumbiram, mas que visualmente não dá pra ver a armadura de aço dentro do elemento estrutural.
- **Madeira deteriorada:** Deterioração ou o desgaste de elementos funcionais ou ornamentais feitos de madeira (portas, janelas, etc.) presentes na fachada da edificação devido a intempéries físicas, químicas ou biológicas que então os descaracterizam estruturalmente (Borges, 2022). O fator 5 foi concebido a partir da ocasião em que elementos funcionais de madeira, portas e janelas, foram identificados com partes deterioradas de forma que pôde-se ver os cômodos interiores da edificação, além de conter fissuras. O fator 1 foi concebido em ocasiões que os elementos de madeiras estavam apenas estufados.

Este estudo qualitativo foi enriquecido com os resultados do levantamento quantitativo. Perante a amostragem total foi feito um censo quantitativo dos pontos que apresentavam o mesmo nível de gravidade, de forma individual às manifestações patológicas identificadas em cada fachada da edificação, utilizando o software Excel.

A partir de toda laboração dos dados mensurados, partiu-se para concepção da métrica (Tabela 3) de Gravidade a fim de conceber os valores GUT de cada manifestação patológica analisada a cada fachada. Conforme os dados, inicialmente foi realizado uma análise individual de cada manifestação, a cada fachada, para obtenção de quantitativos em porcentagem mostrando quantas ocorrências em cada nível de gravidade existe após o levantamento. Hipoteticamente pode-se descrever da seguinte forma: na fachada A foram apontadas 22 ocorrências da manifestação patológica sujidade, dentre estas apontou-se três ocorrências grau 1 (sem gravidade), nove ocorrências grau 2 (pouco grave), oito ocorrências grau 3 (grave), nenhuma ocorrência grau 4 (muito grave) e duas ocorrências grau 5 (gravíssimo). A razão da amostra unitária, a cada nível de gravidade, pela amostra total da manifestação nos resulta em percentuais para cada nível, de forma que possamos visualizar melhor a tendência de gravidade da manifestação patológica na fachada analisada. Este procedimento analítico foi aplicado a todas as manifestações, individualmente, a cada fachada analisada.

Tabela 3 – Métrica para obter o Fator Gravidade no método GUT.

Fachada A					
Manifestação Patológica N					
Fator dos níveis de danos	1	2	3	4	5
Valor	%	%	%	%	%

Fonte: Autor, 2023.

Diante deste manejo nos dados, o Fator Gravidade para cada manifestação patológica analisada, a cada fachada, seguiu os seguintes parâmetros: O nível de gravidade em que o percentual for acima de 20% em relação aos demais, se adota o número do fator (1-5) daquele nível de gravidade (Quadro 5) para a manifestação analisada. Hipoteticamente pode-se reforçar da seguinte maneira, se a manifestação patológica analisada, após os resultados percentuais concebidos, obtiver ocorrências de grau 3 (grave) com um percentual maior que 20% em relação as demais, adota-se o Fator Gravidade igual a 3 pelo nível ter preponderado perante a amostra total; E em segundo ponto, quando, a partir do censo percentual, dois níveis de gravidade tiverem valores muito

próximos (em uma diferença de até 10%), sempre deve-se escolher fator numérico (1-5) do maior nível de gravidade, e então este será o Fator GUT de gravidade aplicado a manifestação patológica em análise.

- c) Urgência (U):** A ponderação da escolha deste fator se dá pela análise conjunta dos fatores Tendência (T) e Gravidade (G). Conforme os valores dos fatores obtidos em Tendência (T) e Gravidade (G) de cada tipo de manifestação patológica em cada fachada analisada, utilizou-se a métrica (Tabela 4) de somar ambos fatores para determinar o Fator GUT Urgência.

Tabela 4 – Métrica para obter o Fator Urgência no método GUT.

Fator Tendência	Fator Gravidade	Soma
a	b	a + b

Se a soma estiver no intervalo	Fator GUT Urgência
2	1
3 a 4	2
5 a 6	3
7 a 8	4
9 a 10	5

Fonte: Autor, 2023.

Diante toda a fundamentação metodológica descrita acima, utilizaram-se os Fatores de Gravidade, Urgência e Tendência de cada manifestação patológica para elaboração das matrizes GUT. O produto entre os Fatores determina o GUT Final de cada manifestação patológica. Logo, o maior GUT Final entre as manifestações patológicas analisadas, irá determinar a prioridade de intervenção quando houver atividades de revitalização em cada fachada analisada da edificação.

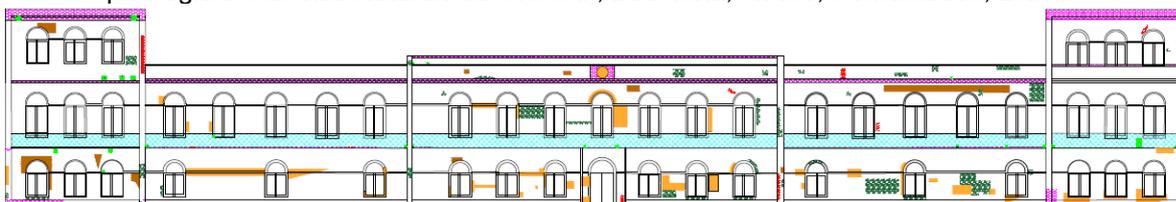
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Mapas de Danos do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

Perante a execução do trabalho de campo realizado e do processamento dos dados no AutoCad 2D, os mapas de danos foram elaborados sem maiores dificuldades seguindo os parâmetros metodológicos. Tais documentos técnicos apresentaram resultados bastantes expressivos sobre o real estado físico de conservação das fachadas da edificação. Logo, os mapas de danos do Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, se apresentam da seguinte forma:

- a) Fachada Sudoeste:** Diante o levantamento técnico na fachada Sudoeste (Figura 8) foram identificados 135 pontos que apresentavam algum tipo de manifestação patológica (Quadro 4), em variados níveis de degradação. A maior incidência patológica (Gráfico 1) encontrada nesta fachada foi a manifestação de deslocamento de reboco (n = 37), seguida de destacamento de pintura (n = 35), sujidade (n = 22), Vegetação (n = 22), fissuras (n = 12), mofo ou bolor (n = 6) e corrosão de grades (n = 1).

Figura 8 – Mapa de danos da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

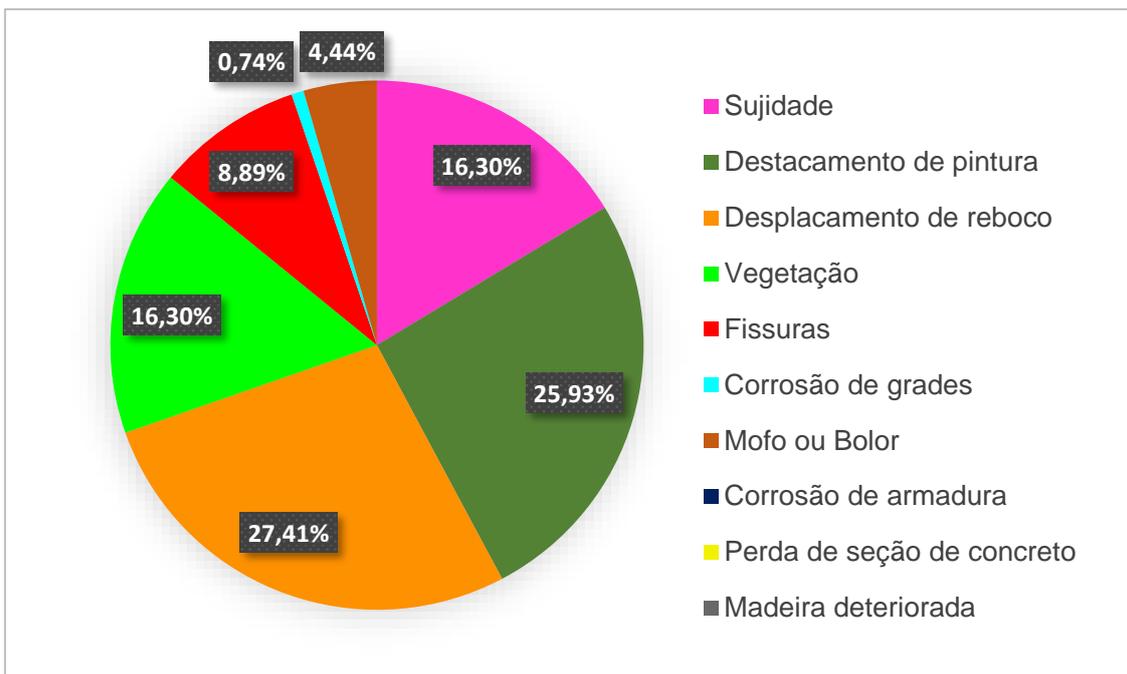


	Sujidade
	Destacamento de pintura
	Deslocamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada



Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 1 – Incidência patológica da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, PE.



Fonte: Autor, 2023.

Quadro 4 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Sujidade	
Destacamento de pintura	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 4 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Deslocamento de reboco	
Vegetação	
Fissuras	
Corrosão de grade	

Fonte: Autor, 2023

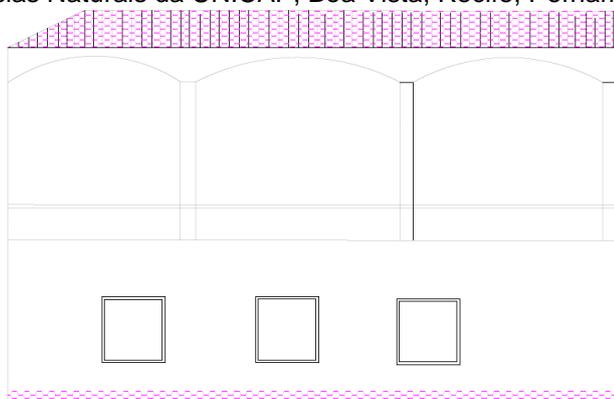
Quadro 4 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Mofo ou Bolor	

Fonte: Autor, 2023.

b) Fachada Sudoeste Oculta: Este mapa de danos (Figura 9), trata-se de uma área voltada a Sudoeste em relação ao Norte, porém fica por trás da fachada frontal principal, junto a um jardim interno. Apenas poucas ocorrências de sujidade (n = 2) foram identificadas (Quadro 5), sendo então preponderante à incidência total (Gráfico 2).

Figura 9 – Mapa de danos na fachada Sudoeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

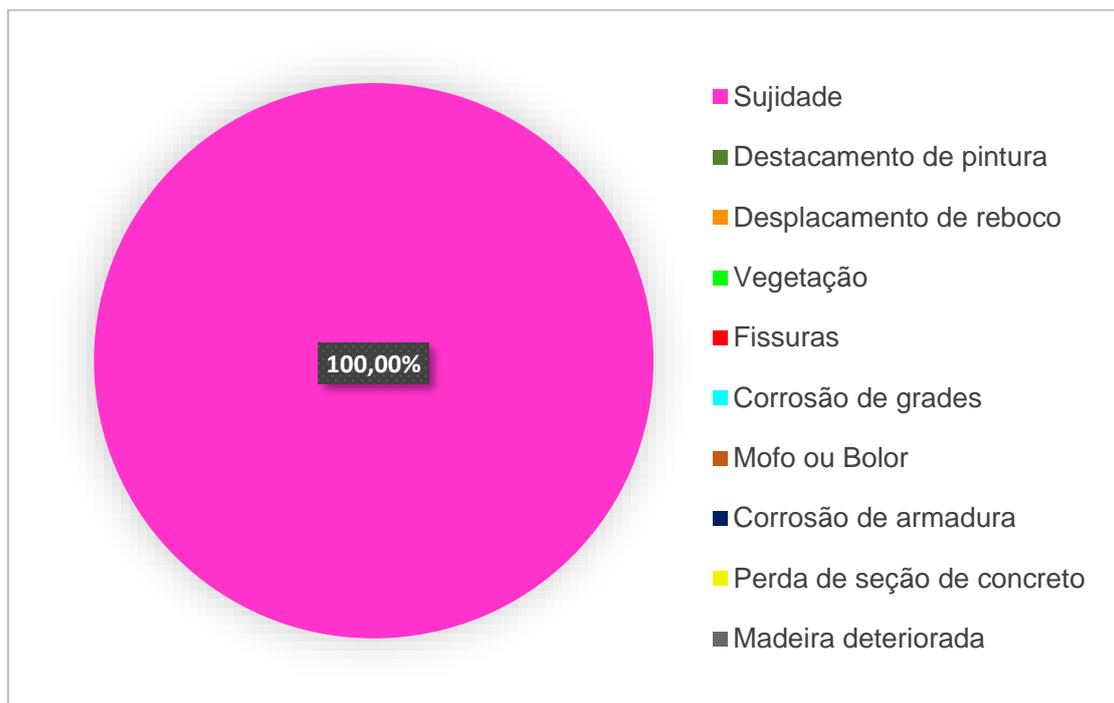


	Sujidade
	Destacamento de pintura
	Desplacamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada



Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 2 – Incidência patológica da fachada Sudoeste oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

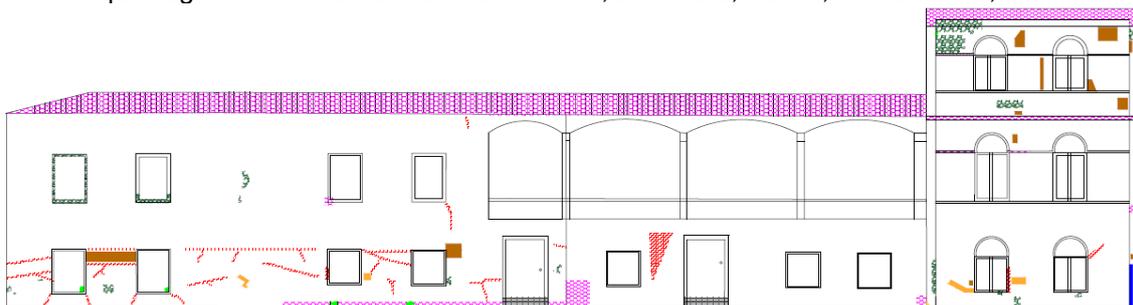
Quadro 5 – Relatório fotográfico da fachada Sudoeste oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação Patológica	Foto-chave
Sujidade	

Fonte: Autor, 2023.

c) Fachada Noroeste: Na fachada Noroeste (Figura 10) constatou-se que houve uma grande incidência de manifestações patológicas (Gráfico 3) ao longo de toda a sua extensão, 78 ocorrências ao total. Dentre as manifestações identificadas (Quadro 6), sobressaiu a presença de fissuras ($n = 33$), seguido de sujidade ($n = 16$), mofo ou bolor ($n = 10$), destacamento de pintura ($n = 6$), vegetação ($n = 5$), deslocamento de reboco ($n = 4$), madeira deteriorada ($n = 2$), corrosão de armadura ($n = 1$) e perda de seção de concreto ($n = 1$).

Figura 10 – Mapa de danos da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

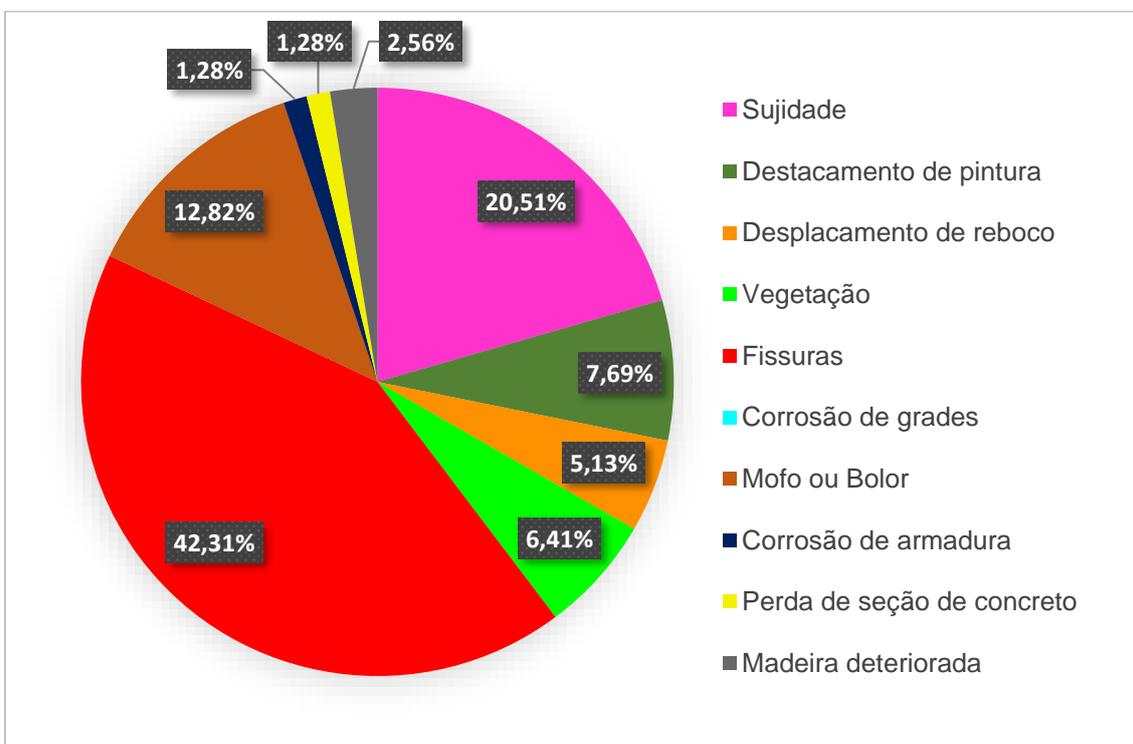


	Sujidade
	Destacamento de pintura
	Desplacamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada



Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 3 – Incidência patológica da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Quadro 6 – Relatório fotográfico da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Sujidade	
Destacamento de pintura	
Deslocamento de reboco	
Vegetação	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 6 – Relatório fotográfico da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Fissuras	
Mofa ou Bolor	
Corrosão de armadura	
Perda de seção de concreto	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 6 – Relatório fotográfico da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
<p>Madeira deteriorada</p>	

Fonte: Autor, 2023.

- d) Fachada Sudeste:** Já conforme o levantamento realizado na fachada Sudeste (Figura 11), foram identificadas 84 ocorrências de patologias em sua superfície com variados níveis de deterioração (Quadro 7). A patologia que preponderou nesta fachada (Gráfico 4) foi a sujeira ($n = 28$), seguida de destacamento de pintura ($n = 24$), fissuras ($n = 19$), deterioração de reboco ($n = 5$), vegetação ($n = 5$), corrosão de armadura ($n = 2$), mofo ou bolor ($n = 1$).

Figura 11 – Mapa de danos da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

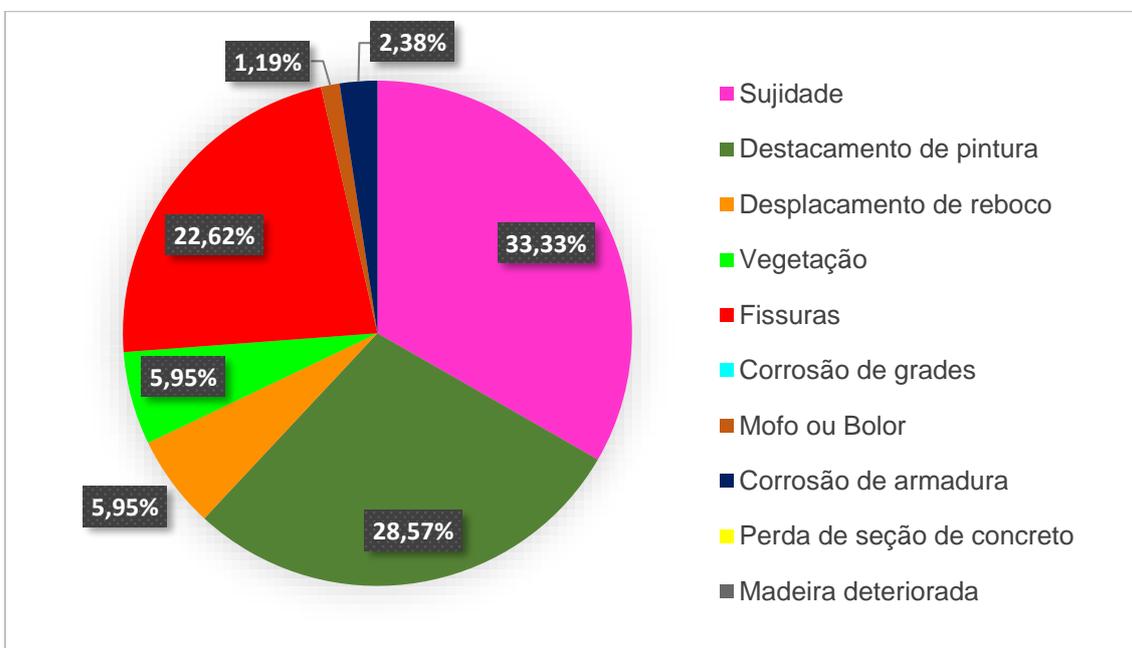




	Sujidade
	Destacamento de pintura
	Desplacamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 4 – Incidência patológica da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Quadro 7 – Relatório fotográfico da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação Patológica	Fotos-chave
Sujidade	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 7 – Relatório fotográfico da fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação Patológica	Fotos-chave
Destacamento de pintura	
Deslocamento de reboco	
Vegetação	
Fissuras	

Fonte: Autor, 2023.

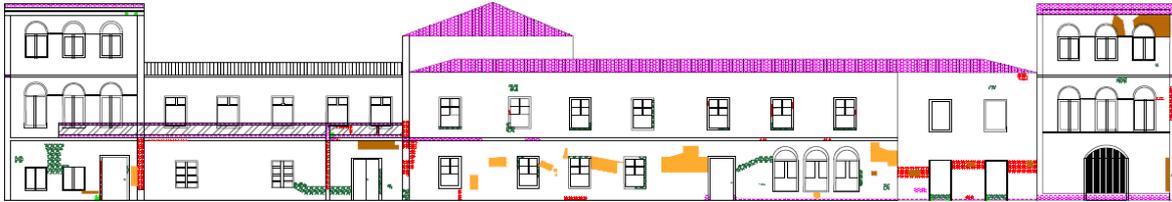
Quadro 7 – Relatório fotográfico da fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
<p>Mofo ou Bolor</p>	
<p>Corrosão de armadura</p>	

Fonte: Autor, 2023.

- e) Fachada Nordeste:** Na fachada Nordeste (Figura 12) foram identificadas 107 ocorrências de manifestações patológicas (Quadro 8) em toda a sua extensão. A patologia com um maior teor de incidência (Gráfico 5) perante a coleta de dados foram as fissuras ($n = 29$). Também foram identificadas manifestações de destacamento de pintura ($n = 28$), sujidade ($n = 22$), deslocamento de reboco ($n = 11$), mofo ou bolor ($n = 9$), Vegetação ($n = 7$) e perda de seção de concreto ($n = 1$).

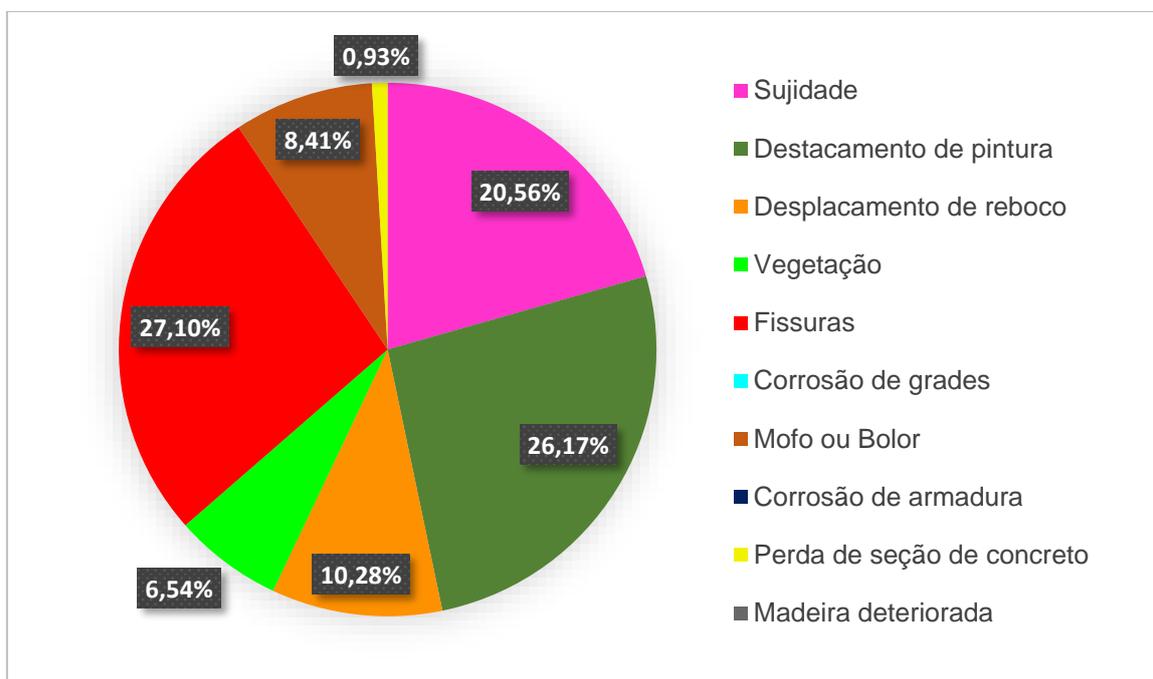
Figura 12 – Mapa de danos da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



	Sujidade
	Destacamento de pintura
	Desplacamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 5 – Incidência patológica da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



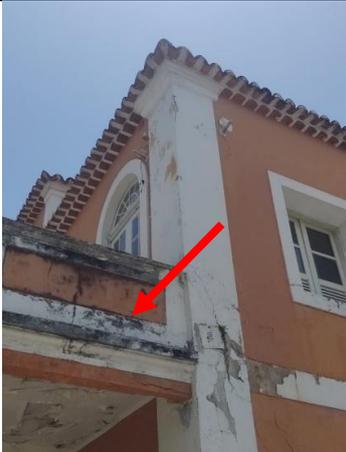
Fonte: Autor, 2023.

Quadro 8 – Relatório fotográfico da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação Patológica	Fotos-chave
<p>Sujidade</p>	
<p>Destacamento de pintura</p>	
<p>Deslocamento de reboco</p>	
<p>Vegetação</p>	

Fonte: Autor, 2023.

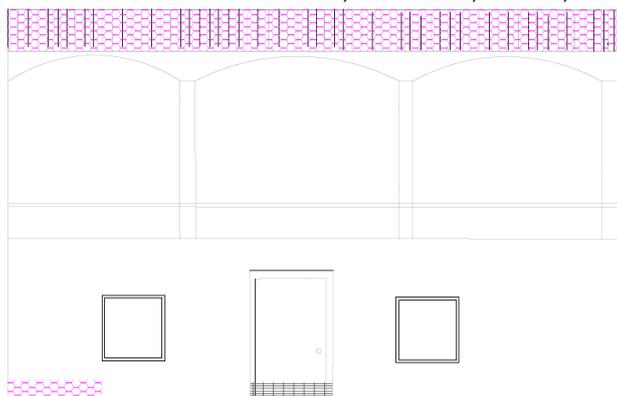
Quadro 8 – Relatório fotográfico da fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Manifestação patológica	Fotos-chave
Fissuras	
Mofo ou Bolor	
Perda de seção de concreto	

Fonte: Autor, 2023.

- a) **Fachada Nordeste Oculta:** Esta fachada (Figura 13), trata-se de uma área voltada a Nordeste, porém fica por trás da fachada dos fundos principal, junto a um jardim interno. Apenas ocorreu incidência de sujeira ($n = 3$) e madeira deteriorada ($n = 1$) (Gráfico 6) foram identificadas em toda sua extensão (Quadro 9).

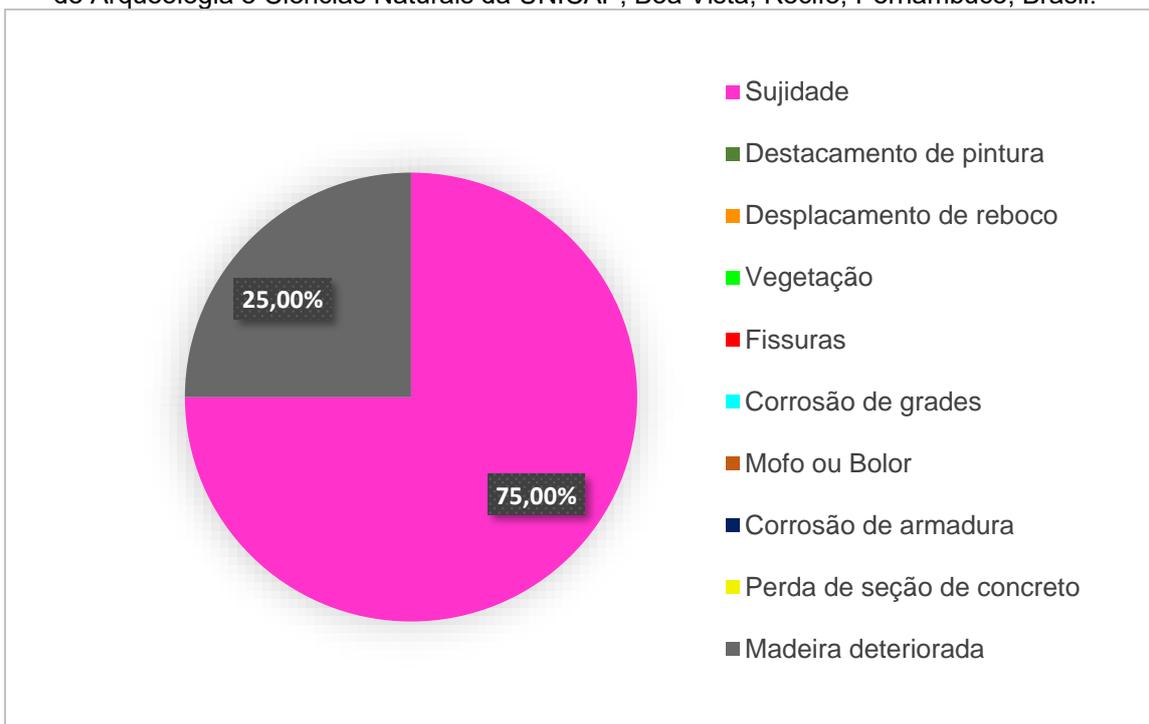
Figura 13 – Mapa de danos da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



	Sujeidade
	Destacamento de pintura
	Desplacamento de reboco
	Vegetação
	Fissuras
	Corrosão de grades
	Mofo ou Bolor
	Corrosão de armadura
	Perda de seção de concreto
	Madeira deteriorada

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 6 – Incidência patológica da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Quadro 9 – Relatório fotográfico da fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil

Manifestação patológica	Fotos-chave
<p style="text-align: center;">Sujidade</p>	
<p style="text-align: center;">Madeira deteriorada</p>	

Fonte: Autor, 2023.

Diante da concepção dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, é notável a grande incidência de manifestações patológicas ocasionadas pela falta de manutenção e revitalização periódicas. Em termos gerais encontrou-se 410 manifestações (Tabela 5) existentes ao longo de toda a estrutura externa da edificação, e pode-se apontar que as principais manifestações patológicas incidentes em termos gerais foram sujeidade ($n = 93$), destacamento de pintura ($n = 93$), fissuras ($n = 93$) e deslocamento de reboco ($n = 57$) (Gráfico 7). Tais manifestações patológicas reafirmam que o estado de conservação das fachadas é crítico e que conforme o tempo estão perdendo ainda mais suas propriedades de proteção à edificação.

Manifestações como vegetação e mofo ou bolor foram também muito aparentes no levantamento técnico, e indicam que o prédio sofre de graves problemas com umidade e infiltração. A estes fatores, podemos associar um

sistema falho de cobertura, com calhas que não comportam a vazão pluviométrica da região, não conseguindo escoar corretamente as águas em períodos chuvosos. Além disso, a presença de jardins, próximos às fachadas, onde naturalmente provoca uma concentração maior na umidade relativa do local, demonstrado aqui pelas maiores incidências destas manifestações nas fachadas Sudoeste, Noroeste e Nordeste.

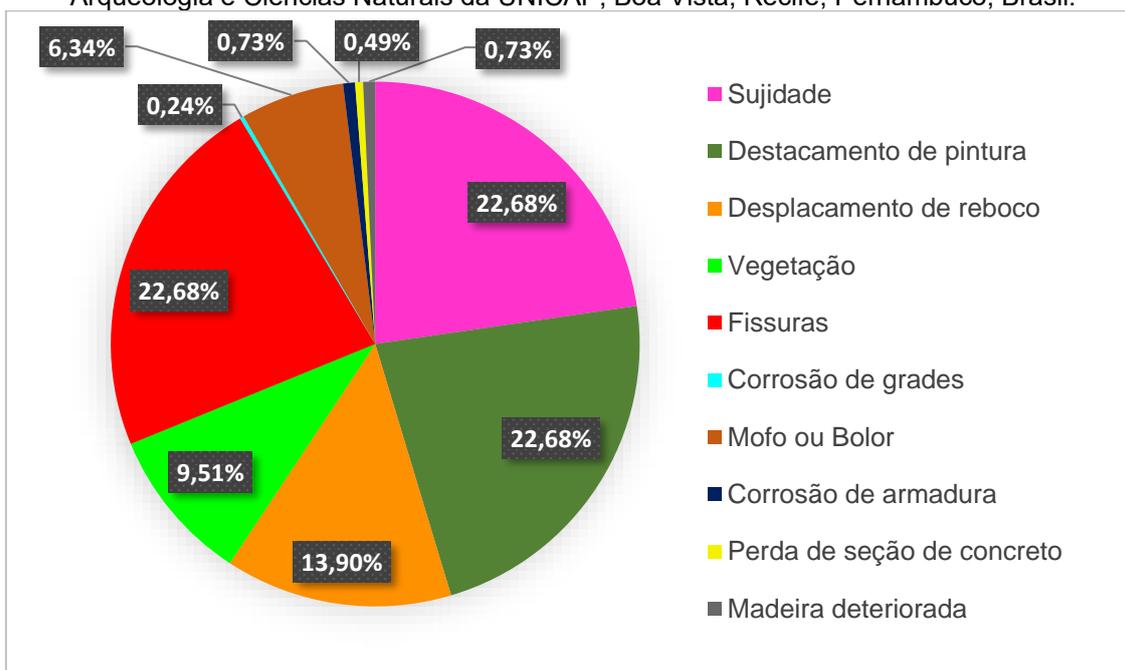
Igualmente alarmantes, as ocorrências de perda de seção de concreto e corrosão de armadura são muito preocupantes apontando que o sistema estrutural do prédio, pontualmente após sofrer com as deteriorações, apresenta progressão na perda de equilíbrio estrutural e segurança podendo provocar graves acidentes caso haja algum tipo de colapso. Embora o número de ocorrências no censo geral seja baixo, concebe-se como situações de alto risco. Estas manifestações se encontram nas fachadas Noroeste, Nordeste e Sudeste. Situação que remete a necessidade de intervenção imediata.

Tabela 5 – Incidência total das manifestações patológicas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Patologia	Sigla	Cor	Nº ocorrências
Sujidade	S		93
Destacamento de pintura	DP		93
Desplacamento de reboco	DR		57
Vegetação	V		39
Fissuras	F		93
Corrosão de grades	CG		1
Mofo ou Bolor	MB		26
Corrosão de armadura	CA		3
Perda de seção	PS		2
Madeira deteriorada	MD		3
TOTAL			410

Fonte: Autor, 2023.

Gráfico 7 – Incidência total das manifestações patológicas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

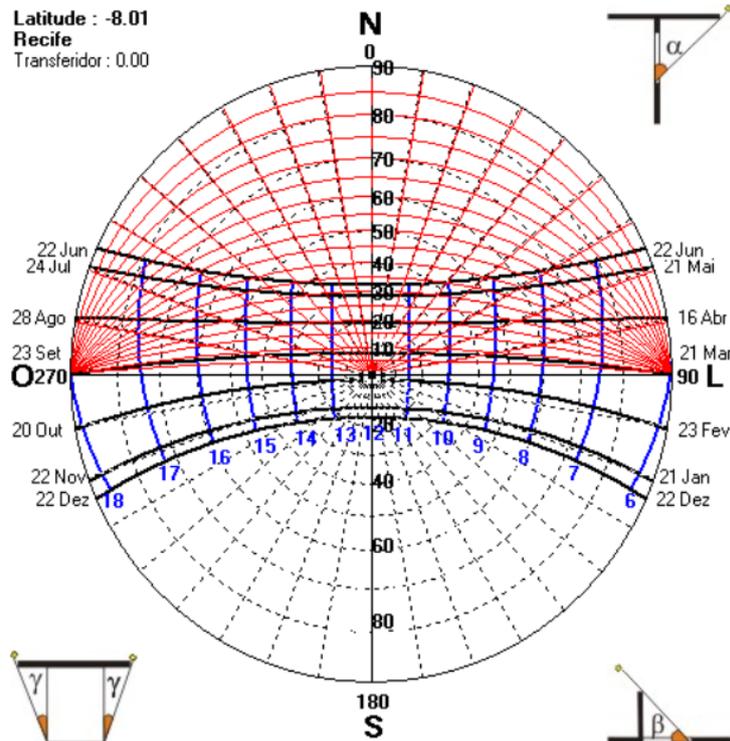
6.2. Análise Ambiental da Situação do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

6.2.1. Carta solar da cidade do Recife, Pernambuco, Brasil

A partir da carta solar da cidade de Recife (Figura 14) foi possível visualizar os períodos dos solstícios de inverno, de verão e os equinócios de outono e primavera bem definidos. O período do solstício de inverno compreende-se entre os meses de maio e julho. Já o solstício de verão obtém um período maior, onde se apresenta entre os meses de outubro a fevereiro. Em consideração aos equinócios, a temporada de outono na cidade está marcada nos meses de março e abril e a primavera entra de agosto a setembro.

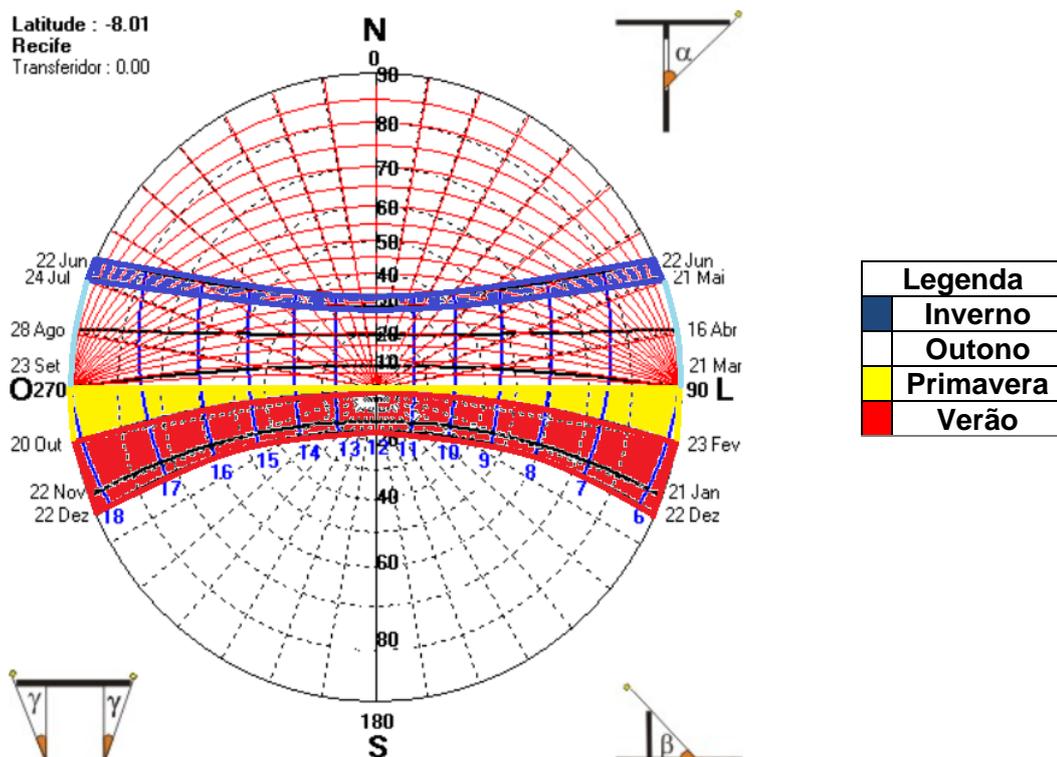
Um ponto importante a ser considerado é sobre o nascer e o pôr do Sol durante as estações na cidade do Recife. Considerando as estações da primavera e verão, o nascer do sol é concebido mais cedo do que no outono e inverno, estando mais horas expostas à irradiação solar. Em outra perspectiva, se ver que entre as estações do outono e inverno, o Sol se põe em um horário mais cedo que o período entre a primavera e o verão. Logo pode-se definir que há um período de irradiação solar maior entre o período solstício de verão e equinócio da primavera do que no período entre o solstício de inverno e equinócio do outono (Figura 15).

Figura 14 – Carta Solar da cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Adaptado Lamberts e Marciel, 2019.

Figura 15 – Períodos das estações do ano na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil, em base da Carta Solar.



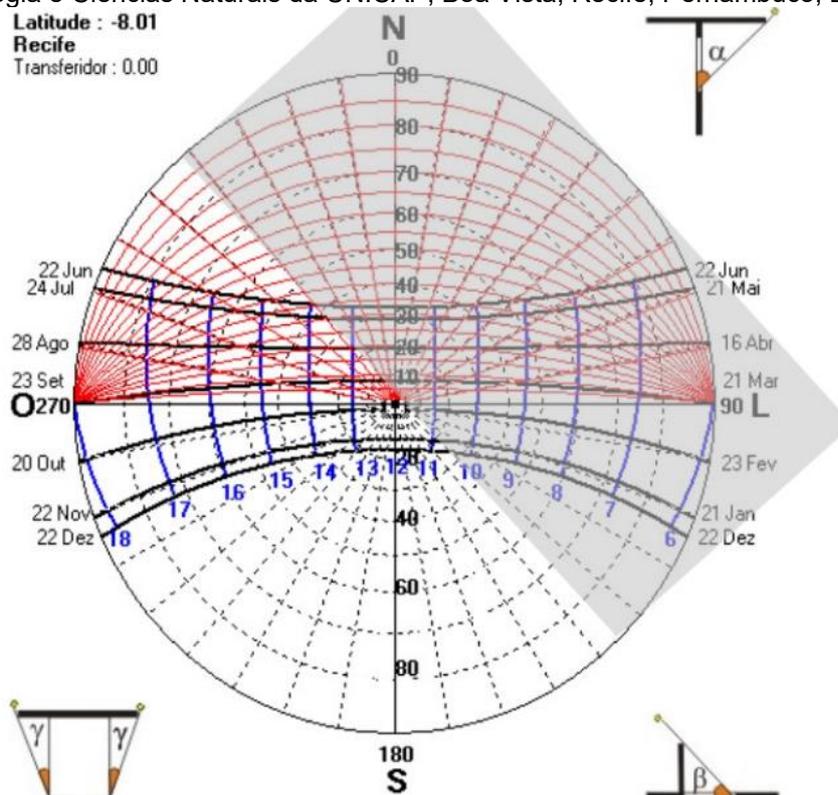
Fonte: Adaptado Lamberts e Marciel, 2019.

Perante as considerações sobre as incidências da radiação solar a cada estação analisada, parte-se para as análises de influência destas sobre as

fachadas do Palácio da Soledade. A edificação como visto anteriormente, não é uma edificação que obtém um direcionamento apurado ao norte geográfico. O prédio tem uma disposição em diagonal e as fachadas obtém nomeação dos pontos colaterais e não dos cardeais, logo se dispõe a fachada Sudoeste, fachada Noroeste, Sudeste e Nordeste. A partir dessas considerações, a incidência solar sobre as fachadas se dispõe das seguintes maneiras:

- a) Fachada Sudoeste:** Considerada a principal fachada do edifício por se tratar da fachada frontal, onde se dispõe o principal acesso do prédio, obtém uma irradiação solar ampla inicial em torno das 11h da manhã perdurando ao pôr do Sol, entre às 17h e 18h da tarde, dependendo da estação que se encontre. Tem uma incidência de 6h a 7h corridas. E nota-se, que a incidência solar no solstício de verão obtém uma amplitude maior em comparação às outras estações do ano (Figura 16).

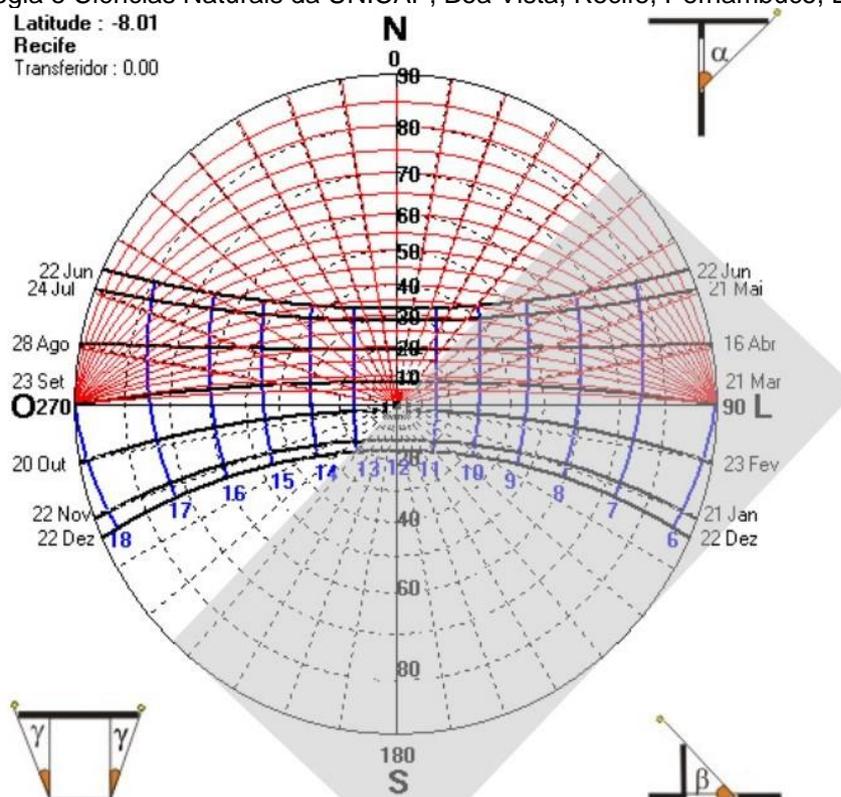
Figura 16 – Incidência solar na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



- b) Fachada Noroeste:** Esta que se situa na lateral direita do edifício, obtém uma incidência solar que, por base dos resultados da carta solar, se inicia

às 13h e só tem a dissipação desta irradiação ao fim do pôr do Sol às 17h ou 18h dependendo da estação em que a localidade se encontrar. Esta apresenta uma característica um pouco mais incisiva, já que a incidência se inicia no declínio do pico de alta temperatura pela ortogonalidade do Sol com a Terra após metade do dia. Tal incidência Solar tem uma amplitude entre 4h a 5h corridas. E percebe-se que a incidência solar do solstício de inverno e o equinócio do outono (Figura 17), responderam em relação aos outros períodos.

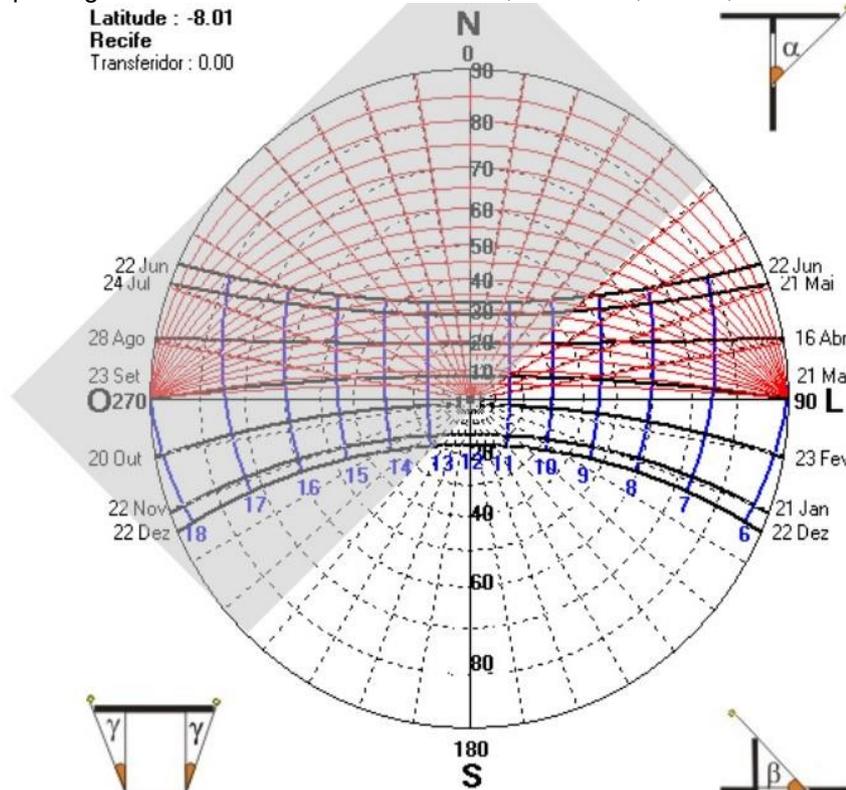
Figura 17 – Incidência solar na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



- c) **Fachada Sudeste:** Sobre este front do edifício, é um dos que obtém direção ao Leste geográfico, ou seja, recebe a insolação matutina em toda a sua extensão. Entendemos que a incidência solar ampla nesta fachada se inicia com o nascer do sol às 6h, seja qual for a estação. E tem a irradiação dissipada a partir das 13h do dia. Com uma amplitude total de 7h corridas de irradiação, esta recebe também o pico de incidência solar às 12h com a alta da temperatura. Percebe-se que a incidência de

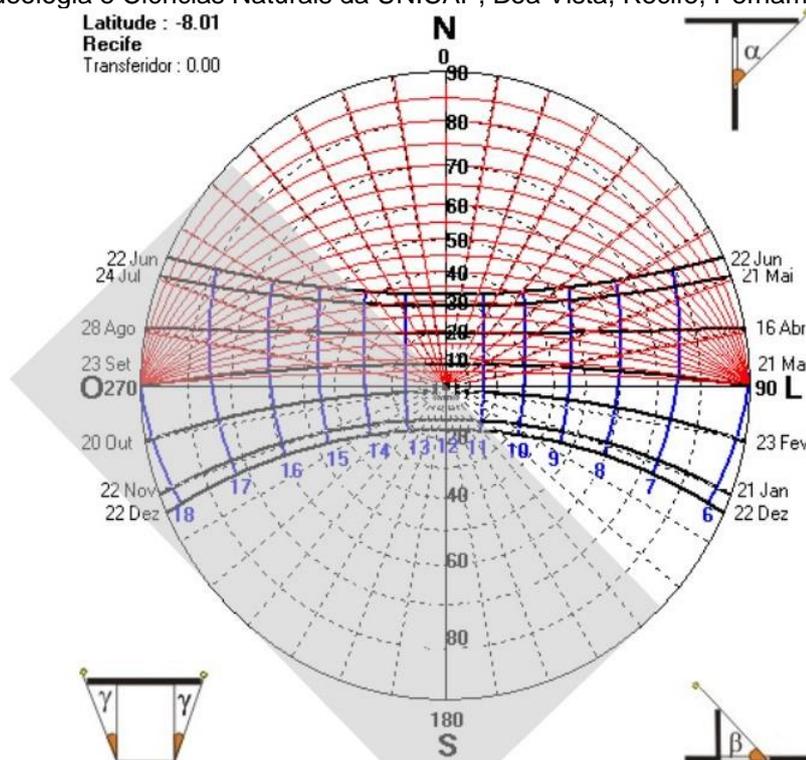
radiação solar durante o solstício de verão é maior que no solstício de invernos e nos períodos dos equinócios (Figura 18).

Figura 18 – Incidência solar na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil



d) Fachada Nordeste: Sendo esta uma das duas maiores fachadas do Palácio da Soledade, fica localizada aos fundos. Obtém um direcionamento voltado tanto ao Norte quanto ao Leste e por isso recebe uma irradiação ampla e direta desde o nascer do Sol. A incidência solar começa às 6h e é dissipada a partir das 11h, resultando em uma amplitude de 5h corridas. Percebe-se que a esta fachada, a incidência solar preponderante é vista no solstício de inverno junto ao equinócio de outono do que nos períodos do solstício de verão e equinócio da primavera (Figura 19).

Figura 19 – Incidência solar na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



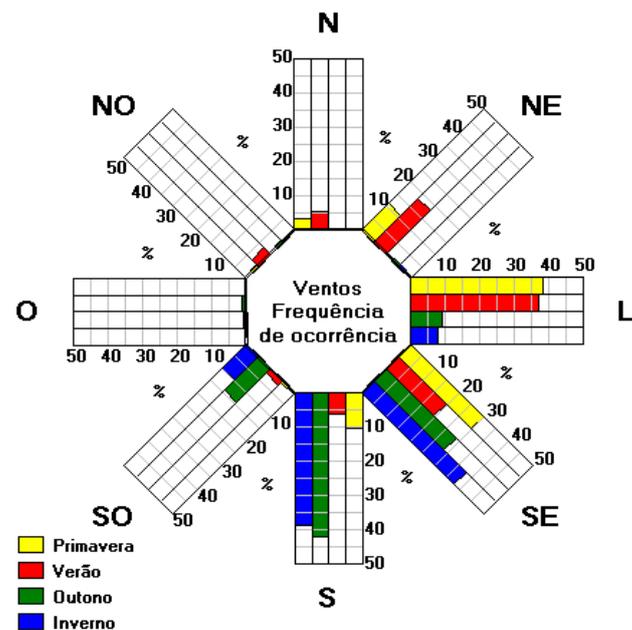
Fonte: Adaptado Lamberts e Marciel, 2019.

A partir desta análise geral feita diante da Carta Solar do Recife em consideração às fachadas do Palácio da Soledade, visualiza-se com mais facilidade o comportamento das incidências solares nas estruturas externas da edificação. Portanto pode-se afirmar que a incidência solar sobre as fachadas de certa forma é bem distribuída tendo em vista o posicionamento do prédio em relação ao Norte. Porém, particularmente as fachadas Sudoeste e Sudeste compreendem as maiores intensidades de irradiações solares, e estas são compreendidas no período do dia em que há o ápice da insolação, às 12h. Desta forma, estas fachadas estão mais propensas ao desencadeamento de desgaste superficial dos materiais que compõem as fachadas e à potencialização da deterioração ocasionadas pelas manifestações patológicas que estejam presentes. Isto fica ainda mais visível já que ambas as fachadas tiveram altos índices de destacamento de pintura e fissuras, em sua grande maioria superficiais.

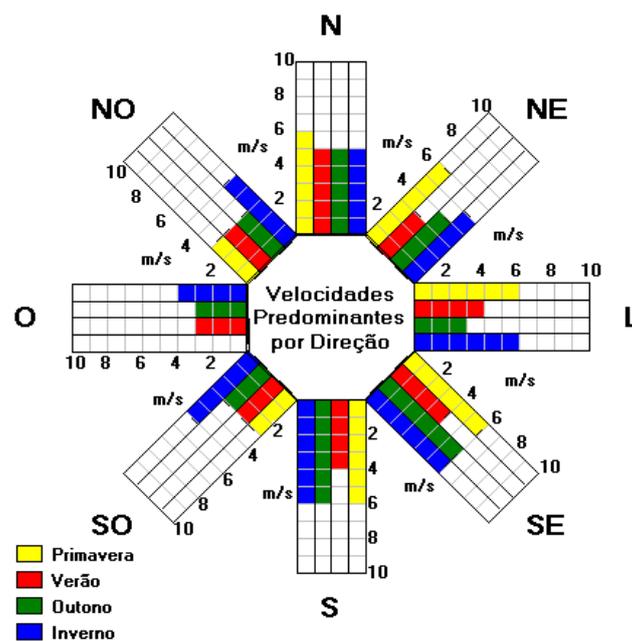
6.2.2. Carta de ventos da cidade do Recife, Pernambuco, Brasil

A carta dos ventos da cidade do Recife revelou a relação dos ventos e seus índices de velocidade média (Figura 20), a cada estação, com as manifestações patológicas encontradas e identificadas nos mapas de danos das fachadas da edificação em estudo.

Figura 20 – Carta de Ventos: a) Frequência de ventos da cidade de Recife, Pernambuco, Brasil; b): Velocidades predominantes dos ventos na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil.



(a)



(b)

Fonte: Adaptado Lamberts e Marciel, 2019.

A partir das cartas de ventos da cidade do Recife, cidade onde se situa o patrimônio edificado em estudo, pode-se notar que as maiores frequências de ventilação durante o ano se concebem nos direcionamentos Leste, Sudeste e Sul. E a partir desta análise podemos afirmar que as principais fachadas que mais sofrem com tal incidência são as fachadas Nordeste, aos fundos, e Sudeste, pela lateral esquerda do edifício. Com ressalva para a fachada Sudoeste que em certo período também sofre com as frequências contínuas de vento.

Durante os períodos de primavera e verão, os ventos apresentam velocidade médias em 6 m/s e 4m/s respectivamente, e afetam principalmente as fachadas Nordeste e Sudeste. Já nos períodos de outono e inverno apresentam velocidades médias de 5m/s e 6m/s, e com uma leve mudança da frequência direcionamento, os ventos afetam mais as fachadas Nordeste e Sudoeste. A fachada Nordeste é a mais afetada pela ação dos ventos durante o decorrer do ano.

Essa frequência de ventos pode acarretar o transporte de agentes químicos nocivos que prejudicam a saúde dos materiais das fachadas ou potencializam os danos nas manifestações patológicas já aparentes nas estruturas (Zanoni, 2016). O transporte de CO² vindo da poluição das vias movimentadas ao redor da localidade e também dos sais em suspensão vindos da costa recifense são exemplos de elementos que prejudicam muito a integridade física das fachadas, já que estes promovem constantes ataques químicos e físicos em suas superfícies. Mas é importante reforçar que a proximidade com a costa ou com vias de tráfego não são as únicas condicionantes que ditam o nível de gravidade do ataque proporcionado pelos ventos. A disposição arquitetônica pode favorecer ambientes mais frágeis às partículas agressivas em suspensão.

6.2.3. Pluviométrica e Umidade Relativa na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil

É um aspecto importantíssimo a ser levado em conta quando se avalia manifestações patológicas em fachadas, principalmente em uma cidade como Recife que é sujeita a muitos eventos climáticos extremos e detém de uma constante variação de clima e umidade ao longo do ano. Foram obtidos dados

a partir dos boletins técnicos climáticos da APAC referente ao ano de 2023, que auxiliou no enriquecimento desta análise tendo em vista que se tratou do mesmo período que foi realizado o levantamento dos dados referentes às variáveis. Os dados pluviométricos são referidos à Região Metropolitana do Recife, cujo a localidade em estudo se insere neste contexto. A precipitação média acumulada na Região Metropolitana do Recife foi de 170,1mm, que podemos avaliar com uma média elevada (Tabela 6). Os meses que a região mais sofre com eventos climáticos são março, abril maio e junho, justamente no período em que começa a estação de inverno.

Ao projetar e construir uma edificação leva-se em consideração a umidade local para que o sistema de vedação seja eficiente em isolar os eventos do meio externo para com o meio interno, incluindo as chuvas. Quando o prédio não apresenta um bom sistema de vedação ou uma manutenção preventiva regular, elementos como fachadas e o sistema de cobertura ficam ineficientes no bloqueio e assim proporciona a facilidade de infiltração de águas que prejudicam as estruturas externas e internas. As fachadas acabam ficando muito deterioradas por ventura disto, proporcionando malefícios até mesmo para aqueles que utilizam da edificação (Carvalho; Pinto, 2018).

Tabela 6 – Precipitação e Umidade relativa média acumulada na Região Metropolitana de Recife (RMR) no ano de 2023.

Mês	Precipitação média acumulada (mm)	Umidade relativa média (%)
janeiro	112,5	57,5
fevereiro	200,0	60,0
março	158,9	55,0
abril	240,6	55,0
maio	170,0	65,0
junho	484,1	70,0
julho	190,1	60,0
agosto	155,2	65,0
setembro	96,5	57,5
outubro	21,9	50,0
novembro	41,1	52,5

Fonte: APAC, 2023.

Outro ponto importante é a interação da umidade relativa da cidade com as edificações que se situam no raio de influência deste parâmetro ambiental. A

cidade do Recife tem sua característica de se apresentar com uma cidade bastante úmida, muito proveniente de sua localização geográfica. Logo as edificações tendem a sofrer bastante quando há altas nos índices de umidade relativa na cidade, prejudicando a integridade das fachadas como também os ambientes internos (Pinheiro, 2018; Borba, 2022). A alta umidade provoca crescimento de mofo ou bolor, danificação nas pinturas externas, nas alvenarias e pode promover o apodrecimento de elementos de madeira.

Conforme os dados obtidos pela APAC em 2023, a média da umidade relativa na cidade do Recife foi de 58,9%, um valor que está no intervalo ideal para integridade de ambientes abertos. Mas altas em períodos invernosos e chuvosos como foi em maio (65%) e junho (70%), provoca um aumento na agressividade às estruturas externas das edificações que se situam na cidade do Recife. Principalmente aquelas que não obtêm uma manutenção preventiva regular e já apresentam manifestações patológicas causando sérias deteriorações nas estruturas externas e internas.

6.3. Análise GUT das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

De forma antecessora à produção das matrizes GUT, visando o melhor embasamento e enriquecimento das discussões sobre a análise física de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, foram executadas as análises individuais dos parâmetros GUT: Gravidade, Urgência e Tendência. Destas que forneceram subsídios para as referidas matrizes, conforme as métricas metodológicas estabelecidas para a análise e concepção dos valores a cada manifestação patológica.

- a) Fator Tendência:** reafirmando os resultados obtidos nos gráficos de incidência dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, os maiores resultados foram remetidos às manifestações patológicas que mais preponderaram nas estruturas externas do prédio (Tabela 7). Na fachada Sudoeste teve-se o fator máximo nas manifestações de sujidade, destacamento de pintura, deslocamento de reboco e biodeterioração; Na fachada Sudoeste Oculta como apenas apresentou-se com um resultado

mais brando, pois, além de haver a única presença da sujidade, não houve muitas ocorrências; Nas fachadas Noroeste e Sudeste, as manifestações que obtiveram os valores máximos foram sujidade e fissuras; Na fachada Nordeste por sua vez, os valores máximos obtidos foram relacionados às manifestações de sujidade, destacamento de pintura e fissuras pelos alto nível de incidência; Por fim a fachada Sudoeste Oculta, não apresentou resultados expressivos, pois apenas ocorreram poucas ocorrências de sujidade e madeira deteriorada.

Tabela 7 – Resultados dos Fatores Tendência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Nº de ocorrências	Fator
Sudoeste	Sujidade	22	5
	Destacamento de pintura	35	5
	Desplacamento de reboco	37	5
	Biodeterioração	22	5
	Fissuras	12	4
	Corrosão de grades	1	1
	Mofo/Bolor	6	3
	Corrosão de armadura	0	-
	Perda de seção de concreto	0	-
	Madeira deteriorada	0	-
Sudoeste Oculta	Sujidade	2	2
	Destacamento de pintura	0	-
	Desplacamento de reboco	0	-
	Biodeterioração	0	-
	Fissuras	0	-
	Corrosão de grades	0	-
	Mofo/Bolor	0	-
	Corrosão de armadura	0	-
	Perda de seção de concreto	0	-
	Madeira deteriorada	0	-
Noroeste	Sujidade	16	5
	Destacamento de pintura	6	3
	Desplacamento de reboco	4	2
	Biodeterioração	5	2
	Fissuras	33	5
	Corrosão de grades	0	-
	Mofo/Bolor	10	3
	Corrosão de armadura	1	1
	Perda de seção de concreto	1	1
	Madeira deteriorada	2	2

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 7 – Resultados dos Fatores Tendência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Nº de ocorrências	Fator
Sudeste	Sujidade	28	5
	Destacamento de pintura	2	2
	Desplacamento de reboco	5	2
	Biodeterioração	5	2
	Fissuras	19	5
	Corrosão de grades	0	-
	Mofo/Bolor	1	1
	Corrosão de armadura	2	2
	Perda de seção de concreto	0	-
	Madeira deteriorada	0	-
Nordeste	Sujidade	22	5
	Destacamento de pintura	28	5
	Desplacamento de reboco	11	4
	Biodeterioração	7	3
	Fissuras	29	5
	Corrosão de grades	0	-
	Mofo/Bolor	9	3
	Corrosão de armadura	0	-
	Perda de seção de concreto	1	1
	Madeira deteriorada	0	-
Nordeste Oculta	Sujidade	3	2
	Destacamento de pintura	0	-
	Desplacamento de reboco	0	-
	Biodeterioração	0	-
	Fissuras	0	-
	Corrosão de grades	0	-
	Mofo/Bolor	0	-
	Corrosão de armadura	0	-
	Perda de seção de concreto	0	-
	Madeira deteriorada	1	1

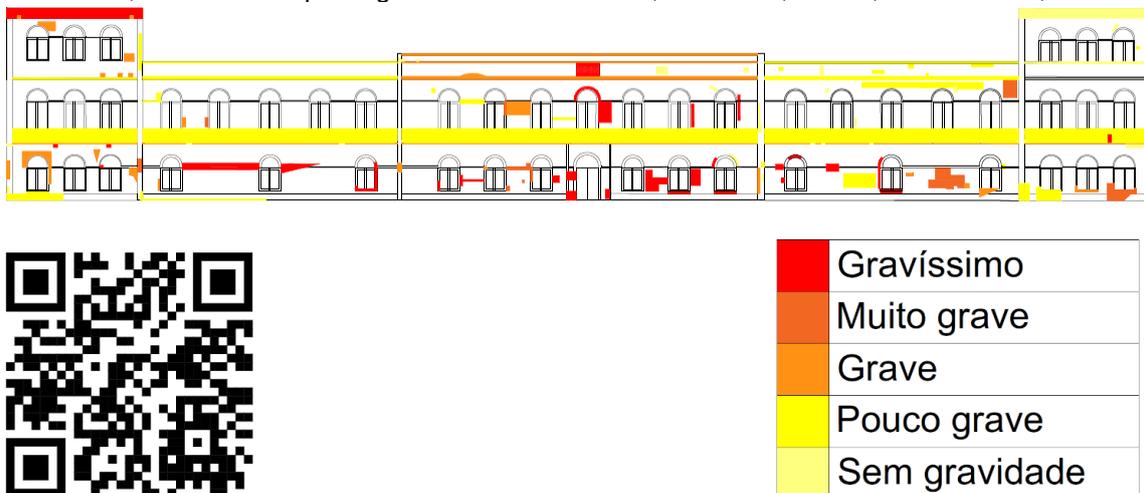
Fonte: Autor, 2023.

b) Fator Gravidade: A partir do levantamento qualitativo “*in loco*” dos níveis de gravidade de cada manifestação patológica identificada nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, conforme as métricas metodológicas estabelecidas visando a concepção dos valores GUT para esta variável, foram executados mapas de modelagem ambiental experimental para uma melhor visualização de como se comporta a tendência espacial dos níveis de gravidade, para enriquecer e embasar mais as discussões. E então, após o manejo prévio dos resultados (Apêndice A), foram concebidos os resultados de cada

fator GUT Gravidade às manifestações patológicas analisadas em cada fachada.

Ao analisar a fachada Sudoeste (Figura 21) percebe-se que os danos com altos teores de gravidade estão localizados na parte inferior, e principalmente no flanco central. O retrato do alto nível de deterioração pode remeter-se pelo constante contato com a umidade das vegetações paisagísticas ali presentes como também a umidade relativa do ar da localidade em que se situa o prédio. Os intemperismos físicos e químicos potencializados pela alta irradiação solar e transporte de agentes agressivos pelos ventos frequentes à fachada, ataques microbiológicos e falta de manutenção também são considerados condicionantes que promovem o aumento da degradação. Estes altos níveis de deterioração junto a falta de manutenção, ocasiona uma descaracterização na arquitetura original do prédio, ainda mais grave por ser a fachada cartão postal. Remete uma desvalorização e impressão de abandono.

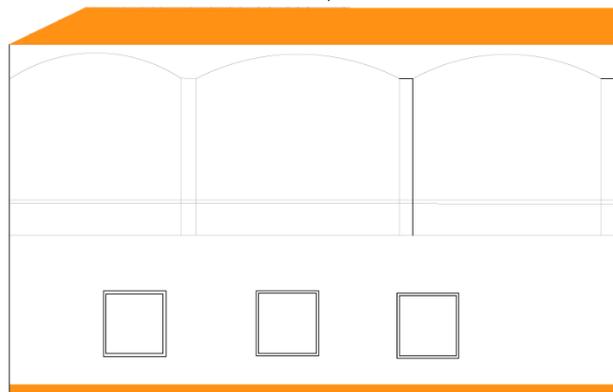
Figura 21 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

Partindo para a fachada Sudoeste Oculta (Figura 22), pode-se entender que por mais que nela apresente poucas ocorrências de manifestações patológicas, a falta de manutenção e sua situação junto a um dos jardins internos provoca uma progressão da gravidade da deterioração de forma que seja necessária uma intervenção revitalizante imediata para que a patologia não provoque danos maiores a este trecho da fachada.

Figura 22 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudoeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

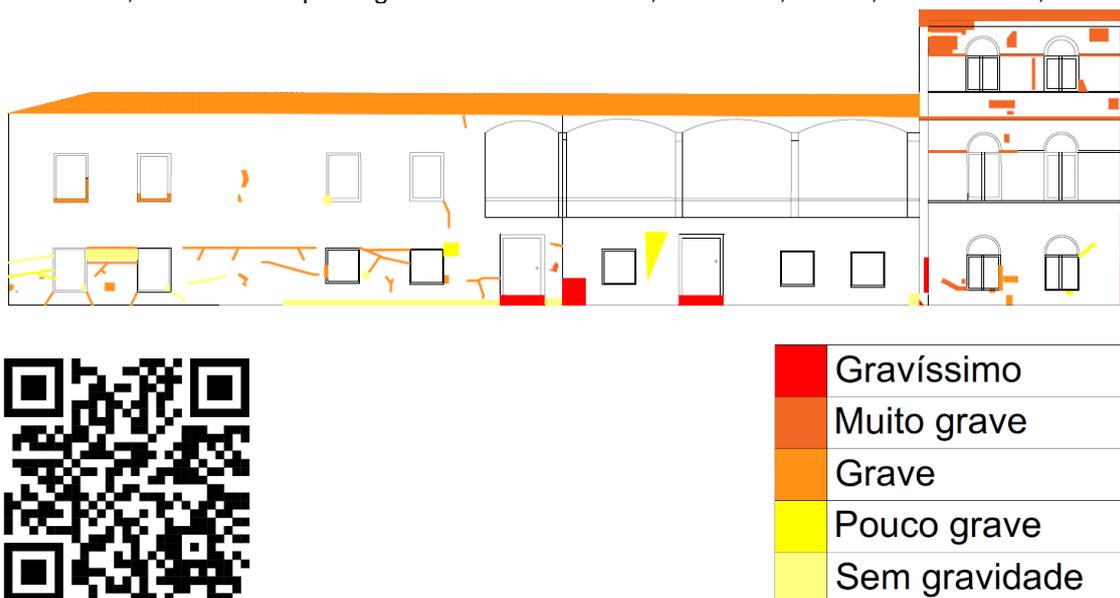


	Gravíssimo
	Muito grave
	Grave
	Pouco grave
	Sem gravidade

Fonte: Autor, 2023.

A fachada Noroeste (Figura 23) é bastante peculiar pois apresenta situações distintas para um mesmo cenário de gravidade. Percebe-se que os maiores índices de gravidades se apresentam no flanco esquerdo e no direito. Em consideração ao flanco direito, principalmente na parte superior, é uma região que, primeiramente, apresenta uma umidade relativa um pouco mais acentuada pelo contato direto com as árvores ali existentes, e sofre com problemas de infiltração por falhas no sistema de cobertura, o que justifica a alta gravidade do mofo ou bolor, destacamento de pintura e deslocamento de reboco na localidade. Além de sofrer com interações microbiológicas e de animais de pequeno porte. Já no flanco esquerdo, na região inferior, é uma situação que sofre muito com fissuras que cada vez mais aumentam seu nível de gravidade. Diferentemente da situação do flanco direito, esta região sofre com altas temperaturas já que recebe uma irradiação solar em horário de pico com incidência até o fim do dia, fadigando então as propriedades dos materiais ali presentes, dando abertura para o aparecimento de patologias e o aumento do nível de deterioração.

Figura 23 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

A fachada Sudeste (Figura 24) é disposta em uma situação do prédio que é interdita por problemas estruturais, e estes refletem muito nos níveis de gravidade em que se encontra. Esta obtém um contato amplo com a umidade do jardim interno, além de sofrer sérios problemas de infiltração por falhas de impermeabilização na sacada e na deterioração do sistema de cobertura. A região também sofre com a alta irradiação solar sobre sua superfície como também é uma das fachadas que têm maiores frequências de ventos, estes que são transportam agentes químicos agressivos provenientes das vias de tráfego na localidade em que se situa o prédio ou até mesmo aqueles vindos da costa recifense. Justificando o argumento, percebe-se que a região a apresentar o maior nível de gravidade é a que está ocorrendo corrosão de armadura, mofo ou bolor, destacamento de pintura e deslocamento de reboco, à direita na fachada.

Figura 24 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



	Gravíssimo
	Muito grave
	Grave
	Pouco grave
	Sem gravidade

Fonte: Autor, 2023.

A fachada Nordeste (Figura 25), assim como a Sudoeste, é a segunda mais extensa e apresenta muitas manifestações patológicas espalhadas ao longo da estrutura. Detém também um trecho que é interditado por problemas graves estruturais. É uma fachada que apresenta ocorrências com danos gravíssimos nos flancos direito, esquerdo e na região central. Estas ocorrências de deteriorações em estágios mais elevados podem atrelar-se às questões químicas agressivas, tanto das emissões CO² nas vias de tráfego quanto dos sais da costa trazidos pela ventilação, a constante variação da umidade relativa do ambiente pelo contato com a vegetação existente no local como também pelos altos índices da umidade relativa do ar da localidade, os problemas de infiltração por motivação das falhas do sistema de cobertura da edificação, a incidência solar em quase dois terços do dia e da interação de animais de pequeno porte, como também o ataque microbiológico. Ou seja, em um cenário de inexistência de manutenção preventiva, desencadeia o alto grau de gravidade em suas manifestações patológicas. Esta situação deve ser bastante monitorada e ter uma intervenção revitalizante imediata para não agravar ainda mais os danos existentes.

Figura 25 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

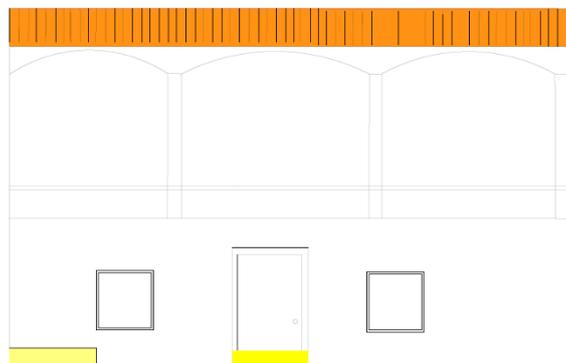


	Gravíssimo
	Muito grave
	Grave
	Pouco grave
	Sem gravidade

Fonte: Autor, 2023.

E por fim, em considerações sobre a fachada Nordeste Oculta (Figura 26), pode-se afirmar que esta está em contato direto com um jardim interno e também sofre com problemas de umidade e infiltração provocados pela deterioração do sistema de cobertura da edificação. A região que apresenta maiores níveis de gravidade pela deterioração aparente é a superior justamente pelos motivos argumentados. As demais, não se apresentam em um estágio grave, mas igualmente se faz o alerta para uma intervenção estrutural imediata de forma que as patologias não evoluam deteriorando ainda mais a fachada do prédio.

Figura 26 – Modelagem ambiental experimental dos danos na fachada Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.





	Gravíssimo
	Muito grave
	Grave
	Pouco grave
	Sem gravidade

Fonte: Autor, 2023.

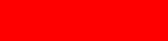
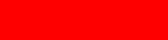
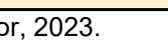
Reafirmando as discussões anteriores, a concepção dos valores dos Fatores Gravidade (Tabela 8) às manifestações patológicas analisadas nas fachadas do Palácio da Soledade apresentaram máximos valores para ocasiões: deslocamento de reboco na fachada Sudoeste; para corrosão de armadura, perda de seção de concreto e madeira deteriorada na fachada Noroeste; para fissuras e corrosão de armadura na fachada Sudeste; para deslocamento de reboco, fissuras e perda de seção de concreto na fachada Nordeste. Em relação as fachadas Sudoeste Oculta e Nordeste Oculta, não apresentaram valores máximos voltados à gravidade.

Tabela 8 – Resultados dos Fatores Gravidade para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Tendência	Porcentagem	Fator
Sudoeste	Sujidade		36%	3
	Destacamento de pintura		29%	2
	Desplacamento de reboco		51%	5
	Biodeterioração		50%	1
	Fissuras		75%	1
	Corrosão de grades		100%	2
	Mofo/Bolor		67%	3
	Corrosão de armadura		0%	-
	Perda de seção de concreto		0%	-
	Madeira deteriorada		0%	-
Sudoeste Oculta	Sujidade		100%	3
	Destacamento de pintura		0%	-
	Desplacamento de reboco		0%	-
	Biodeterioração		0%	-
	Fissuras		0%	-
	Corrosão de grades		0%	-
	Mofo/Bolor		0%	-
	Corrosão de armadura		0%	-
	Perda de seção de concreto		0%	-
	Madeira deteriorada		0%	-

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8 – Resultados dos Fatores Gravidade para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Tendência	Porcentagem	Fator
Noroeste	Sujidade		44%	4
	Destacamento de pintura		67%	4
	Desplacamento de reboco		50%	3
	Biodeterioração		100%	1
	Fissuras		76%	3
	Corrosão de grades		0%	-
	Mofo/Bolor		80%	4
	Corrosão de armadura		100%	5
	Perda de seção de concreto		100%	5
	Madeira deteriorada		100%	5
Sudeste	Sujidade		32%	3
	Destacamento de pintura		25%	3
	Desplacamento de reboco		80%	4
	Biodeterioração		40%	3
	Fissuras		32%	5
	Corrosão de grades		0%	-
	Mofo/Bolor		100%	3
	Corrosão de armadura		100%	5
	Perda de seção de concreto		0%	-
	Madeira deteriorada		0%	-
Nordeste	Sujidade		27%	3
	Destacamento de pintura		46%	1
	Desplacamento de reboco		91%	5
	Biodeterioração		71%	1
	Fissuras		28%	5
	Corrosão de grades		0%	-
	Mofo/Bolor		44%	2
	Corrosão de armadura		0%	-
	Perda de seção de concreto		100%	5
	Madeira deteriorada		0%	-
Nordeste Oculta	Sujidade		67%	2
	Destacamento de pintura		0%	-
	Desplacamento de reboco		0%	-
	Biodeterioração		0%	-
	Fissuras		0%	-
	Corrosão de grades		0%	-
	Mofo/Bolor		0%	-
	Corrosão de armadura		0%	-
	Perda de seção de concreto		0%	-
	Madeira deteriorada		33%	1

Fonte: Autor, 2023.

c) **Fator Urgência:** A partir dos resultados dos Fatores Tendência e Gravidade e diante da métrica metodológica estabelecida, o Fator

Urgência foi encontrado para cada manifestação patológica levantada nas fachadas do Palácio da Soledade (Tabela 9). Nota-se pelo valor máximo, que as fachadas Sudoeste Oculta, Noroeste, Sudoeste, Nordeste e Nordeste Oculta convergem entre si os pontos que necessitam urgentemente de atividades de revitalização. São aqueles que apresentam sujidade e fissuras. A fachada Sudoeste difere, pois, as áreas que mais requerem urgência nas atividades de revitalização são aquelas que se apresentam deslocamento de reboco.

Tabela 9 – Resultados dos Fatores Urgência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Fator Tendência	Fator Gravidade	Soma	Fator
Sudoeste	Sujidade	5	3	8	4
	Destacamento de pintura	5	2	7	4
	Desplacamento de reboco	5	5	10	5
	Biodeterioração	5	1	6	3
	Fissuras	4	1	5	3
	Corrosão de grades	1	2	3	2
	Mofo/Bolor	3	3	6	3
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Sudoeste Oculta	Sujidade	2	3	5	3
	Destacamento de pintura	-	-	-	-
	Desplacamento de reboco	-	-	-	-
	Biodeterioração	-	-	-	-
	Fissuras	-	-	-	-
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo/Bolor	-	-	-	-
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Noroeste	Sujidade	5	4	9	5
	Destacamento de pintura	3	4	7	4
	Desplacamento de reboco	2	3	5	3
	Biodeterioração	2	1	3	2
	Fissuras	5	3	8	4
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo/Bolor	3	4	7	4
	Corrosão de armadura	1	5	6	3
	Perda de seção de concreto	1	5	6	3
	Madeira deteriorada	2	5	7	4

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 9 – Resultados dos Fatores Urgência para aplicação do Método GUT sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	Fator Tendência	Fator Gravidade	Soma	Fator
Sudeste	Sujidade	5	3	8	4
	Destacamento de pintura	2	3	5	3
	Desplacamento de reboco	2	4	6	3
	Biodeterioração	2	3	5	3
	Fissuras	5	5	10	5
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo/Bolor	1	3	4	2
	Corrosão de armadura	2	5	7	4
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Nordeste	Sujidade	5	3	8	4
	Destacamento de pintura	5	1	6	3
	Desplacamento de reboco	4	5	9	5
	Biodeterioração	3	1	4	2
	Fissuras	5	5	10	5
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo/Bolor	3	2	5	3
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	1	5	6	3
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Nordeste Oculta	Sujidade	2	2	4	2
	Destacamento de pintura	-	-	-	-
	Desplacamento de reboco	-	-	-	-
	Biodeterioração	-	-	-	-
	Fissuras	-	-	-	-
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo/Bolor	-	-	-	-
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	1	1	1	1

Fonte: Autor, 2023.

6.3.1. Matrizes GUT

Utilizando os resultados quantitativos dos mapas de danos junto às considerações qualitativas de cada manifestação patológica encontrada, as matrizes GUT resultaram em pontuações entre 1 a 125 nas fachadas do Palácio da Soledade. Os valores dos pesos numéricos de gravidade, urgência e tendência a cada manifestação patológica foram aplicados por fachada separadamente. Assim as pontuações finais foram obtidas perante o produto dos pesos da matriz para cada manifestação patológica (Tabela 10).

Tabela 10 – Análise GUT das fachadas Sudoeste, Sudoeste Oculta, Noroeste, Sudeste, Nordeste e Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Manifestação Patológica	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	Pontuação
Sudoeste	Sujidade	3	4	5	60
	Destacamento de pintura	2	4	5	40
	Desplacamento de reboco	5	5	5	125
	Biodeterioração	1	3	5	15
	Fissuras	1	3	4	12
	Corrosão de grades	2	2	1	4
	Mofo ou Bolor	3	3	3	27
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Sudoeste Oculta	Sujidade	3	3	2	18
	Destacamento de pintura	-	-	-	-
	Desplacamento de reboco	-	-	-	-
	Biodeterioração	-	-	-	-
	Fissuras	-	-	-	-
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo ou Bolor	-	-	-	-
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Noroeste	Sujidade	4	5	5	100
	Destacamento de pintura	4	4	3	48
	Desplacamento de reboco	3	3	2	18
	Biodeterioração	1	2	2	4
	Fissuras	3	4	5	60
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo ou Bolor	4	4	3	48
	Corrosão de armadura	5	3	1	15
	Perda de seção de concreto	5	3	1	15
	Madeira deteriorada	5	4	2	40
Sudeste	Sujidade	3	4	5	60
	Destacamento de pintura	3	3	2	18
	Desplacamento de reboco	4	3	2	24
	Biodeterioração	3	3	2	18
	Fissuras	5	5	5	125
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo ou Bolor	3	2	1	6
	Corrosão de armadura	5	4	2	40
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 10 – Análise GUT das fachadas Sudoeste, Sudoeste Oculta, Noroeste, Sudeste, Nordeste e Nordeste Oculta do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Recife, Pernambuco, Brasil

Fachada	Manifestação Patológica	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	Pontuação
Nordeste	Sujidade	3	4	5	60
	Destacamento de pintura	1	3	5	15
	Desplacamento de reboco	5	5	4	100
	Biodeterioração	1	2	3	6
	Fissuras	5	5	5	125
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo ou Bolor	2	3	3	18
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	5	3	1	15
	Madeira deteriorada	-	-	-	-
Nordeste Oculta	Sujidade	2	2	2	8
	Destacamento de pintura	-	-	-	-
	Desplacamento de reboco	-	-	-	-
	Biodeterioração	-	-	-	-
	Fissuras	-	-	-	-
	Corrosão de grades	-	-	-	-
	Mofo ou Bolor	-	-	-	-
	Corrosão de armadura	-	-	-	-
	Perda de seção de concreto	-	-	-	-
	Madeira deteriorada	1	1	1	1

Fonte: Autor, 2023.

A partir dos produtos finais GUT, nota-se que as manifestações patológicas que devem ser priorizadas no plano de revitalização estrutural das fachadas são aquelas que obtiveram maiores valores em relação as demais analisadas diante o estudo individual de cada fachada do Palácio da Soledade. As atividades de intervenção deverão priorizar: aos pontos que apresentarem deslocamento de reboco na fachada Sudoeste; aos pontos que apresentarem sujidade nas fachadas Sudoeste Oculta, Noroeste e Nordeste Oculta; aos pontos que apresentarem fissuras nas fachadas Nordeste e Sudeste.

As matrizes GUT convergidas aos resultados visuais dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, observou-se que são ferramentas que enriquecem qualitativamente as discussões e análises sobre o estado de conservação do objeto em estudo. Nota-se que diante a convergência dos resultados pode-se afirmar que de modo geral as prioridades nas atividades de manutenção corretiva nas fachadas do Palácio da Soledade são incisivamente nos pontos que apresentam as manifestações de fissuras, sujidade e

desplacamento de reboco, por seus altos teores de tendência, gravidade e urgência. A defasagem das atividades de revitalização e manutenção, além de fatores ambientais da localidade, contribuíram para os elevados produtos finais GUT nas fachadas analisadas (Ferreira e Barbosa, 2021).

Além da falta da manutenção preventiva ao patrimônio juntamente com as condicionantes ambientais que potencializam os altos níveis de gravidade das manifestações patológicas localizadas nas fachadas analisadas, pode-se apontar que há uma mínima influência também da altura da edificação para o aparecimento e agravamento das deteriorações observadas. Os andares extremos tendem a apresentar índices elevados de tendência de manifestações, pois, estão mais propensos a serem submetidos por maiores esforços mecânicos e térmicos. Ou seja, aos andares extremos há uma maior incidência do contato com as chuvas, ventos e um gradiente térmico mais incisivo. Diante dos resultados obtidos pode-se conferir que há uma maior incidência de manifestações patológicas no pavimento térreo e aquelas que apresentaram maiores índices de gravidade ou estão localizadas no pavimento térreo ou no terceiro pavimento (segundo andar) da torre ao lado direito da edificação. No entanto, pela outra torre, ao lado esquerdo, não apresentar certa simetria nos resultados de tendência e gravidade como a anterior citada, nota-se que a relação da altura pode não mostrar diferenças significativas no contexto geral analisado. Mas torna-se uma condicionante que potencializa o cenário de degradação provocada pelas manifestações patológicas analisadas (Silva, 2014; Francinete *et al.*, 2015).

A convergência destes métodos analíticos vem com o papel colaborativo de possibilitar melhores tomadas de decisão perante o plano de gerenciamento de combate às deteriorações que serão tomadas futuramente. No contexto geral deve-se seguir a lógica decrescente perante as pontuações finais obtidas nas matrizes GUT para cada manifestação patológica levantada e analisada, desta forma se obtém a escala de priorização e então um método progressista de recuperação (Pires Sobrinho e Monteiro, 2020; Carvalho *et al.*, 2020).

A presença das fissuras ao longo das fachadas da edificação pode ser relacionada com fadiga, defasagem na aderência dos materiais e na diminuição de vida útil das camadas de pinturas e argamassa. Remete também a reflexão que o sistema estrutural do prédio está com sérios danos, já que as fissuras

também se apresentam em vigas e pilares. Logo se não houver uma intervenção técnica imediata, o Palácio da Soledade estará condenado em um breve futuro, além de que, atualmente está colocando em risco a vida das pessoas que trabalham ou visitam as dependências museu ali situado. E ainda pode-se afirmar que as fissuras são portas de entradas para o aparecimento de outras manifestações patológicas (Lemos *et al.*, 2022; Amorim *et al.*, 2023).

7. CONCLUSÕES

Diante dos resultados dos mapas de danos das fachadas do Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, pode-se afirmar que as fachadas que estão em piores estados de conservação são a Sudoeste e a Nordeste pelo alto índice de ocorrências identificadas ao longo de suas superfícies. E de forma geral, relacionando todas as fachadas, foram identificados 410 pontos apresentando algum tipo de manifestação patológica, onde que mais incidem atualmente nas estruturas externas deste patrimônio histórico edificado são as ocasiões de sujidade, destacamento de pintura e fissuras. Convergindo os resultados dos mapas de danos com as matrizes GUT elaboradas, acrescenta-se que diante de todas as manifestações patológicas registradas ao longo das fachadas, as que se apresentam de forma mais grave necessitando intervenção urgente para promover o bem-estar estrutural do edifício, são as fissuras, sujidade e deterioração de reboco por apresentarem resultados altos diante o produto dos seus índices analisados.

É importante afirmar que a falta de manutenção e revitalização potencializa os índices de deterioração fazendo com que a edificação apresente riscos estruturais eminentes como também a perda de identidade visual, prejudicando e empobrecendo o patrimônio cultural local. Mas é pertinente afirmar que a falta de manutenção não é apenas a única condicionante que resulta no estado atual em que o Palácio da Soledade se encontra. Condicionantes ambientais tais como, eventos pluviométricos extremos, aumento da variação da temperatura local, incidência dos ventos, aumento da umidade relativa do ar na região em que a edificação se situa, falhas no sistema de coberta e a altura da edificação também são fatores que promovem o aumento do aparecimento das manifestações e da gravidade das deteriorações.

Outros fatores como ataques químicos provenientes da constante poluição vinda das vias de tráfego, a suspensão de sais da costa do Recife transportados pelos ventos e o constante contato com o ambiente vegetal local proporcionando a interação microbiológica nas estruturas externas também são bastante influentes para potencializar o desenvolvimento das degradações nas fachadas.

Portanto, conclui-se que o estado de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, encontram-se de forma precária necessitando urgentemente de ações de revitalização e manutenção para que futuramente o local não seja condenado e interditado de suas atividades. E em disposição do que foi explanado neste estudo podemos afirmar que a integração dos mapas de danos de fachadas juntamente com as análises exploratórias qualitativas do método GUT formam um relatório técnico mais completo, tornando-se uma ferramenta mais fundamentada tecnicamente que enriquece o plano de gerenciamento das ações de revitalização. E isto possibilita uma análise global mais completa que promove da melhor forma possível as futuras tomadas de decisão sobre a priorização das ações corretivas sobre os problemas encontrados e pode diminuir os custos das intervenções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n1, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n2, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n3, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n4, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n5, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n6, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n7, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n8, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n9, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n10, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Síntese Climática: boletim climático**. Vol.11, n11, Recife – PE. 2023. ISSN: 2358-2464.

MORIM, E. S. de; SAMPAIO, G. de M.; COSTA, L. V. B.; JÚNIOR, A. C. L.; MONTEIRO, E. C. B.; SOARES, W. de A. Damage mapping as a tool in the maintenance of architectural heritage: the case of Eufrásio Barbosa Market. *Conservar Patrimônio*. Artigo. 2023. <https://doi.org/10.14568/cp29216>. Acesso em 01/02/2024.

CARVALHO, Y. M.; PINTO, V. G. **Umidade em edificações: conhecer para combater**. *ForScience*, 6(3). 2018. Doi: <https://doi.org/10.29069/forscience.2018v6n3.e476> Acesso em 02/02/2023.

CARVALHO, A.; SILVA, I.; ROSSE, V; BARBOSA, M.T.G. **O emprego do método gut na solução de manifestações patológicas no instituto maria**. In: CIRMARE 2020, Rio de Janeiro. V CONGRESSO INTERNACIONAL DE RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO, 2020. v. 1.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. 1ª Edição – São Paulo: Blucher, 1999.

DEBORTOLI, N.S.; CAMARINHA, P.I.M.; MARENGO, J.A.; RODRIGUES, R.R. **An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change**. *Natural Hazards*. 86, 557–582.2017.

FABRIS, A. **Ecletismo na arquitetura brasileira**. Nobel. São Paulo, SP. 1987.

FERREIRA, J.; BARBOSA, M. **Planejamento estratégico para restauro e reparo em esquadrias de madeira de patrimônio histórico**. 2021. Doi: 598-608.10.4322/compat2021.427.

FRANCINETE, P. Jr.; SOUZA, JS; ZANONI, VAG; SILVA, MNB; BAUER, E. **Relação entre a manipulação de fachadas e a incidência de chuva dirigida e temperatura – Estudo de caso para os edifícios de Brasília – Brasil**. XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção – CONPAT 2015, Lisboa, Portugal. 2015.

GOMES, H.B.; AMBRIZZI, T.; HERDIES, D.L.; HODGES, K.; SILVA, B.F.P., **Easterly Wave Disturbances over Northeast Brazil: An Observational Analysis**. *Advances in Meteorology*. P1-20, 2015.

GUEDES, R. V. de S.; SILVA, T. L. do V. **Análise Descritiva da Precipitação, Temperatura, Umidade e Tendências Climáticas no Recife - Pe**. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 13(07), 3234–3253. 2020.
<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3234-3253> Acesso em 13/09/2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Projeto de restauração do Palácio da Soledade, Dossiê 04**. Recife – PE. 1971.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Relatório de vistoria sobre estado de conservação e viabilidade de revitalização do Palácio da Soledade. Dossiê 04**. Recife – PE. 1996.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Projeto de Serviço de Conservação e Adaptação do Palácio da Soledade**. Recife-PE. IPHAN, 2008.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO NACIONAL (IPHAN). Ministério da Cultura. **Patrimônio mundial: fundamentos para seu reconhecimento – A convenção sobre proteção do patrimônio mundial, cultural e natural, de 1972 : para saber o essencial**. __ Brasília, DF : Iphan, 2008.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Casas do Patrimônio** / Organizado por Marco Antônio Pereira Galvão. – Brasília, DF : Iphan, 2010. 96 p. : il. color. ; 27 cm. __ (Imagens ; 7).

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Estudo de viabilidade, licitação e projeto de reformulação paisagística do Palácio da fachada principal da Soledade, Dossiê 04 A e B.** Recife – PE. 2012.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Relatório de vistoria sobre estado de conservação e viabilidade de revitalização do Palácio da Soledade. Dossiê 04 D.** Recife – PE. 2012.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Relatório de vistoria e memorial descritivo do estado de conservação do Palácio da Soledade, Dossiê 04.** Recife – PE. 2016.

IPCC. Climate change: Six **Assessment; a report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** [S.l.: s.n.], 2021. 70p. Disponível em: chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.ipcc.ch%2Freport%2Far6%2Fwg1%2Fdownloads%2Freport%2FIPCC_AR6_WGI_Chapter_12.pdf&clen=11092397&chunk=true. Acesso em 16/03/2023.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. **O administrador racional.** São Paulo: Atlas, 1981.

LAMBERTS, R.; MARCIEL, A. A. **Analysis SOL-AR.** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Civil (ECV), Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE). 2019. <http://acervodigital.unesp.br/handle/unesp/363276>. Acesso em 27/04/2023.

LEMOS, A. R.; LIMA, F. F. de S.; VASCONCELOS FILHO, A. G. F. de; TENÓRIO, A. F. B. ; RÉGO, C. M. do .; BORBA, L. F. F. .; MONTEIRO, E. C. B. .; ZARZAR JUNIOR, F.; AMORIM, W. R. .; SILVA, P. M. M. do R. . **Pathological manifestations on facades of historic buildings - damage map: case study of the Museum of Archeology and Natural Sciences of UNICAP in Recife-PE.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e133111133519, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33519. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33519>. Acesso em: 13/04/2024.

LIMA, F. F. de S.; MONTEIRO, E. C. B.; SILVA, A. J. da C. e.; VASCONCELOS FILHO, A. G. F. de; LEMOS, A. R.; TENÓRIO, A. F. B.; RÉGO, C. M. do; BORBA, L. F. F.; BARRETO, L. M. **Pathological manifestations in façades of historic buildings – damage map: case study of the church Santuário Nossa Senhora de Fátima.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e124111133394, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33394. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33394>. Acesso em: 11/03/2023.

MOURA JÚNIOR, J. M. de; BARRETO, L. M.; SOARES, W. de A.; MONTEIRO, E. C. B.; NASCIMENTO, T. R. S. do. **Pathological manifestations and damage map in historical heritage: a case study of the Basílica e**

Convento de Nossa Senhora do Carmo in Recife-PE. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 8, p. e53511831484, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.31484. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31484>. Acesso em: 21/03/2023. PACHECO, C. P.; VIEIRA, G. L. Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico. *Cerâmica*, v. 63, p. 432-445, 2017.

PEREIRA, C. H. B. **Aplicação da Matriz GUT na análise de manifestações patológicas em um reservatório elevado na cidade de Olinda-PE.** 2020. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Especialização em Inspeção, Manutenção e Reparo) - Universidade de Pernambuco. 2020.

PINHEIRO, M. R. de A. *et al.* **Considerações a respeito das principais manifestações patológicas em pontes de concreto armado na cidade de Recife.** 3º Simpósio Paranaense de Patologia das Construções, p. 220-232, 2018.

RÊGO, C. M. do; VASCONCELOS FILHO, A. G. F. de; BORBA, L. F. F.; LEMOS, A. R.; TENÓRIO, A. F. B.; TEIXEIRA, I. A. da R.; OLIVEIRA, P. E. S. de; MONTEIRO, E. C. B. . **Survey of pathological manifestations in Santa Isabel bridge, through damage map.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 11, p. e123111133382, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33382. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33382>. Acesso em: 12/04/2023.

ROCHA, E. de A.; MACEDO, J.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E. (2018). **Adaptation of a damage map to historical buildings with pathological problems: Case study at the Church of Carmo in Olinda, Pernambuco.** *Revista ALCONPAT*, 8(1), 51 - 63. 2020. Doi: <https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.198>

ROCHA, E. de A.; Carneiro, A. M. P.; Monteiro, E. C. B. (2023). Termografia de infravermelho e mapa de danos na inspeção de uma igreja histórica em Olinda (PE). *Revista CPC*, 18(35), 95-139. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v18i35p95-139>. Acesso em 03/04/2024.

ROSSE, V. J. O.; CRUZ, A.F.; BARBOSA, M.T.G. **o emprego da análise termografica no estudo da durabilidade das edificações.** In: EUROELECS, SANTA FE. EUROELECS, 2019.

SILVA, L. D. **Pernambuco preservado: histórico dos bens tombados no estado de Pernambuco.** 272p. Recife – PE, 2008.

SILVA, M. N. B. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF.** Tese (doutorado em Estruturas e Construção Civil). Orientador: Elton Bauer. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Faculdade de Tecnologia. Universidade de Brasília, 2014.

SOTILLE, M.A. **GUT – Gravidade, Urgência e Tendência. PM Tech Capacitação em Projetos.** 2014.

SOUZA, A. **O classicismo arquitetônico no Recife Imperial.** Editora UFPB, Fundação João Fernandes da Cunha, João Pessoa; 1ª edição, 2000.

SOUZA, W.M., AZEVEDO, P.V. **Índice de detecção de mudanças climáticas derivados da precipitação pluviométrica e das temperaturas em Recife-PE.** Revista Brasileira de Geografia Física. 1, 143–159. 2012.

TIRELLO, R. A; CORREA, R. H. **Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas.** VI Colóquio Latinoamericano sobre Recuperação e Preservação do Patrimônio Industrial, São Paulo, Brazil, 2012.

ZANONI, V. A. G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília.** xviii, 293 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CAPÍTULO IV

ARTIGO III: EQUAÇÃO INTEGRADA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PATRIMÔNIOS HISTÓRICOS EDIFICADOS: PALÁCIO DA SOLEDADE, MUSEU DE ARQUEOLOGIA E CIÊNCIAS NATURAIS DA UNICAP, BOA VISTA, RECIFE – PE.

RESUMO

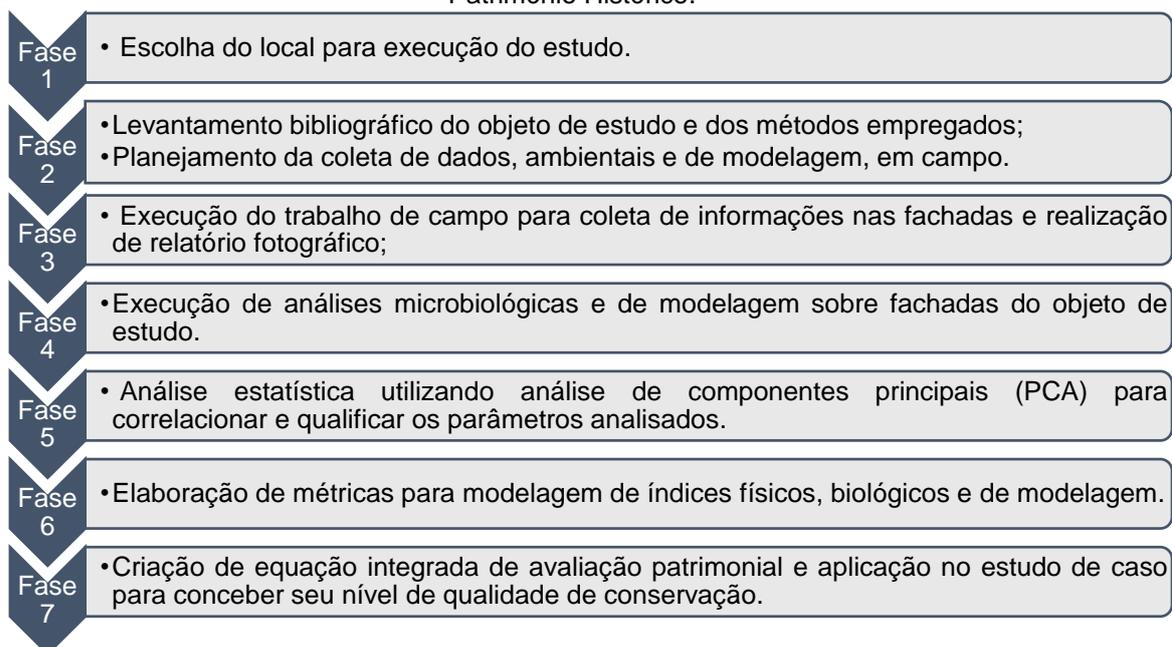
Visto as atividades atuais de gerenciamento de conservação dos patrimônios históricos edificados, cada vez mais torna-se necessário a implementação de análises integradas sobre o nível de qualidade das estruturas destas edificações, principalmente de suas fachadas. Os métodos empregados para a construção dos resultados foram: a revisão de literatura sobre métodos de análise microbiológico e de modelagem de fachadas de patrimônios históricos utilizando bases como ResearchGate, Google Acadêmico e SciELO; coleta de amostras microbiológicas e modelagem de partes deterioradas do objeto de estudo; convergência dos resultados físicos (Capítulo III), biológicos e de modelagem apontando a gravidade do estado de conservação das fachadas; a discussão estatística utilizando o método de análise de componentes principais (PCA) sobre os resultados dos estudos; e por fim a criação de parâmetros físicos, biológicos e de modelagem para formulação de uma equação integrada de análise do nível de qualidade de conservação do patrimônio histórico. O estudo busca implementar esta nova metodologia de investigação e análise do estado de conservação de fachadas de patrimônios históricos, para que embase e possibilite melhores decisões de gestão patrimonial. As fachadas do Palácio da Soledade em relação ao Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH) concebe-se em nível Intermediário, pois obteve um resultado de 148,519. O nível de qualidade de conservação de suas fachadas pode piorar qualitativamente para Ruim caso não ocorra intervenções estruturais de revitalização e um monitoramento ambiental mais rígido.

Palavras-chave: Patrimônio Histórico; Conservação; Microbiológico; Modelagem; Equação Integrada.

8. METODOLOGIA

Para a elaboração do método de análise do índice de qualidade atrelado a patrimônios históricos edificados, foram convergidas metodologias de análise física, ambiental e modelagem voltadas ao estudo de caso do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife, Pernambuco (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de elaboração da equação de Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico.



Fonte: Autor, 2023.

O planejamento foi progressista em (7) linhas: (1) revisão bibliográfica dos métodos analíticos utilizados para a avaliação de qualidade do objeto de estudo, (2) pesquisa de campo para coleta de amostras microbiológicas das fachadas do objeto de estudo, (3) pesquisa de campo para identificação e coleta de dados, utilizando fotogrametria, de partes deterioradas das fachadas do objeto de estudo, (4) estruturação dos resultados físicos, biológicos e de modelagem para ampla análise e discussão, (5) utilização de Análise de Componentes Principais (PCA) para reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados levantados, correlacionar as amostras analisadas e entender a ordem de importância dos parâmetros sobre o objeto de estudo, (6) revisão bibliográfica para concepção de equação integrada de avaliação patrimonial envolvendo as análises física, biológica e de modelagem, (7) elaboração de métricas para formulação da

equação de Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico e aplicação no estudo de caso para concepção do seu nível de conservação.

8.1. Objeto de estudo: Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

O Palácio da Soledade (Figura 2), é um patrimônio histórico edificado, cujo foi construída em um terreno de um dos polos das terras da Boa Vista, cedida por Dom João VI ao comandante negro Henrique Dias em forma de recompensa pela restauração da revolução pernambucana contra os holandeses. Ao longo de seu histórico, foi sede do governo provisório republicano pernambucano em 1817. Abrigou os Bispos de Olinda, entre eles Dom Vital, e posteriormente foi vendido pela Diocese a Ordem dos Jesuítas, que por sua vez fundaram ali o antigo Colégio Nóbrega (Fabris, 1987; Souza, 2000; Silva, 2008).

Figura 2 – Fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2023.

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) reconhece e tomba este patrimônio em 1938, com o processo número 130-T/38J, inscrição no Livro de Belas Artes sendo vol. 1, inscrição nº182 de 18/07/1938. Foi sede do IPHAN e de suas atividades em Pernambuco, mas hoje abriga o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) (IPHAN, 2009; IPHAN, 2010; IPHAN, 2016). É situado na Avenida Oliveira Lima, bairro da Boa Vista, Recife, Pernambuco (08°03'22" S; 34°53'19"

O; elevação 4 m), Brasil. Está inserida urbanisticamente na Zona Centro – ZC, Zona Especial de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural (ZEPH), ZEPH-8, regido pela Lei 16.176/76 que estabelece a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife. É uma edificação com área total de 2229,81 metros quadrados, arquitetonicamente obtém um corpo central de dois pavimentos e duas torres simétricas, na região frontal, com três pavimentos; obtém quatro fachadas nomeadas de acordo com o direcionamento cardinal em relação ao Norte: Sudoeste, Noroeste, Sudeste e Nordeste. E junto a elas há dois jardins internos (SILVA, 2008; IPHAN, 2009).

8.2. Monitoramento e Controle Ambiental

O objetivo do monitoramento e controle ambiental é garantir condições adequadas para a conservação preventiva de ambientes, acompanhando alterações de condicionantes ambientais de forma que permita a implementação de atividades preventivas e corretivas em tempo hábil em caso de existência de algum evento dissonante (Teixeira; Guizhoni, 2012; Catapreta, 2016; Da Silva *et al.*, 2022.). E a partir de que o estudo se direciona às análises sobre o nível de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, foram verificadas a pluviométrica, a umidade relativa do ar, os índices de irradiação e a presença de agentes biológicos.

Entre as condicionantes ambientais analisadas no monitoramento, a análise e acompanhamento da incidência e infestação biológica também se enquadra nas análises. A atividade microbiológica resulta, como também potencializa, a deterioração de patrimônios, indesejavelmente alterando suas características originais e então desvalorizando culturalmente, historicamente e economicamente o monumento. Esta deterioração é ocasionada pela produção de meios ácidos por parte dos microrganismos, e a compreensão deste tipo de degradação auxilia nas tomadas de decisão de gerenciamento para conservação do patrimônio histórico (Tasca *et al.*, 2018).

Os fungos filamentosos quando formam colônias em fachadas de patrimônios históricos edificados, descolorem sua superfície, formam manchas irregulares. Quando os mesmos penetram profundamente nas estruturas externas, os materiais perdem suas propriedades químicas e sua resistência mecânica, promovendo deteriorações de graus mais elevados fazendo com que

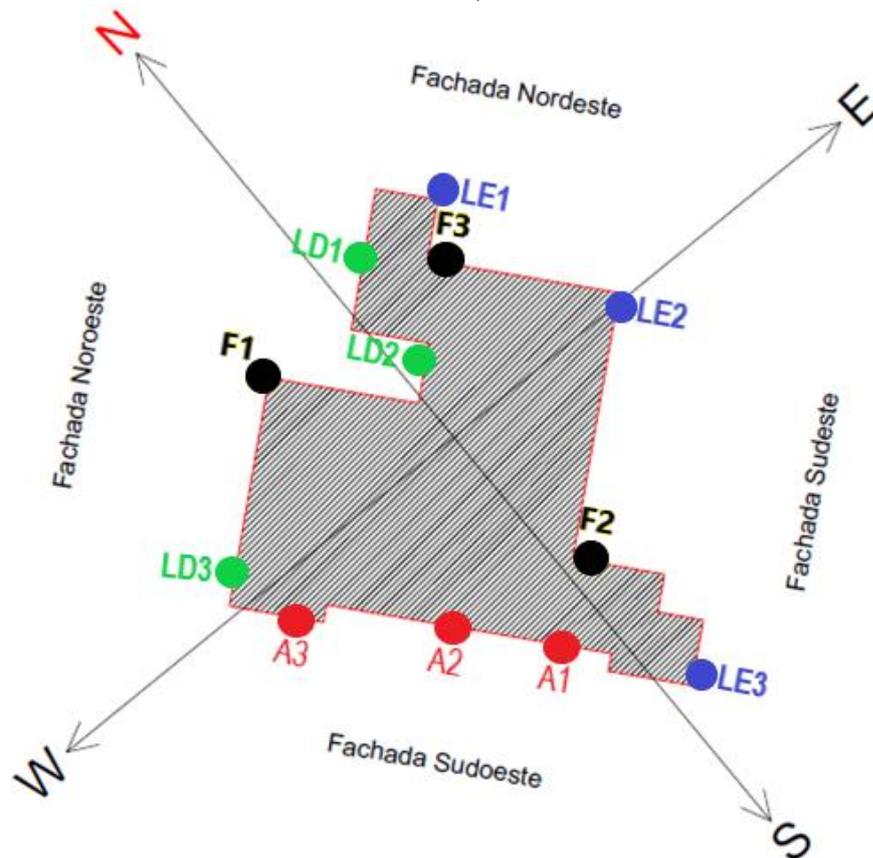
as edificações percam sua identidade estética e funciona (Elchishcheva *et al.*, 2021).

8.2.1. Coleta, isolamento e caracterização de amostras microbiológicas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

Os métodos empregados para realização dessas atividades foram compostos pelas diretrizes vistas na ABNT NBR 18.593/2019, Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos – Métodos horizontais para amostragem da superfície, para a realização das coletas, e para o processo de identificação e caracterização patogênica as notas técnicas do Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde (Brasil, 2004; ABNT NBR 18.593, 2019). Logo, as atividades desenvolveram-se da seguinte maneira:

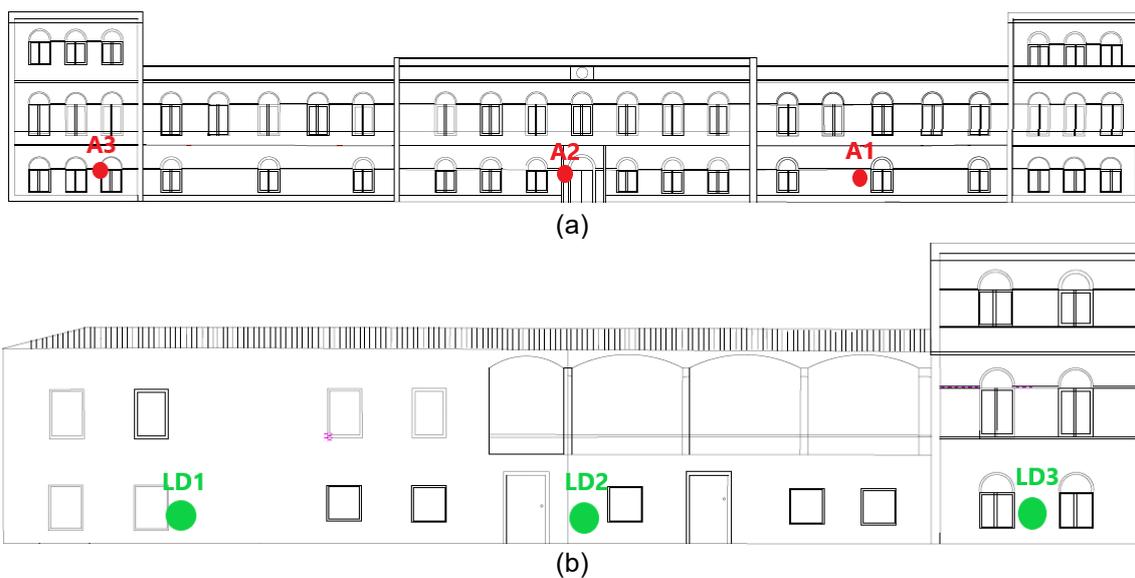
- a) Coleta das amostras:** As coletas das amostras foram realizadas em 16/05/2023 e 31/05/2023, aonde o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP não estava aberto para visitação visando a diminui o da movimentação do ar e das contamina es externas sobre as áreas estudadas. Todos os procedimentos seguiram rigorosamente as normas de biossegurança e de conserva o do patrimônio.
- Foi determinado uma padroniza o de coletar três amostras nas Fachadas Sudoeste, Noroeste, Sudeste e Nordeste, de forma que duas fossem coletadas em cada extremo e a última em um ponto central da fachada, sempre em pontos próximos ou sobre ocorrências de manifesta es patológicas (Figuras 3-4). As amostras foram nomeadas das seguintes maneiras: A1, A2 e A3 na fachada Sudoeste; LD1, LD2 e LD3 na fachada Noroeste; LE1, LE2 e LE3 na fachada Sudeste; e F1, F2 e F3 na fachada Nordeste (Quadro 1). As coletas foram realizadas com auxílio de Swabs (K41-0201B) esterilizados, semeadas diretamente em Placas de Petri contendo meio DAS ( gar Sabouraud Dextrose) com penicilina G e Estreptomicina, 10U/L. As placas foram identificadas utilizando piloto de escrita permanente. E foram mantidas em estufa a 28 C por 10 dias sendo observadas diariamente para identifica o dos g neros das colônias de fungos (Da Silva *et al.*, 2022).

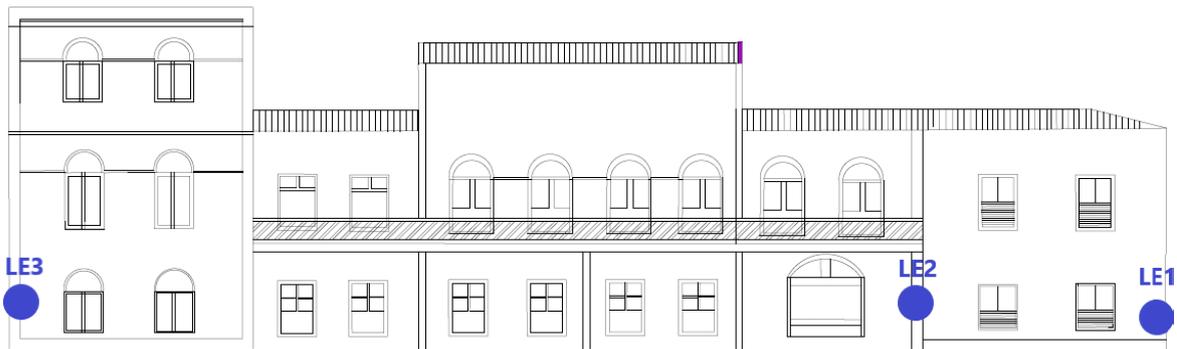
Figura 3 – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



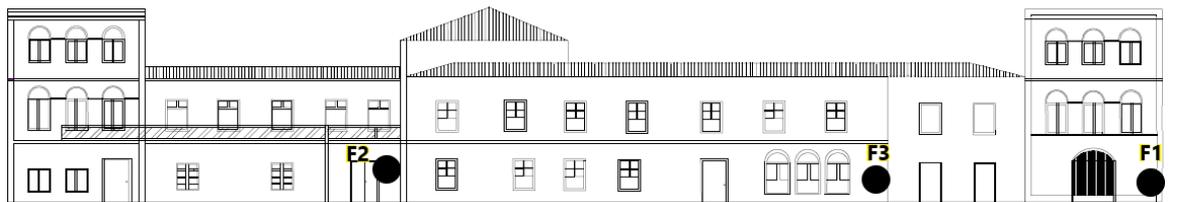
Fonte: Autor, 2023.

Figura 4 – Localização das coletas microbiológicas feitas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) fachada Sudoeste; b) fachada Noroeste; c) fachada Sudeste; d) fachada Nordeste.





(c)



(d)

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 1 – Localização das coletas feitas na fachada Sudoeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Amostras	Localização
Sudoeste	A1, A2 e A3	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 2 – Localização das coletas feitas na fachada Noroeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Amostras	Localização
Noroeste	LD1, LD2 e LD3	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 3 – Localização das coletas feitas na fachada Sudeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Amostra	Localização
Sudeste	LE1, LE2 e LE3	

Fonte: Autor, 2023.

Quadro 4 – Localização das coletas feitas na fachada Nordeste do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Amostra	Localização
Nordeste	F1, F2 e F3	

Fonte: Autor, 2023.

b) Isolamento, identificação e caracterização patogênica das amostras:

Após o crescimento nas placas, as colônias de fungos filamentosos e leveduras foram avaliadas a nível de gênero quanto ao aspecto macroscópico. As características observadas foram a morfologia e a coloração, além de que foi realizado a contagem de colônias utilizando um Contador de Colônias CP600 Plus (Phoenix Luferco) e seus resultados foram organizados em tabelas executados no Excel (Almeida, 2015; da Silva *et al.*, 2022).

A caracterização patogênica remeteu-se a ocasião que os fungos que obtivessem a capacidade de crescimento em temperatura até 37°C seriam considerados potencialmente patogênicos (Brasil, 2004; da Silva *et al.*, 2022)

8.3. Fotogrametria e Modelagem 3D de Partes Deterioradas nas Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

A análise dos desafios de reconstrução das partes deterioradas encontradas nas fachadas do Palácio da Soledade foi realizada com auxílio da fotogrametria digital, onde gerou modelos tridimensionais das partes deterioradas das áreas em estudo. A técnica adequou-se ao caso por ser uma técnica de baixo custo e rápida execução (Rodrigues e Agostinho, 2020, Silva *et al.*, 2022).

A fotogrametria digital não contém uma norma, internacional ou nacional, específica para regimentar as diretrizes metodológicas e os equipamentos utilizados voltados a modelagem de fachadas. Apenas há registros de diretrizes técnicas para a aerofotogrametria, que não remete ao tema. Não há normas, por exemplo, para resolução mínima das lentes utilizadas, distâncias de tomadas para fotos e filmagens, angulações ótimas dos equipamentos, entre outros. No entanto, diante a vasta literatura sobre o tema, há diversas considerações sobre como praticar da melhor forma a coleta das mídias (fotos e vídeos) para que softwares elaborem da melhor forma a modelagem tridimensional do objeto em estudo.

Para o estudo de caso deste projeto foi realizada uma vasta pesquisa literária sobre fotogrametria digital e modelagem tridimensional de fachadas, especialmente voltada a patrimônios históricos arquitetônicos. A partir disso, houve uma mescla das metodologias (Melo Júnior *et al.*, 2018; Rodrigues; Agostinho, 2020; Soster; Ferrari, 2021; Vanini; Oliveira, 2023) que mais se assemelhavam com o objetivo proposto. Logo foram traçados os métodos para a execução da fotogrametria e elaboração da modelagem tridimensional.

De forma preliminar foi realizado uma vistoria no entorno da edificação para a identificação dos tipos de deteriorações que as fachadas obtinham. Listou-se então as seguintes ocasiões de deterioração ornamental conforme o nível de dificuldade das futuras reconstruções: (1) Ornamental – Brasão; (2) Ornamental – Sancas junto a alvenaria; (3) Ornamental – Sancas; (4) Alvenaria; (5) Reboco. A partir deste conhecimento prévio estabeleceu-se os materiais e métodos para a coleta de informações e processamento dos dados.

Para a coleta das informações dos tipos de deteriorações encontradas em diferentes pavimentos da edificação, foram realizadas fotografias e filmagens por meio de voo com o drone DJI Mini 2 (Figura 41), em alta resolução (3840x2160 pixels) e processadas no software DJI Fly (iOS v11.0), como também se realizou uma complementação de fotografias utilizando a câmera fotográfica do smartphone Motorola One Fusion Plus (Android 10) de alta resolução (9238x6928 pixels). As angulações das fotografias e filmagens variaram em ângulos de 45° a 90°, conforme as dificuldades encontradas. As fotografias e filmagens foram coletadas entre os meses de novembro e dezembro de 2023, estação de verão na cidade do Recife, logo sem interferência de dias nublados (Rodrigues; Agostinho, 2020; Soster; Ferrari, 2021; Vanini; Oliveira, 2023).

O processamento das fotografias e filmagens foi realizado no software Kiri Engine (3D Scanner App), visto a necessidade da aplicação de metodologia de baixo custo. A utilização de softwares de código-fonte acessível (plataforma pública), de forma remota para aplicação de estudos, com poucas restrições, flexibilidade no emprego e amplas adaptações para diversas finalidades são ideais para este tipo de trabalho, substituindo softwares licenciados de alto custo (Garcia *et al.*, 2023).

Por fim ainda houve no trabalho de campo, a contabilização de ocorrências de cada tipo de deterioração ornamental, a partir dos exemplos estabelecidos, e os dados foram organizados em tabelas utilizando o Excel para o enriquecimento e embasamento dos resultados e discussões sobre o nível de conservação das fachadas do Palácio da Soledade.

8.4. Análises Estatísticas dos Resultados Físicos, Biológicas e de Reconstrução e Modelagem das Fachadas do Palácio da Soledade

Foi empregado a análise de componentes principais (PCA) com o intuito de observar possíveis agrupamentos entre os indicadores (físicos, ambientais e de modelagem) analisados nas fachadas do Palácio da Soledade. A análise de componentes principais é uma ferramenta analítica exploratória variada que fundamenta métodos de análise de dados, onde mostra a ocorrência de variáveis anômalas e a relação entre variáveis conforme as amostras analisadas perante o estudo. Tem o objetivo principal de encontrar correlações entre as variáveis

analisadas em ordem de importância descrevendo a variação dos dados (De Araújo e Coelho, 2009; Lyra *et al.*, 2010).

Logo, levando em consideração a área total da fachada, a análise foi empregada utilizando o programa Statistic 6.0 submetendo os indicadores das análises física, biológica e de modelagem. Os parâmetros dos indicadores físicos foram modelados a partir dos valores de pontuação final do método GUT (Gravidade, Tendência e Urgência), relatados no Capítulo III. A exceção dos valores do parâmetro biológico “Infestação de Colônias” no qual se contabilizou o total de colônias contabilizadas a partir da coleta nos ambientes externos, o parâmetro de indicador biológico Infestação Patológica, foi contabilizado a partir de pesos de 1 e 2, onde 1 significa “Não Patogênico” e 2 significa “Patogênico”. Os valores do parâmetro de modelagem foram produzidos conforme a complexidade de reconstrução dos exemplos de deterioração apontados na fachada, sendo contabilizados pesos de 0 a 5. No qual 0 significa a ausência de ocorrência; 1 significa baixíssima dificuldade de reconstrução (Reboco); 2 significa baixa dificuldade de reconstrução (Alvenaria); 3 significa média dificuldade de reconstrução (Ornamental - Sancas); 4 significa alta dificuldade de reconstrução (Ornamental – Sancas junto a alvenaria); por fim 5 que significa altíssima dificuldade de reconstrução (Ornamental – Brasão).

8.5. Equação Integrada de Avaliação de Qualidade do Patrimônio Histórico

A análise integrada de avaliação de qualidade do patrimônio histórico é proposta como um método inédito visto que não há estudos voltados ao tema. Ela serve para definir o real estado de conservação das fachadas de um determinado patrimônio histórico arquitetônico diante da integração das análises físicas, ambientais e de reconstrução e modelagem tridimensional feitas sobre o objeto de estudo.

Há modelos de avaliação em fachadas que se assemelham em parte com o que é proposto como em Taguchi (2010) e Silva (2014), voltados a análise física, em Shohet *et al* (1999) abordando a análise física com condições ambientais, e Dias, Gomes e Alkmim (2011) em um modelo de análise ambiental, mas não voltada a fachadas. Mas nenhum modelo integrando as três linhas de

pesquisa em uma só análise sobre o estado de conservação de fachadas de patrimônios históricos arquitetônicos.

Então, a partir do momento em que a gestão patrimonial quiser entender como está a qualidade estrutural das fachadas do patrimônio histórico pela Equação Integrada de Avaliação do Patrimônio Histórico terão que ser feitos de forma prévia os mapas de danos submetidos a análise GUT para entendimento da urgência de recuperação estrutural visto as deteriorações ocasionadas pelas manifestações patológicas; em seguida a análise microbiológica para entendimento da agressividade ambiental sobre as fachadas do patrimônio; e por fim a fotogrametria digital e modelagem 3D de ornamentos deteriorados das fachadas para entendimento da dificuldade de reconstrução e revitalização da identidade cultural do patrimônio histórico.

A partir destas três análises que correlacionam o estado de conservação fachadas de um determinado patrimônio histórico, só que em abordagens diferentes, elabora-se índices parametrizados individuais utilizando os resultados das análises físicas, ambientais e de modelagem para construção de um método fatorial integrado que reduz a complexidade de uma grande quantidade de variáveis para uma análise relativamente simples, ou seja, propriamente a análise integrada de avaliação de qualidade do patrimônio histórico.

Os modelos matemáticos foram elaborados de forma experimental. Diante dos índices físicos, ambiental e de modelagem construídos para a análise integrada. Apenas o de análise físico se assemelha aos métodos dos modelos fatoriais físicos e gráficos existentes como os de Taguchi (2010) e Silva (2014), já que é um resultado integrado que utiliza informações dos mapas de danos a resultados quantitativos e qualitativos. No entanto, metodologicamente, o modelo elaborado neste projeto é inédito visto que não há literatura sobre análise física de fachadas que integre mapas de danos com a metodologia GUT. Já aos demais índices, como não existe base literária no tema, foram construídos experimentalmente.

A equação matemática que gera o Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH), é composta a partir de três demais índices. O Índice de Manifestações Patológicas (IMP): índice que considera os indicadores físicos; (2) Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR): índice que leva em

consideração a complexidade de ornamentos e seu grau de dificuldade de reconstrução; (3) Índice de Infestação Biológica (IIB): índice que utiliza os indicadores biológicas de infestação (número de colônias) e grau de patogenia dos microrganismos encontrados. A parametrização do resultado integrado final obteve uma adaptação de Dias, Gomes e Alkmim (2011) para definição dos índices de qualidade das fachadas do patrimônio em estudo.

Logo, as construções dos modelos matemáticos foram dispostas da seguinte maneira:

a) Índice de Manifestação Patológica (IMP)

O Índice de Manifestação Patológica é um valor que vai apontar o nível de degradação por via dos níveis de gravidade, urgência e tendência das manifestações patológicas analisadas nas fachadas do patrimônio histórico. O Índice de Manifestação Patológica utiliza indicadores físicos, ou seja, os resultados obtidos diante os mapas de danos integrados a análise do método GUT (Capítulo III) a cada fachada analisada (Equação 1). Desta forma, podemos dizer que para descobrirmos o IMP de um patrimônio histórico, deve-se somar os produtos dos indicadores (*if*) de cada manifestação patológica pelo peso (*P*) atribuído a eles. O indicador (*if*) de determinada manifestação patológica é a média dos valores GUT finais, conforme a obtenção dos resultados em cada fachada, relacionado a ela. O peso (*P*) atribuído aos indicadores é de acordo com o número de ocorrências das manifestações patológicas vistas em todo o patrimônio histórico. Logo o somatório do produto destes dois fatores, com os resultados de cada manifestação patológica analisa nas fachadas do patrimônio histórico, resulta no Índice de Manifestação Patológica.

Equação 1 - Equação do Índice de Manifestação Patológica (IMP).

$$IMP = (Ifa \times Pa) + (Ifb \times Pb) + (Ifc \times Pc) + (Ifn \times Pn) \dots$$

Fonte: Autor, 2024.

If é o indicador físico, podendo ter como variáveis: a, b, c, ...n.

O indicador é a média dos valores finais GUT de determinada manifestação patológica considerando os resultados de todas as fachadas analisadas.

P é o peso parcial, podendo ter como variáveis: a, b, c, ...n.

O peso parcial é atribuído a partir do número de manifestações patológicas ocorridas nas fachadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Métrica para obtenção dos pesos (P) conforme o número de manifestações patológicas totais.

Número de manifestações patológicas totais	Peso
0 – 30	1
31 – 60	2
61 – 100	3
> 100	4

Fonte: Autor, 2024.

b) Índice da Capacidade de Reconstrução (ICR)

O Índice de Capacidade de Reconstrução é o valor que vai apontar o nível de complexidade para reconstruir as deteriorações nas fachadas do patrimônio histórico. O Índice de Capacidade de Reconstrução é determinado a partir dos diferentes graus de complexidade de reconstrução dos diferentes complexos ornamentais do Palácio da Soledade. O índice para cada fachada analisada resulta do somatório do peso (P) atribuído ao grau de complexidade de reconstrução do ornamento por seu percentual (T) de incidência na fachada. A cada tipo de ornamento deteriorado identificado. Por fim, o somatório divide-se pelo número de indicadores ou tipos de ornamentos deteriorados na fachada, sejam os tipos Brasão, Sancas junto a alvenaria, Sancas, Alvenaria e Reboco. O ICR total das fachadas da edificação é o somatório de cada ICR individual de cada fachada analisada (Equação 2).

Equação 2 - Equação do Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR).

$$ICR = \left[\frac{(P1a \times Ta) + (P1b \times Tb) + (P1n \times Tn)}{\text{Número de indicadores 1}} \right] + \left[\frac{(P2a \times Ta) + (P2b \times Tb) + (P2n \times Tn)}{\text{Número de indicadores 2}} \right] \dots$$

$$ICR \text{ total} = [ICR \text{ fachada 1}] + [ICR \text{ fachada 2}] + [ICR \text{ fachada n}] \dots$$

Fonte: Autor, 2024.

P é o peso parcial para o tipo de indicador de modelagem atribuído ao seu grau de complexidade na reconstrução (Tabela 2), podendo ter como variáveis: a, b, c, ...n.

T é o percentual de ocorrência dos indicadores de modelagem por, podendo ter como variáveis: a, b, c, ...n. São consideradas todas as fachadas no somatório, sendo elas numeradas sequencialmente 1, 2, 3...

Tabela 2 – Métrica para obtenção dos pesos (P) conforme a complexidade de reconstrução.

Complexo Ornamental	Dificuldade de reconstrução	Peso
Reboco	Baixíssima	1
Alvenaria	Baixa	2
Ornamental - sancas	Média	3
Ornamental – sancas junto a alvenaria	Alta	4
Ornamental – Brasão	Altíssima	5

Fonte: Autor, 2024.

c) Índice de Infestação Biológica (IIB)

O Índice de Infestação Biológica (Equação 3) é a análise ambiental onde remete um valor que retrata o nível de agressividade que as fachadas do patrimônio histórico estão submetidas por ventura da atividade microbiológica. O Índice de Infestação Biológica leva em consideração o número total de colônias encontradas nas coletas feitas nas fachadas, bem como através da identificação patogênica dos microrganismos coletados e analisados.

Equação 3 - Equação do Índice Infestação Biológica (IIB).

$$IIB = \frac{IM1^X + IM2^X + IM3^X + IMn^X}{Média\ do\ número\ de\ colônias\ totais}$$

Fonte: Autor, 2024.

IM é o indicador biológico referente ao número total de colônias de todas as amostras coletadas em uma fachada, podendo ter como variáveis as fachadas: 1, 2, 3, ...n. O valor do indicador biológico é elevado a X , que é determinado pelo parâmetro de presença ou ausência de microrganismos patogênicos. Sendo considerado a variável 1 quando ausente, e 2 quando

presente. E o numerador da razão divide-se pela média do número de colônias totais coletadas em todas as edificações, ou seja, no caso do Palácio da Soledade como foram 6 trechos de fachadas analisadas, o somatório das colônias de todas as coletas deverá ser dividido por 6.

d) Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH)

Enfim, o Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH) (Equação 4) é um valor que possibilita simplificar uma análise global complexa propondo então um entendimento mais completo sobre o real estado de conservação das fachadas de um patrimônio histórico. É calculado a partir do somatório dos índices: Índice de Manifestação Patológica (IMP), Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR) e Índice de Infestação Biológica (IIB), divididos pelo número de fachadas analisadas.

Equação 4 - Equação do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH).

$$IQPH = \frac{IMP + IIB + ICR}{\text{Número total de fachadas}}$$

Fonte: Autor, 2024.

O resultado da equação, para averiguar se as fachadas do patrimônio estão com boa ou péssima qualidade de conservação, é analisado por valores parametrizados adaptado do índice de qualidade ambiental proposto por Dias, Gomes e Alckmin (2011).

Tabela 3 – Classificação dos níveis de qualidade do patrimônio histórico.

Classe do IQPH	Valor do IQPH	Nível de qualidade do patrimônio histórico
A	0 – 50	Bom
B	51 – 100	Ótimo
C	101 – 150	Intermediário
D	151 – 200	Ruim
E	> 200	Péssimo

Fonte: Autor, 2024.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

9.1. Análise Microbiológica das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

A partir da análise realizada nas amostras microbiológicas coletadas das fachadas do Palácio da Soledade, primeiro pontua-se que o meio DAS (Ágar Sabouraud Dextrose) obteve bastante eficácia nutricional para o cultivo das colônias fúngicas (Almeida, 2015; Da Silva, 2022).

Em segundo ponto, conforme a identificação macroscópica e a contagem de colônias nas amostras, observou-se que houve predominância dos gêneros *Penicillium ssp.* e *Aspergillus ssp.* (Tabela 4) nas fachadas da edificação, principalmente na Sudoeste e Nordeste. A concentração desses gêneros teve uma proporção de 65,5% e 20,7% respectivamente. Houve também a presença fúngica dos gêneros *Curvuloria ssp.*, *Colletotridicum ssp.* e *Paecilomyces ssp.* (Figura 5).

Tabela 4 – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Amostra	Nº de colônias					Total
		Gêneros Fungos Filamentosos					
		<i>Penicillium ssp.</i>	<i>Aspergillus ssp.</i>	<i>Curvuloria ssp.</i>	<i>Colletotridicum ssp.</i>	<i>Paecilomyces ssp.</i>	
Sudoeste	A1	-	4	-	-	-	4
Sudoeste	A2	-	5	4	-	-	9
Sudoeste	A3	43	1	-	-	-	44
Noroeste	LD1	1	-	-	-	-	1
Noroeste	LD2	1	2	-	-	-	3
Noroeste	LD3	-	1	-	-	-	1
Sudeste	LE1	1	-	-	-	-	1
Sudeste	LE2	3	-	-	-	-	3
Sudeste	LE3	1	-	-	6	-	7
Nordeste	F1	1	3	-	-	1	5
Nordeste	F2	3	2	-	-	-	5
Nordeste	F3	4	-	1	-	-	5

Fonte: Autor, 2024.

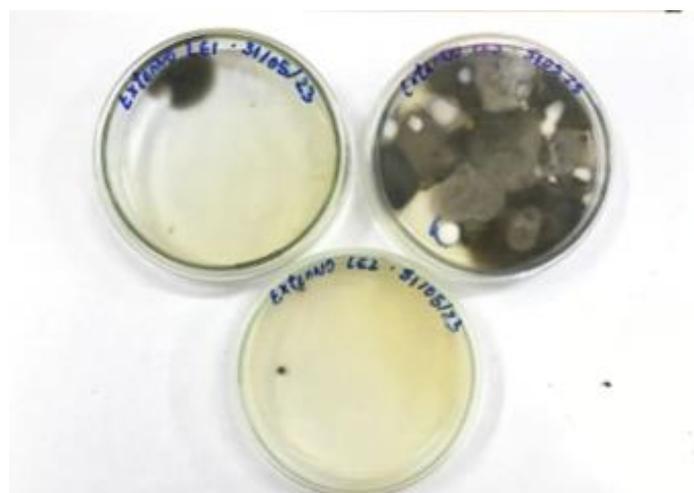
Figura 5 – Análise microbiológica das fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) fachada Sudoeste; b) fachada Noroeste; c) fachada Sudeste; d) fachada Nordeste.



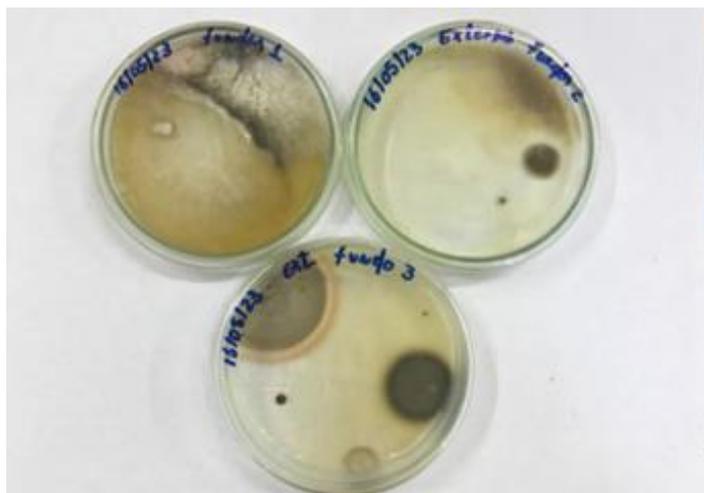
(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autor, 2024.

Dentre a maioria dos fungos isolados e analisados, pode-se considerá-los anemófilos, que é o caso do *Aspergillus* e *Penicillium* que facilmente se propagam com bastante facilidade no ar por motivo de grande presença de seus esporos em suspensão. A ventilação torna-se um transporte para os esporos serem realocados e colonizarem outros pontos, dando início ao novo ciclo com a reprodução assexuada. Esta ocasião age diretamente nas estruturas externas do Palácio da Soledade, logo é possível afirmar que conforme não tenha um monitoramento e atividades periódicas de manutenção, os índices de infestação tendem a aumentar prejudicando ainda mais as estruturas da edificação (Labres, 2019; Da Silva, 2022).

Outra associação importante a estes fungos analisados é que são bastante correlacionados ao meio vegetal, logo os esporos das colônias podem estar partindo de plantas e árvores. O Palácio da Soledade por ter dois jardins internos reforça muito os índices de infestação, principalmente da fachada Sudoeste que a sua frente há um amplo canteiro de vegetação paisagística muito próxima a suas estruturas, o que justifica o alto número de colônias desenvolvidas em suas amostras (Da Silva, 2022).

Considera-se também que há associações de fatores ambientais como falta de irradiação solar, contato com a salinidade, incidência acentuada de ventos, níveis desregulados de umidade e temperatura, com a existência, crescimento e proliferação destes microrganismos analisados, especialmente os *Aspergillus ssp.* e *Penicillium ssp.* E isso fica mais visível nas fachadas na

orientação cardeal Sul (Beato Sobrinho, 2008; Guerra, 2018; Labres, 2019; Cerqueira *et al.*, 2019). Ocasões ambientais dissonantes à normalidade junto a presença destes microrganismos, que por ventura também produzem meios ácidos na superfície em que habitam, potencializam o processo de biodeterioração nas fachadas, defasando ainda mais a durabilidade dos materiais e a conservação do patrimônio histórico (Tasca *et al.*, 2018; Cerqueira *et al.*, 2019).

9.2. Análise Fotogramétrica das Fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

Conforme o desenvolvimento do planejamento de coleta e processamento dos dados, realizou-se a modelagem 3D dos tipos de partes deterioradas encontradas nas fachadas do Palácio da Soledade: Ornamental – Brasão; Ornamental – Sancas junto a alvenaria; Ornamental – Sancas; Alvenaria; Reboco (Figura 6).

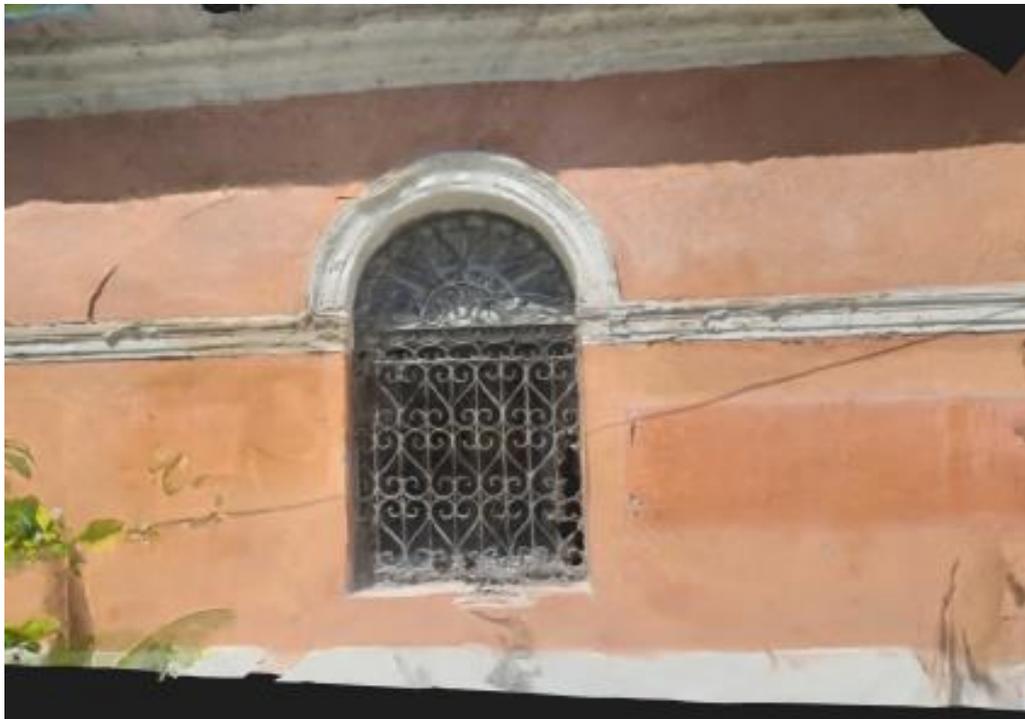
Figura 6 – Modelagem de partes deterioradas das fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil: a) Ornamental – Brasão; b) Ornamental – Sancas junto a alvenaria; c) Ornamental – Sancas; d) Alvenaria; e) Reboco.



(a)



(b)



(d)



(d)



(e)

Fonte: Autor, 2024.

Conforme o primeiro levantamento fotográfico e de filmagem das partes deterioradas encontradas nas fachadas do Palácio da Soledade utilizando drone, foram vistos os desafios de controle do equipamento por ventura da constante ventilação da localidade e do ajuste de contraste das mídias coletadas por causa da intensa iluminação. Houveram dificuldades por questões arquitetônicas ornamentais (mastros porta-bandeira) e paisagísticas (vegetação decorativa de médio porte) a frente da fachada Sudoeste, que dificultaram o trajeto do drone na coleta das imagens e filmagens, ocasionando em alguns momentos a restrição da variação de angulação da câmera, pois, poderia causar alguma avaria no equipamento (Soster; Ferrari, 2021). Foram feitas em média de 50 a 80 fotos e uma ou duas filmagens de cada ponto analisado.

No entanto, pela excessiva iluminação no dia de coleta e pela restrição das angulações no momento do registro das fotos, a maior parte do material apresentou-se de baixa qualidade, principalmente dos pontos situados na faixa de altura do pavimento térreo, onde situa-se um extenso canteiro de vegetação paisagística de porte médio. A modelagem dos casos Ornamental – Brasão e Ornamental – Sanca junto a alvenaria apresentaram poucas perdas, pois, a qualidade das imagens ficou aceitável, embora os desafios e dificuldades se apresentaram mais incisivos no momento de coleta do material, já que os pontos registrados estavam atrás de mastros porta-bandeiras. Para recompor o material de má qualidade, foi feita nova visita e novos registros dos casos que necessitavam: Ornamental – sancas; Alvenaria, Reboco. Foram tiradas em média 50 a 100 fotos, com variadas angulações, em um período vespertino onde a iluminação se encontrava mais fria. Este trabalho foi realizado com a câmera fotográfica do smartphone Motorola One Fusion Plus (Android 10) por falta de disponibilidade do drone utilizado e também pela melhor mobilidade através da vegetação ali presente.

Na fase de modelagem houveram muitas dificuldades para o software entender a definição das fotos e filmagens coletadas, onde pode-se justificar a baixa qualidade das lentes utilizadas no trabalho, a mistura de duas coletas com lentes diferentes e a falta de padronização das distâncias de posicionamento para capturas das fotografias e filmagens. As fotografias e filmagens foram selecionadas perante as melhores tomadas fotográficas, porém a qualidade do material coletado não proporcionou uma nuvem de pontos rica em detalhes, fazendo com que a malha tridimensional não obtivesse a qualidade desejada. O que justifica que alguns modelos ficaram distorcidos e sem alta definição (Rodrigues e Agostinho, 2020; Soster; Ferrari, 2021).

O que poderia ter aumentado um pouco a qualidade dos modelos, seria um melhor tratamento das fotografias. Recortar a nuvem de pontos, eliminando os ruídos (elementos arquitetônicos e paisagísticos), focando apenas na região do estudo, logo não precisaria uma grande faixa de extensão da fachada modelada. E a utilização da ortorretificação, de forma que o posicionamento de cada pixel na hora da modelagem fosse rigorosamente de acordo com o posicionamento ortogonal (De Paula *et al.*, 2023).

Como também poderia ter sido elaborado um programa no software MATLAB que contemplaria melhor a resseção espacial, parametrizando as orientações fotográficas dos materiais coletados, ou até mesmo um modelo elaborado por inteligência artificial. Isso implicaria em ter dados de entrada como distância focal, coordenadas de ponto chave da fachada para calibração e determinação de escala do modelo, valores de fotocoordenadas e coordenadas do objeto de estudo, para que a partir de equações de colinearidade de ajustamento paramétrico pudesse então diminuir as instabilidades angulares da fotogrametria (Silva, 2014). Junto a essa possibilidade, o Método de Elementos Finitos (MEF) poderia enriquecer as discussões sobre as deteriorações modeladas determinando o estado de tensão e de deformação dos ornamentos diante as ações exteriores. Ou seja, o método teria objetivo de analisar o comportamento mecânico dos ornamentos modelados pela fotogrametria digital para apontar as principais discontinuidades de tensões das deteriorações analisadas. Isso daria um embasamento melhor nas considerações sobre os desafios e soluções para a reconstrução física das partes deterioradas das fachadas analisadas (Azevedo, 2003; Minich, 2020).

Conforme o estudo apresentado, ainda foi possível mensurar quantitativamente em campo os exemplos de deteriorações estudadas neste trabalho de modelagem 3D e reconstrução para o embasamento da formulação da equação integrada de avaliação patrimonial (Tabela 5).

Tabela 5 – Dados quantitativos das ocorrências de deterioração registradas nas fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Ornamento				
	Brasão	Sancas junto a alvenaria	Sancas	Alvenaria	Reboco
Sudoeste	1	8	17	5	17
Sudoeste Oculta	-	-	-	-	-
Noroeste	-	1	3	4	18
Sudeste	-	8	5	9	7
Nordeste	-	3	-	2	15
Nordeste Oculta	-	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2024.

Nota-se que há uma maior incidência de casos na fachada Sudoeste, uma das que mais sofre com as manifestações patológicas estruturais e infestação

microbiológica. Os casos mais complicados, e com maiores percentuais de incidências, de modelagem 3D e reconstrução estão justamente nesta fachada: Ornamental – Brasão, Ornamental – Sancas junto a alvenaria, Ornamental – Sancas. Porém em contexto geral percebe-se que as fachadas do Palácio da Soledade sofrem bastantes com deteriorações do reboco.

9.3. Considerações Estatísticas das Variáveis Físicas, Biológicas e de Reconstrução e Modelagem

Conforme a metodologia, os indicadores físicos, biológicos e de modelagem e reconstrução do Palácio da soledade, foram identificados e organizados (Tabela 6) de forma a facilitar a entrada dos dados no software Statistic 6.0 para que fosse possível a análise dos componentes principais, com o intuito de correlacionar as variáveis estudadas e as pôr em ordem de importância.

Dentro do observado na análise do PCA, foi verificado que 46% das variáveis são respondidas essencialmente pelo Fator 1 e 36% pelo fator 2, o que corresponde a 82% ao total (Gráfico 1). Indicadores físicos e biológicos apresentam sinergia entre si, onde contribuem conjuntamente (infestação de colônias, deslocamento de reboco e corrosão de grades), ou de forma antagônica (fissuras, corrosão de armaduras; vegetação, perda de seção e sujidade. Os indicadores de modelagem, apesar de relacionados ao Fator 2 (36%), estão agrupados. Apenas reconstrução de reboco estaria relacionada com o Fator 1, ou seja, dentro do cenário avistado no Palácio da Soledade, se faz mais presente nas fachadas analisadas.

Tabela 6 – Análise dos indicadores e parâmetros observados no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachadas	Indicadores Físicos										Indicadores Biológicos			Indicadores Modelagem				Área Total (m ²)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	N	O	P	Q	R	
SWF	60	40	125	15	12	4	27	0	0	0	57	2	5	4	3	2	1	1542,2
SWO	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	NA	0	0	0	0	0	256,3
NWL	100	48	18	4	60	0	48	15	15	40	5	2	0	1	0	0	1	935,7
NEF	60	15	100	6	125	0	18	0	15	0	14	2	0	4	3	2	1	1558,9
NEO	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	NA	0	0	0	0	1	258
SEL	60	18	24	18	125	0	6	40	0	0	12	2	0	0	3	0	1	886,8
Total	306	121	267	43	322	4	99	55	30	40	88	8	6	8	9	4	5	5437,2
Média	51	20	45	7,2	54	0,6	17	9,2	5	6,6	22	2	1	1,3	1,5	0,6	0,8	906,2
Desvio Padrão	33	20	54	7,7	60	1,6	19	16	7,7	16	23,7	0	2	2,1	1,6	1	0,4	578,5

Fonte: Autor, 2024.

Legendas:

Fachadas: SWF - Sudoeste frontal; SWO - Sudoeste oculta; NWL - Noroeste lateral; NEF - Nordeste fundo; NWO - Noroeste oculto; SEL - Sudeste lateral.

Indicadores Físicos (valores G.U.T.): A- Sujidade; B - Pintura; C - Reboco; D - Vegetação; E - Fissuras; F - Corrosão de Grades; G - Mofo ou Bolor; H - Corrosão de Armadura; I - Perda de Seção; J - Madeira deteriorada.

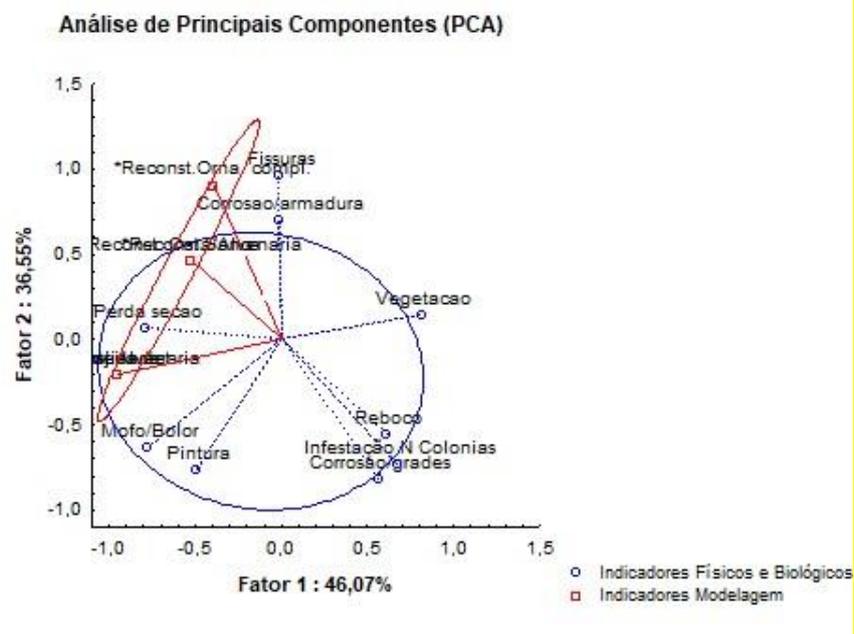
Indicadores Biológicos: L - Infestação de Colônias (número de colônias; NA = não coletado); M - Patogenia das Colônias (1- ausente; 2 - presente; NA = não coletado).

Indicadores de Modelagem: N - Reconstrução de ornamentação complexa; O - Reconstrução de ornamentação e alvenaria; P - Reconstrução de alvenaria; Q - Reconstrução de sancas; R - Reconstrução de reboco.

As maiores áreas totais de extensão (fachada Noroeste - NEF e Sudoeste - SWF) não se agruparam frente as variáveis analisadas (Gráfico 2), indicando que os fatores causadores de manifestações patológicas não possuem uma relação direta com a área de abrangência, e sim com os fatores ambientais externos como apontado nas análises de incidência solar (Cartas Solares) e incidência de ventos (Carta de Ventos) da localidade. Onde uma das fachadas

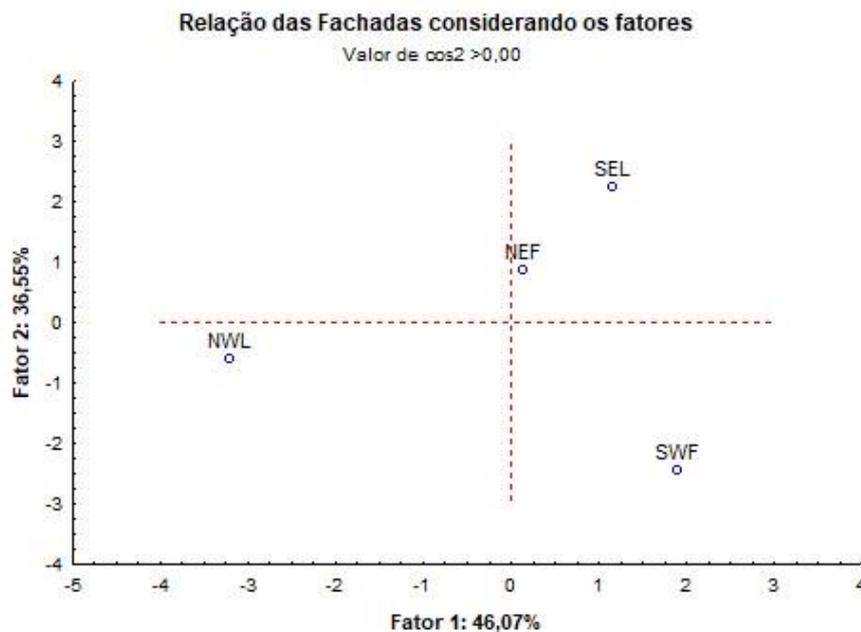
de maior área (fachada Sudoeste – SWF) é uma das com maior irradiação solar, com amplitude de 6 a 7 horas de exposição (Zanoni, 2015).

Gráfico 1 - Análise de principais componentes (PCA) dos indicadores observados no Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

Gráfico 2 - Análise de principais componentes (PCA) relacionando as fachadas observadas no Palácio da Soledade, Soledade, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Autor, 2024.

9.4. Análise de Qualidade Patrimonial do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP

Tendo em vista os resultados alcançados perante as análises físicas, microbiológicas e de modelagem das fachadas do Palácio da Soledade (Apêndice B), e utilizando respectivamente as Equações 1, 2 e 3, foi possível determinar os índices de Manifestação Patológica, de Capacidade de Reconstrução e de Infestação Biológica. O Índice de manifestação Patológica (IMP) calculado foi igual a 515,833; O Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR) calculado foi igual a 211,010; E o Índice de Infestação Biológica (IIB) calculado foi igual a 164,273.

O Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico (IQPH) é calculado então a partir do somatório dos três índices anteriores dividido pelo número de fachadas analisadas (número total de fachadas = 6) (Equação 5), na equação e parâmetros de valor adaptada do índice de qualidade ambiental proposto por Dias, Gomes e Alckmin (2011).

Equação 5 – Cálculo do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico.

$$IQPH = \frac{IMP + IIB + ICR}{\text{Número total de fachadas}} \therefore IQPH = \frac{515,833 + 211,010 + 164,273}{6}$$

$$IQPH = 148,519$$

Fonte: Autor, 2024.

Com o Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico sendo igual a 148,519, conforme a métrica da Tabela 12, o nível de qualidade das fachadas do Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, é Intermediário. Só que perante os intervalos, nota-se que este valor beira o limite deste nível de qualidade, onde a partir do momento que os índices de manifestações patológicas, infestações biológicas e um aumento na deterioração das estruturas das fachadas, seja por qualquer exemplo ornamental, a tendência é que este valor adentre no nível Ruim (151-200). E isto reflete diretamente na inexistência de manutenções preventivas periódicas, de revitalizações estruturais e de um rígido monitoramento ambiental.

Utilizando os resultados do PCA em que as fachadas de maior metragem não tiveram contribuição dos mesmos indicadores, acredita-se que a área total

pode não ser um fator relevante para argumentar se a edificação histórica está ou não em determinado estado de conservação. Já o posicionamento arquitetônico da edificação e a situação cardinal das suas fachadas, arquitetonicamente falando, irão influenciar mais nos índices estudados (Silva, 2014; Pacheco e Vieira, 2017). No entanto, no certame, acredita-se que a área total pode sim influenciar nos valores montantes para reformas, mas não para agravamentos.

10. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos com as análises microbiológicas feitas sobre as fachadas do Palácio da Soledade, Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, é possível afirmar que há alto índices de infestação de colônias de fungos filamentosos, onde tal ocasião provoca a potencialização das deteriorações das manifestações patológicas encontradas ao longo do estudo de análise física (Capítulo III). Com ampla incidência de *Penicillium ssp.* (65,5%) e *Aspergillus ssp.* (20,7%), microrganismos correlacionados ao meio vegetal, considera-se que por ventura da existência dos equipamentos paisagísticos arquitetônicos (jardins internos e canteiro de plantas de médio) ao redor da edificação, há tamanha amplitude nos resultados. Fatores como falta de irradiação solar, ventilação, alteração nos níveis de umidade relativa local, problemas de infiltração por motivação da deterioração do sistema de cobertura, potencializam a colonização microbiológica ocasionando ataques físicos e químicos defasando as características dos materiais das fachadas. A fachada Sudoeste, a principal da edificação, por ser fazer parte da direção cardeal Sul, tendo os fatores ambientais um pouco mais incisivos, e obter um canteiro de vegetação bem próximo às suas estruturas externas, é a que mais sofre com este tipo de deterioração. Para um combate contra o ataque biológico nas fachadas do Palácio da Soledade, sugere-se que após as atividades de revitalização estrutural seja implementado uma pintura com aditivos biocidas de forma que iniba as superfícies das atividades prejudiciais por parte das colônias microbiológicas.

Em relação as análises feitas no trabalho de modelagem dos tipos de ornamentos deteriorados encontrados nas fachadas do Palácio da Soledade, pontua-se primeiro que os métodos devem seguir uma melhor padronização de coleta de dados, referente a escolha de apenas um equipamento fotográfico de alta qualidade de processamento das imagens, determinação de uma distância padrão e de melhores horários para execução das tomadas fotográficas, registro pontual da deterioração, referenciar dimensões “*in loco*” para facilitar a modelagem na escala correta no software escolhido e implementar o processo de ortorretificação nos materiais coletados, para que a modelagem 3D tenha uma melhor qualidade de definição gráfica. Além destas considerações

metodológicas, sugere-se que para estudos futuros nesta mesma linha de pesquisa voltada a fotogrametria digital sobre deteriorações em fachadas, seja considerada a possibilidade da parametrização metodológica seja programada pelo MATLAB ou inteligência artificial, juntamente com princípios do Método de Elementos Finitos para que a fotogrametria não tenha intercorrências angulares, como foi visto nos resultados obtidos, e possa haver um aprofundamento nas discussões sobre as tensões de deformação sobre as deteriorações analisadas. Isso implicaria em discussões e conclusões mais embasadas sobre as cabíveis soluções para reconstrução físicas das deteriorações juntamente com ações para anular agentes do meio externo que promovem a descontinuidade mecânica, deteriorando então as fachadas.

No entanto, diante dos desafios e dificuldades enfrentados, os materiais produzidos ficaram em uma qualidade aceitável para a realização das análises físicas e estatísticas. Notou-se que as fachadas Sudoeste e Sudeste apresentaram as maiores incidências totais de ornamentos deteriorados, respectivamente 48 e 29 ocorrências. Sendo a fachada Sudoeste, a principal da edificação, a que mais obtém casos de maior dificuldade de reconstrução, 26 ocorrências. Em análise geral a deterioração em reboco, com 57 ocorrências no total, é a mais incidente, porém é a que menos irá apresentar ocasiões em dificuldade de restauração perante as atividades de revitalização.

Os resultados estatísticos utilizando o método de análise de componentes principais (PCA) utilizando os resultados parametrizados das análises físicas (mapas de danos junto ao método GUT, abordado no capítulo III), biológica (análise de infestação microbiológica) e de modelagem (análise de dificuldade de reconstrução dos exemplos ornamentais deteriorados) mostraram que 46% das variáveis são correlacionadas de forma essencial ao Fator 1 e 36% pelo Fator 2, o que remete que os indicadores físicos e biológicos contribuem conjuntamente para as deteriorações das fachadas. E em relação aos índices de modelagem, apesar da correlação ao Fator 2, estão agrupados e apenas a reconstrução da deterioração em reboco se faz mais presente em relação ao Fator 1. As causas de manifestações patológicas possuem relação direta com os fatores ambientais externos em vez da área de abrangência.

A convergência e integração dos resultados físicos (mapas de danos das fachadas e matrizes GUT, abordados no Capítulo III), biológicos (análise de

infestação microbiológica nas fachadas) e de modelagem (identificação e concepção de graus de dificuldade de reconstrução dos tipos de deterioração nas fachadas), junto a aplicação do PCA, permitiram uma análise profunda sobre o estado de conservação do Palácio da Soledade. E junto com uma qualificada revisão na literatura, foi possível parametrizar e modelar equações de análises individuais (IMP, ICR e IIB) que contribuíram para a formulação da equação de Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico criada e testada com sucesso.

Tal equação integrada mostrou-se dinâmica metodologicamente diante da concepção dos índices físico, biológico e de modelagem. As métricas criadas e utilizadas para a obtenção do IQPH mostraram que o valor está relacionado com a variação quantitativa dos índices e com o número de fachadas. A metragem das maiores fachadas não influenciou na determinação do nível de estado de conservação, conforme as análises do PCA. Portanto, com a aplicação dos valores na equação foi possível determinar que as fachadas do Palácio da Soledade estão em nível Intermediário por seu IQPH ter sido 148,519, porém, nota-se que o valor está muito próximo do nível Ruim que se apresenta em um intervalo de 151 a 200. Isto remete que em um futuro próximo, sem monitoração física e ambiental, atividades de manutenção e revitalização nas fachadas da edificação, o índice de qualidade do patrimônio irá piorar quantitativamente e qualitativamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. V. de A. **Identificação de fungos filamentosos presentes em um biorreator de resíduos sólidos urbanos**. 2015. 65f. Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Programa de Pós-Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4030>. Acesso em 25/12/2023.

ARAUJO, W. O.; COELHO, C. J. **Análise de componentes principais (PCA)**. University Center of Anápolis, Anápolis. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 18593: Microbiologia de cadeia produtiva de alimentos – Métodos horizontais para amostragem de superfície**. Rio de Janeiro, 2019.

AZEVEDO, F.M. **Método dos Elementos Finitos**, 1ª ed.; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Porto, Brasil, 2003.

BEATO SOBRINHO, M. M. **Estudo da ocorrência de fungos e da permeabilidade em revestimentos de argamassa em habitações de interesse social – Estudo de caso na cidade de Pitangueiras - SP**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Universidade Federal de São Carlos. 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4633/2216.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 05/06/2024.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Deteção e identificação dos fungos de importância médica**. In: Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2004.

CATAPRETA, C. A. A.; SIMÕES, G. F. **Monitoramento ambiental e geotécnico de aterros sanitários**. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2016.

CERQUEIRA, M. B. dos S.; BARRETO, J. S.; SILVA, F. G. S. **Avaliação da degradação de revestimentos: estudo de caso em salvador/ba**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, v. 13, p. 276-283, 2019.

DA SILVA, E. S. C; SANTIAGO, A. L. C. M. A ; MOTA, C. ; PINTO, R. R ; RUFINO, R. D . **Monitoramento Ambiental para Conservação Preventiva dos Acervos do Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da Universidade Católica de Pernambuco**. In: Congresso Nacional de Biotecnologia, Ambiente, Saúde e Educação, 2022, Recife. Congresso Nacional de Biotecnologia, Ambiente, Saúde e Educação (Conbase). Recife: FASA, 2022. v. 3. p. 11-445.

DE PAULA, C. F., CINTRA, J. P., BORGES, V. de O., PINTO, R. A. N., Borges, A. de C., SANJULIÃO, L.-R. K. A., REIS, M. J., FERREIRA JUNIOR, J. da S., & Reis, F. M. D. (2023). **Structure from Motion (SFM) como ferramenta de reconstrução tridimensional para edificações históricas**. *Revista De Gestão E Secretariado*, 14(10), 18152–18169. 2023. Doi: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.3029>. Acesso em 12/10/2023.

DIAS, F. de A.; GOMES, L. A.; DE ALKMIM, J. K. **Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT**. *Sociedade & Natureza*, v. 23, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/3213/321327201011.pdf>. Acesso em 03/04/2024.

ELCHISHCHEVA, T., AFONIN, V., EROFEEVA, I., ZAHAROVA, E. and ATMANZIN, A. **Biostability of facade systems**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021. Doi:10.1088/1757-899X/1079/6/062031. Acesso em 12/03/2024.

GARCIA, V. C.; GUILLEN SALAS, J. C.; CAIXETA, E. M. M. P. **Tecnologias de código aberto para registro fotogramétrico do patrimônio arquitetônico**. *Revista Jatobá, Goiânia*, v. 5, 2023. DOI: 10.5216/revjat.v5.76955. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revjat/article/view/76955>. Acesso em: 01/06/2024.

GUERRA, F. L. **Avaliação da eficiência de nanopartículas de TiO₂ no controle do crescimento de fungos filamentosos deteriorogênicos em argamassas históricas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: construção e infraestrutura. 2018.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Projeto de Serviço de Conservação e Adaptação do Palácio da Soledade**. Recife-PE. IPHAN, 2008.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Casas do Patrimônio** / Organizado por Marco Antônio Pereira Galvão. – Brasília, DF : Iphan, 2010. 96 p. : il. color. ; 27 cm. ___ (Imagens ; 7).

LABRES, H. S. **Análise da biodeterioração de sistemas de fachadas e a eficácia de tintas na inibição do desenvolvimento fúngico**. 2019. 215f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil), Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), Porto Alegre – RS. 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/9051>. Acesso em 11/05/2024.

LYRA, W. DA S. et al. **Classificação periódica: um exemplo didático para ensinar análise de componentes principais**. *Química Nova*, v. 33, n. 7, p. 1594–1597, 2010.

MELO JÚNIOR, C. M., EVANGELISTA JUNIOR, F., SILVA, L. S. da ., & NEPOMUCENO, A. A.. (2018). **Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital**. *Ambiente Construído*, 18(3), 211–226. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000300277>

MINICH, A. Ma. **Avaliação das unidades armazenadoras de arroz no município de Alegrete – RS**. Orientador: Douglas de Oliveira Adolpho. 2020. 63p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia civil) - Universidade Federal do Pampa, Curso de Engenharia Civil, Alegrete, 2020.

PACHECO, C. P. ; VIEIRA, G. L.. **Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico**. *Cerâmica*, v. 63, n. 368, p. 432–445, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1590/0366-69132017633682156>. Acesso em 05/02/2024.

RODRIGUES, R. L.; AGOSTINHO, C. J. **Documentação digital do patrimônio arquitetônico: a igreja Nossa Senhora Mãe dos Homens - Coqueiro Seco/AL**. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Carlos, v.15, n.1, p.26-41, jan.2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.116/gtp.v14i1.152125>. Acesso em 22/11/2023.

SILVA, L. D. **Pernambuco preservado: histórico dos bens tombados no estado de Pernambuco**. 272p. Recife – PE, 2008.

SILVA, M. de N. B. da. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada: aplicação ao caso de Brasília/DF**. 2014. xviii, 198 f., il. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SILVA, A. M. da. **A representação das matrizes de rotações com o uso dos quatérnios: aplicações práticas à fotogrametria**. Recife, 2014. 135 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências , Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2014.

SHOHET, I. M.; ROSENFELD, Y.; PUTERMAN, M.; GILBOA, E. **Deterioration patterns for maintenance management – a methodological approach**. *Durability of Building Materials and Components*. Institute for Research in Construction, Ottawa, Canada, pp. 1666-1678, 1999.

SOSTER, S.; FERRARI, F. **Documentação Digital do Patrimônio Arquitetônico: Antiga Estação Ferroviária de São Carlos-SP**. RCT: Revista de Ciência e Tecnologia. 2021. Doi: 10.18227/rct.v0i0.7021. Acesso em 01/06/2024.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2010.

TASCA, B. N. S.; RIZZO, A. C. de L.; RIBEIRO, R. C. da C. **Biodeterioração da fachada do Real Gabinete Português de Leitura**. XXVI Jornada de Iniciação Científica e II Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. 2018.

TEIXEIRA, I. C; GHIZONI, V. R. **Coleção Estudos Museológicos**. Vol. 1. Florianópolis: FCC Edições. 2012.

VANINI, G. N.; OLIVEIRA, F. L. de. **Considerações sobre a aplicação da Fotogrametria Digital na concepção do Mapa de Danos de edificações históricas**. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2023, Pelotas. Anais... Pelotas: PROGRAU/UFPEL, 2023. p. 01-12. DOI <https://doi.org/10.46421/sbqp.v3i.3693>. Acesso em 11/06/2024.

ZANONI, V. A. G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília**. 2015. xviii, 293 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

CAPÍTULO V

11. CONCLUSÕES GERAIS

Inicialmente, a propagação sobre as diretrizes da gestão patrimonial é o primeiro passo para fomentar a consciência coletiva da sociedade, fazendo com que patrimônios móveis e imóveis sejam tratados com mais zelo, promovendo então a conservação patrimonial e perpetuando a cultura e identidade local. Os patrimônios arquitetônicos edificados, no cenário atual brasileiro, sofrem bastante com a falta de incentivos financeiros para a manutenção de suas estruturas, principalmente aqueles de administração pública. Órgãos como o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e a Fundação do Patrimônio Histórico e Artístico de Pernambuco (FUNDARPE), por exemplo, regulamentam, fiscalizam e apoiam novas estratégias de gestão para fomentar uma melhor conservação do patrimônio histórico. Mas é sabido que os custos são bastante onerosos.

Logo, torna-se muito importante a promoção de programas que tem como objetivos compartilhar a ideia da importância da preservação patrimonial na sociedade e promover ideias alternativas de gestão de conservação patrimonial para superar os desafios de falta de incentivo financeiro e administrativo na área. A questão de haver ferramentas jurídicas atualizadas em vigor que reafirmam a necessidade da preservação dos bens patrimoniais junto a um apelo ambiental, como a Lei Nº 14.133 de 1 de abril de 2021, Lei de Licitações e Contratos Administrativos, tornam-se primordiais para conter os impactos negativos sobre os patrimônios históricos, principalmente os arquitetônicos, e reforçar ainda mais as regulamentações dos órgãos como IPHAN e FUNDARPE.

Os patrimônios históricos arquitetônicos, no cenário contemporâneo, cada vez mais sofrem com deteriorações em suas estruturas por ventura de fatores ambientais climáticos extremos, biológicos ou até mesmo pela falta de investimento em atividades de manutenção periódica ou revitalizações estruturais plenas. O aparecimento de manifestações patológicas e a infestação microbiológica ocasionam diversos exemplos de degradação estrutural, principalmente nas fachadas, que são o cartão de visita das edificações.

O Palácio da Soledade, onde situa-se o Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da UNICAP, é um exemplo prático de patrimônio histórico que se apresenta em péssimas condições estruturais. As suas fachadas apresentam-se

com variados tipos de manifestações patológicas, com variados níveis de gravidade, infestação de colônias microbiológicas que promovem o ataque químico e potencializam as deteriorações físicas encontradas em diversos tipos de ornamentos.

Com a análise integrada utilizando mapas de danos de fachadas, metodologia GUT, monitoramento ambiental e fotogrametria digital para modelagem 3D das partes deterioradas, foi possível entender os níveis de gravidade que as fachadas se apresentam atualmente. E os resultados destas análises individuais serviram de subsídios para a modelagem dos índices utilizados na formulação da equação de Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico.

A análise física concluiu que as fachadas sofrem bastante com as manifestações de sujidade, fissuras, destacamento de pintura e deslocamento de reboco, sendo apontadas pelos graus de urgência, e estas manifestações detêm a prioridade nas futuras atividades de revitalização. Conforme postergue ainda mais a intervenção estrutural revitalizante, junto às condicionantes ambientais de irradiação, ventilação, eventos pluviométricos extremos e a dissonância nos níveis de umidade relativa, o resultado visto nas fachadas pode ser irreversível. Haverá o desequilíbrio estrutural do prédio pondo em risco tanto a estabilidade do prédio como as pessoas que utilizam de seus espaços. As fachadas que mais requerem prioridade neste contexto são as Sudoeste e Nordeste, que por ventura, são a de maior metragem.

Perante as análises das coletas microbiológicas concluiu que a infestação é motivada basicamente pelos casos de infiltração por falhas no sistema de cobertura e pela vegetação paisagística que o Palácio da Soledade detém ao seu redor. Pela alta incidência de *Penicillium ssp.* e *Aspergillus ssp.*, bastante correlacionados com o meio vegetal, subentendesse que o constante contatos com as plantas de médio porte no canteiro frontal e com os jardins internos, junto a constante ventilação da localidade realocando os esporos fúngicos, é o que vem promovendo a infestação. Pelos microrganismos identificados nas análises serem considerados patogênicos, medidas de controle e monitoramento ambiental devem ser tomadas o quanto antes, pois, estes podem potencializar os níveis de gravidade das manifestações patológicas existentes como também podem infectar o acervo do Museu de Arqueologia e Ciências Naturais da

UNICAP que ali se situa. A fachada que requer uma atenção especial é a Sudoeste, a principal da edificação, já que os resultados mostraram que é a que tem uma maior incidência de colônias em suas superfícies. Sugere-se a utilização de tintas com adição de biocidas nas atividades de revitalização estrutural e nas manutenções periódicas das fachadas para fortalecer o combate contra os microrganismos e diminuir as incidências de colônias.

Diante os resultados de fotogrametria digital realizada para modelar as partes deterioradas das fachadas da edificação, nota-se que há grande incidência de reboco degradado. Os ornamentos de maior dificuldade de reconstrução, brasão, alvenaria junto a sancas, sancas, em sua maior parte na fachada Sudoeste, devem ter prioridade nas atividades de revitalização para que o patrimônio não perca por completo suas características ornamentais de vez. Isto ocasionaria um aumento de dificuldade de reconstrução, um aumento significativo do custo de mão-de-obra, e caso seja inviável a recuperação, uma perda imensurável. Em relação aos métodos empregados para tal análise, deve-se atentar a um planejamento mais padronizado e rígido, determinando métricas de posicionamento, angulações, escolha de uma lente mais profissional, tomadas fotográficas em horários onde a incidência solar é mais fria, uma gama maior de fotos e filmagens, e um melhor tratamento da modelagem no software escolhido priorizando apenas a deterioração, excluindo ruídos que não fazem partes das análises, e o uso da ortorretificação.

De forma geral os resultados das análises físicas, biológicas e de modelagem foram bastante satisfatórios, já que forneceram, mesmo com todas os desafios e dificuldades, materiais e discussões de qualidade para o objetivo principal do estudo que é a formulação da análise integrada para reconhecimento da qualidade de conservação patrimonial. E a utilização do PCA foi de mais-valia ao estudo, pois, enriqueceu e embasou todas as discussões anteriores. Os resultados estatísticos dos parâmetros analisados apontaram que indicadores físicos e biológicos concebidos e discutidos, em conjunto contribuem, de uma forma mais incisiva, para as deteriorações encontradas nas fachadas do Palácio da Soledade.

Os índices de manifestação patológica (IMP), infestação biológica (IIB) e de capacidade de reconstrução (ICR) modelados a partir dos resultados obtidos as análises físicas, biológicas e de modelagem, foram satisfatórios ao que se era

esperado. Métricas simples e dinâmicas resultando em valores que eram possíveis margear em intervalos para que a análise final fosse melhor interpretada. Conforme a soma dos três índices, a obtenção do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico das fachadas do Palácio da Soledade se mostrou no nível Intermediário, porém caso não ocorra as atividades de revitalização estrutural nos futuros planos de gestão para a edificação, este nível pode piorar qualitativamente para Ruim, já que o valor obtido já muito próximo desse intervalo. Ou seja, deve-se o quanto antes traçar o planejamento de ação das atividades revitalizantes priorizando as manifestações patológicas e deteriorações aqui discutidas.

Por fim, mostra-se satisfatório o resultado obtido diante do valor final do IQPH, pois, provou que o Palácio da Soledade se apresenta com a necessidade de revitalização em suas fachadas e fundamentou em quais pontos devem haver a priorização das ações. Logo, o método é visto então como um meio que possibilita uma análise global mais fundamentada e completa, simplificando toda a complexidade de uma grande gama de dados analisados correlatos ao estado de conservação das fachadas do Palácio da Soledade, e isto servirá amplamente para o gestor reorganizar o direcionamento dos recursos focando nos piores problemas a serem resolvidos. Porém é necessário afirmar que tal metodologia elaborada tem ainda a necessidade de mais aplicações a outros patrimônios históricos para uma melhor validação do método. Além de que ainda há limitações metodológicas a serem reconsideradas visto os resultados não esperados no decorrer desta análise, como visto na análise de modelagem e reconstrução.

Sugere-se que este estudo seja estendido e aplicado a outros patrimônios históricos edificados para um melhor aprofundamento das discussões, e para ajustes metodológicos e validação do Índice de Qualidade do Patrimônio Histórico. Desta forma aconselha-se padronizações e reajustes nas metodologias empregadas. A análise física deve-se atentar a padronização dos parâmetros qualitativos e quantitativos utilizados nos mapas de danos e no método GUT para que haja uma validação técnica mais coesa entre os estudos. E diante da análise de modelagem, deve-se tentar implementar uma programação, por MATLAB ou por inteligência artificial, para elaborar diretrizes padronizadas de coleta e modelagem de partes deterioradas das fachadas de

patrimônios históricos edificados, utilizando juntamente os princípios do Método de Elementos Finitos para um aprofundamento da discussão sobre o estado de conservação estrutural analisado. Desta forma, novos estudos e pesquisas científicas vão promover a excelência deste método inédito e completo, provando e validando sua eficácia. E conforme seja, a partir disto, a criação de um protocolo padrão para ser usado por profissionais da área e pelos gestores patrimoniais, para auxiliar na concepção entendimento do real estado de conservação das fachadas do patrimônio histórico edificado e apontar quais as melhores decisões de requalificação do patrimônio visto o cenário arquitetônico e financeiro.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise quantitativa e qualitativa das manifestações patológicas das fachadas do Palácio da Soledade para formular o fator GUT Gravidade no estudo físico.

Tabela 1 – Análise quantitativa e qualitativa da sujidade nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Noroeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)									
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nº ocorrências	3	9	8	0	2	0	0	2	0	0	7	0	1	7	1	9	7	6	0	0	0	1	2	0	0	11	9	6	0	2					
% ocorrências	14%	41%	36%	0%	9%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	44%	0%	6%	44%	6%	41%	32%	27%	0%	0%	0%	33%	67%	0%	0%	39%	32%	32%	0%	7%				
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave														

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 2– Análise quantitativa e qualitativa do destacamento de pintura nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Noroeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)					
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Nº ocorrências	11	10	5	3	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1	13	5	5	5	0	0	0	0	0	0	3	6	11	1	3
% ocorrências	31%	29%	14%	9%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	67%	17%	46%	18%	18%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	13%	25%	25%	4%	13%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave										

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 3 – Análise quantitativa e qualitativa do deslocamento de reboco nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Noroeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)					
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Nº ocorrências	1	3	7	7	19	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0
% ocorrências	3%	8%	19%	19%	51%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	50%	25%	0%	0%	0%	9%	0%	91%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	80%	0%	
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave										

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 4 – Análise quantitativa e qualitativa de vegetação no nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Noroeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)					
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Nº ocorrências	11	1	5	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1
% ocorrências	50%	5%	23%	0%	23%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	71%	14%	0%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	40%	40%	0%	20%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave										

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 5 – Análise quantitativa e qualitativa das fissuras nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)									
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nº ocorrências	9	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4	4	25	0	0	9	7	1	4	8	0	0	0	0	0	7	4	0	2	6
% ocorrências	75%	8%	8%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	12%	76%	0%	0%	31%	24%	3%	14%	28%	0%	0%	0%	0%	0%	37%	21%	21%	11%	32%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave									

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 6 – Análise quantitativa e qualitativa de corrosão de grades nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)				
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nº ocorrências	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ocorrências	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave				

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 7 – Análise quantitativa e qualitativa de mofo ou bolor nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)				
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nº ocorrências	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	8	0	3	4	0	0	2	0	0	0	0	0
% ocorrências	0%	33%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	0%	80%	0%	33%	44%	0%	0%	22%	0%	0%	0%	0%	0%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave				

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 8 – Análise quantitativa e qualitativa de corrosão de armadura nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)				
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nº ocorrências	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ocorrências	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Legenda	Sem gravidade					Pouco grave					Grave					Muito grave					Extremamente grave				

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 9 – Análise quantitativa e qualitativa de perda de seção de concreto nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)									
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Nº ocorrências	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ocorrências	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Autor, 2023.

Tabela 10 – Análise quantitativa e qualitativa de madeira deteriorada nas fachadas do Palácio da Soledade, Boa Vista, Recife, Pernambuco, Brasil.

Fachada	Sudoeste (frontal)					Sudoeste (frontal oculta)					Nordeste (lateral direita)					Nordeste (fundos)					Nordeste (fundos oculta)					Sudeste (lateral esquerda)									
Parâmetro	Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano					Grau de dano									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Nº ocorrências	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% ocorrências	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Autor, 2023.

APÊNDICE B – Resultados dos parâmetros utilizados para a concepção dos Índices de Manifestação Patológica (IMP), Capacidade de Reconstrução (ICR) e Infestação Biológica (IIB) do Palácio da Soledade.

Tabela 1 – Parâmetros para modelagem do Índice de Manifestação Patológica (IMC) do Palácio da Soledade.

Manifestação patológica	Valores GUT						Média	Nº ocorrências totais	Peso
	Fachada Sudoeste	Fachada Sudoeste Oculta	Fachada Noroeste	Fachada Nordeste	Fachada Nordeste oculta	Fachada Sudeste			
Sujidade	60	18	100	60	8	60	51,000	93	3
Destacamento de pintura	40	0	48	15	0	18	20,167	93	3
Desplacamento de reboco	125	0	18	100	0	24	44,500	57	2
Vegetação	15	0	4	6	0	18	7,167	39	2
Fissuras	12	0	60	125	0	125	53,667	93	3
Corrosão de grades	4	0	0	0	0	0	0,667	1	1
Mofa/Bolor	27	0	48	18	0	6	16,500	26	1
Corrosão de armadura	0	0	15	0	0	40	9,167	3	1
Perda de seção	0	0	15	15	0	0	5,000	2	1
Madeira deteriorada	0	0	40	0	0	0	6,667	3	1

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 2 – Parâmetros para modelagem do Índice de Capacidade de Reconstrução (ICR) do Palácio da Soledade.

Ocorrências de reconstrução	Percentuais de ocorrências (%)						Peso de Grau de Dificuldade (T)
	Fachada Sudoeste	Fachada Sudoeste Oculta	Fachada Noroeste	Fachada Nordeste	Fachada Nordeste oculta	Fachada Sudeste	
Reboco	36,000	0,000	78,260	75,000	0,000	24,140	1
Alvenaria	10,000	0,000	8,700	10,000	0,000	31,030	2
Ornamental (sancas)	34,000	0,000	0,000	0,000	0,000	17,240	3
Ornamental (sancas e alvenaria)	18,000	0,000	13,040	15,000	0,000	27,590	4
Ornamental (Brasão)	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5
ICR Individual	48,000	0,000	49,273	51,667	0,000	62,070	

Fonte: Autor, 2024.

Tabela 3 – Parâmetros para modelagem do Índice de Infestação Biológica (IIB) do Palácio da Soledade.

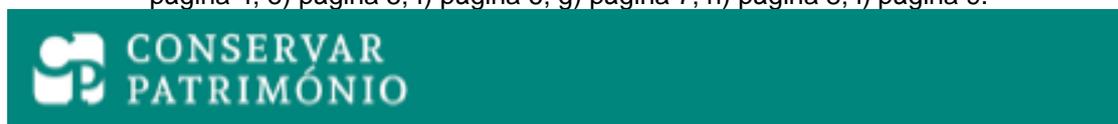
	Percentuais de ocorrências (%)						Média total das colônias
	Fachada Sudoeste	Fachada Sudoeste Oculta	Fachada Noroeste	Fachada Nordeste	Fachada Nordeste oculta	Fachada Sudeste	
Nº de Colônias	57	n/a	5	14	n/a	12	
Parâmetro de Patogenicidade (x)	2	n/a	2	2	n/a	2	22
Indicador Biológico Individual	3249	n/a	25	196	n/a	144	

Fonte: Autor, 2024.

ANEXOS

ANEXO A – Normas da Revista Conservar Património e comprovação de submissão de artigo.

Figura 1 – Normas da revista Conservar Património: a) página 1; b) página 2; c) página 3; d) página 4; e) página 5; f) página 6; g) página 7; h) página 8; i) página 9.



Guidelines for Authors

Ethical guidelines

The papers submitted for publication must be original, i.e. they should not have been previously published, nor submitted or pending publication elsewhere. Any other situation should be signalled and duly referenced by the authors and will be analysed by the Editors on a case-by-case basis, with the ultimate goal of ensuring transparency and safeguarding the originality of the paper. Failure to comply with these principles constitutes grounds to reject a manuscript.

It is assumed that the contributions submitted for publication were actually authored by the designated Authors; that they constitute accounts of the Authors' work and research; and that they do not pose any falsification or plagiarism problems – deemed inadmissible by this Journal.

It is furthermore assumed that all the Authors listed in a submitted paper made a relevant contribution to the reported research and agree with the submitted manuscript.

Authors should clearly declare any conflicts of interest. Submitted contributions that, directly or indirectly, had the economic support of third parties, should clearly state these sources of funding.

It is assumed that all the data provided by the Authors is real and authentic, and is furthermore appropriately recorded and reported, should there be a reasonable need for verification. Authors should immediately notify the Journal should they identify a mistake in a published article and be willing to publish a retraction.

Types of collaboration

The journal has different section headings according to the content nature and breadth of the submitted papers. The available sections are listed below:

- *Articles*, for the main contributions. The papers may present conservation treatments done with the support of other fields of knowledge, heritage studies not directly connected to conservation-restoration interventions, or reviews about subjects related to materials, techniques, history and intervention methodologies;
- *Interventions*, for contributions reporting on conservation interventions without the support of laboratory studies or others;
- *Notes*, for contributions similar to those included in articles and interventions, but smaller in size;

(a)

- *News*, for the presentation, more or less detailed, of projects and ongoing investigations;
- *Opinions*, for personal but relevant opinions on different conservation aspects and for reports on relevant occurrences or reviews of published materials. Letters and comments about published contributions are also included here.

Manuscripts

Languages

The Portuguese and English languages are privileged, but other languages may be accepted for publishing, namely Spanish, French or Italian. While the Editors will continue to use the European Portuguese spelling prior to the 1990 Orthographic Agreement, collaborations in other spellings will be accepted, such as the variant spelling of the Orthographic Agreement or the Brazilian variant. In such cases, however, there must be consistence throughout the texts; the same holds true for other languages with spelling variants.

The papers destined to the *Articles*, *Interventions* and *Notes* sections must contain a Portuguese and an English title and abstract and, if written in another language, must also incorporate the title and abstract in that language.

Text organization

All papers except those destined to the *Opinions* section must obey the following structure: Title written in the original language, as well as in Portuguese and English, Authors' names and affiliation, respective contacts, abstract, keywords, text, acknowledgements, references, tables and figures. The texts destined to the *Opinions* section shall have the title written in the original language, as well as in Portuguese and English.

The abstracts must not surpass 150 words and must function as a separate text without referring to the main text. The abstracts should be written in Portuguese, English and in the original language if different from the former two. A maximum of six keywords should also be presented in Portuguese, English and the original language. The keywords should help to frame the text in its general context and should complement the words in the title without repetition.

In the case of foreign Authors, the Portuguese versions of the title, the abstract and the keywords are optional. If necessary, the Editors will translate from the English versions.

The texts should be divided in sections and subsections in accordance with their content.

The orthographic and grammatical review should be done carefully. Footnotes are not allowed and reference marks should be numbered between straight brackets.

Tables and figures may be used, and should be thus designated — and not as images, photos, photographs, illustrations, schemes or other. All tables and figures must be referenced in the text by their respective numbers. They should be placed at the end of the text, each with its respective legend, on separate sheets. The Authors must gain the necessary permission to use the figures or other copyright materials. The use of materials that are not self-authored implicitly asserts that the Author gained the necessary permissions.

References should be listed at the end of the text, numbered in accordance with the text citations and in the style presented here.

Figures

In addition to the figures inserted along the Word document or at its end (with sufficient resolution for the evaluation of the manuscript), the figures should be sent as an individual graphic files (tiff, jpeg, psd, pdf or other) with resolution appropriate for publication. The name of each file should be the respective figure number. When the figure is composed of different parts (a, b, c, etc.), each part should correspond to a different file. The graphic files should have an appropriate resolution (normally 300 dpi).

When the figures are constructed images or schemes, they should be made by the Author and sent as one individual graphic file. Word constructed images are not adequate. When designing graphics and schemes, care should be taken to use colours and symbols coherently. Arial or similar is suggested as the font to be used in those figures.

Data availability Statement

Authors who wish to publish data availability statements can do so by adding a statement after Acknowledgments section and before the References section. Provide a heading "Data availability statement" with a formatting similar to acknowledgments. The statement can be very simple, e.g. The datasets generated during the current study are available in the [NAME] repository, [PERSISTENT WEB LINK TO DATASETS].

References

The list of references (cited references only) at the end of the paper should follow the citation sequence of the text. As a template, the consultation of papers formerly published by the journal is suggested.

All cited works with a Digital Object Identifier (DOI) must include the latter at the end of the respective bibliographic reference listing.

Note: Using a citations software (eg. Mendeley, EndNote, Zotero) is highly recommended to prevent entry duplications, omissions or misplacements. If you have Mendeley installed on your computer you can open your Style Library on Mendeley Desktop and open the second tab ('Get More Styles'). In the 'Download Style' field paste the following URL <https://cs1.mendeley.com/styles/19983781/ConservarPatrimonioMendeley> and press the 'Download' button.

For the most common situations, the reference format is as follows:

Book

Format:

- Author Surname, First Names Initials; Author Surname, First Names Initials, *Title in Italics and Uppercase*, vol. [if there is more than one volume], edition [if not the first], Publisher, Place of publication (year of publication), doi or url (accessed date in year-month-day format – in the case of a non-stable url).

Examples:

- Bomford, D.; Dunkerton, J.; Gordon, D.; Roy, A., *Art in the Making. Italian Painting Before 1400*, National Gallery, London (1989).
- Douglas, J., *Building Surveys and Reports*, 4th ed., Wiley-Blackwell, Chichester (2011), <https://doi.org/10.1002/9781444391091>.
- Berrie, B. H. (ed.), *Artists' Pigments. A Handbook of their History and Characteristics*, vol. 4, National Gallery of Art – Archetype Publications, Washington – London (2007).
- Deneffe, D.; Fransen, B.; Henderiks, V.; Mund, H., *Early Netherlandish Painting. A Bibliography. 1999-2009*, Centre d'Étude des Primitifs Flamands (2011), <http://xv.kikirpa.be/fr/publication.htm#Bijdragen> (accessed 2013-06-17).

Chapter in a book or paper in conference proceedings

Format:

- Author Surname, First Names Initials, 'Title of chapter or paper in lowercase', in *Book or Proceedings Title in Italics and Uppercase*, ed. First Names Initials and Surname of editor of publication, vol. [if there is more than one volume], edition [if not the first], Publisher, Place of publication (year of publication) first page-last page, doi or url (accessed date in year-month-day format – in the case of a non-stable url).

Examples:

- McManus, N. C.; Townsend, J. H., 'Watercolour methods, and materials use in context', in *William Blake. The Painter at Work*, ed. J.H. Townsend, Tate Publishing, London (2003) 61-79.

- Chastang, Y., 'The conservation of two pietre dure and gilt-bronze-mounted cabinets made by Domenico Cucci for Louis XIV', in *The Decorative: Conservation and the Applied Arts*, ed. S. Cather, A. Nevin, J. H. Townsend, M. Spring, J. K. Atkinson & D. Eastop, IIC, London (2012) 73-79, <https://doi.org/10.1179/2047038412Y.0000000016>.

Paper in a journal

Format:

- Author Surname, First Names Initials, 'Paper title in lowercase', *Journal in Italics and Uppercase volume in bold*(issue) (year of publication) first page-last page, doi or url (accessed date in year-month-day format – in the case of a non-stable url).

Examples:

- Carr, D. J.; Young, C. R. T.; Phenix, A.; Hibberd, R. D., 'Development of a physical model of a typical nineteenth-century English canvas painting', *Studies in Conservation* 48(3) (2003) 145-154, <https://doi.org/10.1179/sic.2003.48.3.145>.
- Cultrone, G.; Madkour, F., 'Evaluation of the effectiveness of treatment products in improving the quality of ceramics used in new and historical buildings', *Journal of Cultural Heritage* 14(4) (2013) 304-310, <https://doi.org/10.1016/j.culther.2012.08.001>.
- Le Gac, A.; Seruya, A. I.; Lefftz, M.; Alarcão, A., 'The main altarpiece of the Old Cathedral of Coimbra (Portugal): Characterization of gold alloys used for gilding from 1500 to 1900', *ArcheoSciences* 33 (2009) 423-432, <http://archeosciences.revues.org/2362>.

Internet (documents with content that can be changed)

Format:

- Author Surname, First Names Initials, 'Document title in lowercase' (documents' date), in *Site Name in Italics and Uppercase*, Institution, url (accessed date in year-month-day format).

Examples:

- 'Azurite', in Cameo, Museum of Fine Arts, Boston, <http://cameo.mfa.org/wiki/Azurite> (accessed 2013-06-17).
- *Tracing Bosch and Bruegel: Four Paintings Magnified*, <http://www.bosch-bruegel.com/index.php> (accessed 2013-06-17).

Unpublished material

Format:

- Author Surname, First Names Initials, 'Title in lowercase', type of document, Institution or other issuing body, Local, accession number (year).

Examples:

- Varley, A. J., 'Statistical image analysis methods for line detection', PhD dissertation, University of Cambridge, Cambridge (1999).
- Holanda, F., 'Do tirar pelo natural', manuscript, Academia das Ciências de Lisboa, Lisboa, Ms. Azul 650 (1790).
- 'Folhas da obra da Igreja e o mais que ficou arruinado por cauza do terramoto que houve em dia de todos-os-santos do ano de 1755', manuscript, Arquivo Histórico da Misericórdia, Almada, Maço 6, no. 15, L.º 25-A (1757).

Statement about the figures

If there are third-party figures, a statement must be signed that declares there are no problems related to its use:

- Statement template for manuscript with a single author: [docx](#).
- Statement template for manuscript with multiple authors: [docx](#).

Rights

The journal and papers are published under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License which may be consulted in <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>.

Authors are free to make the pdf files of their own articles available as deemed necessary. Therefore, the journal allows self-archiving of the published version without any restriction.

The Authors are free to use all or part of their content (text and figures) in other publications, including edits and adaptations; nevertheless, the original publication in *Conservar Património* should always be referenced.

The Authors authorize ARP to freely republish their articles in any further publications it may promote (e.g. a collection of selected papers), regardless of any change in medium or in graphic layout.

Submission checklist

Manuscript

- The manuscript was reviewed carefully (form and content)
- Submitted version has been approved by all authors
- Is original, is not waiting for publication and has not been submitted elsewhere
- Meets the ethical principles set out in authors guidelines

Text file

- Follows the [template](#)
- Is in doc or docx format
- Does not include footnotes or endnotes

Title, abstract and keywords

- The manuscript has title, abstract and keywords in the language of the document
- The manuscript has title, abstract and keywords in English
- The manuscript has title, abstract and keywords in Portuguese language (except in the case of non-speaking Portuguese authors)
- The abstract does not exceed about 150 words
- A maximum of 6 keywords are indicated

Authors

- The manuscript has the affiliation of all authors
- Authors with ORCID indicate their ORCID number
- A corresponding author has been indicated

Text

- Abbreviations are defined at their first mention in text (non-standard or uncommon abbreviations should be avoided in abstract)
- Acknowledgments are at a separate section at the end of manuscript before the references list

References

- Are identified by numeric system
- Are listed at the end of manuscript according to the formatting standards listed in authors guidelines
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa

Figures

- Figures are all referenced in the text
- Captions are with figures or at the end of the manuscript

- Figures are in jpg, tif or psd format with file name indicating the Figure number
- Figures are, at least, about 1000 pixels wide (original resolution, without magnification)
- If any third-party figures are used the authors obtained the necessary permission and signed the document available [here](#)

Tables

- Are all referenced in the text
- Are along the text or at separate page(s) the end of the document doc or docx
- Have title
- They are presented in text form

Submission

The submission of a manuscript supposes that the respective Authors accept the ethical principles.

Submitting a manuscript supposes that the essential part of that text is not published nor is it under consideration in any other journal or publication. The only exceptions to this rule are: theses; reports circulated solely within the institution in which they were developed; documentation provided only to attendants of conferences or other meetings - which do not question this principle.

Manuscripts should be submitted as Microsoft Word files using [this template document](#). The figures should be submitted as separate graphic files, as previously specified.

Collaborations are submitted **online**. Sign in to the [Editorial Manager](#) and click New Submission. Submission includes the word manuscript and original figure files (and third-party figures statement when necessary). In the Comments to the Editor it has to be state if the paper is part of any special issue and it has to be provide the names, affiliation and email contact of 2 possible reviewers.

The journal does not charge submission, article processing or publication fees.

Refereeing

All the contributions submitted for publication are subject to a first general review from the Editors to ascertain whether they are within the journal scope and objectives. After passing this first stage, the papers are subjected to peer reviewing. The Editorial Board will participate as often as possible in this stage of review. Invited contributions are not subjected to this type of reviewing. Contributions to the *Opinions* section may be reviewed solely by the Editors.

Whichever the case may be, the Authors' opinion does not necessarily coincide with that of ARP or of the journal's Editors or Editorial Board. The Authors are solely responsible for their opinions, even when modifications to their texts are suggested in the review process.

Guidelines for Authors

9

(i)

Fonte: Conservar Património, 2024.

Figura 2 – Print de comprovação de submissão do artigo intitulado Integrated analysis of pathological manifestations on façades with damage maps and gut matrix: Palácio da Soledade, Museum of Archaeology and Natural Sciences of UNICAP, Boa Vista, Recife – PE.

The screenshot displays a web browser window with the URL `conservapatrimonio.pt/submissions`. The page header includes the site name 'Conservar Patrimônio', a 'Tasks' indicator with a '0' badge, and user information 'English', 'View Site', and 'ranavallo'. The main content area is titled 'Submissions' and features two tabs: 'My Queue' (with a '1' badge) and 'Archives'. A 'Help' icon is visible in the top right of the main area. Below the tabs is a 'My Assigned' section with a search bar and a 'New Submission' button. A single submission is listed with the ID '36311' and the author 'de Araújo Leal et al.'. The submission title is 'A Integrated Analysis of Pathological Manifestations on Façades with Damage Maps and GUT Matrix: Palácio da Soledade, Museum of Archaeology and Natural Sciences of UNICAP, Boa Vista, Recife - PE.'. The submission status is indicated by a red circle with a white dot and the text 'Submission'. A dropdown arrow is visible to the right of the submission entry. At the bottom of the page, it states 'Platform & workflow by OJS / PKP'.

Fonte: Google Chrome, 2024.