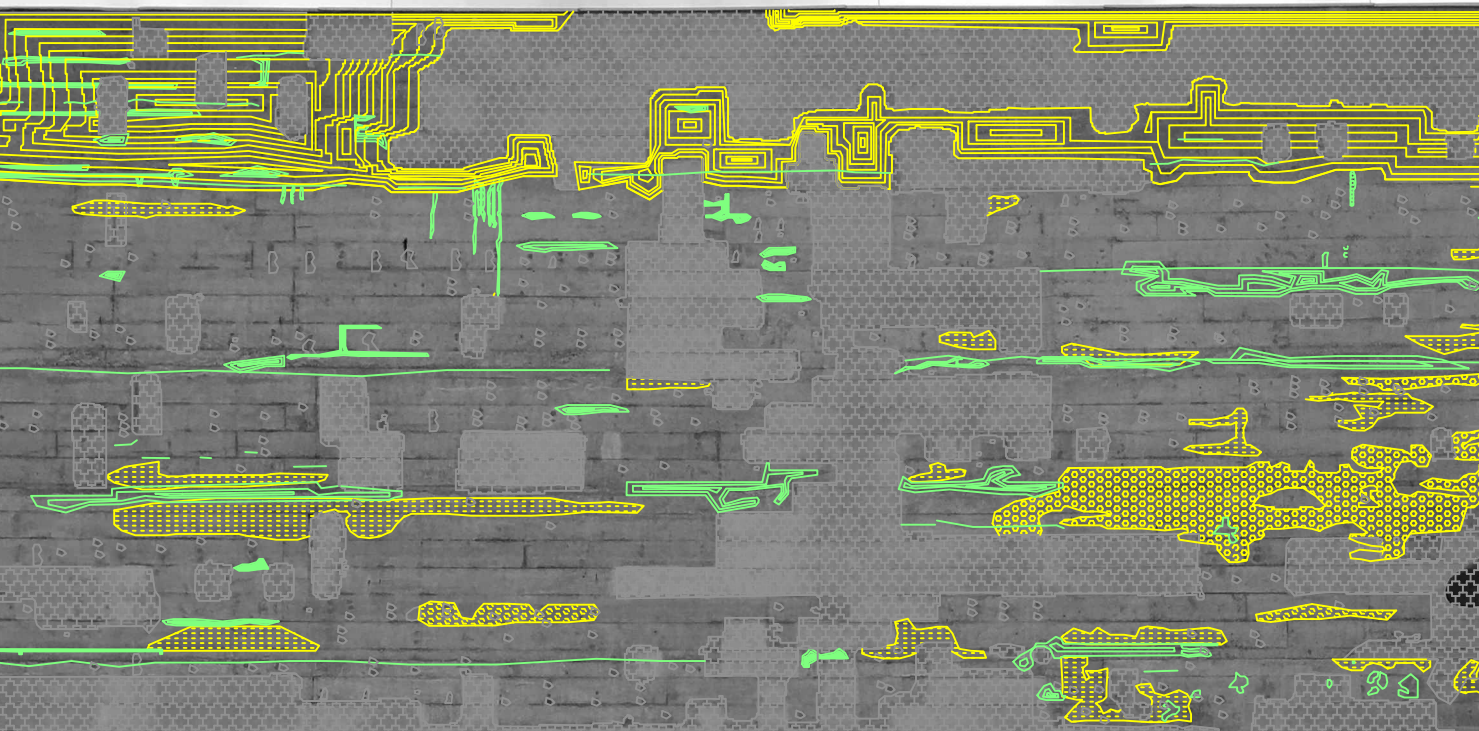


# PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO ARMADO APARENTE

GEOVANNA BRASIL DE CARVALHO

2018

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO





**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

---

**PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE  
DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO  
ARMADO APARENTE**

**GEOVANNA BRASIL DE CARVALHO**

**ORIENTADORA: PROFA. DR.<sup>a</sup> VANDA ALICE GARCIA ZANONI**

**BRASÍLIA**

**2018**

**GEOVANNA BRASIL DE CARVALHO**

**PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE  
DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO  
ARMADO APARENTE**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

**Área de Concentração:**  
Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade

**Linha de Pesquisa:**  
Técnicas e Processos de Produção do Ambiente Construído

**Orientadora: Profa. Dr.<sup>a</sup> Vanda Alice Garcia Zanoni**

**BRASÍLIA**

**2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Bp Brasil de Carvalho, Geovanna  
PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO ARMADO APARENTE / Geovanna Brasil de Carvalho; orientador Vanda Alice Garcia Zanoni. - Brasília, 2018.  
126 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Fachada. 2. Estado de Conservação. 3. Mapa de Danos. 4. Representação Gráfica. 5. Concreto aparente. I. Alice Garcia Zanoni, Vanda, orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARVALHO, G. B. (2018). PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS EM FACHADAS MODERNISTAS DE CONCRETO ARMADO APARENTE. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 126p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Geovanna Brasil de Carvalho

TÍTULO: Proposta para representação gráfica de mapas de danos em fachadas modernistas de concreto armado aparente

GRAU: Mestre ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

---

Geovanna Brasil de Carvalho  
e-mail: geovanna.brasil@aluno.unb.br  
70.790-100 Brasília-DF – Brasil

Brasília, 12 de dezembro de 2018.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília e aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

---

**Prof.<sup>a</sup> Vanda Alice Garcia Zanoni, Dr.<sup>a</sup> (FAU/UnB)**

Orientadora

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-UnB

---

**Prof.<sup>a</sup> Ana Elisabete de Almeida Medeiros, Dr.<sup>a</sup> (FAU/UnB)**

Examinadora Interna

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-UnB

---

**Prof. Oscar Luís Ferreira, Dr. (FAU/UnB)**

Examinador Interno

Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-UnB

---

**Prof. Janes Cleiton Alves de Oliveira, Dr. (UFG)**

Examinador Externo

Departamento de Estruturas  
Escola de Engenharia Civil e Ambiental EECA-UFG

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus as oportunidades e as condições básicas que me acompanharam durante todo o percurso: saúde, sorte e paz interior.

À minha orientadora, professora Vanda, agradeço imensamente a dedicação, a compreensão e os conhecimentos adquiridos. A sua presença contribuiu não só para a minha evolução como aprendiz, mas também como pessoa. Serei eternamente grata!

Aos professores componentes da minha banca de defesa, muito obrigada por terem aceito o convite! Agradeço as valiosas contribuições e conhecimentos compartilhados.

Ao meu esposo Fernando, agradeço imensamente a companhia, o suporte diário e a sua dedicação! Sem você, o caminho seria triste e solitário.

À minha família, agradeço eternamente o apoio incondicional! Tudo o que sou, eu devo a eles!

Agradeço à CAPES a bolsa de estudos. Essencial para a minha dedicação aos estudos.

À toda a Equipe Conserva FAU, agradeço imensamente a solicitude e, principalmente, o arquivo cedido do Mapa de Danos, o qual foi de suma importância para a concretização deste trabalho. Em especial, à profa. Dr.<sup>a</sup> Maria Lúcia Bressan, profa. Dr.<sup>a</sup> Claudia Oliveira, Renata Campiotto, Rodrigo Vergili, Ana Paula Gonçalves e Fábio Gallo.

Aos avaliadores da Consulta ao Corpo Técnico, agradeço a participação na avaliação.

## RESUMO

O mapa de danos é um dos documentos pertencentes ao processo de inspeção predial, cuja função é registrar graficamente as manifestações patológicas de uma edificação. No entanto, como ferramenta sistematizada para os estudos do Estado de Conservação da Arquitetura Moderna, ainda há pouca publicação científica disponível. Além disso, nota-se uma carência de referências teóricas para a representação gráfica padronizada das manifestações patológicas associada à sua respectiva gravidade. A falta de sistematização dos procedimentos para representação gráfica no mapa de danos pode contribuir para a insuficiência de informações ou o comprometimento de registro gráfico do mesmo, tanto nos processos de inventário quanto durante as fases de manutenção ou reabilitação da edificação. Essas lacunas podem dificultar a comunicação entre os profissionais envolvidos nos trabalhos, levando à perda de informações sobre o Estado de Conservação desses edifícios. Considerando a vasta quantidade de variáveis a serem analisadas, adotou-se o concreto armado aparente como recorte temático, visto ser um sistema característico da Arquitetura Moderna. O objetivo geral deste trabalho foi, portanto, propor um método de representação gráfica de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente, fundamentado pela Cartografia, Patologia das Construções e pelo Estado de Conservação de Edifícios. O método foi aplicado no Edifício Vilanova Artigas (FAU-USP). O resultado gráfico obtido mostrou que os padrões adotados facilitaram a leitura e a identificação das tipologias de manifestações patológicas, inclusive com suas respectivas gravidades, garantindo um registro documental que facilite a gestão da manutenção e o acompanhamento da evolução do envelhecimento do edifício, ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Fachada, Concreto Aparente, Estado de Conservação, Mapa de Danos, Representação Gráfica, Manifestação Patológica.

## ABSTRACT

The damage map is one of the documents belonging to the inventory process, whose function is to record graphically the pathological manifestations of a building. However, as a systematized tool for the studies of the Modern Architecture's Conservation State, there is still a lack of scientific researches. Besides, there is a lack of theoretical references for the standardized graphical representation of the pathological manifestations and their respective severities. The non-systematization of the procedures for graphical representation in the damage map can contribute to the insufficient information and the commitment of the graphical registry, both in the inventory processes and during the phases of maintenance or rehabilitation of the building. These gaps may hinder communication between the professionals involved in the work, leading to the loss of information about the Conservation State of these buildings. Considering the vast amount of variables, a system characteristic of the modern architecture has been chosen to be used as thematic approach of the present research. Thus, the present work adopted the exposed reinforced concrete. Therefore, the general objective of this work was to propose a method of graphical representation of damage maps of modernist facades in exposed reinforced concrete, based on the Cartography, on the Buildings Pathology and on the Buildings' Conservation State. The proposed methodological was applied on the building Vilanova Artigas (FAU-USP's headquarters building). The obtained graphic result showed that the adopted patterns facilitated the reading and identification of typologies of pathological manifestations, including their respective gravity, guaranteeing a documentary record that facilitates the management of the maintenance and the monitoring of the evolution of the aging of the building.

**Keywords:** Façade, Exposed Concrete, Conservation State, Damage Map, Graphical Representation, Pathological Manifestation.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Campo conceitual da dissertação .....	2
<b>Figura 1.2</b>	Mapa de Danos proposto por Córdoba (2012) para o Palácio Itamaraty. ....	4
<b>Figura 1.3</b>	Mapa de Danos proposto por Costa (2014) para o Palácio Itamaraty.....	4
<b>Figura 1.4</b>	Modelo gerado a partir do escaneamento laser das fachadas da FAU-USP, realizado pela equipe técnica da Universidade de Ferrara.....	5
<b>Figura 1.5</b>	Estrutura metodológica da pesquisa de dissertação .....	8
<b>Figura 1.6</b>	Estrutura-resumo da dissertação.....	10
<b>Figura 2.1</b>	Técnicas usadas para identificar as causas da degradação .....	12
<b>Figura 2.2</b>	Fluxograma das etapas de uma inspeção preliminar e detalhada. ....	14
<b>Figura 2.3</b>	Ficha de Identificação de Danos elaborada por Rodolpho Henrique Correa. ....	17
<b>Figura 2.4</b>	Registro fotográfico de um tipo de ataque biológico, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF.....	20
<b>Figura 2.5</b>	Registro fotográfico de uma fissura, realizado em uma das fachadas do Anexo do Palácio Itamaraty, em Brasília/DF .....	21
<b>Figura 2.6</b>	Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função da classe de agressividade ambiental .....	22
<b>Figura 2.7</b>	Manifestação típica de fissuras de retração hidráulica ou de movimentação térmica em vigas .....	23
<b>Figura 2.8</b>	Manifestação típica de fissura causada pela retração hidráulica ou de movimentação térmica em lajes .....	23
<b>Figura 2.9</b>	Configuração típica de fissura provocada pela retração hidráulica e contração térmica.....	23
<b>Figura 2.10</b>	Fissura em estruturas de concreto armado devido a recalque diferencial. ....	25
<b>Figura 2.11</b>	Exemplo de fissura de assentamento plástico ou movimentação de fôrmas. ....	26
<b>Figura 2.12</b>	Registro fotográfico de manifestações patológicas da tipologia mancha, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF.....	26
<b>Figura 2.13</b>	Registro fotográfico da manifestação patológica perda de seção, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF .....	30
<b>Figura 2.14</b>	Registro fotográfico de uma mancha de corrosão, realizado em uma das fachadas do Anexo do Palácio Itamaraty, em Brasília/DF .....	31

<b>Figura 3.1</b>	Processo de comunicação cartográfica.....	35
<b>Figura 3.2</b>	Quadro-Resumo da Semiologia Gráfica de Bertin.....	38
<b>Figura 3.3</b>	Registro fotográfico e descrição do dano .....	44
<b>Figura 3.4</b>	Simbologia gráfica e descrição do dano.....	44
<b>Figura 3.5</b>	Registro fotográfico, simbologia gráfica e descrição da manifestação patológica. .....	45
<b>Figura 3.6</b>	Simbologia gráfica da manifestação patológica em questão .....	45
<b>Figura 4.1</b>	Mapa de danos do túmulo de numeração 778 (Petra, Jordânia). .....	48
<b>Figura 4.2</b>	Relatório fotográfico do estado de conservação para projeto da fachada SE do edifício sede da Biblioteca Nacional.....	49
<b>Figura 4.3</b>	Documento de registro do estado de conservação da ponte medieval de Ázere em Arcos de Valdevez. ....	51
<b>Figura 4.4</b>	Mapa de danos da fachada da Rua 14 de julho do Edifício José Abrão (Hotel Americano, na cidade de Campo Grande - MS) .....	52
<b>Figura 4.5</b>	Mapa de danos elaborado por Rodolpho Henrique Correa (2011).....	54
<b>Figura 4.6</b>	Registro fotográfico, feito por Teles (2016), de prováveis eflorescências provenientes da alta porosidade da pedra calcária. ....	55
<b>Figura 4.7</b>	Registro fotográfico, feito por Teles (2016), de danos causados por velas acesas. .....	55
<b>Figura 4.8</b>	Mapa de danos elaborado pelo IPHAN (2003) e modificado por Teles (2016). ..	56
<b>Figura 4.9</b>	Mapa de danos elaborado por Tinoco (2009).....	57
<b>Figura 5.1</b>	Régua graduada de gravidade para ataque biológico .....	67
<b>Figura 5.2</b>	Régua graduada de gravidade para fissuras.....	68
<b>Figura 5.3</b>	Régua graduada de gravidade para manchas.....	69
<b>Figura 5.4</b>	Régua graduada de gravidade para perda de seção. ....	70
<b>Figura 5.5</b>	Régua graduada de gravidade para corrosão de armadura. ....	70
<b>Figura 5.6</b>	Imagem ilustrando o desenho gráfico para o registro de uma manifestação patológica.....	74
<b>Figura 5.7</b>	Codificação da manifestação patológica no mapa de danos e quadro associativo entre o código numérico e alfanumérico da mesma.....	75
<b>Figura 5.8</b>	Imagem ilustrativa exemplificando as informações mensuráveis a serem extraídas do software .....	76
<b>Figura 5.9</b>	Imagem ilustrativa para o registro dos dados mensuráveis. ....	76

<b>Figura 5.10</b> <i>Layout</i> de apresentação do documento.....	78
<b>Figura 6.1</b> Visualização geral sobre o estado de conservação da fachada do Palácio Itamaraty. ....	81
<b>Figura 6.2</b> Detalhe A do estado de conservação da fachada do Palácio Itamaraty.....	81
<b>Figura 6.3</b> a) Levantamento fotográfico da fachada Sudeste realizado por Simões; b) Registro fotográfico do trabalho de remoção do concreto com perda de massa.....	85
<b>Figura 6.4</b> a) técnico da Universidade de Ferrara, Guido Galvani, realizando o escaneamento; b) nuvem de pontos gerada a partir do levantamento realizado pela equipe técnica da Universidade de Ferrara.....	86
<b>Figura 6.5</b> Visualização do detalhe A do registro gráfico .....	86
<b>Figura 6.6</b> Visualização geral do estado de conservação da fachada Sudeste do edifício Vilanova Artigas, por meio do mapa de danos sugerido pela Universidade de Ferrara. ....	87
<b>Figura 6.7</b> Visualização do detalhe B do registro gráfico.....	87
<b>Figura 6.8</b> Visualização do detalhe C do registro gráfico e a legenda contendo os padrões de representação gráfica.....	88
<b>Figura 6.9</b> Visualização em detalhe (detalhe A).....	89
<b>Figura 6.10</b> Visualização em detalhe (detalhe B) .....	89
<b>Figura 6.11</b> Visualização geral do estado de conservação da fachada sudeste do edifício Vilanova Artigas, por meio do mapa de danos formatado pelo método proposto pela autora. ....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Termos e definições de alguns termos da área de conservação e manutenção de edifícios.....	13
Quadro 2.2 Alguns termos e suas respectivas definições relacionados à Patologia das Construções.....	19
Quadro 2.3 Principais configurações de fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em vigas de concreto armado.....	24
Quadro 2.4 Principais configurações de fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em lajes de concreto armado.....	25
Quadro 2.5 Níveis de degradação de manchas .....	27
Quadro 2.6 Níveis de corrosão em função da aparência.....	32
Quadro 2.7 Natureza e classe dos agentes de degradação .....	33
Quadro 2.8 Níveis de degradação conforme o fenômeno visual da manifestação patológica.....	33
Quadro 3.1 Quadro de escalas de deterioração em pedras.....	37
Quadro 3.2 Etapas para a elaboração de uma representação gráfica .....	41
Quadro 3.3 Algumas representações gráficas para danos em pedras .....	44
Quadro 5.1 Decisões gráficas prévias .....	61
Quadro 5.2 Escolhas gráficas.....	62
Quadro 5.3 Parâmetros cartográficos do mapa de danos proposto .....	63
Quadro 5.4 Categorias de manifestações patológicas e seus respectivos códigos.....	64
Quadro 5.5 Matriz de informações gráficas para o mapa de danos .....	65
Quadro 5.6 Manipulações gráficas .....	66
Quadro 5.7 Escolha dos elementos gráficos correspondentes a cada dado gráfico .....	71
Quadro 5.8 Padrões de representação gráfica de manifestações patológicas mais recorrentes no concreto armado aparente .....	72
Quadro 5.9 Padrões de representação gráfica para regiões reabilitadas no concreto armado aparente.....	73
Quadro 5.10 Configurações de escala no desenho gráfico do mapa de danos.....	73
Quadro 5.11 Ficha de identificação de danos .....	77
Quadro 5.12 Fases da consolidação da proposta .....	79

Quadro 6.1 Exemplo de Ficha de identificação de danos preenchida .....91

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA .....	1
1.2	ENQUADRAMENTO DA PESQUISA .....	1
1.3	PROBLEMATIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA .....	3
1.4	JUSTIFICATIVA.....	6
1.5	OBJETIVOS.....	7
1.5.1	Objetivo geral .....	7
1.5.2	Objetivos específicos .....	7
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA DISSERTAÇÃO.....	7
1.7	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	9
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTOS PARA O ESTUDO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS FACHADAS EM CONCRETO ARMADO APARENTE .....</b>	<b>11</b>
2.1	A ARQUITETURA MODERNA E A CONSERVAÇÃO DO CONCRETO APARENTE.....	11
2.1.1	Sobre termos e definições .....	13
2.2	INSPEÇÃO PREDIAL.....	13
2.3	MAPEAMENTO DOS DANOS .....	15
2.4	FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS.....	16
2.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS DE FACHADA ..	18
2.5.1	Sobre termos e definições .....	19
2.5.2	Ataque biológico.....	19
2.5.3	Fissuras .....	21
2.5.4	Manchas .....	26
2.5.5	Perda de seção.....	29
2.5.6	Corrosão da armadura.....	30

2.6	DEGRADAÇÃO E GRAVIDADE ENTRE AS TIPOLOGIAS DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA .....	32
2.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	34
<b>3</b>	<b>REPRESENTAÇÃO GRÁFICA.....</b>	<b>35</b>
3.1	O MAPA E O PROCESSO DE COMUNICAÇÃO CARTOGRÁFICA .....	35
3.2	TEORIA CARTOGRÁFICA .....	37
3.3	A CARTOGRAFIA COMO MÉTODO CIENTÍFICO .....	40
3.4	ELABORAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS .....	41
3.5	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM TEXTOS NORMATIVOS .....	42
3.6	COMPONENTES E IDENTIFICAÇÃO EXTERNA .....	45
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	46
<b>4</b>	<b>MAPA DE DANOS: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE UMA AMOSTRA DOCUMENTAL.....</b>	<b>47</b>
4.1	MAPA DE DANOS 01 (M01) .....	47
4.2	MAPA DE DANOS 02 (M02) .....	49
4.3	MAPA DE DANOS 03 (M03) .....	50
4.4	MAPA DE DANOS 04 (M04) .....	51
4.5	MAPA DE DANOS 05 (M05) .....	53
4.6	MAPA DE DANOS 06 (M06) .....	55
4.7	MAPA DE DANOS 07 (M07) .....	56
4.8	ANÁLISE TIPOLÓGICA DA AMOSTRA: CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	57
4.9	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO .....	59
<b>5</b>	<b>PROPOSTA DE MÉTODO PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS DE FACHADAS MODERNISTAS EM CONCRETO ARMADO APARENTE .....</b>	<b>61</b>
5.1	ETAPA 01: DECISÕES GRÁFICAS PRÉVIAS.....	61
5.1.1	Decisão 01. ....	62

5.1.2	Decisão 02. ....	63
5.1.3	Decisão 03. ....	65
5.2	ETAPA 02: MANIPULAÇÕES GRÁFICAS .....	66
5.2.1	Tarefa 01: Análise da matriz.....	66
5.2.2	Tarefa 02: Tratamento gráfico dos dados .....	66
5.2.2.1	Composição entre os componentes gráficos .....	66
5.2.2.2	Escolha das representações gráficas .....	71
5.3	ETAPA 03: LEVANTAMENTO DE DADOS E REGISTRO GRÁFICO DIGITAL.....	74
5.3.1	Ficha de identificação de danos .....	75
5.4	ETAPA 04: MODELO PRÉVIO DO MAPA DE DANOS .....	78
5.5	ETAPA 05: CONSOLIDAÇÃO DO MÉTODO.....	78
5.5.1	Fase 01: Teste piloto aplicado em um exemplar de mapa de danos. ....	79
5.5.2	Fase 02: Consulta ao corpo técnico. ....	79
5.5.3	Fase 03: Ajustes no método proposto. ....	80
5.5.4	Fase 04: Aplicação do método consolidado em um exemplar de mapa de danos.....	80
<b>6</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>81</b>
6.1	TESTE PILOTO .....	81
6.2	CONSULTA AO CORPO TÉCNICO .....	82
6.3	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	83
6.3.1	Breve histórico sobre as intervenções.....	84
6.3.2	Considerações sobre o mapa de danos sugerido pela Universidade de Ferrara .....	88
6.3.3	Resultado gráfico da aplicação do método: apresentação e discussão.....	89
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>95</b>
7.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	95
7.2	OBJETIVOS ALCANÇADOS E CONTRIBUIÇÕES .....	95
7.3	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	96



<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>97</b>
----------	---	-----------

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A	PRÉ-TESTE .....	111
APÊNDICE B	TUTORIAL .....	112
APÊNDICE C	QUESTIONÁRIO .....	119
APÊNDICE D	RESULTADO GRÁFICO DA APLICAÇÃO .....	126

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

A temática desta dissertação encontra-se inserida nos estudos sobre o estado de conservação e manutenção de edifícios, especialmente relacionados com o registro gráfico das manifestações patológicas observadas nas edificações e registradas no Mapa de Danos.

Existem diferentes perfis de vida útil estimada para cada tipo de edifício, conforme o seu uso. No entanto, várias edificações extrapolam este período estimado, mantendo-se em uso por vários séculos. São as ações de manutenção que vão garantir os requisitos mínimos aceitáveis para o funcionamento dessas edificações (GASPAR, 2009).

Souza e Ripper (2009) alertam que uma manutenção inadequada ou, em alguns casos, até a ausência de manutenção podem ser fatores responsáveis pelo surgimento e/ou desenvolvimento de manifestações patológicas, podendo levar à degradação<sup>1</sup> do edifício.

Os estudos sobre o estado de conservação envolvem diferentes processos e técnicas de investigação, mapeamento e diagnóstico, necessários para as ações de manutenção e reabilitação. O mapa de danos, por sua vez, é utilizado como uma ferramenta que registra alguns resultados encontrados durante essas fases de investigação, levantamento e produção dos dados (TINOCO, 2009); é a representação gráfica resultante do levantamento das manifestações patológicas (TIRELLO; CORREA, 2012).

## 1.2 ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

O mapa de danos é um documento gráfico que sintetiza dados, por meio da representação gráfica, sobre as manifestações patológicas identificadas em uma edificação.

Archela (1999) afirma que a imagem, por meio de representação gráfica, pertence a um sistema de sinais criado pelos homens para armazenar, compreender e comunicar as suas observações. Para Joly (1990) a Cartografia é uma ciência que se submete às leis fisiológicas da percepção das imagens devido ao fato de ela ser de linguagem exclusivamente visual. Dessa forma, nesta pesquisa, buscam-se os fundamentos da Cartografia para tratar os dados que se deseja representar no mapa de danos, de forma a otimizar a comunicação das informações representadas no documento.

Duarte (1991) *apud* Rodrigues e Souza (2008) afirma que a tradução de dados descritivos referentes a um fenômeno para a linguagem gráfica faz com que se tenha que optar pelos tipos de signos mais adequados e a sua melhor forma de apresentá-los no documento, devendo-se

---

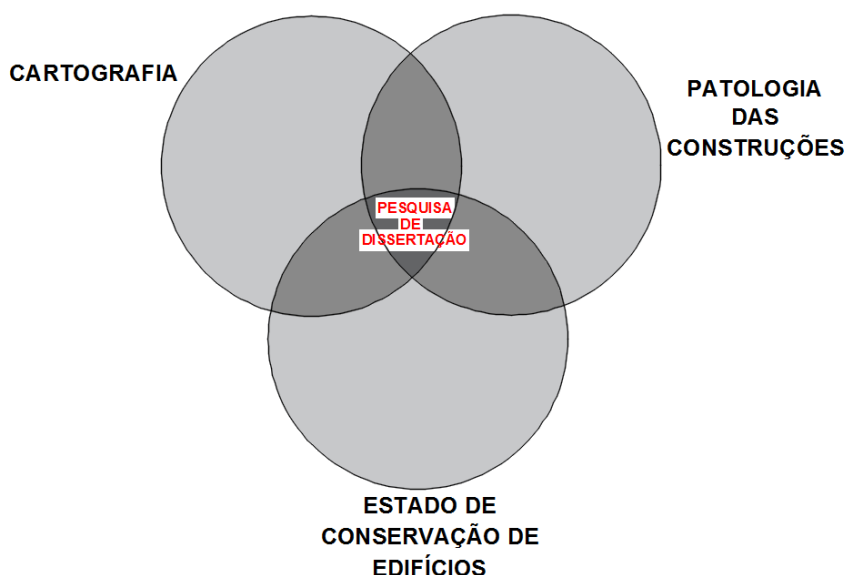
<sup>1</sup> Degradação é a redução de desempenho devido à atuação de um ou vários agentes de degradação (sol, chuva, usuários da edificação, entre outros). Desempenho é o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas (ABNT NBR 15575-1:2013).

considerar também, o nível de conhecimento a ser atingido pelo leitor. Ou seja, para cada fenômeno que se deseja registrar, vão existir certas representações gráficas que são mais adequadas que outras.

Considerando o mapa de danos um documento utilizado por técnicos da área e que registra informações sobre as manifestações patológicas e a conservação da materialidade do edifício em estudo, outros dois princípios fundamentais foram estudados: a Patologia das Construções e o Estado de Conservação de Edifícios.

A Patologia das Construções é definida como o estudo sistemático de defeitos construtivos, bem como de suas causas, consequências e tratamento (CIB W086, 2013). Por sua vez, o mapa de danos se enquadra como um documento de registro gráfico que condensa as informações e diagnósticos obtidos no mapeamento dos danos com todas as manifestações de degradação da edificação, ou seja, fornece ao leitor informações sobre o Estado de Conservação da edificação (TINOCO, 2009).

De acordo com o exposto, a base conceitual delimita o desenvolvimento deste trabalho, apoiando-se nos estudos sobre o Estado de Conservação de Edifícios, a Patologia das Construções e a Cartografia. Observa-se na ilustração da Figura 1.1, o campo conceitual da presente pesquisa.



**Figura 1.1** – Campo conceitual da dissertação. Fonte: AUTORA, 2018.

Fazem parte do recorte temático desta pesquisa: edifícios com fachadas em concreto armado aparente. Além de dar feição ao edifício, a fachada é considerada como um dos mais importantes subsistemas da edificação. Isso se deve à sua configuração, extensão de área e pelo fato de filtrarem os agentes externos, desempenhando o papel de proteção do ambiente

interno (LIMA *et al.*, 2014). Compreende-se que o concreto armado aparente é um componente importante a ser estudado por ter sido bastante empregado na Arquitetura Moderna, principalmente nas estruturas e elementos da fachada, além de exigir cuidados quanto à conservação e reabilitação de suas estruturas. (MACDONALD, 1996; PRUDON, 2008; MOREIRA, 2011; SEGAWA, 2014; BRUAND, 2016).

### **1.3 PROBLEMATIZAÇÃO E QUESTÃO DE PESQUISA**

A Arquitetura Moderna foi o marco projetual característico do século XX e que continua até hoje influenciando arquitetos. Segundo Prudon (2008), ao mesmo tempo que a Arquitetura Moderna se torna cada vez mais parte integrante da história da arquitetura, seus edifícios sofrem desde ameaça de perda da materialidade até obsolescência funcional; sem contar aqueles que, devido ao abandono e falta de apreço, acabam sendo demolidos.

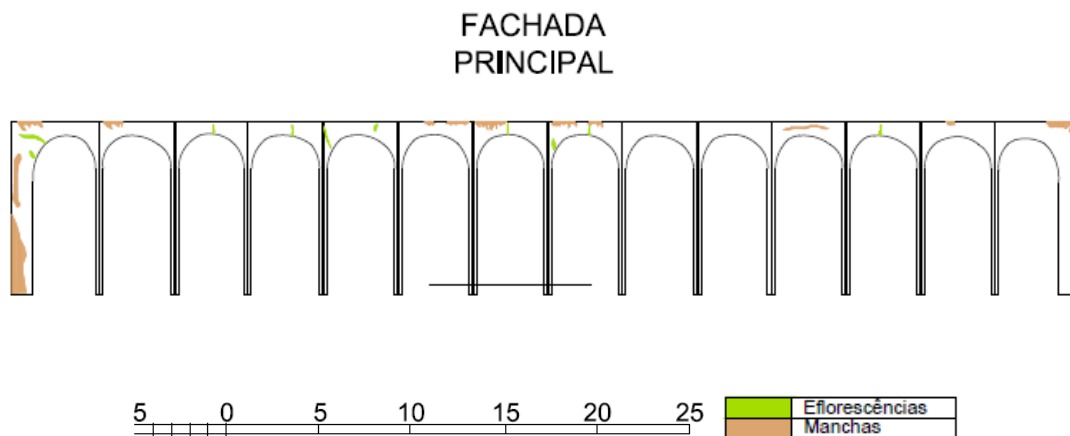
O mapa de danos é um dos documentos pertencentes ao processo de inventário, cuja função é registrar graficamente as manifestações patológicas de uma edificação. No entanto, como ferramenta sistematizada para os estudos do Estado de Conservação da Arquitetura Moderna, ainda há pouca produção e publicação científica. Além disso, nota-se uma carência de referências teóricas para a representação gráfica padronizada das manifestações patológicas e suas respectivas gravidades.

Tirello e Correa (2012) declaram que, mesmo órgãos destinados à preservação patrimonial brasileira, como é o caso do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional), não trazem recomendações específicas de como proceder na documentação dos danos e nas alterações dos bens arquitetônicos. Ainda completam que esses órgãos trazem apenas algumas portarias com alguns princípios para projetos de restauro que podem ser adotados em casos específicos. Tinoco (2009) também reconhece que há falhas no mapa de danos. Ele afirma existir incontáveis modelos de Mapas de Danos que variam de acordo com a criatividade e método criados pelo próprio profissional.

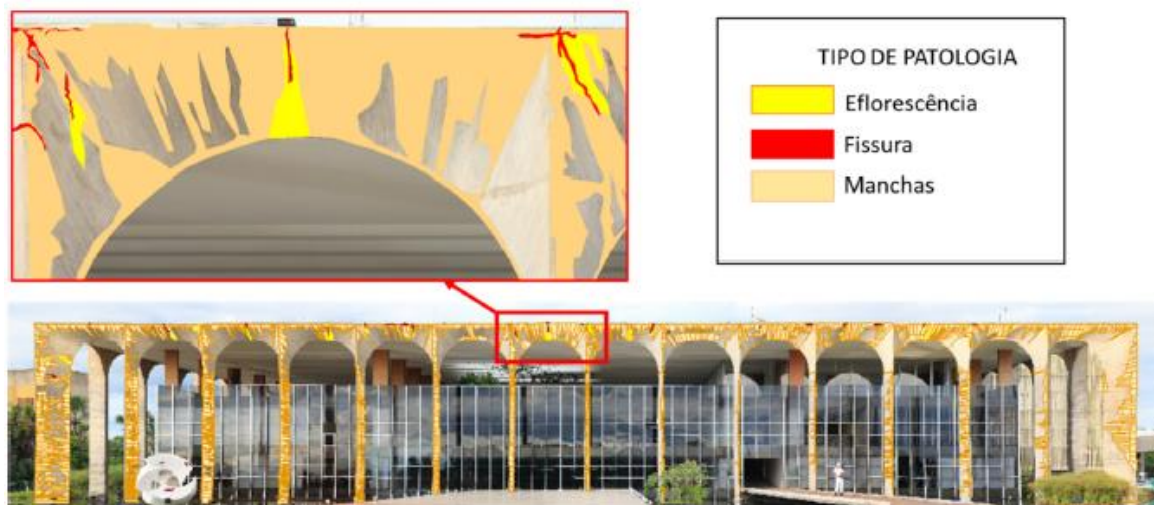
Tirello e Correa (2012) afirmam que na escassa literatura sobre o assunto, são percebidas falhas no conteúdo das informações a respeito tanto da prática metodológica quanto dos conhecimentos conceito-operacionais para a confecção do Mapa de Danos. Os autores ainda argumentam que: "Os esclarecimentos e recomendações para registro das manifestações patológicas impressionam pela exiguidade e falta de clareza" (TIRELLO; CORREA, 2012, p. 8).

Durante o desenvolvimento da pesquisa, constatou-se a escassez de trabalhos sobre mapas de danos de edifícios pertencentes à Arquitetura Moderna Brasileira, resultantes de trabalhos científicos publicados. Houve, portanto, dificuldade na busca por informações sobre o assunto e, conseqüentemente, pouco material disponível para ser usado na pesquisa.

Para melhor compreender as afirmativas anteriores, observam-se as Figuras 1.2 e 1.3.



**Figura 1.2** - Mapa de Danos proposto por Córdoba (2012) para o Palácio Itamaraty.  
Fonte: CORDOBA, 2012.

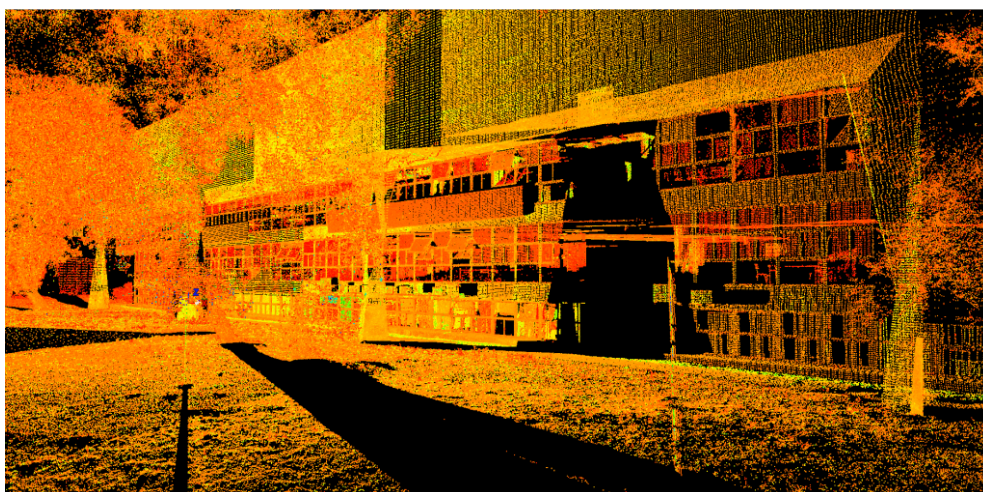


**Figura 1.3** - Mapa de Danos proposto por Costa (2014) para o Palácio Itamaraty.  
Fonte: COSTA, 2014.

Nota-se que cada mapa de danos, a partir de escolhas pessoais, representou graficamente as manifestações patológicas observadas na época: a mesma manifestação patológica, como por exemplo eflorescência, é representada de maneiras diferentes em cada um dos registros. Constatou-se também que na Figura 1.2, a fachada é apresentada por meio de um desenho gráfico, já na Figura 1.3 a fachada é apresentada por meio de um registro fotográfico.

Na visualização geral de ambos os documentos gráficos das Figuras 1.2 e 1.3, mesmo que as manifestações patológicas sejam registradas, não são fornecidas informações sobre a gravidade das mesmas, comprometendo assim o registro gráfico do estado geral de conservação da fachada em estudo.

De acordo com Costa (2014), o avanço tecnológico desempenha um papel importante no que diz respeito aos métodos de mapeamento dos danos, oferecendo várias opções de investigar uma mesma manifestação patológica. Entretanto, para que essas tecnologias digitais inovadoras sejam utilizadas, necessita-se dominar a técnica. Como forma de exemplificar a aplicação dessas tecnologias, a Figura 1.4 representa uma imagem gerada a partir do escaneamento a *laser*.



**Figura 1.4** - Modelo gerado a partir do escaneamento laser das fachadas da FAU-USP, realizado pela equipe técnica da Universidade de Ferrara. Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2017.

Nota-se na Figura 1.4 que, por mais precisa que seja a captação da nuvem de pontos, realizada por um equipamento de tecnologia avançada, ainda assim, o resultado obtido por ele exigirá um tratamento e interpretação dos dados das varreduras. Apenas após todos esses tratamentos e análises, as manifestações patológicas podem ser representadas, uma a uma, em um mapa de danos.

A partir do exposto e das problemáticas fundamentais ressaltadas no presente item, sintetizou-se a questão de pesquisa: “Como formatar uma proposta para representação gráfica de mapas de danos para fachadas modernistas em concreto armado aparente, a partir da criação de padrões de representação gráfica associados à gravidade das manifestações patológicas?”

## 1.4 JUSTIFICATIVA

A representação gráfica, a partir de variáveis visuais, comunica ao leitor algumas informações sobre os dados ali representados. No entanto, informações sobre o tamanho real, orientação geográfica e codificação dos símbolos, por exemplo, só conseguem ser registrados graficamente por meio de mapas, a partir de instrumentos como escala (métrica), rosa dos ventos e legenda (padronização). Assim sendo, para que o estado de conservação de um edifício consiga ser comunicado graficamente, com informações sobre as manifestações patológicas (tipologia, localização na fachada, região de abrangência, orientação da fachada em que se encontra, entre outras), formatam-se mapas de danos. Entretanto, ainda existem algumas informações sobre as manifestações patológicas que não são contempladas nos métodos existentes para mapas de danos, como é o caso da gravidade. Por isso, o presente trabalho buscou a otimização desses registros ao fornecer graficamente essas informações, contribuindo para o monitoramento do envelhecimento do edifício ao longo do tempo.

Sabe-se que os softwares atuais fornecem, em suas bibliotecas digitais, informações sobre os objetos que vão além do desenho gráfico. Mesmo assim, esses programas devem necessariamente ser alimentados. Dessa forma, ao mesmo tempo que o presente método proposto fornece suporte para o aprimoramento do registro gráfico digital para plataformas BIM<sup>2</sup>, ele também proporciona embasamentos para àqueles que desejam o registro gráfico, mas que não têm acesso a essas tecnologias.

A partir dessas considerações, o presente trabalho pode contribuir como uma ferramenta que auxilie os técnicos a documentarem o envelhecimento do edifício ao longo do tempo, caracterizado pela sua degradação e acompanharem o histórico do estado de conservação desses edifícios. Sendo este edifício de valor cultural, o registro gráfico também serve como suporte para as ações de reabilitação, monitorando a autenticidade<sup>3</sup> e integridade<sup>4</sup> das fachadas em concreto armado aparente.

---

<sup>2</sup> *Building Information Model* (BIM) é a construção de um modelo virtual preciso de uma edificação, contendo dados relevantes e necessários para dar suporte à construção e incorporando funções necessárias para o ciclo de vida de uma edificação (EASTMAN, 2014).

<sup>3</sup> Autenticidade é medida e expressa a partir de uma variedade de atributos, incluindo: forma e intenção de projeto (*design intent*), materiais e substâncias, uso e função, uso dos sistemas técnicos tradicionais e de gestão, localização e configuração, idioma e outros aspectos do patrimônio intangível, presença de indicadores de caráter e senso de lugar, entre outros fatores internos e externos (UNESCO, 2005).

<sup>4</sup> Integridade é todo o conjunto íntegro e intacto do patrimônio natural e/ou cultural e de seus atributos, incluindo todos os elementos que expressam seu valor universal excepcional e que garanta a completa representação das características e processos que transmitem o significado da propriedade (UNESCO, 2005).

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é propor um método para representação gráfica de mapas de danos para edificações com fachadas em concreto armado aparente sem qualquer tipo de revestimento na superfície.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Tipificar e caracterizar uma amostra composta por exemplares de mapas de danos publicados;
- Formatar a matriz de dados gráficos, fundamentada nos conceitos cartográficos, para o mapa de danos a ser proposto;
- Formatar um modelo de mapa de danos de fachadas de edificações modernistas em concreto armado aparente;
- Sistematizar as manifestações patológicas recorrentes em fachadas de edificações em concreto armado aparente;
- Estabelecer padrões de representação gráfica de cada uma das manifestações patológicas recorrentes no concreto armado aparente em fachadas;
- Criar réguas de gravidade associadas a cores;
- Experimentar o modelo proposto em um mapa de danos de um edifício de arquitetura moderna brasileira.

## **1.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA DISSERTAÇÃO**

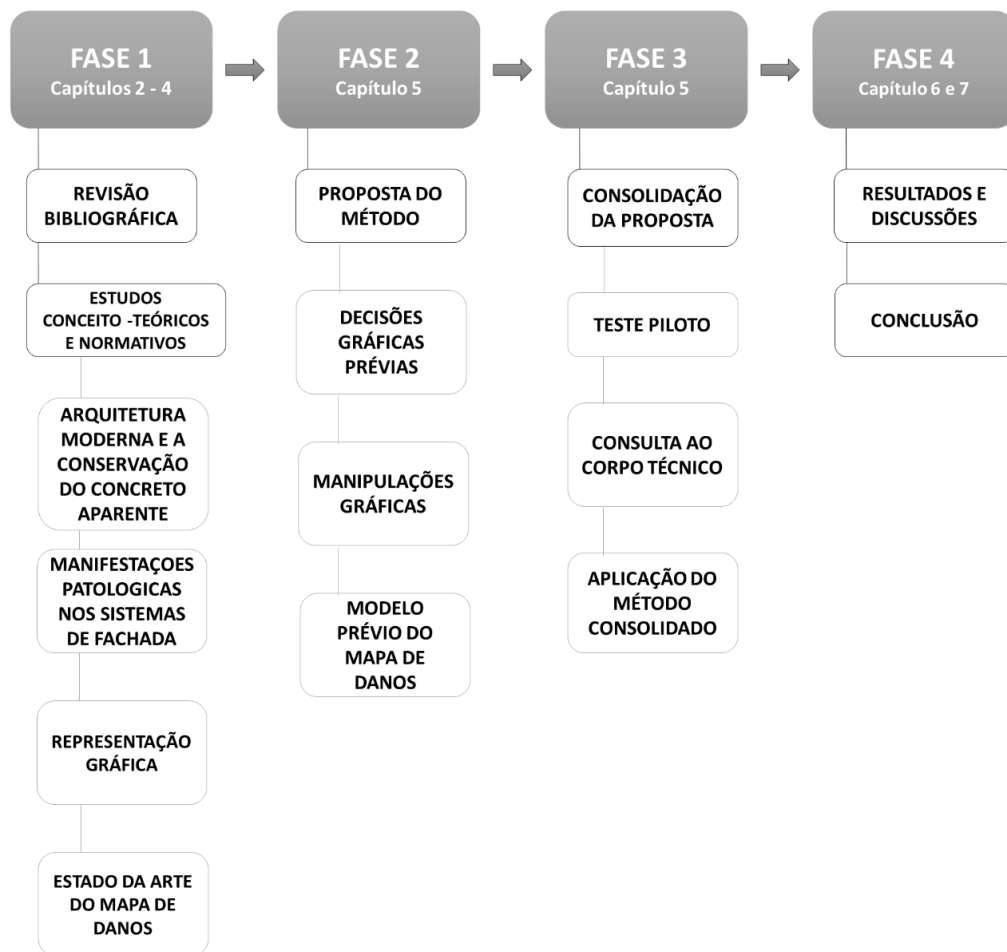
Para a proposta do presente trabalho, a abordagem da pesquisa se limitou a estudar e desenvolver as representações gráficas das manifestações patológicas recorrentes em fachadas de edificações em concreto armado aparente. Em suma, a presente pesquisa será conduzida mediante os seguintes procedimentos:

- Identificar e estudar os referenciais teóricos, conceituais e normativos, a partir de revisões bibliográficas;
- Selecionar e analisar uma amostra de mapas de danos (disponibilizados em publicações) para a sua tipificação;
- Elaborar um conjunto de diretrizes norteadoras da proposta para o método de representação gráfica de mapa de danos, a partir dos estudos realizados;
- Conceber um modelo para representação gráfica de mapa de danos;



- Realizar um teste-piloto com o modelo proposto em um mapa de danos existente da fachada principal do Palácio Itamaraty (Brasília-DF);
- Conduzir uma avaliação externa sobre o método proposto, a partir da pesquisa de opinião de um corpo técnico (consulta ao corpo técnico);
- Consolidar a proposta do método, a partir dos resultados do teste piloto e da consulta ao corpo técnico;
- Aplicar o método consolidado no mapa de danos de uma das fachadas do edifício patrimonial modernista em concreto armado aparente Vilanova Artigas (edifício-sede da FAU-USP em São Paulo/SP), resultante de recente intervenção;
- Discutir os resultados da aplicação do método proposto;
- Elaborar as conclusões finais.

Dessa forma, o desenvolvimento desta pesquisa de dissertação foi formatado em quatro fases, as quais foram distribuídas em 7 capítulos, conforme pode ser observado na Figura 1.5.



**Figura 1.5** – Estrutura metodológica da pesquisa de dissertação. Fonte: AUTORA, 2018.

## **1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

O presente trabalho foi estruturado em oito capítulos conforme a estrutura-resumo da Figura 1.6 a seguir.

A Introdução apresenta a contextualização e o delineamento da pesquisa. Os fundamentos teóricos sobre a conservação de edifícios de arquitetura moderna em concreto aparente são estudados no capítulo 2, bem como os estudos da Patologia das Construções a respeito das manifestações patológicas mais recorrentes nos sistemas de fachada em concreto armado aparente. No capítulo 3 são estudados alguns conhecimentos teóricos-metodológicos sobre a representação gráfica, sob a ótica da Cartografia e é feita a revisão de alguns referenciais normativos sobre a representação gráfica de manifestações patológicas. O capítulo 4 traz o estado da arte do mapa de danos ao apresentar e analisar uma amostra de mapas de danos. O capítulo 5 apresenta o método proposto para representação gráfica de mapas de danos e as etapas de consolidação do método. O capítulo 6 apresenta e analisa os principais produtos resultantes da etapa de consolidação do método: o teste piloto, a consulta ao corpo técnico e a aplicação do método no exemplar de mapa de danos de uma das fachadas do edifício Vilanova Artigas. O capítulo 7, por sua vez, traz todas as conclusões a respeito da pesquisa de dissertação desenvolvida e consolidada.



**Figura 1.6** - Estrutura-resumo da dissertação. Fonte: AUTORA, 2018.

## **2 FUNDAMENTOS PARA O ESTUDO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS FACHADAS EM CONCRETO ARMADO APARENTE**

O presente capítulo aborda os principais fundamentos acerca do Estado de Conservação de edifícios pertencentes ao recorte temático, apresentado no Capítulo 1. A revisão bibliográfica contempla alguns aspectos sobre o uso do concreto armado aparente na Arquitetura Moderna e, em seguida, alguns conhecimentos da Patologia das Construções de grande relevância para o presente estudo, como termos e definições, manifestações patológicas mais recorrentes nessas edificações, inspeção predial e mapeamento de danos.

### **2.1 A ARQUITETURA MODERNA E A CONSERVAÇÃO DO CONCRETO APARENTE**

No Brasil, Reidy, Artigas e Niemeyer estão entre os pioneiros no uso do concreto aparente. O material respondia bem às suas concepções e passou a ser uma técnica construtiva recorrente entre os arquitetos de mesma corrente arquitetônica (SEGAWA, 2014). Importante ressaltar que os edifícios cujas fachadas são em concreto armado aparente possuem certas especificidades se comparados com edifícios em concreto armado convencional, tanto no projeto quanto na execução.

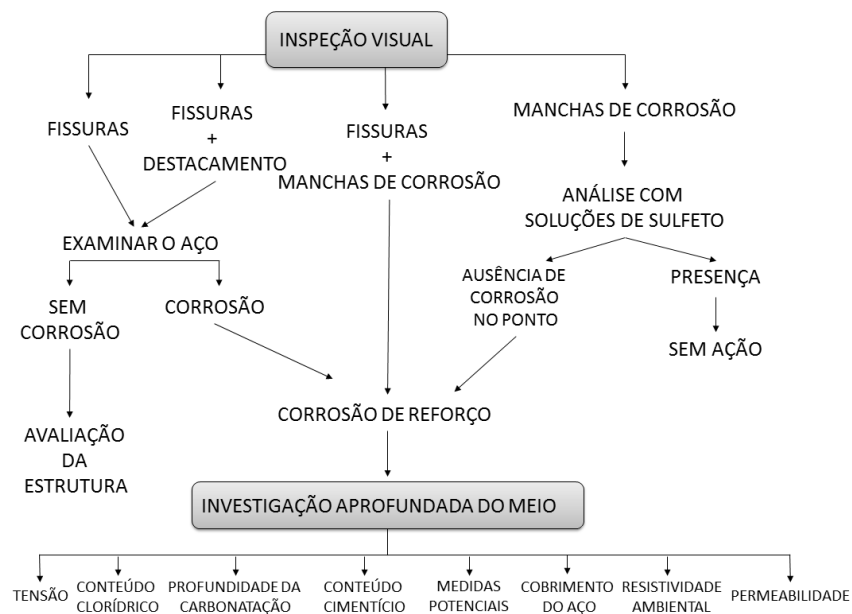
Ao mesmo tempo que o incentivo econômico e a agilidade na produção foram propulsores para o emprego do componente em larga escala, também foram importantes fatores para o surgimento precoce de falhas, ao ponto de se afirmar que a manutenção e reabilitação tornam-se mais onerosos que os gastos com a construção de novos edifícios (GLASS; BUENFELD, 1996).

Prudon (2008) relata que o interesse de enquadrar os edifícios modernistas como símbolos patrimoniais começou na Europa entre as décadas de 50 e 60, principalmente a partir do momento que algumas obras icônicas começaram a passar por processos de degradação que punham em risco suas estruturas. Aos poucos, foi surgindo a necessidade de identificar, categorizar e proteger as estruturas das principais obras do período.

De acordo com Macdonald (1996), por muito tempo acreditou-se na durabilidade eterna do concreto, dispensando inclusive operações de manutenção. Entretanto o concreto, como qualquer outro componente construtivo, sofre redução de desempenho devido à ação de agentes de degradação de natureza física, química, mecânica, entre outros (GLASS; BUENFELD, 1996). Algumas dessas interações podem causar, conseqüentemente, o

desenvolvimento de manifestações patológicas, reduzindo ainda mais o seu desempenho (LICHTENSTEIN, 1986). A falta de uma cultura de manutenção, de um histórico de desempenho e a própria deterioração do concreto nesses edifícios são considerados como um dos principais desafios enfrentados pela conservação da Arquitetura Moderna (MACDONALD, 1996; GLASS; BUENFELD, 1996).

De acordo com Glass e Buenfeld (1996), existem vários processos que levam ao sucesso de uma reabilitação. Entre eles, citam-se: o rigor na identificação da causa do problema, a avaliação da causa e extensão do dano, a identificação das opções de reabilitação e seus requisitos funcionais, o planejamento (incluindo especificação e instalação da opção escolhida) e o acompanhamento do desempenho. O esquema da Figura 2.1 mostra as possíveis técnicas que podem ser utilizadas para identificação da degradação.



**Figura 2.1** - Técnicas usadas para identificar as causas da degradação.

Fonte: GLASS, 1996.

A vida útil corresponde ao período de tempo em que o edifício e suas partes mantem o desempenho necessário, contanto que as condições de uso, exposição e manutenção sejam atendidas (THOMAZ; DEL MAR, 2013). Um índice de degradação pode servir como parâmetro para prever a vida útil de serviço da edificação e para o planejamento de manutenção da estrutura, baseado na necessidade e custo da reabilitação atuais (GLASS; BUENFELD, 1996; GASPAR; BRITO, 2003).

Para Glass e Buenfeld (1996), o monitoramento das regiões que já sofreram intervenções vem se tornando cada vez mais importante por conta da longa vida útil de serviço das

edificações e os altos custos com a manutenção dessas estruturas. Esse monitoramento pode resultar na identificação precoce de potenciais problemas, possibilitando o planejamento de uma manutenção preventiva, além de fornecer dados para previsão de vida útil dos sistemas de reabilitação, possibilitando uma melhora nas escolhas futuras. Atualmente uma comissão foi formada aqui no Brasil para o desenvolvimento de uma norma brasileira sobre reabilitação, baseada na norma internacional EN 1504-1:2005.

### 2.1.1 Sobre termos e definições

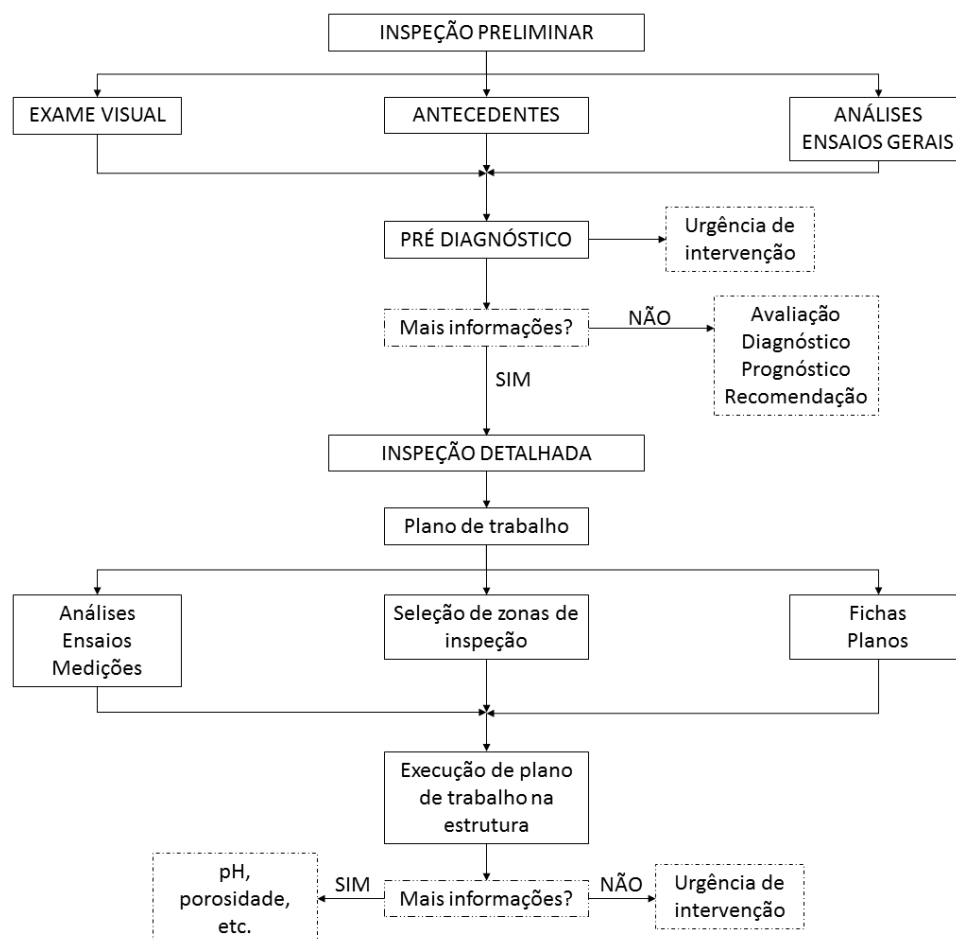
Durante o desenvolvimento da presente pesquisa, alguns termos da área da conservação e manutenção de edifícios foram importantes para a assimilação da teoria. O Quadro 2.1, por sua vez, traz alguns desses termos e suas respectivas definições.

Quadro 2.1 – Termos e definições de alguns termos da área de conservação e manutenção de edifícios.

<b>TERMO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>	<b>FONTE</b>
Reabilitação	Conjunto de procedimentos que visam sanar problemas e proteger o edifício. Faz parte da reabilitação, as ações de intervenção, tais como: reparo, recuperação, reforço e proteção	EN 1504-1:2005
Reparo	Procedimento que visa restabelecer a estética e as características geométricas, além das condições de durabilidade, de uma estrutura que não perdeu capacidade portante	EN 1504-1:2005
Recuperação	Procedimento que visa recuperar a capacidade portante original de elementos ou da estrutura por completo	EN 1504-1:2005
Reforço	Procedimento que visa incrementar a capacidade portante de um elemento ou da estrutura por completo	EN 1504-1:2005
Proteção	Procedimento que visa controlar o ingresso de agentes deletérios para o interior do concreto	EN 1504-1:2005
Reforma	Alteração nas condições da edificação existente com ou sem mudança de função, visando recuperar, melhorar ou ampliar suas condições de habitabilidade, uso e segurança, e que não seja manutenção	ABNT NBR 16280:2014
Manutenção	Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes a fim de atender às necessidades e segurança de seus usuários	ABNT NBR 15575-1:2013
Intervenção	Qualquer tipo de ação prática de reabilitação e/ou conservação e restauro, obedecendo a critérios gerais como o conceito de valor e autenticidade, preservação da construção como um todo e multidisciplinariedade da abordagem	RAMANATHAN (2016)
Conservação	Operações que mantêm a construção tal como ela é hoje, ainda que intervenções limitadas sejam aceitas para melhorar os níveis de segurança	ICOMOS (2003)
Estado de conservação	Condição indicativa de perda de desempenho de elementos e componentes construtivos e/ou equipamentos de um edifício devido a anomalias, apontando o não cumprimento satisfatório de suas respectivas funções e comprometendo a segurança de seus usuários	Adaptado de STRAUB (2009)

## 2.2 INSPEÇÃO PREDIAL

Inspeção predial é a análise, através de metodologia técnica, das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação (ABNT NBR 15575-1:2013). De acordo com Helene (2007), esta atividade técnica é constituída pela coleta de dados sobre os elementos (de projeto e construção), exame minucioso da construção, elaboração de relatórios, bem como as recomendações que podem indicar novas vistorias ou até mesmo obras de manutenção, reforço, recuperação ou reabilitação da estrutura. O fluxograma da Figura 2.2 traz informações mais detalhadas sobre as etapas de uma inspeção.



**Figura 2.2** – Fluxograma das etapas de uma inspeção preliminar e detalhada.

Fonte: adaptada de HELENE, 2007.

A Inspeção Predial é a fonte de informações para a manutenção, apresentada através de laudo com o levantamento de anomalias, sua classificação quanto ao risco e urgência de cada uma delas, gerando uma lista de prioridades com orientações técnicas e informando o estado de conservação da edificação (IBAPE/SP, 2011). Souza e Ripper (2009) afirmam que, após feita a inspeção e identificada alguma situação anômala ou danos mais críticos, deverá haver

uma análise mais minuciosa, como por exemplo, a realização de um mapeamento dos danos existentes.

Na etapa da inspeção preliminar devem ser coletadas informações sobre a estrutura como idade, natureza e procedência dos materiais constituintes, tempo de aparecimento dos problemas, reabilitações anteriores, caracterização da agressividade do ambiente em que se encontra a edificação em análise, além de um exame visual geral da estrutura (com documentação que registre as regiões com corrosão, fissuras, desprendimento de concreto, entre outras manifestações patológicas). Com base nessas informações, ressalta-se que a presente pesquisa se insere na etapa de inspeção preliminar, alcançando o estágio do pré-diagnóstico.

O resultado da inspeção predial é um documento, denominado laudo técnico, que traz todos os detalhes das condições físicas da edificação e contém todo o procedimento para a realização do trabalho. Nele devem estar descritas informações técnicas sobre o objeto inspecionado, data das vistorias e do laudo, critério e metodologia da inspeção, recomendações técnicas, relatório fotográfico, recomendações para a nova inspeção, registro fotográfico, assinatura do responsável técnico, entre outras informações relevantes (IBAPE/SP, 2011). Esses levantamentos podem ser representados por meio de documentos, como é o caso do mapa de danos e das fichas de identificação de danos.

### **2.3 MAPEAMENTO DOS DANOS**

O mapeamento é o procedimento técnico de levantamento das manifestações patológicas, seja por meio de métodos tecnológicos ou clássicos. Por sua vez, o mapa de danos é o documento que registra graficamente as observações deste levantamento (BARTHEL; LINS; PESTANA, 2009).

Um exemplo de método de levantamento é o denominado de clássico. Segundo Gaspar (2009), este levantamento extrai informações métricas a partir de instrumentos manuseados a mão, tais como: fita métrica e ponteiros de laser. Entre outras desvantagens, este método possui uma relativa demora na execução completa do trabalho, exige uma quantidade maior de pessoas envolvidas e é passível de erros no momento da medição.

A fim de garantir uma maior confiabilidade dos dados obtidos no mapeamento, atualmente existem alguns recursos tecnológicos, de ampla utilização, que contribuem para melhores resultados, entre eles cita-se a fotogrametria, o *scanner digital* e a termografia.



A fotogrametria é um método de extração de informações confiáveis por meio de processos de registro, interpretação e mensuração a partir de imagens (ANDRADE, 2003). Temba (2000) afirma que a fotogrametria pode ser dividida em duas grandes áreas: métrica e interpretativa. A primeira consiste na obtenção de medidas através do posicionamento relativo dos pontos obtidos nos registros fotográficos. Já a interpretativa, objetiva o reconhecimento e identificação de objetos e fenômenos e seus significados por meio da interpretação minuciosa dos registros fotográficos.

Segundo Singare *et al.* (2010), um *scanner* 3D é um equipamento digital que consegue capturar a forma e a aparência de objetos e ambientes, formando-os em ambiente virtual. Na prática, este dispositivo capta de forma estimada os pontos (nuvem de pontos) em coordenadas 3D que formam a tridimensionalidade do objeto escaneado (BERNARDINI E RUSHMEIER, 2002). Após a captura dos pontos, é feito o pós-processamento dos dados brutos. Inicialmente, o registro das varreduras individuais é realizado por um *software* da própria marca do equipamento e, em seguida, essas varreduras são unidas em uma única nuvem de pontos por *softwares* auxiliares, como por exemplo o ReCap Pro da Autodesk (DEZEN-KEMPTER, 2015).

A termografia é outro exemplo de técnica de mapeamento de danos que, a partir da análise de imagens térmicas obtidas através da coleta e medição da intensidade de radiação infravermelha emitida pela superfície de objetos, possibilita identificar anomalias internas ao material, possibilitando o monitoramento e quantificação de vários fenômenos de degradação (BAUER; PAVÓN, 2015).

## **2.4 FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS**

Devido à grande quantidade de informações coletadas no momento do levantamento e investigação dos danos, é necessária a produção de uma base de dados para a elaboração do mapa de danos. Essa base é constituída pelas Fichas de Identificação de Danos – FIDs. Essas fichas são registros primários da base de dados que compõem o sistema de inspeção e manutenção de uma edificação e que podem ser utilizados para a produção do mapa de danos (TINOCO, 2009).

Tinoco (2009) ainda sugere que essas fichas sejam produzidas em folhas soltas para facilitar possíveis verificações e análises posteriores, tal como a produção de relatórios, pesquisas ou do próprio mapa de danos. Essas fichas devem conter:

- Identificação do componente ou elemento construtivo;

- Numeração de classificação;
- Data da vistoria;
- Profissional responsável pela coleta das informações;
- Denominação e/ou caracterização do dano;
- Manifestação ou sintoma: sua causa, natureza, origem e agentes;
- Condutas;
- Ilustrações (foto ou desenho);
- Espaço livre para possíveis observações.

Para Tirello e Correa (2012), essas fichas podem trazer detalhes (em forma de texto) sobre a situação registrada no mapa, como forma de esclarecer e especificar individualmente cada um dos registros, permitindo uma leitura técnica menos genérica. Observa-se na Figura 2.3, um modelo de ficha de identificação de danos.

 GC or-Arquitetura FEC-Unicamp		<b>FICHA DE CLASSIFICAÇÃO DE DANOS</b>		conforme UNI 11182/2006		<b>FICHA 18/27</b>	
<b>código:</b> <b>D263</b>		<b>nome:</b> <b>eflorescência . eflorescenza</b>			<b>substrato:</b> <b>TIJOLO</b>		
Graduação do dano em função da mudança do estado do substrato:		perda de matéria		alteração de matéria		aumento de matéria	
<b>EXEMPLO UNI</b> 		<b>REPRESENTAÇÃO NORMAL 1/80</b>  Letraset 963		<b>REPRESENTAÇÃO EM ARQUIVO CAD</b>  valor de 'scale' para impressão em escala 1:50 para outros valores aplicar "regra de três"		Campos do comando 'hatch' (AutoCAD) HACHURA (pattern): AR-SAND ÂNGULO (angle): 0° ESCALA (scale): 2 COR HSL: 263,27,66 COR RGB: 140,123,168	
		<b>DEFINIÇÃO</b> Formação superficial de aparência cristalina, pulveriforme ou filamentosa, geralmente de cor esbranquiçada.		<b>CAUSA</b> Causada por lixiviação de sais solúveis, indicativo de cristalização no interior da estrutura porosa.		<b>MECANISMO</b> <input checked="" type="checkbox"/> Físico <input checked="" type="checkbox"/> Químico <input type="checkbox"/> Biológico <input type="checkbox"/> Antrópico	

**Figura 2.3** -Ficha de Identificação de Danos elaborada por Rodolpho Henrique Correa.

Fonte: TIRELLO, CORREA, 2012.

De acordo com a Figura 2.3, as fichas de identificação de danos possuem:

- A atribuição de um código para cada manifestação patológica, com seu nome em português e italiano e o tipo de substrato envolvido;

- Uma régua separada por tonalidades, indicando o estado de alteração do substrato;
- O registro fotográfico extraído da norma UNI 11182:2006 para exemplificar e facilitar a identificação do dano e a sua representação gráfica (extraída da NORMAL 1/88);
- Um guia rápido com comandos realizados no *software* AutoCAD como forma de auxiliar a correta representação da manifestação patológica, de acordo com as sugestões dos autores;
- A imagem da manifestação patológica e sua definição de acordo com a norma UNI 11182:2006, com indicações das principais causas e dos principais mecanismos de degradação.

## **2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS DE FACHADA**

O presente item aborda os estudos sobre as manifestações patológicas mais recorrentes nos sistemas de fachada em concreto armado aparente, facilitando a identificação, categorização dessas manifestações patológicas e suas respectivas gravidades, e consecutivamente, a formatação da matriz de dados gráficos e das régua de gravidade no método proposto na presente pesquisa.

Segundo Helene (1992), as manifestações patológicas de maior incidência nas estruturas de concreto são as fissuras, as eflorescências, as flechas excessivas, as manchas no concreto aparente, a corrosão de armaduras e os ninhos de concretagem. Souza e Ripper (2009) destacam também a perda de aderência (ou de seção) e os ataques biológicos (vegetação, micro-organismos, entre outros) como importantes processos de degradação em estruturas de concreto.

No concreto estão presentes alguns vazios ou poros que se originaram devido ao ar incorporado durante a mistura, ao excesso de água de mistura, entre outras causas. Esses vazios podem estar interligados, tornando o concreto normalmente permeável aos gases e líquidos. Este efeito pode, inclusive, contribuir para a degradação das estruturas (OLIVEIRA, 1995; NEPOMUCENO, 2005). Lima (2005) reforça que a interação física e química entre o ambiente e a estrutura também é significativa no que diz respeito à vida útil da edificação, mesmo que o concreto seja bem especificado e executado. Além dos fatores mencionados anteriormente, a utilização indevida da edificação (sobrecargas exageradas, alterações estruturais, entre outros) e as ações mecânicas também degradam as estruturas.

### 2.5.1 Sobre termos e definições

Segundo Del Mar (2007), existe certa dificuldade em delimitar o exato significado de alguns vocábulos existentes nas normas, como é o caso dos termos: dano, falha, anomalia, vício, defeito, patologia e manifestação patológica. O Quadro 2.2 traz um resumo sobre esses termos e suas respectivas definições.

Quadro 2.2 - Alguns termos e suas respectivas definições relacionados à Patologia das Construções.

TERMO	DEFINIÇÃO	FONTE
Anomalia	Irregularidade, anormalidade e exceção à regra que ocasionam a perda de desempenho da edificação ou suas partes, oriundas da fase de projeto, execução ou final de vida útil, além de fatores externos, podendo, portanto, ser classificadas como anomalia endógena, anomalia funcional ou anomalia exógena.	Projeto de Norma ABNT/CB-02 02:140.02 - 001 dez. 2018
Falha	Irregularidade, anormalidade ou desgaste natural que implica no término da capacidade da edificação ou de suas partes de cumprir suas funções como requerido, ou seja, atingimento de um desempenho não aceitável (inferior ao desempenho mínimo requerido).	Projeto de Norma ABNT/CB-02 02:140.02 - 001 dez. 2018
Vício	Anomalias que afetam o desempenho de produtos ou serviços, ou os tornam inadequados aos fins a que se destinam, causando transtornos ou prejuízos materiais ou financeiros a outrem. Podem decorrer de deficiências de projeto, ou da execução, ou ainda da informação defeituosa sobre sua utilização ou manutenção.	Projeto de Norma ABNT/CB-02 02:140.02 - 001 dez. 2018
Defeito	Anomalias que podem causar danos efetivos ou representar ameaça potencial de afetar a saúde ou à segurança do dono ou consumidor, decorrentes de falhas do projeto ou execução de um produto ou serviço, ou ainda, de informação incorreta ou inadequada de sua utilização ou manutenção.	Projeto de Norma ABNT/CB-02 02:140.02 - 001 dez. 2018
Manifestação Patológica	É a expressão resultante de um mecanismo de degradação.	MEDEIROS <i>et al.</i> (2011)
Dano	Ofensa ou diminuição do patrimônio moral ou material de alguém, resultante de delito extracontratual ou decorrente da instituição de servidão. No Código de Defesa do Consumidor (Lei nº 8.078) são as consequências dos vícios e defeitos do produto ou serviço.	ABNT NBR 13752:1996 BRASIL (1990)
Patologia	É uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.	MEDEIROS <i>et al.</i> (2011)

### 2.5.2 Ataque biológico

Gaspar (2009) afirma que uma mancha formada a partir de colonização biológica pode ser originada pelo desenvolvimento de bolores, musgos, algas, vegetação parasitária ou originada por dejetos de animais. Souza e Ripper (2009) completam que a manifestação patológica de origem biológica pode ocorrer devido ao acúmulo de umidade, propiciando o desenvolvimento e proliferação de pequenas algas (nas aberturas das fissuras ou quando o

concreto é muito poroso), o surgimento de vegetações nas aberturas das fissuras ou em regiões de destacamento de substrato. Observa-se na Figura 2.4, um exemplo desta tipologia de manifestação patológica.



**Figura 2.4** - Registro fotográfico de um tipo de ataque biológico, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF. Fonte: AUTORA, 2018.

Plaisant, Almeida e Haddad (2015) afirmam que num primeiro estágio, a vegetação em desenvolvimento é apenas um problema estético. No entanto, conforme o passar do tempo, esta planta começará a crescer. Na busca por nutrientes, suas raízes entram cada vez mais para dentro do substrato, provocando certos danos. O peso destas vegetações também contribui para o surgimento de danos.

O bolor ou emboloramento é toda e qualquer alteração macroscópica na superfície de diferentes materiais, conseqüente da colonização de microrganismos do grupo dos fungos. Devido à ausência de clorofila, os fungos não sintetizam seu próprio alimento e acabam se alimentando de material orgânico. Em edifícios, decompõem diferentes tipos de componentes ou elementos construtivos ou de material orgânico depositados sobre eles (ALUCCI; FLAUZINO; MILANO, 1988).

Büchli (2003) informa que as algas, por não terem raízes, acabam se fixando nas depressões da superfície, favorecida pela sua rugosidade. Posteriormente, a água da chuva acaba dispersando as algas ao longo da fachada seguindo um padrão vertical. Bicudo e Menezes (2010) consideram as algas seres fotossintéticos, ou seja, que a partir de energia solar e nutrientes inorgânicos produzem substâncias orgânicas (alimento). Dessa forma, considera-se a mancha, provocada pelo desenvolvimento de algas, uma manifestação

patológica que compromete mais a estética do edifício. Gaspar (2009) cita musgos e líquenes dentro do mesmo conjunto biológico que as algas e outras plantas superiores.

A sujidade provocada por dejetos de animais (principalmente aves) é um caso particular da degradação de origem biológica. Geralmente este tipo de manifestação patológica afeta principalmente a estética da fachada, mas devido aos ácidos presentes nos dejetos, os danos podem ser mais graves (GASPAR, 2009).

### 2.5.3 Fissuras

As fissuras são oriundas das tensões geradas pela atuação de sobrecargas ou das movimentações entre os materiais, componentes ou da obra em sua totalidade e se enquadram como um dos problemas patológicos que merecem uma importância particular, pois seu surgimento pode ser indicativo de algum risco à segurança, comprometendo a durabilidade e/ou estanqueidade da obra e ainda podendo provocar um efeito psicológico negativo no usuário da edificação. Considera-se como causa de fissuras, em ordem de importância: a deformabilidade das estruturas, movimentações térmicas, recalques diferenciados das fundações e as movimentações higroscópicas (THOMAZ, 1989). A Figura 2.5 ilustra este tipo de manifestação patológica.



**Figura 2.5** - Registro fotográfico de uma fissura, realizado em uma das fachadas do Anexo do Palácio Itamaraty, em Brasília/DF. Fonte: AUTORA, 2018.

Gaspar (2009) afirma que a classificação da fissuração costuma ser feita de acordo com a dimensão de sua abertura. As aberturas no concreto podem ser consideradas um caminho de penetração de agentes agressivos às armaduras (ANDRADE, 1992). A norma de projeto de estruturas de concreto também traz sua própria categorização sobre fissuras conforme a medida de abertura, de acordo com o quadro da Figura 2.6.

Considera-se uma fissura nociva quando sua abertura ultrapassa 0,2 mm, estando presente em ambientes industriais quimicamente agressivos ou que apresentem respingos de maré (CAA IV). Para ambientes com clima seco que sejam industriais menos agressivos ou urbanos (CAAIII e CAAII, respectivamente), limita-se a abertura em 0,3 mm, a partir deste valor, uma fissura já é considerada relevante. Para ambientes rurais (CAA I), consideram fissuras relevantes a partir de 0,4 mm, conforme a Figura 2.6 (ABNT NBR 6118:2014). Os componentes estruturais não devem apresentar fissuras que ultrapassem a abertura de 0,6 mm em qualquer que seja a situação (ABNT NBR 15575-2:2013).

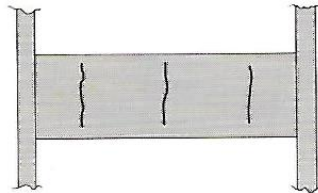
Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de protensão	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto simples	CAA I a CAA IV	Não há	–
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	
Concreto protendido nível 1 (protensão parcial)	Pré-tração com CAA I ou Pós-tração com CAA I e II	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	Combinação frequente
Concreto protendido nível 2 (protensão limitada)	Pré-tração com CAA II ou Pós-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação frequente
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação quase permanente
Concreto protendido nível 3 (protensão completa)	Pré-tração com CAA III e IV	Verificar as duas condições abaixo	
		ELS-F	Combinação rara
		ELS-D <sup>a</sup>	Combinação frequente
<sup>a</sup> A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (Figura 3.1). NOTAS 1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2. 2 Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens. 3 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.			

**Figura 2.6** – Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função da classe de agressividade ambiental. Fonte: ABNT NBR 6118:2014.

- Fissuras causadas por movimentações térmicas e higroscópicas

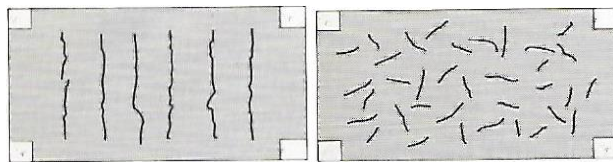
Thomaz (1989) afirma que a variação dimensional (contração e dilatação) dos elementos e componentes do edifício se deve, entre outras causas, à sua exposição, às variações de temperatura e/ou umidade e sua intensidade depende das propriedades físicas do material. A

existência de vínculos e obstáculos evitando a livre movimentação desses elementos e componentes podem gerar tensões que provocam o surgimento de fissuras, como pode ser observado na Figura 2.7.

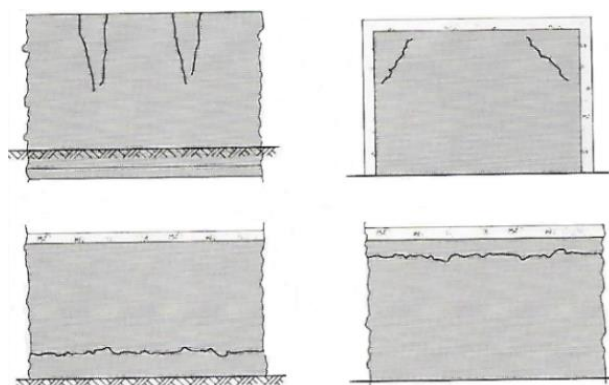


**Figura 2.7** – Manifestação típica de fissuras de retração hidráulica ou de movimentação térmica em vigas. Fonte: HELENE, 1992.

Segundo Helene (1992), fatores tais como cura e/ou proteção térmica ineficientes e o excesso de calor de hidratação e/ou de água de amassamento podem contribuir para o surgimento deste tipo de fissuras em lajes, como observado na Figura 2.8. No caso do componente construtivo parede, a movimentação térmica da laje de cobertura e concreto de resistência inadequada contribuem para o surgimento de fissuras, como ilustrado na Figura 2.9.



**Figura 2.8** - Manifestação típica de fissura causada pela retração hidráulica ou de movimentação térmica em lajes. Fonte: HELENE, 1992.



**Figura 2.9** - Configuração típica de fissura provocada pela retração hidráulica e contração térmica. Fonte: HELENE, 1992.

A intensidade dessas tensões se deve ao grau da movimentação térmica (para os casos de variações de temperatura) e/ou da movimentação higroscópica (para os casos de variações de

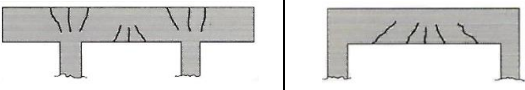

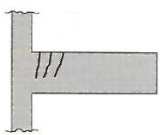
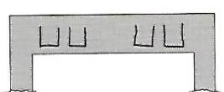
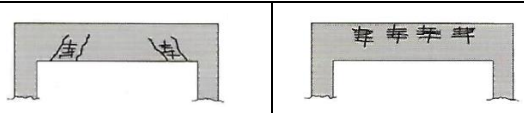
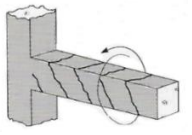
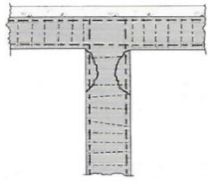


umidade), ao teor de restrição de movimento determinado pelo vínculo e à deformabilidade do material (THOMAZ, 1989).

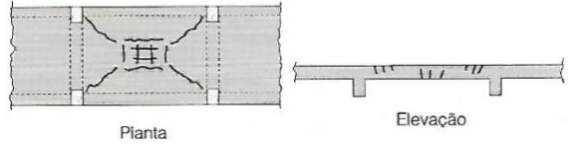
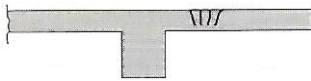
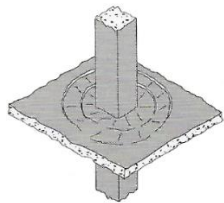
- Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em componentes de concreto armado

Segundo Thomaz (1989), a atuação de sobrecargas, sejam elas previstas ou não em projeto, pode provocar o surgimento de fissuras. Exceto os casos em que esses carregamentos causam instabilidade ou rompimento da estrutura, nos demais momentos, provocam redistribuição de tensões por todo o componente fissurado e muitas vezes, nos componentes vizinhos. Observam-se algumas ilustrações de configurações típicas dessas fissuras nos Quadros 2.3 e 2.4.

Quadro 2.3 - Principais configurações de fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em vigas de concreto armado. Fonte: HELENE, 1992.

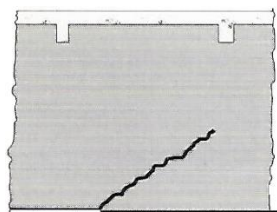
TIPO DE FISSURA	MANIFESTAÇÃO TÍPICA
Fissuras de flexão	
Fissuras de cisalhamento	
Fissuras de flexão na parte superior	
Fissuras de flexão e escorregamento da armadura	
Esmagamento do concreto	
Fissuras de torção	
Fissura provocada pela compressão localizada ou flambagem de armaduras	

Quadro 2.4 - Principais configurações de fissuras causadas pela atuação de sobrecargas em lajes de concreto armado. Fonte: HELENE, 1992.

TIPO	MANIFESTAÇÃO TÍPICA
Fissuras de flexão	 <p>Planta</p> <p>Elevação</p>
Fissuras de flexão em balanço	
Punção	

- Fissuras causadas por recalques diferenciados das fundações

Thomaz (1989) orienta que o aparecimento de fissuras pode ocorrer devido ao surgimento de tensões causadas por diferentes deformações do solo, afetando o plano das fundações de um edifício. Observa-se na Figura 2.10 a ilustração da manifestação típica deste tipo de fissura em paredes.

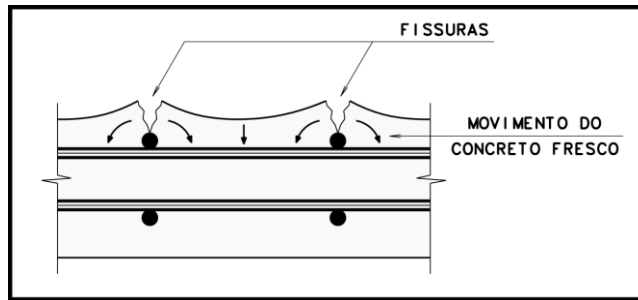


**Figura 2.10** - Fissura em estruturas de concreto armado devido a recalque diferencial.

Fonte: HELENE, 1992.

- Fissuras causadas por assentamento plástico e movimentação de fôrmas

Segundo Carmona Filho e Carmona (2013), este tipo de fissuração surge devido a erros no momento do escoramento das estruturas, retirada das escoras em ordem incorreta, adensamento do concreto decorrente de excessiva exsudação no estado plástico do concreto entre outras. A Figura 2.11 esquematiza o surgimento deste tipo de fissura.



**Figura 2.11** - Exemplo de fissura de assentamento plástico ou movimentação de fôrmas.

Fonte: CARMONA FILHO, CARMONA, 2013.

- Fissuras causadas por fenômenos químicos deletérios

Carmona Filho e Carmona (2013) afirmam que este tipo de fissura é provocado por esforços devido à expansão do concreto endurecido, provocada pelo excesso na massa, pela penetração de sulfatos ou pela utilização de agregados reativos com os álcalis do cimento.

#### 2.5.4 Manchas

Considera-se uma manifestação patológica do tipo mancha quando visualmente é notada uma alteração cromática ou de brilho em zonas circunscritas do revestimento e que contrasta com as regiões vizinhas (HENRIQUES *et al.*, 2004; FLORES-COLEN, 2009). As manchas comprometem a qualidade visual da superfície da fachada. Inicialmente começam a aparecer sujidade ou escorrimentos, posteriormente as áreas começam a escurecer, podendo ter sinais de umidade e inclusive com colonização biológica (GASPAR, 2009). Observa-se na Figura 2.12, um exemplo da manifestação patológica do tipo mancha.



**Figura 2.12** - Registro fotográfico de manifestações patológicas da tipologia mancha, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF.

Fonte: AUTORA, 2018.

As manchas podem ser resultantes de um ou mais defeitos construtivos ou originada a partir de outras manifestações patológicas, como por exemplo, eflorescência e colonização biológica. Como principais causas de manchas estão: sujidade (acumulação ou deposição de sujeira), umidade (umidade de obra, terreno, condensações, precipitação, vazamentos entre outras causas fortuitas), diferenças de tonalidade, colonização biológica (geralmente devido ao acúmulo e permanência de umidade) e vandalismo (ou causas fortuitas). A tipologia de mancha pode ser dividida em quatro diferentes níveis de degradação, conforme o Quadro 2.5 (MAGALHÃES, 2002; GASPAR, 2009).

Quadro 2.5 - Níveis de degradação de manchas. Fonte: adaptado de GASPAR; BRITO, 2003.

<b>NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO</b>
Nível 1	Sujidade superficial
Nível 2	Diferenças de cor e textura, mancha biológica, pichação, pontos de umidade
Nível 3	Manchas de umidade localizadas
Nível 4	Manchas indicadoras de infiltrações generalizadas com deterioração da superfície

- Mancha de Sujidade

De acordo com Carrio (2000), sujidade é todo e qualquer acúmulo e permanência de partículas encrustadas nas fachadas dos edifícios, tanto externamente (na superfície) quanto internamente (no interior dos poros dos componentes da fachada), causando o seu escurecimento. Uma partícula poluente, seja orgânica ou inorgânica, é considerado tudo aquilo que está em suspensão no ar ao redor dos edifícios e que é capaz de se depositar na superfície dos mesmos, seja devido à gravidade ou por carreamento.

Essas partículas também podem ter origem natural (corpúsculos orgânicos vindos de processos vitais dos vegetais, pólen de flores, areia fina, entre outros) ou artificial (resíduos eliminados a partir de atividades urbanas e industriais como o monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), entre outros). Um exemplo bastante recorrente é a crosta negra, a qual é definida como um escurecimento de superfícies devido ao acúmulo de poluentes atmosféricos e fuligem (dióxido de enxofre principalmente) que, em contato com a água e o oxigênio, resultam no ácido sulfúrico. Além do escurecimento, este composto deteriora os materiais mineralógicos presentes na superfície de fachadas (CARRIO, 2000).

Vários fatores importantes influenciam no processo de sujidade de uma fachada: ventos, água (da chuva e de condensação) e algumas características da fachada como textura

superficial, cor e geometria. Dessa forma, o escurecimento das fachadas é um processo estritamente físico e pode ser subdividido em dois tipos: sujidade por depósito e sujidade por lavado diferencial (CARRIO, 2000).

Carrio (2000) afirma que a sujidade por depósito consiste no acúmulo de partículas poluentes na superfície da fachada e no interior de seus poros superficiais. Sabendo-se que a interação água da chuva e fachada pode ter comportamentos heterogêneos devido a outros fatores (variação na velocidade de escoamento de água, relevos salientes, alterações de plano, diferentes graus de saturação dos poros, entre outros), podendo resultar em áreas com efeitos de lavagem mais intensos e outras regiões com um certo acúmulo de sujidade causando um efeito heterogêneo do lavado. A estas manchas dá-se o nome de sujidade por lavado diferencial.

- Mancha provocada por Eflorescência

Uemoto (1988) define eflorescência como a formação de depósito salino na superfície como resultado da exposição às intempéries. Em alguns casos, a manifestação patológica é de caráter apenas estético, no entanto, existem algumas situações em que os sais gerados e depositados na superfície podem ser agressivos e provocar grave degradação. Husni *et. al.* (2003) completa que o depósito desses sais que cristalizam na superfície do concreto é gerado por meio da lixiviação para a superfície de água percolada no interior do concreto.

Ferreira (2013) afirma que o fenômeno de carbonatação do concreto é o processo de reação físico-químico entre o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e os elementos que compõem o concreto, resultando principalmente no carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ). A carbonatação avança de fora para dentro e quando atinge a profundidade das armaduras pode despассивar a camada protetora, contribuindo para o início da corrosão. Para se determinar a profundidade de uma área carbonatada, devem ser feitos alguns testes: através de indicadores de pH a base de fenolftaleína ou timolftaleína, difração de raio-X, termogravimetria, análise térmica diferencial e microscopia eletrônica de varredura (SILVA, 2007).

Devem coexistir três fatores para que haja de fato a eflorescência: um certo teor de sais solúveis presentes nos elementos e componentes construtivos, umidade e migração da solução para a superfície por pressão hidrostática. Existem três principais tipos de eflorescência: tipo 1 (pó branco pulverulento e solúvel em água), tipo 2 (depósito branco com escorrimento, pouco solúvel em água, que na presença de ácido apresenta aspecto de efervescência) e o tipo 3 (depósito branco, solúvel em água e com efeito de expansão) (UEMOTO, 1988).

- Mancha por umidade

Considera-se mancha por umidade toda e qualquer região (também em forma de goteiras ou lâminas) com umidade, mais ou menos permanente e não prevista em projeto, presente no interior ou superfície de algum componente ou elemento construtivo (CARRIO, 2000).

Segundo Perez (1988), a frequência de surgimento deste tipo de problemática num edifício está associada à idade da construção, clima e materiais e/ou técnicas construtivas utilizados. Existe uma classificação genérica que tipifica os estudos sobre problemas com umidade em edifícios. Citam-se a seguir:

- a) Umidade de obra: tem origem durante a época de obra e perdura por um tempo após o seu término até desaparecer completamente;
- b) Umidade de absorção e capilaridade: a água presente no solo é absorvida pela fundação migrando para fachadas e pisos;
- c) Umidade de infiltração: a água da chuva é absorvida através dos elementos e componentes construtivos da envoltória do edifício;
- d) Umidade de condensação: proveniente de água que se condensa (vapor de água) no interior ou na superfície dos elementos construtivos;
- e) Umidade acidental: água vinda a partir de vazamentos do sistema de distribuição e/ou coleta do edifício.

#### 2.5.5 Perda de seção

Na presente pesquisa, considera-se como perda de seção toda e qualquer perda visível de massa do concreto aparente, conforme pode ser observado na Figura 2.13 a seguir. A perda de seção pode ocorrer entre dois concretos de idades diferentes (na interface de encontro entre as duas concretagens) ou entre as barras de aço das armaduras e o concreto. No caso da perda de seção entre dois concretos de idades diferentes, as possíveis causas deste fenômeno podem ser: a superfície de encontro está suja; houve um espaço de tempo grande entre as duas concretagens; não houve o devido preparo da junta de concretagem quando do surgimento de fissuras. Outros exemplos de causa para a perda de seção entre as barras de aço das armaduras e o concreto são: a expansão do aço devido à sua corrosão, o assentamento plástico do concreto, a dilatação ou retração excessiva das armaduras (principalmente devido a incêndios) e a aplicação de preparados inibidores de corrosão nas barras de aço (SOUZA; RIPPER, 2009).



**Figura 2.13** - Registro fotográfico da manifestação patológica perda de seção, realizado na fachada do edifício da Biblioteca Central da Universidade de Brasília, em Brasília/DF. Fonte: AUTORA, 2018.

Gaspar (2009) cita como subcategoria da perda de seção, o destacamento. O autor ainda subdivide esta subcategoria em alguns itens, entre eles, cita-se o descolamento (identificado pelo som cavo), o desprendimento (separação definitiva do substrato) e a lacuna (perda de material). A desagregação do concreto causa a perda da resistência entre os agregados e da capacidade aglomerante da pasta (CASTRO *et al.*, 2009).

A metodologia GDE/UnB, desenvolvida por Castro *et al.* (2009), aponta como subitem da categoria desagregação, o estofamento do concreto, e o considera como de baixa intensidade. Em seguida, o mesmo método aponta como subitem da categoria deslocamento, as escamações do concreto, e categoriza este subitem como de baixa gravidade também. A metodologia considera de importante gravidade quando são observadas desagregação por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto e, para deslocamento, quando há lascamento de grandes proporções com exposição de armadura e lascamento acentuado com perda relevante de seção (CASTRO *et al.*, 2009).

#### 2.5.6 Corrosão da armadura

A corrosão é o processo de deterioração dos materiais pela ação química ou eletroquímica do meio, estando ou não associado a esforços mecânicos. Este fenômeno pode reduzir a resistência mecânica e valor estético dos materiais atingidos (ANDRADE, 1992). A Figura 2.14 ilustra este tipo de manifestação patológica.



**Figura 2.14** - Registro fotográfico de uma mancha de corrosão, realizado em uma das fachadas do Anexo do Palácio Itamaraty, em Brasília/DF. Fonte: AUTORA, 2018.

Andrade (1992) cita dois papéis fundamentais desempenhados pelo concreto que permitem a durabilidade das armaduras, evitando a corrosão: a barreira de proteção física feita pelo cobrimento de concreto e a alta alcalinidade do concreto formando uma camada passiva sobre o aço e o mantendo inalterado por algum tempo. No entanto, apesar de o concreto proporcionar algumas proteções ao aço, o mesmo componente pode também provocar a corrosão das armaduras.

O concreto é um componente poroso que permite a entrada de agentes agressivos. Sua massa pode também trazer consigo algumas substâncias nocivas ao aço. Andrade (1992) também cita que o ambiente em que se encontra o edifício também pode ser um importante fator agressivo.

A corrosão de armaduras costuma apresentar sintomas visíveis de manchas de óxidos/hidróxidos na superfície de concreto, podendo haver destacamentos ou fissuras paralelas às armaduras. Para um diagnóstico mais efetivo da corrosão de armaduras, necessita-se que haja um exame visual, que em casos mais complexos, pode ser necessário a realização de ensaios em amostras (ANDRADE, 1992). O Quadro 2.6 apresenta os níveis de danos em função da sua aparência, que auxiliam no diagnóstico.



Quadro 2.6 - Níveis de corrosão em função da aparência.

Fonte: ANDRADE, 1992; baseado no Boletim 162 do CEB.

INDICAÇÕES VISUAIS	NÍVEIS DE DANOS				
	A	B	C	D	E
Troca de cor	Manchas de corrosão	Manchas de corrosão	Manchas de corrosão	Manchas de corrosão	Manchas de corrosão
Fissuração	Alguma longitudinal	Várias longitudinais Algumas em estribos	Generalizada	Generalizada	Generalizada
Destacamento do cobrimento		Pouco	Generalizado	Em zonas onde o aço não está em contato com o concreto	Em zonas onde o aço não está em contato com o concreto
Perdas de seção do aço (*)		~ 5%	~ 10%	~ 25%	Estribos seccionados
Flechas				Possíveis	Visíveis

(\*) Perda de seção =  $(\Delta A_s)/A_s = t_0/a\phi$  sendo  $t_0$  a espessura dos produtos da corrosão,  $\phi$  o diâmetro nominal das barras e  $a=1$  para óxidos/hidróxidos puros e  $a=2$  para produtos de corrosão com material dimentante.

## 2.6 DEGRADAÇÃO E GRAVIDADE ENTRE AS TIPOLOGIAS DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

Retomando o conceito de degradação, feito no início do Capítulo 1, sabe-se que a mesma indica a redução de desempenho dos edifícios ou de suas partes devido à atuação dos agentes de degradação (BS ISO 15686-2:2012). Já os mecanismos de degradação explicam como um elemento de construção se comporta (mudança de uma propriedade ou característica crítica), a partir de sua exposição a esses mesmos agentes.

Del Mar (2007) recomenda analisar os fatores de origem das falhas para apurar as responsabilidades. Resumidamente, ele aponta as seguintes tipologias: anomalias geradas por fatores endógenos (ou internos) que são aqueles relacionados à própria construção, incluindo os projetos, serviços e materiais, anomalias geradas por fatores exógenos (ou externos) à própria edificação, sendo produzidos por terceiros, anomalias causadas por fatores naturais, assim entendidos aqueles derivados da natureza, como abalos sísmicos, inundações, vendavais e outros e anomalias causadas por fatores funcionais, que são aqueles decorrentes da falta ou inadequada conservação e manutenção da construção.

Dentre as principais causas de degradação das estruturas de concreto, Souza e Ripper (2009) apontam as ações físicas (variação térmica, insolação e a umidade), químicas (águas agressivas e puras, ácidos e sais), inadequação ao ambiente e ações biológicas. Percebe-se que grande parte desses agentes agressivos são externos às estruturas, dessa forma, elas se deteriorarão mais rapidamente à medida que ficarem mais vulneráveis ao ataque desses agentes agressivos. Como citado anteriormente, existem vários tipos de natureza e classe dos agentes de degradação, o Quadro 2.7 mostra, portanto, estas classificações.

Quadro 2.7 – Natureza e classe dos agentes de degradação.

Fonte: ISO 15686-2:2012, adaptado de ISO 6241, 1984.

NATUREZA	CLASSE
Agentes mecânicos	Gravidade; Cargas e deformações impostas ou restringidas; Energia cinética; Vibrações e ruídos
Agentes Eletromagnéticos	Radiação; Eletricidade; Magnetismo
Agentes térmicos	Níveis extremos ou alterações bruscas de temperatura
Agentes químicos	Água e solventes; agentes oxidantes; agentes redutores; Ácidos; Bases; Sais; Agentes quimicamente neutros (poeira, gordura, sílica)
Agentes biológicos	Vegetais (plantas, raízes); Microbianos (bactérias, fungos e bolor); Animal (insetos, aves, roedores, cupim); Algas

Shohet *et al.* (1999) apresentaram quatro níveis de gravidade para alguns danos. O método adotado aborda a caracterização da manifestação patológica e seu respectivo nível de degradação. Esta classificação pode ser melhor observada no Quadro 2.8.

Quadro 2.8 - Níveis de degradação conforme o fenômeno visual da manifestação patológica.

Fonte: adaptado de GASPAR; BRITO, 2003; SHOHET *et al.*, 1999.

NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO
Nível 1 (bom)	Sujidade superficial
Nível 2 (degradação ligeira)	Diferenças de cor e textura Pequenas fissurações Fungos e líquenes (bolor) Pichação Pontos de umidade
Nível 3 (degradação moderada)	Fissuração localizada Fissuração profunda em cantos, vãos ou esquinas Infiltrações ou manchas de umidade localizadas Início de eflorescências Deterioração da superfície
Nível 4 (degradação generalizada)	Manchas indicadoras de infiltrações generalizadas, com deterioração da superfície Perda de adesão entre camadas

De acordo com a norma de inspeção predial IBAPE/SP (2011), para a elaboração de laudos, considera-se como critério a análise do risco oferecido aos usuários, ao meio e ao patrimônio, conforme as condições técnicas (uso, operação e manutenção do edifício) e de exposição ambiental. O grau de risco dos danos pode então ser classificado em:

- Crítico: capaz de provocar danos contra a saúde e segurança dos usuários e/ou do meio. Pode causar também perda excessiva de desempenho, provocando possíveis paralisações, aumento de custo e desvalorização acentuada;
- Regular: pode provocar perda de funcionalidade (com possibilidade de recuperação) sem afetar diretamente a operação dos sistemas;
- Mínimo: é capaz de causar pequenos prejuízos (baixo comprometimento do valor imobiliário) à estética ou atividade planejada.

## **2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO**

A partir das teorias abordadas no presente capítulo, ressalta-se as categorias de manifestação patológica que são contempladas no presente método: ataque biológico (incidência pontual de ataque biológico; vegetação daninha com caule e raízes frágeis e mancha provocada por algas; bolor e ataque provocado por dejetos de animais), fissura (0-0,2 mm; 0,2-0,4 mm; 0,4-0,6 mm; maiores que 0,6 mm), manchas (sujidade por lavado diferencial; sujidade por depósito; ações humanas fortuitas; eflorescência; umidade localizada; umidade generalizada), perda de seção (lascamento ou esfoliação pontual do concreto; desagregação do concreto; destacamento de concreto com exposição da armadura; destacamento, esfoliação, desagregação ou esmagamento de concreto com perda significativa de massa do elemento estrutural) e corrosão de armadura (pontos de corrosão sem fissuras no concreto; manchas de corrosão com fissuras no concreto; manchas de corrosão com fissuras e perda de seção do concreto; perda de seção do aço e/ou barra de aço seccionada). Por meio desta categorização, é possível estabelecer as devidas associações entre as categorias de manifestações patológicas e suas respectivas gravidades (melhores detalhadas no capítulo 5).



(por meio de percentagem, classificação, tipologias, tratamento por computador, matriz de correlação, entre outros), para posteriormente comunicá-los. O mapa é também, portanto, uma representação gráfica que pode ser, ao mesmo tempo, um instrumento de pesquisa e de comunicação (ARCHELA, 1999).

Bertin (1967) argumenta que a representação gráfica é um tipo de linguagem ilustrativa de caráter bidimensional e atemporal capaz de transmitir informações e observações por meio de um instante mínimo de percepção visual, devendo estar isenta de ambiguidades. Martinelli (1991) ainda afirma que o plano bidimensional pode ser utilizado de várias formas conforme a natureza das correspondências que se deseja estabelecer. Carvalho e Moura (2008) completam que logo conhecida a natureza dos dados, é possível classificá-los e, em seguida, adotar o tratamento gráfico ideal para aquele tipo de informação.

Segundo Duarte (1991), a cartografia temática assume a função de representar algo específico ou especial, contrastando com aquelas representações de uso geral. Dessa forma, os mapas temáticos são destinados a um público específico ou especial. Martinelli (1991) completa que o mapa temático representa certo número de conjuntos espaciais resultantes do tipo de fenômenos que são considerados objeto de estudo desses determinados grupos científicos.

A partir do exposto, conclui-se que o mapa de danos é pertencente ao conjunto de mapas temáticos e, assim como qualquer outro tipo de documentação cartográfica, estabelece um processo de comunicação com o leitor. No entanto, para que seja possível transmitir a informação de forma exclusivamente visual, as manifestações patológicas representadas no mapa de danos também devem ser perceptíveis ao olho humano. O Quadro 3.1 traz a diferença entre a deterioração não-visível da visível. Apesar de ser destinada aos estudos de materiais pétreos, pode servir como parâmetro para outros tipos de elementos e componentes construtivos.

Ao analisar o Quadro 3.1, percebe-se que as deteriorações visíveis são aquelas que possuem dimensões mínimas em milímetros (mm). Dessa forma, considera-se que o mapa de danos representa todas as deteriorações com escala mínima em milímetros, desde que possam ser enxergadas a olho nu.

Quadro 3.1 - Quadro de escalas de deterioração em pedras.

Fonte: feito por VILES *et al.* (1997), modificado por FITZNER (2016) e traduzido pela AUTORA (2018).

ESCALA		PARÂMETROS	CIÊNCIAS
Deteriorações não-visíveis	Nano escala < mm	Mudanças de propriedades das pedras –composição, textura, porosidade, resistência etc.	Geociências, ciências dos materiais, química, física, microbiologia
Deteriorações visíveis	Microescala mm a cm	Perda de cor, massa, micromorfologia	Engenharia estrutural e arquitetura
	Meso escala cm a m	Fenômeno de deterioração – <i>weathering forms</i>	
	Macro escala (fachadas inteiras ou monumentos)	Estabilidade estrutural, aparência estética	

### 3.2 TEORIA CARTOGRÁFICA

De acordo com Carvalho e Moura (2008), na Cartografia existem alguns estudos sobre tratamento gráfico da informação, entre eles cita-se a Semiologia Gráfica (Neográfica). Portanto, este item pretende expor as principais contribuições acerca dessa teoria.

Bertin (1967) afirma que a apresentação de um dado é baseada na Semiologia Gráfica, cuja representação é feita por meio de variáveis visuais ou elementos gráficos, respeitando sempre a bidimensionalidade e a atemporalidade. Esta teoria promove relações de semelhança, de ordem e de proporcionalidade entre o conjunto de dados a partir de propriedades do plano, definindo um sistema de sinais. Qualquer associação entre os objetos a serem exibidos podem ser expressos por meio de seis variáveis visuais, quatro propriedades no que se refere aos níveis de organização dos dados e três modos de implantação, observados na Figura 3.2 a seguir.

A identificação de algumas características nas representações pode destacar as denominadas variáveis visuais. São, portanto, todas as formas encontradas para se representar, por meio de imagens, os dados de uma representação gráfica, podendo ser: as duas dimensões do plano (x,y), de tamanho, de valor, granulação, cor, orientação e forma. Essas propriedades gráficas podem ser trabalhadas por meio de pontos, linhas ou áreas (zonas), os quais são conhecidos por modos de implantação (forma como serão estabelecidos os dados na representação gráfica: pontual, linear ou zonal). A associação entre os fenômenos e seus objetos pode ser expressa por meio de relações quantitativas, quando os dados são de natureza numérica e são estabelecidas relações de proporção entre eles, de ordem, quando os dados

apresentam hierarquia, seletivas, quando os dados apresentam diferença entre si e associativa, quando os dados apresentam semelhança entre si (BERTIN, 1967).

Variáveis visuais	Nível de Organização (NO)			Modo de Implantação (MI)		
				Pontual	Linear	Zonal
Tamanho	Q	O	≠			
Valor		O	≠			
Granulação		O	≠ ≡			
Orientação			≠ ≡			
Cor			≠ ≡			Os elementos podem assumir várias cores: vermelho, azul, verde, amarelo, etc. 
Forma			≠ ≡			

sendo as representações Q (quantitativa) O (ordenada) ≠ (seletiva) ≡ (associativa)

preferencialmente

**Figura 3.2** - Quadro-Resumo da Semiologia Gráfica de Bertin.

Fonte: CASTRO, 2004; adaptado de BERTIN, 1967.

Segundo Diniz e Smole (2010) *apud* Gonçalves (2015), a ideia de localizar pontos em um plano é antiga na matemática. Entretanto, o sistema utilizado atualmente e conhecido por plano cartesiano, originou-se por volta do século XVIII, como fruto dos trabalhos do matemático e filósofo René Descartes. De acordo com Rocha (2004), a determinação de um ponto (coordenada geográfica) da carta ou mapa, se baseia no plano cartesiano da matemática que situa pontos formados a partir de pares ordenados (x, y). Segundo Pinto (2011), o gráfico

é uma ferramenta de representação, que dentro do plano cartesiano, é capaz de trazer informações numéricas sobre os dados em análise. No caso do volume, a curva de nível topográfica é um bom exemplo. Ela é composta por uma linha imaginária do terreno cujos pontos que a formam encontram-se numa mesma altitude, acima ou abaixo de uma determinada superfície escolhida para ser a referência. Isto proporciona ao leitor do mapa, uma ideia aproximada de altitude de todo e qualquer ponto ali representado graficamente (IBGE, 2008).

Conforme a ciência avançava, muitas foram as tentativas de se encontrar uma conceituação para a cor. Guimarães (2000) cita que Aristóteles (c. 384-322 a.C.) afirmava que a cor era uma propriedade dos corpos, passando por Newton (1704), que associou a cor com a luz até algumas contribuições de pensadores como Goethe (Doutrina das Cores de 1810).

Goethe (2011) afirma que o cinza é o equilíbrio entre o claro e o escuro e que a noção perceptiva do grau de escuridão ou claridade proporcionado por determinado tom de cinza, pode variar de acordo com o fundo onde a imagem se encontra, podendo ser considerado um indicativo de profundidade (SALLES, 2000; BACH JÚNIOR, 2015).

Para Aumont (1993) *apud* Guimarães (2000), a cor era definida por três características: matiz (comprimento de onda), saturação (pureza da cor) e luminosidade (teor de brilho). Atualmente, os softwares de desenho gráfico passaram a utilizar os seguintes termos: tom (mesmo que matiz), saturação e brilho. De acordo com Gaspar (2009), o modelo conhecido por padrão RGB, sigla que significa: *red*, *green* e *blue* (tradução: vermelho, verde e azul), considera que todas as cores estão dispostas em um espaço tridimensional. Dentro desse espaço, os eixos correspondem às cores vermelho, verde e azul, estando graduados de 0 a 255. Dessa forma, cada cor corresponde a uma coordenada RGB (x,y,z) específica, variando de 0 a 255 (GASPAR, 2009).

A cor possui poder de expressão e traz consigo um significado, podendo ser vista como um meio de comunicação. Um objeto com cor passa a se tornar um signo. Dessa forma, a cor pode ser vista como um elemento da linguagem visual, podendo assumir, inclusive, uma codificação cultural, como por exemplo, a sinalização de trânsito. O vermelho transmite a ideia negativa de perigo e proibição, contrapondo a mensagem do verde que transmite a ideia de permissão e segurança. Dessa forma, pode-se concluir que o signo que passa uma informação negativa tende a ser mais forte (GUIMARÃES, 2000).

No âmbito cultural, muitas outras propostas de sinalização foram implantadas utilizando-se da comunicação e efeito visual provocado por certas cores. Um exemplo disso foi o código



de cores criado por John Cooper para as forças armadas. Kerfman (2013) afirma que esse código indicava, por meio de determinadas cores, para que nível de alerta os oficiais deveriam estar preparados mentalmente. Cooper (1985) estabeleceu os seguintes critérios: a condição amarela (estado de alerta mínimo), a condição laranja (estado de alerta intermediário) e a condição vermelha (estado de alerta máximo).

Em relação à variável forma, Bertin (1967) a aponta em casos de dados associativos, onde todas as relações indicadas com o mesmo símbolo, similar ao assunto em questão, indicam a mesma coisa. Rodrigues e Souza (2008) complementam que esta variável representa ocorrências qualitativas, podendo ter formatos geométricos ou pictóricos.

Segundo Bertin (1967), a variável orientação é indicada para dados seletivos, e em alguns casos para os associativos, e pode ser uma substituição da variável cor. No entanto, a representação se limita a no máximo quatro dados distintos, visto que são possíveis as posições de orientação horizontal, vertical e inclinada para a direita e esquerda.

Para dados seletivos que também sejam ordenados, ou seja, usados para ocorrências diferenciadas, Bertin (1967) recomenda a variável granulação ou textura. Segundo Carvalho e Moura (2008), o que dá noção de comparação é a espessura da hachura.

### **3.3 A CARTOGRAFIA COMO MÉTODO CIENTÍFICO**

Segundo Archela (1999), pesquisas de diversas áreas buscam compreender e analisar imagens que remetem a ideias concretas ou abstratas. Nesse sentido, a autora acrescenta que muitas dessas pesquisas consideram as imagens como uma forma de estabelecer uma comunicação entre os homens. Uma imagem pode ser qualquer documento que se utiliza das duas dimensões do plano, mostrando-se visualmente a um momento qualquer, seja em um texto como ilustração ou como um instrumento para orientar o discurso científico (ARCHELA, 1999).

Bertin (1967) considera que a imagem gráfica como objeto de análise é a forma visual consideravelmente reconhecida instantaneamente por meio da percepção. E sua utilização pode variar conforme o contexto histórico, cultural, geográfico e a sua inserção em um meio específico (com espaço, regras e leis enunciadas). Archela (1999) ainda ressalta que uma das formas de se estudar as imagens é analisar seus elementos e as relações entre suas partes, na tentativa de compreendê-la pelo processo de decodificação.

Considerando a imagem do tipo figurativa e simbólica (onde signo antecede a palavra), a imagem gráfica é monossêmica, pois recusa antecipadamente o significado que já está ligado

a um conjunto de signos entendidos por determinado grupo (BERTIN, 1967). Dessa forma, Archela (1999) conclui que a interpretação já está definida e determinada. Sob este olhar, a imagem é tão exata e objetiva quanto a matemática, pois já se deduz a partir das definições iniciais. Uma representação gráfica efetiva e visualmente organizada permite a memorização de um grande volume de informações, no entanto, o controle dos elementos “estéticos”, ou seja, reduzir a polissemia da imagem é um trabalho exaustivo (ARCHELA, 1999).

A atual renovação de dados estatísticos exige a formatação de imagens cartográficas dinâmicas e atualizadas (que vão além do nível elementar da informação), conseguindo dessa forma, corresponder às expectativas do leitor que procura pelas informações. É necessário, portanto, a busca pela utilidade do mapa. É possível considerar os estudos cartográficos como uma metodologia de pesquisa porque permite a análise de um problema por meio de questões pertinentes, tais como: que tipo de relações existem entre as coisas e que tipo de coisas os signos simplificam (ARCHELA, 1999).

### 3.4 ELABORAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS

Archela (1999) orienta que, para a construção de um mapa, deve-se inicialmente colocar no papel todos os elementos gráficos de uma mesma componente e suas possíveis posições ou coordenadas. Devem ser feitos questionamentos do tipo: onde (diz respeito à sua posição), o que, em que ordem e quanto (são utilizadas variáveis visuais de acordo com cada tipo de informação que se queira transmitir, dando a ideia de diversidade/similaridade, ordem ou proporcionalidade). O Quadro 3.2 descreve algumas etapas para a elaboração de uma representação gráfica. Vale ressaltar que o tema da representação é o ponto de partida.

Quadro 3.2 - Etapas para a elaboração de uma representação gráfica.

Fonte: BERTIN (1986); ARCHELA (1999).

ETAPAS DE DECISÃO	INTERVENÇÃO GRÁFICA
Definir o problema Construir o quadro de dados	Análise matricial do problema (definição de questões)
Adotar uma linguagem de tratamento Tratar os dados, categorizando os dados exaustivos	Tratamento gráfico da informação (descobrir as respostas)
Interpretar para decidir e comunicar os dados simplificados	Representação gráfica de comunicação (comunicar as respostas esperadas)

Toda representação gráfica começa por uma tabela de dados ou matriz. Dessa forma, a representação cartográfica é o tratamento e transcrição dessa matriz. A matriz é formada pela

associação entre componentes gráficos, os quais são os conceitos variáveis pertencentes a grupos de natureza distintas, que quando agrupados, estabelecem uma comunicação com o leitor de forma a transmitir as informações pretendidas. Nessa matriz estão alocados os dados gráficos (todos os elementos relacionados com os componentes gráficos), por meio de grupos de objetos e de atributos (relações Z). Entende-se por atributo gráfico, todo dado que, por natureza, é capaz de atribuir características a outros dados. E por objeto gráfico, todo dado passível de caracterização e que, por esse motivo, possui propriedades particulares que o diferencia dos demais (BERTIN, 1967; ARCHELA, 1999).

Em relação ao tratamento gráfico dessas informações, esta etapa corresponde à forma de intervenção gráfica. Nesse momento, são escolhidas as representações gráficas por meio da simplificação e análise da matriz. Essa simplificação dos dados tem como intuito a descoberta das relações entre os dados. A representação gráfica, portanto, pode ser vista como a simplificação da informação complexa que facilite a memorização e o tratamento dos dados, e deve ser formatada de tal forma que seja possível a leitura tanto do detalhe quanto do conjunto e o contrário (ARCHELA, 1999).

Tanto o pesquisador que elabora o mapa quanto o leitor possuem a mesma noção perceptiva diante da matriz. Dessa forma, ao ser elaborada a representação gráfica, deve-se analisar as questões (implícitas e explícitas) que podem ser feitas pelo usuário. Estes questionamentos (de quantidade limitada) são de mesma natureza e estão relacionados com a tabela de dados. A representação gráfica não se limita a imagem. Ela deve ser vista como um instrumento de memorização, capaz de estabelecer classificações e categorizações. Por esse motivo, a representação gráfica deve ser formatada por várias vezes, até que se consiga revelar todas as possíveis relações de seu conteúdo (ARCHELA, 1999).

### **3.5 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM TEXTOS NORMATIVOS**

Por mais que a teoria cartográfica forneça os embasamentos necessários para a formatação do método proposto na presente pesquisa, a análise de textos normativos, encontrados na literatura sobre o assunto, pode facilitar o entendimento dessa teoria na prática, especialmente no que diz respeito à representação gráfica das manifestações patológicas.

O documento técnico italiano NORMAL 1/88<sup>5</sup> traz padrões de representação gráfica com descrição, terminologia e definições de alterações identificadas em materiais de pedras naturais e artificiais. Apesar desta norma ter sido substituída pela UNI 11182:2006<sup>6</sup>, este documento é uma importante fonte de informações sobre como as manifestações patológicas podem ser representadas. A seguir, o Quadro 3.3 traz alguns exemplos dessas representações encontradas na antiga NORMAL 1/88.

Enquanto a NORMAL 1/88 recomendava o registro fotográfico, a descrição, denominação da manifestação patológica e a sua simbologia gráfica, a UNI 11182:2006 não contempla a representação gráfica por meio de símbolos, ou seja, estabelece a fotografia como a única forma de registro visual. Ao ser analisada a norma italiana UNI 11182:2006, verifica-se que são trazidas definições e descrições minuciosas para cada alteração e/ou degradação e em seguida, um registro fotográfico ilustrando o fenômeno de maneira a esclarecê-lo e representá-lo, como demonstrado na Figura 3.3.

Ao observar o registro fotográfico da Figura 3.3 e a simbologia adotada pela NORMAL 1/88, exemplificada na Figura 3.6, percebe-se certa compatibilidade visual entre todas as representações, com clara semelhança visual entre o que é apresentado na fotografia e a sua representação simbólica gráfica. Nota-se, portanto, uma preocupação em representar o fenômeno pelo efeito visual que ele provoca.

Gallois (2009) produziu para o IPHAN uma normativa para representação de danos de materiais lapídeos baseado na metodologia da ICCROM-UNESCO (*Stone Conservation Course*, Venezia, 2009), conforme a normativa italiana UNI 11182:2006, já mencionada. Utilizando o mesmo exemplo dos documentos normativos anteriores, ao observar a Figura 3.4, percebe-se certa semelhança gráfica com a simbologia da Figura 3.6, adotada na NORMAL 1/88, e mesmo sendo um documento baseado na normativa UNI 11182:2006 mais atualizada, ainda assim, a autora optou pela representação gráfica da manifestação patológica por meio de simbologia gráfica ao invés de trazer um registro fotográfico da mesma.

---

<sup>5</sup>Esta norma, escrita originalmente em italiano, apresentava as diferentes formas de alteração e/ou degradação, visíveis a olho nu, em materiais pétreos naturais e artificiais, bem como a definição e sua respectiva representação gráfica (foi substituída pela UNI 11182 desde abril de 2006) (AUTORA, 2018).

<sup>6</sup>Esta norma, escrita originalmente em italiano, apresenta as diferentes formas de alteração e/ou degradação, visíveis a olho nu, em materiais pétreos naturais e artificiais, bem como a escolha e definição de seus termos mais recorrentes (em vigor desde abril de 2006) (AUTORA, 2018).

Quadro 3.3 - Algumas representações gráficas para danos em pedras. Fonte: NORMAL 1/88.

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Alteração cromática		Pátina biológica	
Eflorescência		Presença de vegetação	
Fissura		Mancha	

3.2

**alveolizzazione:** Presenza di cavità di forma e dimensioni variabili, dette *alveoli*, spesso interconnesse e con distribuzione non uniforme.

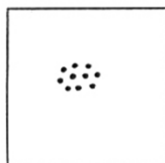
figura

4

Materiale ceramico



Figura 3.3 - Registro fotográfico e descrição do dano. Fonte: UNI 11182:2006.



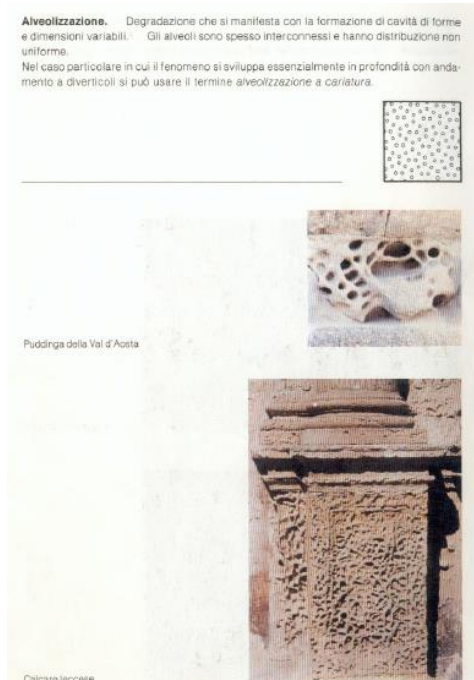
### III.3. Pitting – Alveolização

Furos na superfície - pequenos furos de perdas de material (SC 09 Stone Conservation Course, 2009).

Degradação que se manifesta como um conjunto de pequenas cavidades de tamanhos e dimensões diversas. (HAAS, 2003, p.47)

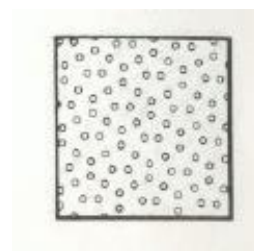
Figura 3.4 - Simbologia gráfica e descrição do dano.

Fonte: ICCROM-UNESCO/ SUPERINTENDÊNCIA DO IPHAN/RJ; GALLOIS (2009).



**Figura 3.5** - Registro fotográfico, simbologia gráfica e descrição da manifestação patológica.

Fonte: NORMAL 1/88.



**Figura 3.6** - Simbologia gráfica da manifestação patológica em questão.

Fonte: NORMAL 1/88.

### 3.6 COMPONENTES E IDENTIFICAÇÃO EXTERNA

Archela (1999) destaca que a representação gráfica utiliza apenas da relação entre os signos ao transcrever a informação. A leitura do signo abrange a leitura da identificação externa e interna das representações gráficas. Fazem parte dessa leitura: título, escala, orientação e legenda, os quais devem contribuir de alguma forma para a compreensão imediata do mapa, evitando ambiguidades. As relações entre os objetos e seus fenômenos é mais importante que o próprio esclarecimento entre o símbolo utilizado e seu significado (BERTIN, 1967). A legenda é um bom exemplo de codificação, a qual indica os signos que fazem parte da imagem e a relação entre os diferentes significantes (cores, formas, entre outros) e suas respectivas interpretações (OLIVEIRA, 2004).

Outro elemento fundamental em um mapa é a escala. Oliveira (2004) afirma que dependendo da redução que a real medida sofreu para conseguir ser reproduzida em um mapa, a escala pode ser classificada em grande, média e pequena. Uma escala grande, por exemplo, indica que as medidas reais sofreram pouca redução, e é possível representar os elementos com maior riqueza de detalhes. A presença de escala é imprescindível, pois é a referência para as medidas a serem realizadas e para uma melhor noção do quanto a real dimensão foi

reduzida. Portanto, a escala é um elemento que interfere diretamente no processo de comunicação, pois a escolha do seu tipo vai determinar o que poderá ser representado no mapa (OLIVEIRA, 2004).

### **3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO**

O presente capítulo apresentou algumas abordagens da teoria-base da Cartografia que podem ser adotadas para qualquer tipo de representação gráfica, independentemente de sua área do conhecimento. As referências abordadas no presente capítulo serviram como uma das diretrizes para a formatação do método. Dessa forma, buscou-se o embasamento teórico cartográfico que proporcionasse o rigor científico necessário para a formatação do método de representação gráfica para mapa de danos.

Muito embora a tecnologia tenha contribuído para o avanço na qualidade e detalhamento gráficos e na captura de imagens fotográficas de alta resolução, o conhecimento e a habilidade em cartografar mapas devem estar em concordância com essas contribuições fundamentais, sustentando assim, a eficácia na comunicação. Portanto, as teorias cartográficas serviram de alicerce para as escolhas das representações gráficas das manifestações patológicas.

A revisão de alguns textos normativos facilitou o intercâmbio de informações entre o campo teórico da Cartografia e o campo prático de representar graficamente as manifestações patológicas. A partir da análise e comparação entre esses textos, foi possível também identificar certa semelhança entre as representações gráficas adotadas nos textos normativos apresentados anteriormente, facilitando assim, a escolha dos padrões de representação gráfica no presente método.

## **4 MAPA DE DANOS: APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE UMA AMOSTRA DOCUMENTAL**

Como embasamento para o presente trabalho, foi feita uma pesquisa documental acerca de tipologias de mapas de danos. De acordo com Costa (2010), a tipologia de mapas de danos é a linguagem gráfica utilizada para representar o dano encontrado, abrangendo várias formas de representação, tais como símbolos, linhas, manchas de cores ou texturas, índices de letras ou números, fotografias, mapas com fichas técnicas, podendo conter mais de uma linguagem gráfica em um mesmo registro.

Posto isto, foram selecionados sete exemplares de mapas de danos, resultados de trabalhos científicos publicados, para compor uma amostra. Como critérios de escolha e composição da mesma, levou-se em consideração os exemplares encontrados que mais fossem representativos e que trouxessem análises peculiares e de relevância para o presente estudo. Para cada documento apresentado<sup>7</sup>, foi feita uma análise conforme sua tipologia e forma de apresentação gráfica, em especial, o método de representação gráfica adotado, permitindo a identificação dos elementos gráficos essenciais. A análise da amostra permitiu tirar conclusões para compor uma das diretrizes para a elaboração do método proposto neste trabalho. Logo após as análises individuais, é feito um estudo geral sobre a amostra.

### **4.1 MAPA DE DANOS 01 (M01)**

Fitzner (2016) produziu um mapa de danos para o monumento túmulo de pedra natural de numeração 778, localizado na cidade de Petra, na Jordânia. Com o intuito de registrar e avaliar os tipos de rocha identificados no monumento e acompanhar os seus fenômenos de deterioração, Fitzner (2016) produziu, dentre outros registros, o mapa de danos ilustrado na Figura 4.1 a seguir.

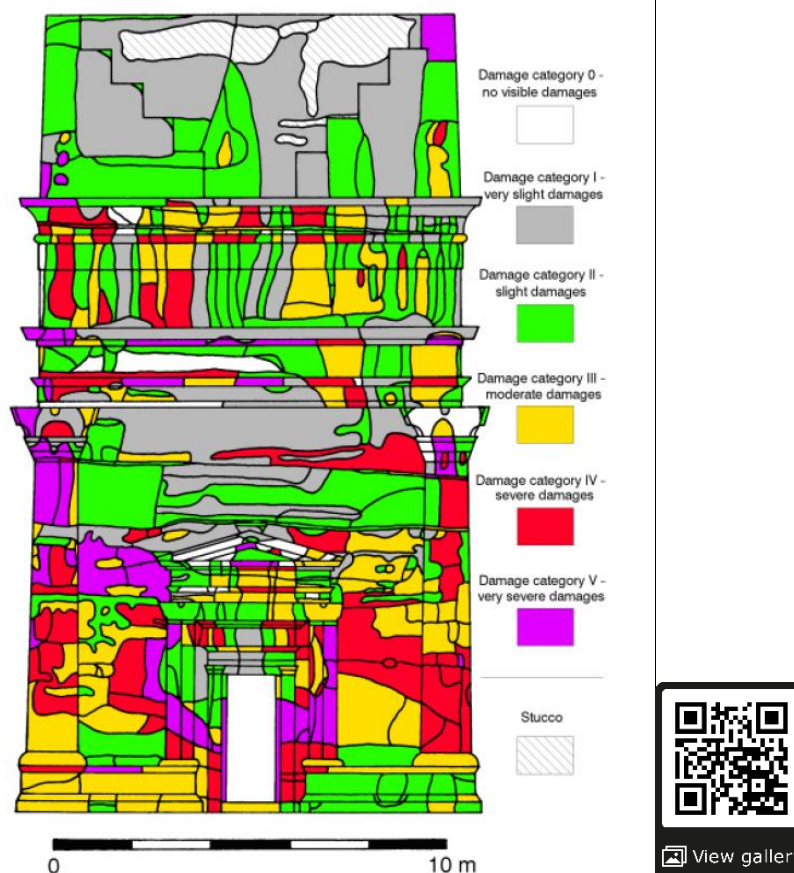
Esta tipologia de representação é resultado de uma composição gráfica que se utiliza do efeito visual causado pelas manchas de cores na textura sólida, representadas no desenho gráfico da estrutura. Dessa forma, automaticamente as regiões que possuem a mesma coloração podem ser associadas à mesma categoria de gravidade. Após a leitura e interpretação da legenda, percebe-se que assim como as categorias de danos estão ordenadas conforme uma escala de gravidade, as cores também podem transmitir essa ideia. O branco

---

<sup>7</sup> Para cada um dos exemplares de mapas de danos, existe um QR Code que direciona o acesso ao arquivo original, facilitando assim, a nitidez na visualização de cada documento gráfico em questão. Passos para acesso ao arquivo: leitura do QR Code por meio de aplicativo, pedir para abrir no navegador, clicar na imagem ou em ver pdf para abrir o arquivo em modo visão ampliada (possibilitando a utilização da ferramenta *zoom*).



indica ausência de dano e as cores mais intensas indicam a presença de dano em diferentes graus. A escolha das cores sugere uma ordem crescente de severidade: as cores dos danos registrados vão tomando colorações mais fortes e vivas conforme vão se tornando mais graves.



**Figura 4.1** - Mapa de danos do túmulo de numeração 778 (Petra, Jordânia).

Fonte: FITZNER, 2016.

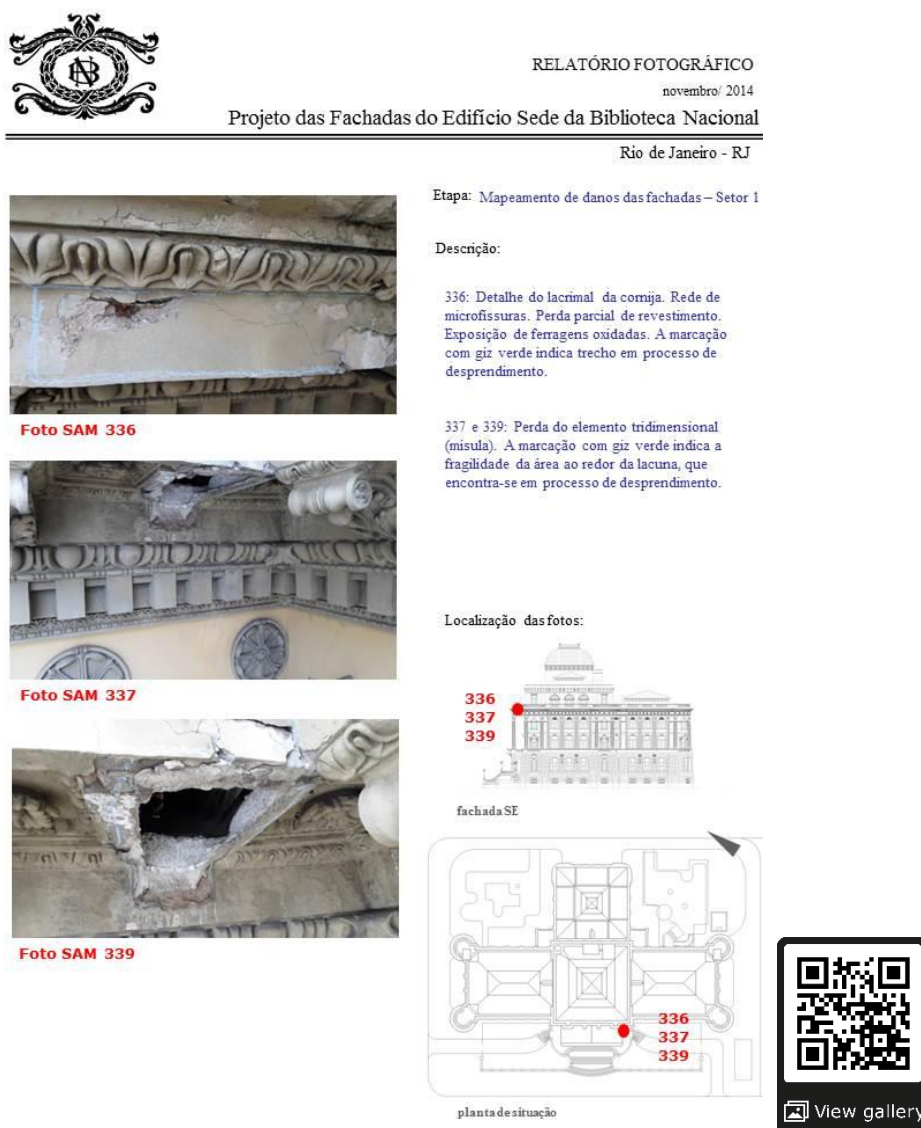
Apesar do presente documento trazer informações sobre a gravidade das anomalias registradas, não é informada a tipologia ou categoria das mesmas, tornando o registro mais genérico. Nota-se também que o registro de danos possui cores fortes e contrastantes. No entanto, o branco, cor utilizada para registrar as regiões não afetadas por danos, possui pouco destaque na visualização do mapa como um todo, mostrando que as áreas afetadas causam um efeito de destaque visual. Neste caso, a representação vai ao encontro da intenção de destacar os fenômenos de deterioração.

O registro gráfico da área de estuque (regiões reabilitadas) é o único padrão que mais se diferencia dos demais: o registro gráfico é feito por meio de uma textura que possui linhas paralelas na diagonal. O fato dessas regiões serem representadas por meio de uma textura diferente pode transmitir a ideia de que estes registros pertencem a um fenômeno de outra

natureza. No presente caso, os danos ou fenômenos de deterioração são pertencentes a uma natureza e as regiões reabilitadas são de outra origem. Outra observação é que a cor neutra utilizada nas áreas reabilitadas não favorece o destaque visual, demonstrando que são registros de menor relevância.

## 4.2 MAPA DE DANOS 02 (M02)

A Figura 4.2 a seguir traz um documento similar a um mapa de danos que tinha como objetivo o registro do estado de conservação de uma das fachadas do edifício sede da Biblioteca Nacional no Rio de Janeiro, realizado em 2014 pelo Núcleo de Arquitetura da Instituição.



**Figura 4.2** - Relatório fotográfico do estado de conservação para projeto da fachada SE do edifício sede da Biblioteca Nacional.

Fonte: <https://www.bn.gov.br/acontece/noticias/2015/01/fbn-finaliza-etapa-mapeamento-danos-fachada> , 2018.

Neste tipo de representação, os autores optaram por registros fotográficos das manifestações patológicas e a indicação de sua localização na fachada por meio de índices numéricos representados no desenho gráfico da edificação. Mas percebe-se que a imagem fotográfica não tem uma comunicação imediata dos fenômenos observados, haja vista a presença de um texto descrevendo detalhadamente cada registro.






As imagens fotográficas expostas no documento são bastante específicas e pontuais, dificultando uma visão ampla e geral sobre a fachada e seu estado geral de conservação. Este impasse acaba gerando certas dúvidas quanto à intenção do registro: se as manifestações patológicas registradas são as únicas que existem na fachada, se a intenção dos autores era de registrar apenas pontos específicos e/ou estratégicos ou se os registros trazidos no documento foram apenas alguns exemplos de um levantamento fotográfico mais detalhado.

#### **4.3 MAPA DE DANOS 03 (M03)**

Foi realizado um estudo sobre o estado de conservação da ponte medieval de Ázere, em Arcos de Valdevez (GUEDES *et al.*, 2002). O documento de registro, resultado deste estudo, pode ser observado na Figura 4.3.

O M03 utilizou-se do recurso gráfico da fotografia para o registro geral da estrutura e de algumas manifestações patológicas. O documento descreve brevemente o estado de conservação geral da edificação e apenas algumas manifestações patológicas foram registradas, de forma pontual. Neste documento, Guedes *et al.* (2002) trazem a localização do dano observado, sua informação técnica, causas, prevenção e, quando possível, algumas sugestões de reparação. Este tipo de apresentação documental se aproxima do formato de uma ficha técnica trazendo somente algumas informações gráficas.

Os autores trouxeram apenas algumas imagens parciais para retratar as manifestações patológicas localizadas na imagem principal (vista do montante). O foco deste tipo de documento é a descrição detalhada dos fenômenos patológicos presentes, visto que o registro fotográfico serve apenas como exemplo do que se está sendo estudado e descrito. Apesar de existir uma descrição geral sobre o estado de conservação da estrutura, a pouca noção visual dificulta a comunicação imediata, mostrando que a intenção é o fenômeno e não o resultado temporal da manifestação. Inclusive, vale destacar que o dado temporal é um importante indicador do índice de progressão do fenômeno e da sua velocidade, podendo evitar com que a estrutura possa chegar à ruína.

MAPA DE DANOS		TIPO:	D1
<b>TIPO DE DANO: Ruína</b>			
<b>Localização dos danos:</b>		<b>Elementos Estruturais:</b>	
 <p>Vista de montante- Esquematisação dos elementos</p>		E2 E3 E4 E6	
<b>Descrição:</b>		<b>Registo fotográfico:</b>	
<p>A ponte encontra-se em risco de ruína, resultado do desmoronamento a montante do contraforte central sobre o seu lado direito que arrastou consigo parte do arranque do arco norte (E4) e parte do tabuleiro da ponte (E6) sobre o contraforte.</p>		 <p>Fig. 1 - Ruína parcial do tabuleiro.</p>	
<b>Causas:</b>		 <p>Fig. 6 - Ruína parcial a montante do contraforte.</p>	
<p>Sabe-se que, em Setembro de 1999, uma enxurrada violenta provocou a destruição parcial do contraforte e, conseqüentemente, de parte das aduelas dos arcos e do tabuleiro. Este tipo de construção baseia-se num aparelho de granito talhado (<i>opus quadratum</i>) que, além da sua função estrutural (no arco, essencialmente) materializa também uma cofragem perdida cheia de um aglomerado (<i>opus caementicium</i>) constituído por pedra miúda e argamassa. Poder-se-á considerar que este interior tem a dupla função de enchimento e de elemento estrutural, transmitindo as cargas do pavimento para os arcos e contrafortes. A infiltração das águas ao longo do tempo deverá ter provocado a lavagem daquele aglomerado, aumentando o índice de vazios com a conseqüente redução das suas características resistentes.</p> <p>A falta de argamassa nas juntas do silhar de granito foi também responsável pelo arrastamento deste primeiro elemento na enxurrada que ao desmoronar-se deixou a estrutura, já de si débil, à mercê das águas.</p>		 <p>Fig. 7 - Pormenor do contraforte.</p>	
<b>Prevenção:</b>		 <p>Fig. 8 - Arco norte parcialmente destruído.</p>	
<b>Reparação:</b>			

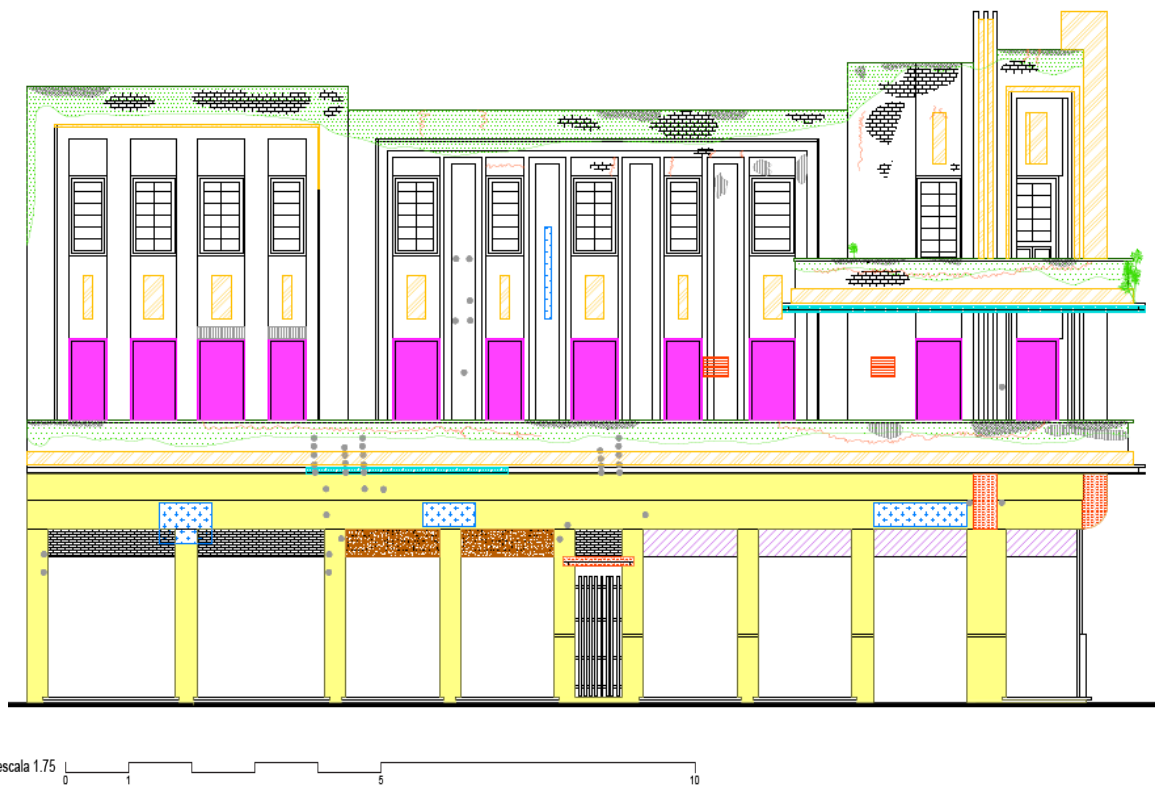


**Figura 4.3** - Documento de registo do estado de conservação da ponte medieval de Ázere em Arcos de Valdevez.

















Fonte: GUEDES *et al.*, 2002.

#### 4.4 MAPA DE DANOS 04 (M04)

O mapa de danos representado na Figura 4.4 foi produzido pela equipe do Observatório de Arquitetura e Urbanismos da UFMS e Arruda (2016), para a Fachada da Rua 14 de julho do Edifício José Abrão (Hotel Americano) na cidade de Campo Grande - MS/Brasil.



## Legenda

 Repintura sobre gradil original	 Alteração do revestimento de argamassa original com aplicação de camadas pictóricas
 Fissura superficial (revestimento)	 Descaracterização de elemento decorativo
 Desprendimento de Reboco (por pulvulência da argamassa)	 Objetos Espúrios (pinos de metal e suportes)
 Placas de Publicidade	 Entaipamento (fechamento parcial de vãos)
 Fechamento parcial de vãos	 Crostra negra com fungos
 Abertura de vão sobre argamassa original (ar condicionado)	 Vegetação invasiva
 Lixiviação da argamassa	 Obstrução com cimento
 Lixiviação da camada pictórica	 Substituição da esquadria original



**Figura 4.4** - Mapa de danos da fachada da Rua 14 de julho do Edifício José Abrão (Hotel Americano, na cidade de Campo Grande - MS), no Brasil.

Fonte: Equipe do Observatório de Arquitetura e Urbanismos da UFMS, 2016; Arruda, 2016.

Nesta representação gráfica, os autores optaram pela utilização dos recursos gráficos de símbolos pontuais, linhas, manchas de textura e cor, representados no desenho gráfico da edificação. Nota-se que a composição gráfica final deste mapa é esmerada e bem diversificada, tanto em relação à tonalidade das cores utilizadas quanto em relação às escolhas das variáveis visuais. Percebe-se certo tratamento gráfico final de modo a contribuir com um efeito positivo na percepção visual.

As escolhas da simbologia de representação fazem com que o leitor consiga delimitar a área afetada por cada manifestação patológica registrada, no entanto, algumas cores utilizadas na representação se confundem com o fundo branco e não conseguem destaque. É possível ter uma noção geral sobre o estado de conservação da edificação como um todo, no entanto, o documento não traz informações quanto à gravidade das manifestações patológicas.

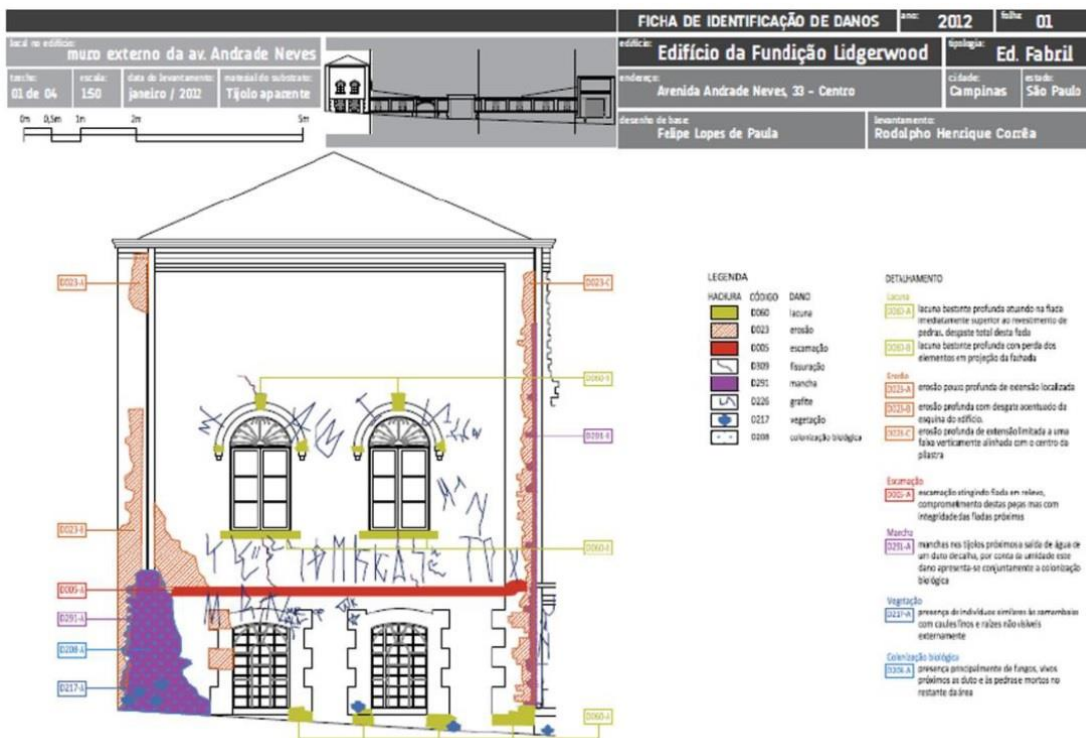
#### **4.5 MAPA DE DANOS 05 (M05)**

Tirello e Correa (2012), em seu estudo sobre o sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à *Lidgerwood Manufacturing Company* de Campinas, produziram o mapa de danos apresentado na Figura 4.5.

Como documento auxiliar ao mapa de danos, Tirello e Correa (2012) elaboraram uma maneira de classificar as manifestações patológicas usando como apoio o diagnóstico feito *in loco*. Para isso, segundo os autores, foram elaboradas fichas de identificação de danos contendo registros fotográficos feitos para cada manifestação patológica, conforme já apresentado no item 2.4 (Figura 2.3).

No M05, os autores adotaram como forma de registro gráfico: símbolos pontuais, linhas e texturas sólidas, com linhas e símbolos pontuais, representadas no desenho gráfico da edificação. Nota-se que além da representação gráfica, é atribuído uma codificação para cada manifestação patológica. Essa indicação alfanumérica é devidamente identificada em um documento auxiliar chamado ficha de identificação de danos (ver Figura 2.3).

Outro fato importante é a presença da legenda como forma de esclarecimento sobre o tipo de manifestação patológica identificada no desenho da fachada. No entanto, as manifestações patológicas registradas apresentam-se de forma mais genérica, a exemplo: não são detalhadas as categorias de mancha ou de colonização biológica observadas na edificação. Estão presentes alguns componentes comuns em projetos arquitetônicos como o carimbo informativo contendo dados básicos para aquele estudo, tais como: localização geográfica, nome da edificação, data e componentes da edificação.



**Figura 4.5** - Mapa de danos elaborado por Rodolpho Henrique Correa (2011).

Fonte: TIRELLO, CORREA, 2012.

No mapa de danos M05, há uma diferenciação das manifestações por meio de hachuras e cores que contrastam umas com as outras. No entanto, as representações gráficas escolhidas para algumas possuem um maior realce visual se comparadas com as outras, já que algumas delas oferecem maiores riscos à segurança de seus usuários. Dessa forma, o recurso cartográfico de destaque visual pode ser utilizado como aliado para se transmitir essa informação técnica. No caso do M05, as manifestações patológicas e suas representações gráficas na escala de cor estão em desarmonia com a sua gravidade, como é o caso das representações gráficas escolhidas para a manifestação patológica erosão e mancha. Se forem comparadas suas representações gráficas, percebe-se que a mancha ganha maior realce na textura sólida de cor roxa do que a erosão na hachura em laranja.

#### 4.6 MAPA DE DANOS 06 (M06)

O mapa de danos produzido e modificado por Teles *et al.* (2016) para a Igreja dos Santos Cosme e Damião em Pernambuco (Brasil) pode ser observado na Figura 4.8. Para o M06 foi utilizado como registro gráfico: linhas, texturas formadas por símbolos, linhas e cores sólidas ou com efeito gradiente, representadas no desenho gráfico da edificação. Como documentação complementar, foi realizado um levantamento fotográfico pontual de algumas manifestações patológicas. Algumas fotografias feitas por Teles (2016) podem ser observadas na Figura 4.6 e na Figura 4.7.



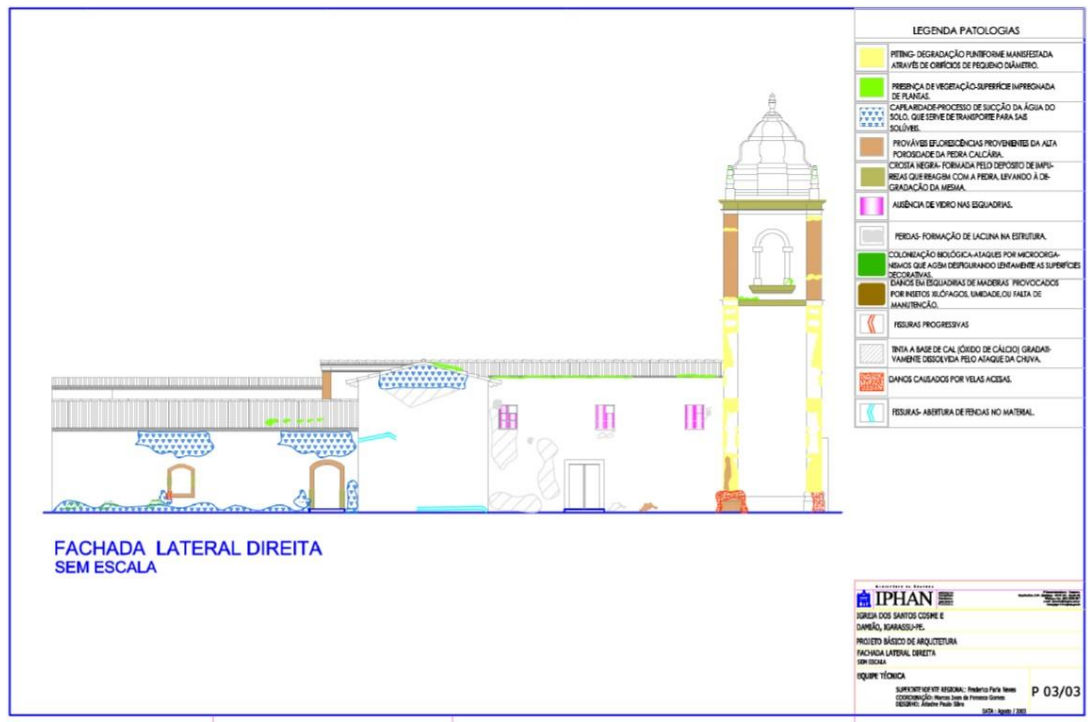
**Figura 4.6** - Registro fotográfico, feito por Teles (2016), de prováveis eflorescências provenientes da alta porosidade da pedra calcária.  
Fonte: TELES *et al.*, 2016.



**Figura 4.7** - Registro fotográfico, feito por Teles (2016), de danos causados por velas acesas.  
Fonte: TELES *et al.*, 2016.

Alguns aspectos são similares aos mencionados anteriormente no mapa de danos M05: na presente produção, apresentada e modificada por Teles (2016), percebe-se que a edificação também foi representada por meio de um *software* de desenho assistido por computador e a identificação das manifestações patológicas foi feita por meio do efeito de contraste entre hachuras, manchas ou linhas (pertencentes a camadas de cores e texturas). Análogo ao M05, no M06, a identificação das manifestações patológicas é por escolha do autor. Prova disto, é a adoção de diferentes formas de representação gráfica para o mesmo registro, como é o caso da presença de vegetação na edificação. No mapa de danos M05 é adotada uma hachura com um desenho que remete à ideia de um trevo, já no M06, a forma escolhida para representar a vegetação foi o preenchimento por meio de manchas com uma camada de textura na cor verde fluorescente. No M06 também estão presentes alguns componentes comumente pertencentes aos projetos de arquitetura e engenharia convencionais: carimbo informativo e legenda, por exemplo.





**Figura 4.8** - Mapa de danos elaborado e modificado por Teles *et al.* (2016).

Fonte: TELES *et al.*, 2016.

#### 4.7 MAPA DE DANOS 07 (M07)

Observando-se a Figura 4.9, é possível analisar o mapa de danos para a edificação Sobrado do Imperador, localizado em Pernambuco - Brasil.

Nesta produção, o autor utilizou-se dos recursos gráficos e texturas, formadas por símbolos pontuais, linhas e textura sólida, e do efeito visual da cor. O M07 também traz o registro fotográfico geral da edificação e de algumas manifestações patológicas pontuais. As codificações presentes no registro fotográfico são melhor detalhadas na tabela localizada na lateral direita. Esses códigos se referem aos elementos e componentes construtivos que apresentaram alguma manifestação patológica, a sua deterioração e a indicação de intervenção para cada registro. Critérios autorais também estão presentes na representação gráfica das manifestações patológicas, como é o caso do ataque biológico identificado na edificação do M07 (representada por meio de manchas brancas) que, coincidentemente, possui a mesma

representação de placa cerâmica (azulejo) destacada, causando certa confusão a respeito da distinção entre uma manifestação patológica e a outra.

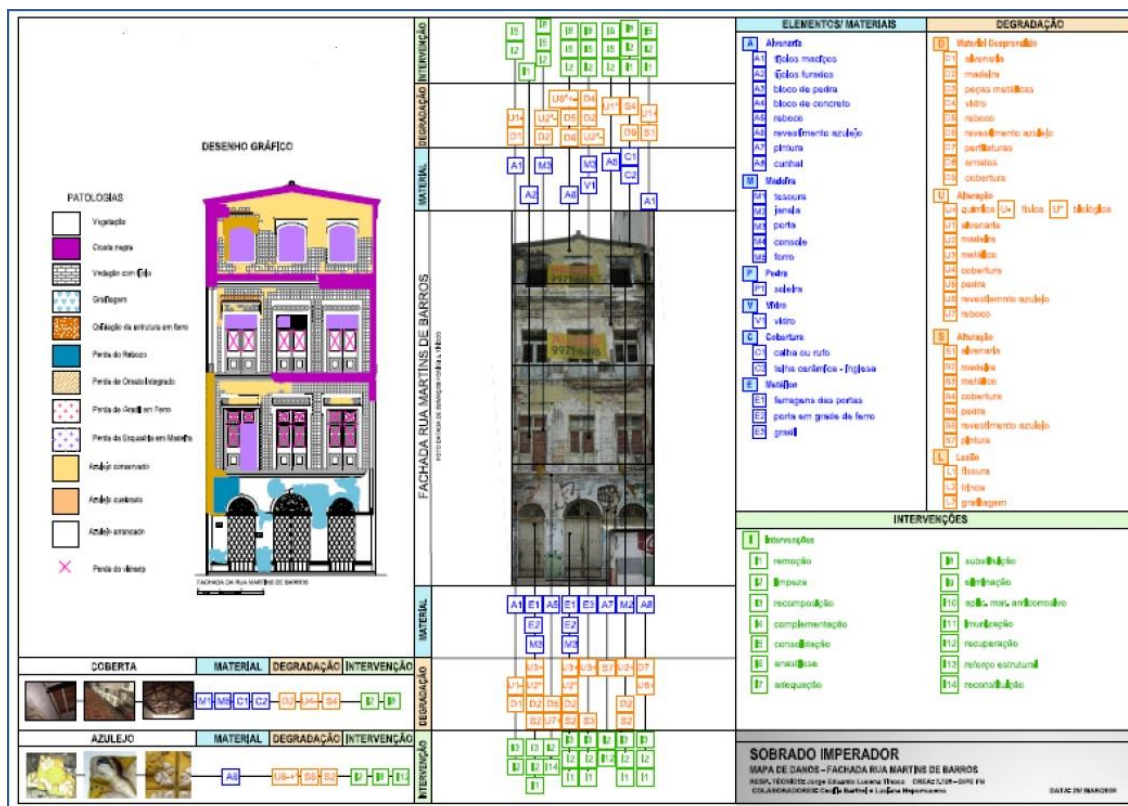


Figura 4.9 - Mapa de danos elaborado por Tinoco (2009). Fonte: TINOCO, 2009.

#### 4.8 ANÁLISE TIPOLÓGICA DA AMOSTRA: CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Ao analisar a amostra com sete exemplares foram identificadas quatro principais tipologias:

- Tipologia 01: as manifestações patológicas são registradas dentro de um desenho gráfico da fachada da edificação e são representadas por meio de símbolos pontuais, linhas e manchas com texturas;
- Tipologia 02: as manifestações patológicas são registradas por meio de fotografias gerais e ou pontuais da fachada e seus elementos;

- Tipologia 03: as manifestações patológicas são informadas por meio de textos descritivos em fichas técnicas de inspeção predial;
- Tipologia 04: as manifestações patológicas são registradas por meio de duas ou mais tipologias de representação.

A análise dos mapas de danos da amostra selecionada contribuiu para o entendimento dos métodos gráficos de representação, especialmente para designar os elementos básicos que devem estar presentes nos registros das inspeções prediais. De modo geral, os mapas de danos da amostra apresentaram boa capacidade de comunicação dos levantamentos realizados. Em alguns casos, os fenômenos foram representados por meio de simbologia gráfica, em outros casos, por meio do registro fotográfico ou texto descritivo.

Constata-se que, por mais que o registro fotográfico consiga transmitir o fenômeno de forma fidedigna, estes registros são passíveis de várias interpretações e diagnósticos, conforme o nível de conhecimento e experiência do leitor. Quando o fenômeno é representado graficamente por meio de padrões de representação gráfica e legenda, a leitura torna-se única e isenta de ambiguidades, excluindo a possibilidade de dúvidas na leitura do registro. Outro detalhe que torna o registro menos esclarecido é a denominação, de forma mais genérica, utilizada para os registros das manifestações patológicas (mancha, fissura, colonização biológica, entre outros), ou seja, existem alguns documentos que trazem apenas a tipologia de manifestação patológica, sem a especificação da sua categoria. Em relação à escolha da representação por meio de simbologias, constatou-se que as formas gráficas podem ser semelhantes à manifestação patológica visualmente observada. No entanto, nem sempre isto é possível, visto que alguns tipos de deterioração não possuem semelhança com um símbolo que possa traduzir o fenômeno em processo evolutivo. Em outros casos, as manifestações patológicas não são facilmente visualizáveis. Nestas situações, a fotografia ou a descrição textual do fenômeno são consideradas eficientes registros complementares ao mapa de danos.

Outro fato observado, em alguns exemplares da amostra, foi a ausência de registros de antigas intervenções. Exceto em situações em que a edificação nunca tenha passado por ações de intervenção, ressalta-se a importância desse registro no mapa de danos. Caso tenha sido feita anteriormente alguma intervenção ineficiente, é possível detectar novamente a manifestação patológica na mesma área, alertando toda a equipe de intervenção para uma solução mais adequada, com base nas informações sobre as reabilitações anteriores.

Além das informações convencionais presentes em carimbos informativos de projetos arquitetônicos, alguns dados cadastrais podem facilitar tanto o arquivamento do documento e sua futura localização quanto podem contribuir para algumas análises sobre o estado de conservação da edificação. Segundo Zanoni (2015), as fachadas estão expostas às ações externas de origem climática e, dependendo da sua orientação, sofrem influências de diferentes intensidades. Por isso, destaca-se a importância de informações sobre a orientação da fachada e as condições de exposição, ampliando dessa forma, os dados e referências sobre os fenômenos.

#### **4.9 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO**

A partir das análises da amostra apresentada no presente capítulo, chegou-se às seguintes conclusões:

- Sempre que possível, a representação gráfica das manifestações patológicas deve se assemelhar ao fenômeno observado. Devem ser escolhidas cores e hachuras que não causem confusão ou poluição visual;
- O desenho arquitetônico das fachadas deve ser limpo e conter apenas informações relevantes quanto à localização exata das manifestações patológicas e intervenções registradas. O mapa de danos deve permitir a mensuração dos registros;
- O levantamento fotográfico das manifestações patológicas deve ser utilizado como fonte complementar das informações fornecidas pelo mapa de danos. Recomenda-se que, em situações de levantamento fotográfico, deve ser feito um registro geral da edificação, de forma a mostrar o seu estado de conservação, além dos registros pontuais de cada manifestação patológica;
- O recurso textual deve ser utilizado o mínimo possível no mapa de danos. Recomendações e orientações técnicas devem ser organizadas em um documento separado, por exemplo, Ficha de Danos e Relatório Técnico para Diagnóstico. A Ficha de Identificação dos Danos (FID) deverá sempre acompanhar o mapa de danos;
- O mapa de danos deve trazer as representações gráficas sobre as manifestações patológicas e sobre as regiões reabilitadas;

- O carimbo informativo deve conter, entre outras informações, a localização do edifício, escala do desenho, orientação da fachada representada, data do levantamento e legenda detalhada.

Nas análises da amostra selecionada, constatou-se a falta de uma padronização ou referencial normativo que determine o formato do mapa de danos ou de seus padrões de representação gráfica. Acredita-se que a sistematização de critérios para as representações gráficas das manifestações patológicas e a própria apresentação visual do documento podem melhorar o nível de armazenamento e comunicação das informações.

Na amostra de mapas de danos, apresentada e analisada anteriormente, constatou-se a ausência de material publicado sobre mapas de danos de edifícios pertencentes à Arquitetura Moderna Brasileira e a falta de um formato padronizado que determine a elaboração do mapa de danos ou de seus padrões de representação gráfica.

A sistematização dos critérios para a representação gráfica das manifestações patológicas e a própria apresentação visual do documento visam melhorar o nível de comunicação das informações. Portanto, a análise tipológica e as conclusões resultantes deste estudo serviram como uma das diretrizes para a formatação do método de representação gráfica para fachadas modernistas em concreto armado aparente, o qual foi detalhado no próximo capítulo.

## 5 PROPOSTA DE MÉTODO PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE MAPAS DE DANOS DE FACHADAS MODERNISTAS EM CONCRETO ARMADO APARENTE

A partir de uma sequência de procedimentos, o método proposto no presente trabalho<sup>8</sup> estabelece algumas etapas principais para a elaboração dos padrões de representação gráfica das manifestações patológicas recorrentes em fachadas de concreto armado aparente.

Inicialmente, o método define todos os dados a serem representados e estabelece suas respectivas correlações. Estas associações trazem como resultado final, a composição de uma matriz. Na sequência, a matriz é analisada e os padrões de representação gráfica são finalmente determinados. Após a concepção do modelo de representação gráfica, o método deve passar por uma fase de consolidação. Dessa forma, a proposta é dividida da seguinte maneira:

- Etapa 01: Decisões gráficas prévias;
- Etapa 02: Manipulações gráficas;
- Etapa 03: Levantamento de dados e registro gráfico digital;
- Etapa 04: Modelo prévio do mapa de danos;
- Etapa 05: Consolidação do método.

### 5.1 ETAPA 01: DECISÕES GRÁFICAS PRÉVIAS

Esta etapa consiste na escolha e definição dos dados que serão representados no mapa de danos e como essas informações estão correlacionadas. O Quadro 5.1 apresenta essas decisões.

Quadro 5.1 - Decisões gráficas prévias.

Fonte: AUTORA, 2018; adaptado de BERTIN, 1986 *apud* ARCHELA, 1999.

DECISÕES GRÁFICAS PRÉVIAS	
Decisão 01: Definição do tema	Mapa de danos
Decisão 02: Matriz de informações gráficas	Detalhada no Quadro 5.5 (item 5.1.2)
Decisão 03: Plataforma para tratamento	AutoCAD

<sup>8</sup> O presente método não discute a autenticidade ou integridade, bem como não registra o envelhecimento do edifício (pátina do tempo), pois o mesmo não compromete o seu desempenho. Também não é contemplado o registro de alterações/intervenções em outros elementos e componentes construtivos da fachada, como: abertura ou fechamento de janelas e portas, pintura de caixilhos, entre outros, pois não pertencem ao recorte temático adotado na presente pesquisa. Também não foram contempladas as anomalias congênitas (que são inerentes ao edifício), a exemplo citam-se: junta de forma, ninho de concretagem, abertura de forma e mancha de concretagem.

### 5.1.1 Decisão 01

Define-se como tema central o registro gráfico, por meio de um documento conhecido por mapa de danos, de informações relacionadas ao estado de conservação de edificações com fachadas em concreto armado aparente. O Quadro 5.2 traz essas informações. A tipologia gráfica escolhida é a do tipo 04 (as manifestações patológicas são registradas por meio de duas ou mais tipologias de representação), pois é a única que traz todas as representações gráficas necessárias para o completo cadastramento e registro das manifestações patológicas identificadas e analisadas.

Quadro 5.2 – Escolhas gráficas. Fonte: AUTORA, 2018.

<b>CONTEÚDO DO DESENHO GRÁFICO</b>	<b>TIPOLOGIA DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA</b>	<b>DOCUMENTAÇÃO COMPLEMENTAR</b>
Superfície da fachada contendo os principais elementos e componentes construtivos que compõem a edificação	Utilização do recurso visual da cor	-
As manifestações patológicas observadas no concreto armado aparente da edificação	Utilização de recursos visuais de símbolos pontuais, linhas, manchas de texturas e cores.	Registro fotográfico e conteúdo textual descritivo na Ficha de Identificação de Danos
As regiões reabilitadas feitas nas fachadas em concreto aparente com algum componente para reparo	Utilização de recursos visuais de símbolos pontuais, linhas, manchas de texturas e cores.	-
O estágio de gravidade das manifestações patológicas diagnosticadas e representadas graficamente	Utilização do recurso visual da cor	-

As informações presentes no desenho gráfico do mapa de danos são categorizadas em componentes gráficos. O Quadro 5.3 detalha todos os parâmetros cartográficos adotados para esses componentes: seus dados gráficos (relacionados com os componentes gráficos), seu modo de implantação (forma como serão estabelecidos os dados na representação gráfica), a definição de sua entidade<sup>9</sup> (toda informação elementar da matriz de informações gráficas, podendo ser categorizada como objeto e/ou atributo gráfico) e as respectivas variáveis visuais utilizadas (adaptado de BERTIN, 1967).

<sup>9</sup> Termo denominado pela autora (2018).

Quadro 5.3 - Parâmetros cartográficos do mapa de danos proposto.

Fonte: AUTORA, 2018; adaptado de BERTIN, 1986 *apud* ARCHELA, 1999.

COMPONENTE GRÁFICO	ENTIDADE	DADO GRÁFICO	MODO DE IMPLANTAÇÃO	VARIÁVEIS VISUAIS
Manifestações Patológicas	Atributo e Objeto	Ataque biológico	Ponto/área	Forma
		Fissura	Linha	Forma
		Mancha	Área	Forma
		Perda de seção	Área	Forma
		Corrosão de armadura	Ponto/área/linha	Forma
Gravidade	Atributo	Estágio 1	-	Cor
		Estágio 2	-	Cor
		Estágio 3	-	Cor
		Estágio 4	-	Cor
Elementos e componentes construtivos	Objeto	Concreto aparente	Área	Cor
		Fachada Cortina (caixilhos metálicos e panos de vidro)	Área	Cor
		Componente para reparo	Área	Cor
Regiões reabilitadas	Atributo e Objeto	Reabilitação nas fachadas de concreto aparente	Ponto/linha/área	Forma
Dados mensuráveis	Atributo	-	Ponto/linha/área	Pontual: uma coordenada cartesiana (x,y)
				Linear: duas coordenadas cartesianas (x,y), determinando um segmento de reta
				Área: várias coordenadas cartesianas (x,y), determinando a região de abrangência

### 5.1.2 Decisão 02

Para que seja possível atribuir gravidade ao componente gráfico manifestações patológicas, foram listadas e codificadas as suas principais categorias. O Quadro 5.4 traz essa subdivisão.



Com base nas decisões e escolhas feitas até então, sintetiza-se a ideia geral da representação gráfica proposta, por meio da formatação de uma matriz<sup>10</sup> para as informações gráficas já definidas. Essa matriz ou quadro de informações gráficas pode ser melhor observada no Quadro 5.5.

Quadro 5.4 - Categorias de manifestações patológicas e seus respectivos códigos.

Fonte: AUTORA, 2017.

<b>DADO GRÁFICO</b>	<b>CATEGORIAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
Ataque biológico (B)	Incidência pontual de ataque biológico	B1
	Vegetação daninha com caule e raízes frágeis e mancha provocada por algas	B2
	Bolor	B3
	Ataque provocado por dejetos de animais	B4
Fissuras (F)	Para aberturas menores que 0,2 mm	F1
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,2 mm e menores que 0,4 mm	F2
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,4 mm e menores que 0,6 mm	F3
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,6 mm	F4
Manchas (M)	Sujidade por lavado diferencial	M1
	Sujidade por depósito	M2
	Ações humanas fortuitas <sup>11</sup>	M3
	Eflorescência	M4
	Umidade localizada	M5
	Umidade generalizada	M6
Perda de seção (PS)	Lascamento ou esfoliação pontual do concreto	PS1
	Desagregação do concreto	PS2
	Destacamento de concreto com exposição da armadura	PS3
	Destacamento, esfoliação, desagregação ou esmagamento de concreto com perda significativa de massa do elemento estrutural	PS4
Corrosão de armadura (CA)	Pontos de corrosão sem fissuras	CA1
	Manchas de corrosão com fissuras	CA2
	Manchas de corrosão com fissuras e perda de seção do aço	CA3
	Barra de aço seccionada	CA4

<sup>10</sup>O código R, presente na matriz, é uma abreviação do termo regiões reabilitadas.

<sup>11</sup> Considera-se ações humanas fortuitas todo tipo de dano, apresentado em forma de mancha, provocado pelo usuário do edifício como mancha de limpeza com produto químico, mancha de lavagem superficial, pichação, entre outros.

Quadro 5.5 – Matriz de informações gráficas para o mapa de danos. Fonte: AUTORA, 2018.

		ATRIBUTOS					Objetos/Atributos	Concreto aparente	Elementos e componentes construtivos	OBJETO
		Gravidade				Reabilitação				
		Estágio 01	Estágio 02	Estágio 03	Estágio 04	Regiões reabilitadas no concreto aparente				
OBJETOS/ATRIBUTOS	B1	X					Concreto aparente	Elementos e componentes construtivos	OBJETO	
	F1	X								
	M1	X								
	PS1	X								
	B2		X							
	F2		X							
	M2		X							
	M3		X							
	PS2		X							
	B3			X						
	F3			X						
	M4			X						
	M5			X						
	PS3			X						
	B4				X					
	F4				X					
	M6				X					
	PS4				X					
	CA1	X					Armadura			
	CA2		X							
CA3			X							
CA4				X						
R					X	Componente para reparo				
Dados mensuráveis										
<b>ATRIBUTO</b>										

### 5.1.3 Decisão 03

Escolhe-se a plataforma digital como forma de tratamento das informações a serem representadas. O *software* de desenho assistido por computador escolhido foi o AutoCAD, devido a facilidade de manuseio, interface amigável e sua ampla utilização para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos.

## 5.2 ETAPA 02: MANIPULAÇÕES GRÁFICAS

Nesta fase, as informações gráficas passam por análises e posterior intervenção gráfica. De modo a facilitar este processo, foram estabelecidas algumas tarefas principais, como pode-se observar no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 - Manipulações gráficas.

Fonte: AUTORA, 2018; adaptado de BERTIN, 1986 *apud* ARCHELA, 1999.

MANIPULAÇÕES GRÁFICAS	
Tarefa 01	Análise da matriz (Quadro 5.5)
Tarefa 02	Tratamento gráfico dos dados: Escolha das representações gráficas

### 5.2.1 Tarefa 01: Análise da matriz

A análise da matriz (Quadro 5.5) contempla todas as relações formadas entre os objetos e seus atributos e sobre a natureza do problema exposto pela representação gráfica. A exemplo, cita-se a análise do dado manifestação patológica: são estabelecidas relações entre a tipologia de cada manifestação patológica, o tipo de componente construtivo afetado e a sua respectiva gravidade. Em relação à natureza do problema exposto, surgem questionamentos sobre a forma como essas relações podem ser implantadas visualmente: como representar graficamente informações técnicas sobre o estado de conservação de um edifício, que tipo de linguagem gráfica pode ser utilizada para que os leitores típicos do documento consigam compreender as informações representadas e qual a ordem de importância entre os dados a serem representados.

### 5.2.2 Tarefa 02: Tratamento gráfico dos dados

Nesta etapa são feitas as devidas composições entre os objetos e seus atributos e são finalmente decididas as representações gráficas que entram na composição do produto gráfico final.

#### 5.2.2.1 Composição entre os componentes gráficos

Decidiu-se pela composição entre os componentes gráficos gravidade e manifestações patológicas, de forma a indicar por meio de cores, o estado de gravidade das mesmas, conforme já apresentado na etapa 01. De acordo com os parâmetros escolhidos para medir o nível de gravidade, apresentados no Quadro 5.5, define-se o critério utilizado para as

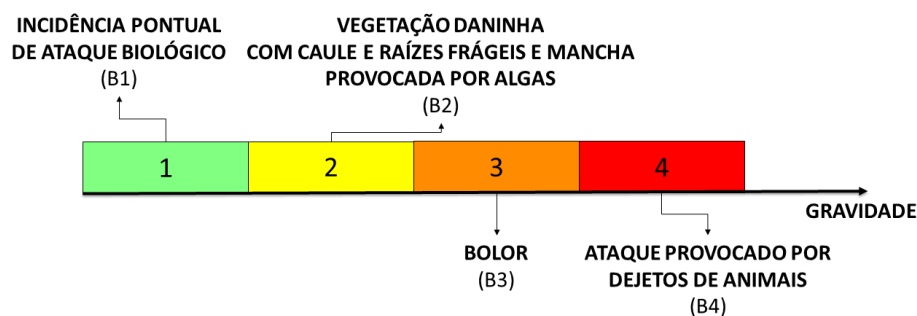
correspondências (manifestação patológica - gravidade) e a sua cor (variável visual do componente gráfico gravidade) correspondente:

- Estágio 01 (baixa gravidade): corresponde ao mais baixo nível de gravidade, indicando regiões que possuem manifestações patológicas em estágio inicial. Decidiu-se pela cor verde: padrão RGB, de coordenadas (128, 255, 128);
- Estágio 02 (moderada gravidade): corresponde a um nível médio de gravidade, indicando regiões que já apresentam algum tipo de manifestação patológica significativa e em evolução para um nível superior. Decidiu-se pela cor amarelo: padrão RGB, de coordenadas (255, 255, 0);
- Estágio 03 (alta gravidade): corresponde a um nível alto de gravidade, indicando regiões que já apresentam manifestações patológicas em estado crítico. Decidiu-se pela cor laranja: padrão RGB, de coordenadas (255, 140, 0);
- Estágio 04 (gravidade avançada): corresponde a um nível muito alto de gravidade, indicando regiões que possuem manifestações patológicas em estágio avançado. Decidiu-se pela cor vermelho: padrão RGB, de coordenadas (254, 0, 0).

O Quadro 5.5 (matriz de dados gráficos) já apresenta em qual nível de gravidade cada categoria de manifestação patológica está enquadrada. Entretanto, de modo a facilitar o entendimento e utilização dessas correspondências, foram formatadas algumas régua graduadas de gravidade.

➤ Régua graduada de gravidade para ataque biológico

A manifestação patológica causada pelo ataque biológico nas edificações foi dividida em estágios de gravidade, conforme pode ser observado na Figura 5.1.



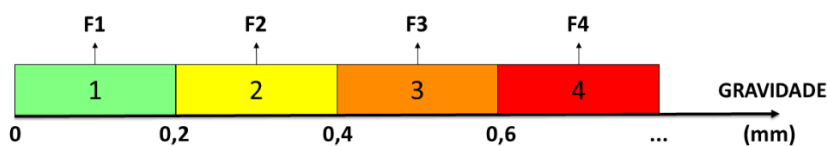
**Figura 5.1** - Régua graduada de gravidade para ataque biológico. Fonte: AUTORA, 2018.

Explicam-se os diferentes estágios de progressão de ataque biológico como:

- Estágio 1, codificado por B1, é destinado para todas aquelas manifestações de origem biológica em estágio inicial. Entende-se que todo e qualquer indício de ataque biológico pode ser enquadrado neste estágio, já que dificilmente consegue-se caracterizar a espécie que está provocando a manifestação patológica;
- Estágio 2, indicado por B2, entende-se que o surgimento de pequenos ramos de vegetação pode causar inicialmente um dano de caráter estético. Com o tempo, eles podem contribuir para o surgimento de microfissuras, provocando conseqüentemente, a entrada pontual de umidade para dentro do substrato. As manchas devido a algas provocam um efeito estético bastante negativo, por esse motivo ela também se enquadra no estágio 2;
- Estágio 3, indicado por B3, já são enquadradas as manchas de bolor. Essa espécie pode promover a deterioração de componentes do edifício;
- Estágio 4, codificado por B4. Considera-se dentro deste estágio, a presença de ataque provocado por dejetos de animais (pombos, morcegos, entre outros), pois em sua composição, estão presentes substâncias ácidas que podem promover danos à materialidade.

➤ Régua graduada de gravidade para fissuras

A régua graduada apresentada na Figura 5.2 indica cada estágio de gravidade para fissura. A dimensão de sua abertura será o parâmetro de classificação de gravidade, melhor representado por quatro estágios diferentes.



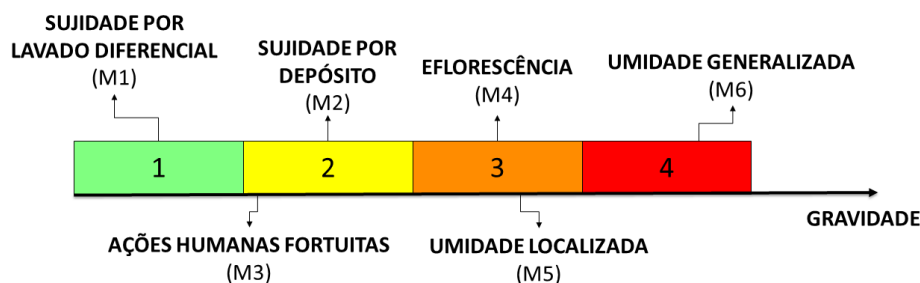
**Figura 5.2** - Régua graduada de gravidade para fissuras.

Fonte: AUTORA, 2018; baseada em GASPAR, 2009; NBR 6118:2014 e NBR 15575-2:2013.

De acordo com a Figura 5.2, as cores ficam cada vez mais fortes, à medida que a dimensão de abertura da fissura aumenta. Dessa forma, nomeia-se de estágio 1, todas as fissuras menores que 0,2 mm. As pertencentes ao estágio 2, são todas aquelas de dimensão de abertura iguais ou maiores que 0,2 mm e menores que 0,4 mm. Todas as fissuras de dimensões iguais ou maiores que 0,4 mm e menores que 0,6 mm pertencem ao estágio 3. No estágio 4 estão todas aquelas fissuras iguais ou maiores que 0,6 mm.

➤ Régua graduada de gravidade para manchas

No caso das manchas, o parâmetro de análise de gravidade é atribuído à sua origem ou causa. Dessa forma, obedecerá a seguinte régua graduada da Figura 5.3.



**Figura 5.3** - Régua graduada de gravidade para manchas.

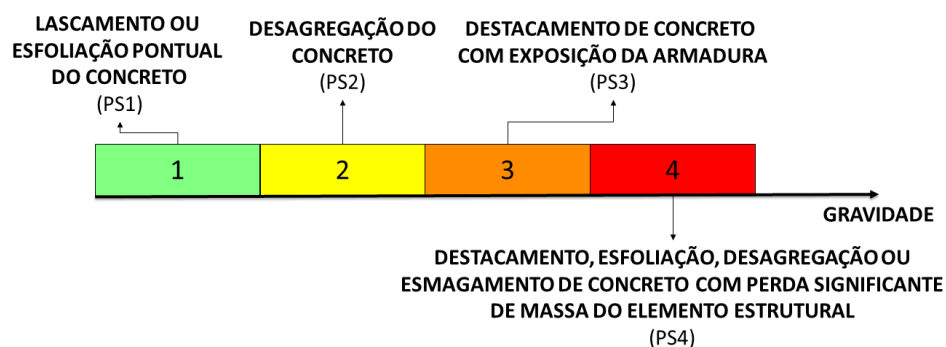
Fonte: AUTORA, 2018; adaptado de GASPAR, 2009.

As diferentes tipologias de mancha resultam em diferentes graus de gravidade. Portanto, dependendo da origem ou causa da mancha, ela será representada por cores diferentes, conforme o estágio de gravidade determinado pela régua graduada. Explica-se a seguir cada estágio:

- Estágio 01: considera-se como primeiro estágio de gravidade toda e qualquer mancha de sujidade provocada pelo efeito do lavado diferencial;
- Estágio 02: como segundo estágio de gravidade são enquadradas todo tipo de mancha provocada pelo depósito de partículas poluentes e ações humanas, manifestadas em forma de manchas, que depreciem a materialidade (pichações, manchas de lavagem que provocaram dano à materialidade, manchas provocadas por produtos químicos, entre outros);
- Estágio 03: como terceiro estágio de gravidade destacam-se a presença de pontos de infiltração ou manchas de umidade localizadas e a identificação visual de regiões com eflorescência;
- Estágio 04: considera-se pertencente ao quarto e mais grave estágio, toda e qualquer mancha indicadora de infiltrações generalizadas com identificação visual de deterioração da superfície.

➤ Régua graduada de gravidade para perda de seção

Criou-se como parâmetro de classificação de gravidade para a manifestação patológica perda de seção, a seguinte régua graduada da Figura 5.4.



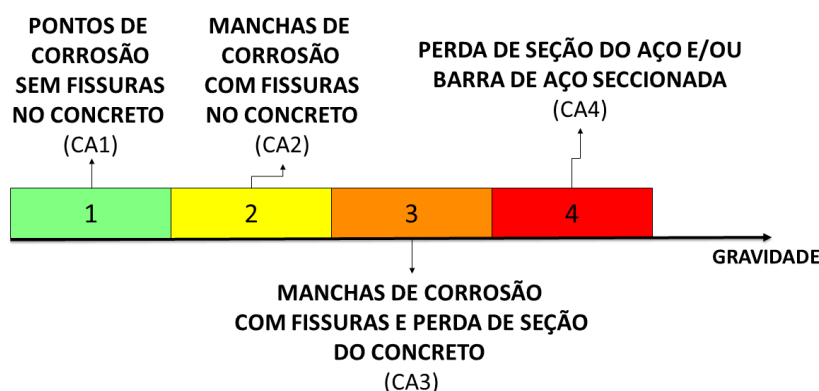
**Figura 5.4** - Régua graduada de gravidade para perda de seção.

Fonte: AUTORA, 2018; baseada em GDE/UnB, 2009.

A cada etapa de avanço desse tipo de manifestação patológica, haverá uma maior exposição dos componentes e elementos construtivos aos agentes de degradação. Portanto, quanto mais avançada for a manifestação patológica, maior será o seu nível de gravidade.

➤ Régua graduada de gravidade para corrosão de armadura

No caso da corrosão de armadura, o parâmetro de análise de gravidade obedece a seguinte régua graduada da Figura 5.5.



**Figura 5.5** - Régua graduada de gravidade para corrosão de armadura.

Fonte: AUTORA, 2018; baseado em ANDRADE, 1992.

Como pode ser observado, estabeleceu-se alguns estágios de avanço da manifestação patológica, desde seu início até o seu estágio mais avançado. Como primeiro estágio, observam-se pontos de corrosão no concreto aparente. Em seguida, como estágio 2, podem ser observadas manchas maiores de corrosão e fissuras no concreto aparente. Já no terceiro estágio de gravidade, são observadas manchas de corrosão, fissuras e até mesmo perda de seção no concreto aparente. Já como estágio avançado de gravidade, consegue-se observar a barra de aço, interior ao concreto aparente, que inclusive pode estar até seccionada.

A partir de tais classificações, atentou-se para os critérios de segurança do componente estrutural armadura: conforme o processo de corrosão alcança estágios mais desenvolvidos e mais distantes dos fatores de segurança, mais grave a manifestação patológica se apresentará.

#### 5.2.2.2 Escolha das representações gráficas

Para que se decida a mais adequada representação gráfica correspondente a cada componente gráfico, devem ser tomadas algumas decisões embasadas nas análises e pesquisas apresentadas nos capítulos anteriores. Inicialmente, decidiu-se pelo tipo de elemento com que os objetos gráficos serão representados. Essas escolhas podem ser melhor observadas no Quadro 5.7.

Quadro 5.7 - Escolha dos elementos gráficos correspondentes a cada dado gráfico.

Fonte: AUTORA, 2018.

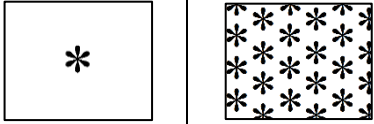

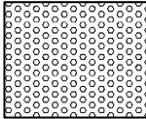
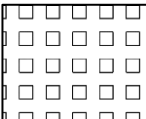
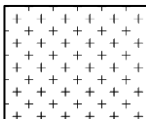
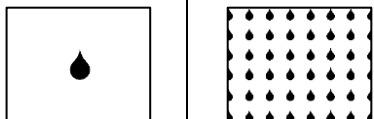
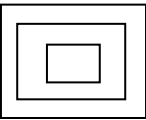
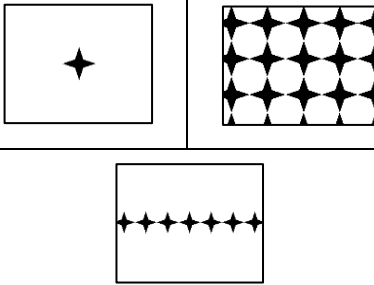
<b>DADO GRÁFICO</b>	<b>ELEMENTO GRÁFICO</b>
Ataque biológico	Símbolo pontual (para a categoria B1 e parte da B2) Textura formada por símbolos pontuais (parte da B2 - B4)
Fissuras	Símbolo linear (F1-F4)
Manchas	Textura formada por símbolos pontuais (M1-M6)
Perda de seção	Textura formada a partir da repetição geométrica, em polígonos concêntricos de tamanhos variados, contornando a área da manifestação patológica
Corrosão de armadura	Símbolo pontual (apenas para a categoria CA1)
	Textura formada por símbolos pontuais (CA2 – CA3)
	Símbolo linear formado por símbolos pontuais (CA4)
Regiões reabilitadas	Símbolo pontual
	Símbolo linear
	Textura formada por símbolo pontual
Concreto aparente	Textura formada por cor sólida
Fachada cortina	Textura formada por cores sólidas

Como forma de registro gráfico dos componentes e elementos construtivos presentes na fachada, para cada um (concreto aparente, cortina de vidro e caixilhos metálicos) devem ser escolhidas diferentes texturas sólidas de tonalidades na cor cinza. Os Quadros 5.8 e 5.9 trazem, por sua vez, os padrões de representação gráfica escolhidos para as tipologias de



manifestação patológica recorrentes no concreto armado aparente e para as regiões reabilitadas.

Quadro 5.8 - Padrões de representação gráfica de manifestações patológicas mais recorrentes no concreto armado aparente. Fonte: AUTORA, 2018 com algumas adaptações de NORMAL 1/88.

DADO GRÁFICO	ELEMENTO GRÁFICO	PADRÃO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Ataque biológico (B1-B2/B2-B4)	Símbolo pontual/ Textura formada por símbolos pontuais	
Fissura (F1-F4)	Símbolo linear	
Mancha por sujidade (M1-M2)	Textura formada por símbolos pontuais	
Ações humanas fortuitas (M3)	Textura formada por símbolos pontuais	
Mancha de eflorescência (M4)	Textura formada por símbolos pontuais	
Mancha por umidade (M5-M6)	Símbolo pontual/ Textura formada por símbolos pontuais	
Perda de seção (PS1-PS4)	Textura formada a partir da repetição geométrica, em polígonos concêntricos de tamanhos variados, contornando a área da manifestação patológica	
Corrosão de armadura (CA1/CA2-CA3/CA4)	Símbolo pontual/ Textura formada por símbolos pontuais/ Símbolo linear	

Quadro 5.9 - Padrões de representação gráfica para regiões reabilitadas no concreto armado aparente.  
Fonte: AUTORA, 2018.

DADO GRÁFICO	ELEMENTO GRÁFICO	PADRÃO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA		
Região reabilitada (R)	Símbolo pontual/ Símbolo linear/ Textura formada por símbolos pontuais			

Por sua vez, o Quadro 5.10 orienta as configurações no desenho (escala ou dimensão) mais adequadas para cada padrão de representação gráfica, conforme o destaque visual que cada tipologia de manifestação patológica deve provocar no resultado gráfico final.

Quadro 5.10 – Configurações de escala no desenho gráfico do mapa de danos. Fonte: AUTORA, 2018.

DADO GRÁFICO	CATEGORIAS	CONFIGURAÇÕES NO DESENHO
Ataque biológico (B)	Incidência pontual de ataque biológico (B1)	Símbolo com escala reduzida <sup>12</sup>
	Vegetação daninha com caule e raízes frágeis (B2)	Símbolo com escala reduzida
	Mancha provocada por algas (B2)	Hachura com escala grande <sup>13</sup>
	Bolor (B3)	Hachura com escala média <sup>14</sup>
	Ataque provocado por dejetos de animais (B4)	Hachura com escala média
Fissuras (F)	Para aberturas menores que 0,2 mm (F1)	Traço fino
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,2 mm e menores que 0,4 mm (F2)	Traço médio
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,4 mm e menores que 0,6 mm (F3)	Traço grosso
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,6 mm (F4)	Traço grosso
Manchas (M)	Sujidade por lavado diferencial (M1)	Hachura com escala grande
	Sujidade por depósito (M2)	Hachura com escala grande
	Ações humanas fortuitas (M3)	Hachura com escala grande
	Eflorescência (M4)	Hachura com escala média
	Umidade localizada (M5)	Hachura com escala pequena <sup>15</sup>
	Umidade generalizada (M6)	Hachura com escala pequena
Perda de seção (PS)	Lascamento ou esfoliação pontual do concreto (PS1)	Hachura com escala pequena
	Desagregação do concreto (PS2)	Hachura com escala pequena
	Destacamento de concreto com exposição da armadura (PS3)	Hachura com escala pequena
	Destacamento, esfoliação, desagregação ou esmagamento de concreto com perda significante de massa do elemento estrutural (PS4)	Hachura com escala pequena
Corrosão de armadura (CA)	Pontos de corrosão sem fissuras (CA1)	Desenho com escala pequena
	Manchas de corrosão com fissuras (CA2)	Hachura com escala pequena
	Manchas de corrosão com fissuras e perda de seção do aço (CA3)	Hachura com escala pequena
	Barra de aço seccionada (CA4)	Hachura com escala pequena

<sup>12</sup> Atenta-se para o fato de que o símbolo deve ser visto claramente no desenho.

<sup>13</sup> Adota-se um valor de escala que permita ver o símbolo utilizado na hachura de maneira mais nítida.

<sup>14</sup> Adota-se um valor de escala que não seja tão nítida a visualização do símbolo da hachura quanto é na escala grande, mas que a hachura não fique tão densa ao ponto de se transformar numa mancha sólida.

<sup>15</sup> Adota-se um valor de escala que torne a hachura praticamente uma mancha sólida (densa) ao ponto de não ser visualizado o símbolo utilizado no padrão de representação gráfica.

### 5.3 ETAPA 03: LEVANTAMENTO DE DADOS E REGISTRO GRÁFICO DIGITAL

Na etapa preliminar de inspeção predial deve ser feita uma vistoria no edifício para a coleta de dados em campo, inclusive a realização de um registro fotogramétrico<sup>16</sup>, com imagens de alta resolução da fachada a ser mapeada.

Após a definição da escala, importa-se o registro fotográfico da fachada no software AutoCAD. Dá-se, portanto, início à leitura visual, no modo visão ampliada (por meio da ferramenta *zoom*), de cada manifestação patológica ou região reabilitada para a sua correta categorização, seguindo sempre a ordem utilizada convencionalmente para leitura de documentos (de cima para baixo e da esquerda para a direita). Em seguida, é feito o desenho de contorno da manifestação patológica visualizada, utilizando o registro fotográfico como uma espécie de “molde”. Posteriormente, deve ser feita a aplicação de seu respectivo padrão de representação gráfica e da cor correspondente ao seu estágio de gravidade, conforme a Figura 5.7.



**Figura 5.6** – Imagem ilustrando o desenho gráfico para o registro de uma manifestação patológica.  
Fonte: AUTORA, 2018.

Cada manifestação patológica terá dois códigos: um código numérico e outro código alfanumérico. O código numérico deve ser registrado no mapa de danos (próximo ao desenho gráfico da manifestação patológica) e refere-se a ordem de leitura e registro gráfico da manifestação patológica de forma genérica (independentemente de sua tipologia ou categoria), a exemplo: a quinta manifestação patológica, levará o código de número 5, já a vigésima terá como código o número 20.

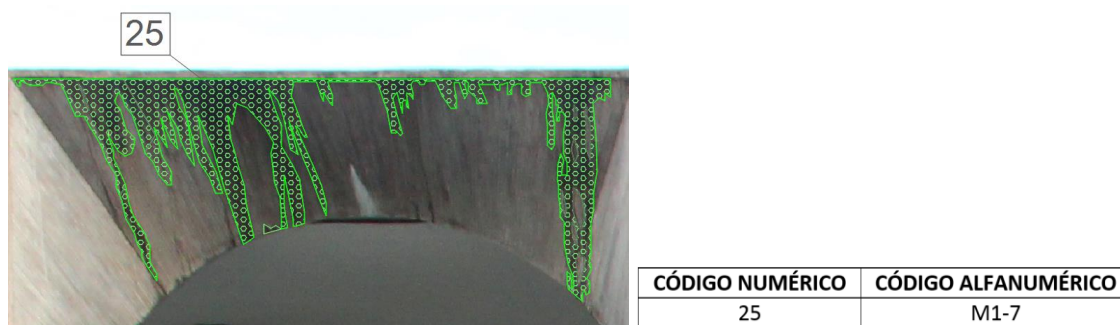
Já o código alfanumérico deve ser composto pelo código atribuído a cada categoria de manifestação patológica, conforme o Quadro 5.4, e terá um outro número (em separado) indicando a sua ordem de leitura e registro dentro da mesma categoria de manifestação

---

<sup>16</sup> Obtido através da técnica de mapeamento da fotogrametria, citada no capítulo 2 (item 2.3). Esta técnica possibilita a extração de dados mensuráveis, informações estas contempladas no presente método.

patológica, por exemplo: a primeira manifestação patológica da categoria incidência pontual de ataque biológico levará o código (B1-1), a segunda manifestação patológica da categoria ações humanas fortuitas terá o código (M3-2), a quinta manifestação patológica da categoria incidência pontual de ataque biológico levará o código (B1-5).

Um quadro, denominado quadro associativo entre códigos, deve ser formatado na mesma folha que o mapa de danos, de modo a esclarecer a associação entre o código numérico e o código alfanumérico referentes a mesma manifestação patológica cadastrada, conforme a Figura 5.8.



**Figura 5.7** - Codificação da manifestação patológica no mapa de danos e quadro associativo entre o código numérico e alfanumérico da mesma. Fonte: AUTORA, 2018.

Diferente das manifestações patológicas, as regiões rehabilitadas devem ter apenas um código. O mesmo deve ser composto pela letra inicial do termo reabilitação (R) e um número correspondente a sua ordem de registro. Este código deve ser registrado no mapa de danos, próximo ao desenho gráfico de cada região rehabilitada.

### 5.3.1 Ficha de identificação de danos

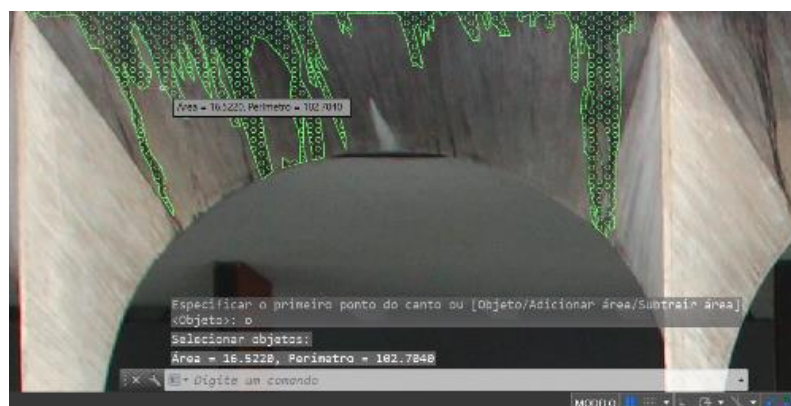
Formatou-se um modelo de ficha-auxílio para o cadastramento de cada manifestação patológica, de maneira específica e personalizada.

Conforme forem sendo analisadas, diagnosticadas e representadas no mapa de danos, cada manifestação patológica terá, portanto, um cadastro mais detalhado em um outro arquivo documental, denominado de ficha de identificação de danos, detalhada no Quadro 5.11.

Cada fachada resultará em um mapa de danos, dessa forma deverá ser identificado por uma codificação também, por exemplo, o Mapa de Danos (MD) da Fachada Principal (P) terá como código o termo MD\_P. Este código deve ser registrado na aba código do mapa de danos. Na aba ao lado, deve-se indicar o código alfanumérico referente a manifestação patológica (código este já detalhado anteriormente no item 5.3).

A aba sobre causas prováveis deverá ser preenchida com informações sobre o que pode ter levado o surgimento e desenvolvimento da manifestação patológica, já a aba de natureza, deverá informar sobre a natureza dos agentes de degradação, conforme o item 2.6, Quadro 2.7. A aba sobre mecanismos de degradação deverá explicar sobre a forma como um elemento de construção reage sobre a aplicação de uma ação, ou seja, como ocorre o aparecimento do sintoma detectado (manifestação patológica). Em possíveis danos, preenche-se com informações sobre os sintomas detectados na presente análise.

Na aba dados mensuráveis, serão registradas as medidas da manifestação patológica (apenas em vista ou projeção no plano), baseadas nas medidas do levantamento em campo, no registro fotogramétrico e no cálculo de medida no desenho gráfico, conforme indicações da Figura 5.9.



**Figura 5.8** – Imagem ilustrativa exemplificando as informações mensuráveis a serem extraídas do software. Fonte: AUTORA, 2018.

Imagina-se que o ponto inferior esquerdo da edificação está localizado no marco zero de um plano cartesiano. Dessa forma, cada ponto localizado na fachada terá suas próprias coordenadas (x,y). Registra-se o primeiro ponto inferior esquerdo em que se encontra a manifestação patológica, conforme o exemplo ilustrativo da Figura 5.10.



**Figura 5.9** - Imagem ilustrativa para o registro dos dados mensuráveis. Fonte: AUTORA, 2018.

Quadro 5.11 - Ficha de identificação de danos. Fonte: AUTORA, 2018.

<b>FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS<sup>17</sup></b>			
CÓDIGO DO MAPA DE DANOS MD + número de controle		CÓDIGO ALFANUMÉRICO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA M + N° ordem registro	
ORIENTAÇÃO DA FACHADA Norte, Sul, Leste, Oeste, Nordeste, Noroeste, Sudeste, Sudoeste		TIPOLOGIA DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA Mancha, fissura, corrosão	
ELEMENTO E/OU COMPONENTE CONSTRUTIVO AFETADO Pilar, empena, parede			
GRAVIDADE DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA Régua e N° estágio			
DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO (materiais, componentes e elementos):			
REGISTRO FOTOGRÁFICO		DESCRIÇÃO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	
		ORIGEM:	
		<input type="checkbox"/> Endógena <input type="checkbox"/> Natural <input type="checkbox"/> Exógena <input type="checkbox"/> Funcional	
		NATUREZA:	
		<input type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Térmica <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Biológica <input type="checkbox"/> Eletromagnética	
		CAUSAS PROVÁVEIS:	
		MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO:	
		POSSÍVEIS DANOS:	
DADOS MENSURÁVEIS		Profissional Responsável:	
Área/comprimento/espessura	Localização na fachada (x, y) a partir da grade milimetrada	Endereço da obra:	Data: Horário:

<sup>17</sup> Esta aba deverá ser colorida conforme a cor do estágio de gravidade da manifestação patológica que está sendo detalhada na ficha.

#### 5.4 ETAPA 04: MODELO PRÉVIO DO MAPA DE DANOS

Considera-se como *layout* de apresentação gráfica, os elementos informativos como títulos, legendas, dados cadastrais e informações gerais, conforme a Figura 5.11. Ressalta-se que na legenda sobre os padrões de representação gráfica deve ser informado o respectivo código de cada tipologia de manifestação patológica (B1, M4, entre outros). No local onde estão inseridas as legendas, também devem ser locadas todas as régua graduadas utilizadas na representação. No carimbo informativo deve ser informado, dentre outros dados cadastrais, o código do mapa de danos (explicado anteriormente no item 5.3.1).

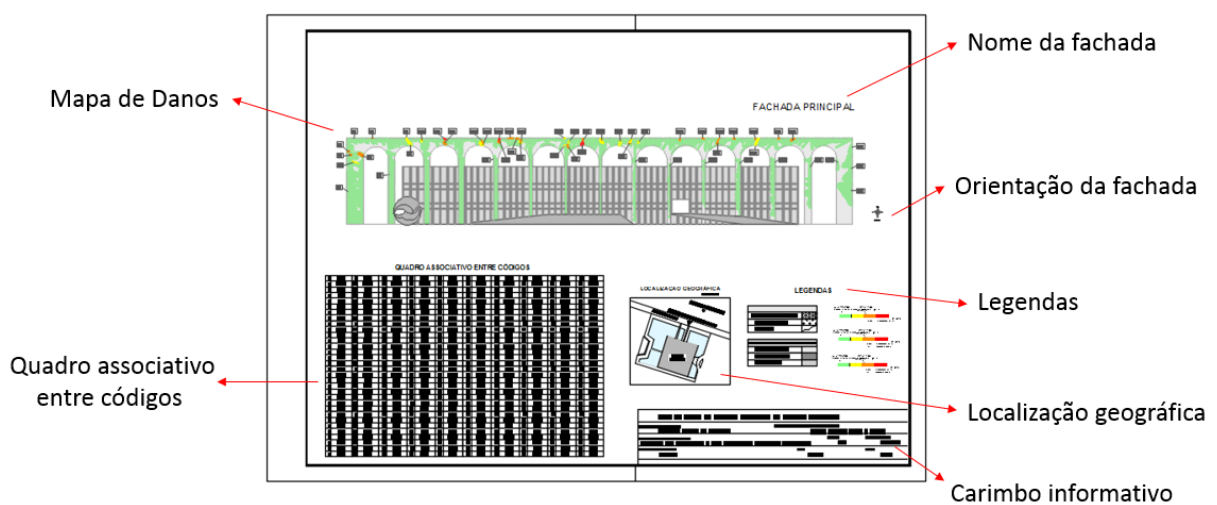


Figura 5.10 - *Layout* de apresentação do documento. Fonte: AUTORA, 2018.

#### 5.5 ETAPA 05: CONSOLIDAÇÃO DO MÉTODO

O método proposto foi aplicado inicialmente em um exemplar de mapa de danos da fachada principal do Palácio Itamaraty, por meio de um teste piloto. Após esta etapa, obteve-se como produto gráfico, um exemplar de mapa de danos baseado no método, sendo possível a realização da consulta ao corpo técnico (fase 02).

Com o intuito de explicar o método para o corpo técnico avaliador, um tutorial para elaboração de mapas de danos foi formatado e enviado juntamente com o resultado gráfico do teste piloto. Após a análise do arquivo documental enviado, os avaliadores responderam a um questionário.

A partir dos resultados obtidos na avaliação, alguns ajustes foram feitos na proposta inicial e finalmente o método pôde ser aplicado no exemplar de mapa de danos da fachada sudeste do Edifício Vilanova Artigas. O Quadro 5.12 apresenta as principais fases que permitiram o aperfeiçoamento e consolidação do método.

Quadro 5.12 – Fases da consolidação da proposta. Fonte: AUTORA,2018.

FASES DA CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA	
Fase 01	Teste piloto aplicado em um exemplar de mapa de danos: Palácio Itamaraty
Fase 02	Consulta ao corpo técnico: avaliação do método proposto por meio de tutorial e questionário
Fase 03	Ajustes no método proposto
Fase 04	Aplicação do método consolidado em um exemplar de mapa de danos: Edifício Vilanova Artigas

#### 5.5.1 Fase 01: Teste piloto aplicado em um exemplar de mapa de danos

O método proposto foi aplicado em um mapa de danos da fachada principal do Palácio Itamaraty, sede do Ministério das Relações Exteriores do Brasil, situado em Brasília/DF. O mapa de danos utilizado para o teste piloto foi baseado no trabalho desenvolvido por Costa (2014). Os resultados são apresentados no capítulo 6.

#### 5.5.2 Fase 02: Consulta ao corpo técnico

Nesta fase, o método proposto foi avaliado por um grupo de especialistas (corpo técnico), bem como a capacidade de leitura visual e eficácia da comunicação gráfica do modelo proposto para mapa de danos (teste piloto). Inicialmente, montou-se um arquivo documental que foi enviado via e-mail para os avaliadores. Este arquivo foi composto pelo:

- Tutorial (vide Apêndice B);
- Questionário digital através da plataforma *Survey Monkey* (vide Apêndice C).

Antes da realização da consulta ao corpo técnico, foi realizado o pré-teste (vide Apêndice A) em uma pequena amostra composta por três avaliadores, todos professores universitários da área. Objetivou-se nesta etapa, verificar a qualidade, compreensão e didática tanto do tutorial quanto do questionário formatado. A partir da aprovação do instrumento pelos avaliadores participantes do pré-teste, a consulta ao corpo técnico foi finalmente enviada.

Para compor o corpo técnico foram escolhidos: professores, profissionais arquitetos, engenheiros e técnicos que possuem trabalhos reconhecidos na área de conservação de edifícios, em um grupo de 35 avaliadores, dentre os quais foram obtidas 10 respostas (28,6% do total de avaliadores convidados). Considerou-se 10 respondentes uma quantidade suficiente para validar a consulta, visto que a consulta ao corpo técnico especializado se enquadra como uma pesquisa qualitativa.



### 5.5.3 Fase 03: Ajustes no método proposto

A partir das respostas dos avaliadores foram feitos alguns ajustes no método. Esclarece-se, portanto, que o método apresentado neste capítulo já levou isso em consideração.

### 5.5.4 Fase 04: Aplicação do método consolidado em um exemplar de mapa de danos

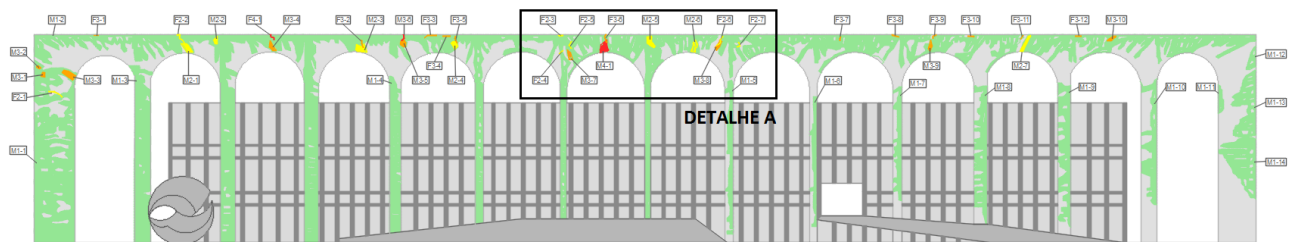
Escolheu-se como exemplar de mapa de danos para aplicação do método proposto na presente pesquisa, o mapa de danos da fachada sudeste do edifício de arquitetura moderna em concreto armado aparente Vilanova Artigas (edifício-sede da FAU-USP em São Paulo/SP). Este edifício passou recentemente pelo processo de mapeamento e produção de mapa de danos. Todo o procedimento foi detalhado no próximo capítulo.

## 6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados da pesquisa e suas respectivas discussões. Especificamente, apresenta e discute o teste piloto, a consulta ao corpo técnico e a aplicação do método no Edifício da FAU/USP de arquitetura moderna com fachadas em concreto armado aparente.

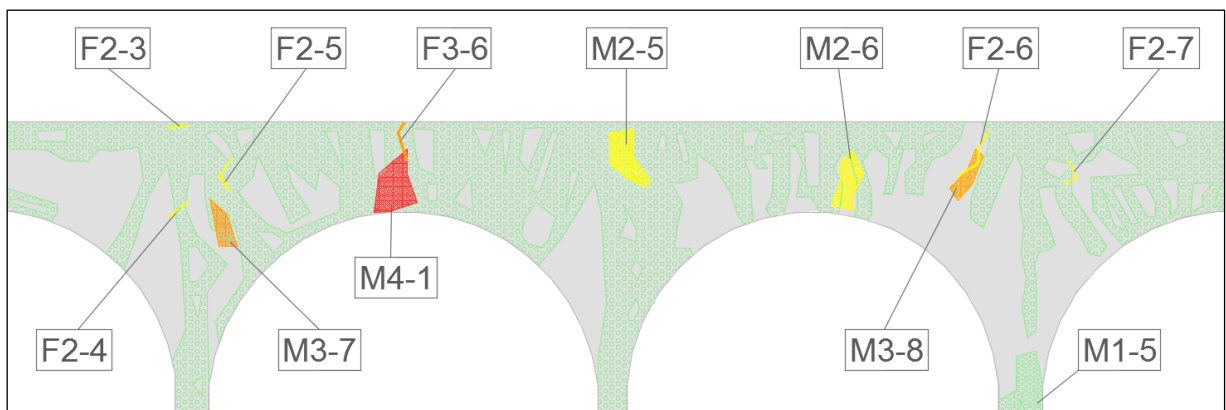
### 6.1 TESTE PILOTO

O resultado gráfico do teste piloto pode ser observado na Figura 6.1. A Figura 6.2 mostra, em detalhe, a representação gráfica das manifestações patológicas que, por meio de seus símbolos e cores padronizados, identifica a tipologia e a gravidade de cada manifestação patológica.



**Figura 6.1** - Visualização geral sobre o estado de conservação da fachada do Palácio Itamaraty.

Fonte: AUTORA, 2018; modificado de COSTA, 2014.



#### LEGENDA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
Mancha por sujidade	
Eflorescência	
Fissura	

GRAVIDADE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
Estágio 01 (baixo)	
Estágio 02 (moderado)	
Estágio 03 (alto)	
Estágio 04 (avançado)	

ELEMENTOS E COMPONENTES CONSTRUTIVOS	
Concreto Aparente	
Caixilhos metálicos	
Panos de vidro	

**Figura 6.2** – Detalhe A do estado de conservação da fachada do Palácio Itamaraty.

Fonte: AUTORA, 2018.

O resultado gráfico do teste piloto, apresentado na Figura 6.1, indicou que existe harmonia visual entre os padrões de representação gráfica escolhidos para representar os diferentes estágios de gravidade. De maneira geral, o verde, por mais que tenha sido predominante na visualização geral da fachada, não competiu visualmente com os tons que representam manifestações patológicas mais graves. Constatou-se também que as codificações não causaram poluição visual no mapa de danos já que havia uma quantidade reduzida de registros. Percebeu-se também que as configurações de escala comprometeram a visualização dos padrões de representação gráfica aplicados no desenho.

## **6.2 CONSULTA AO CORPO TÉCNICO**

A partir das respostas dadas pelos especialistas consultados, discutiu-se a possibilidade de adaptação de alguns aspectos do método proposto. A seguir, são apresentadas algumas discussões pertinentes:

- Uma das sugestões foi separar a eflorescência da régua de manchas, visto que são manifestações patológicas de mecanismos distintos. No entanto, o item 2.5.4 do capítulo 2, afirma que mancha é todo tipo de alteração cromática ou de brilho em zonas pontuais do revestimento e que se diferencia das regiões vizinhas. As manchas podem também ser resultado de um ou mais defeitos construtivos ou originada a partir de outras manifestações patológicas, como é o caso da eflorescência e ou da colonização biológica. Dessa forma, considera-se a eflorescência pertencente ao grupo de manchas;
- Foi questionada a ausência da análise de risco estrutural no método. Ressalta-se, no entanto, que a proposta para elaboração de mapas de danos, contemplada na presente pesquisa, se insere na fase de inspeção predial preliminar até a etapa do pré-diagnóstico. Portanto, a análise sob a ótica estrutural viria apenas em etapas posteriores ao registro gráfico. Excluindo o fato de que algumas manifestações patológicas como deslocamento e deformação podem ser evidenciadas por meio de fissuras e/ou destacamento, os quais já são contemplados atualmente;

A partir das sugestões, alguns ajustes e/ou adaptações foram realizados no método, entre eles, citam-se:

- A decisão pela substituição da categoria “vegetação” por “ataque biológico”, sendo possível contemplar novos agentes de degradação como dejetos de animais, algas e fungos;
- A inserção da aba sobre a “natureza” da manifestação patológica na Ficha de Identificação de Danos.

Foram obtidas 10 avaliações sobre o método, dentre as quais: 2 responderam que o método é muito satisfatório, 6 responderam que o método é satisfatório, 2 responderam que o método é regular, nenhum respondeu que o método é insatisfatório ou muito insatisfatório.

Como o grupo de avaliadores, formado apenas por especialistas renomados, trouxeram discussões relevantes e pertinentes à pesquisa e pelo fato da consulta ao corpo técnico se tratar de uma pesquisa qualitativa, onde não houve uma preocupação com levantamentos quantitativos, mas sim com o aprofundamento e melhor compreensão de cada uma das opiniões dos participantes, conclui-se que, a partir dos resultados obtidos durante a avaliação e apresentados anteriormente, o método é válido e pode ser aplicado.

### **6.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO**

O edifício selecionado para a aplicação do método para mapas de danos foi o edifício Vilanova Artigas, sede da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, localizada em São Paulo capital. A escolha do objeto de estudo foi pautada na disponibilidade de material que possibilitasse a continuidade da pesquisa, no apoio da equipe que coordenou o trabalho realizado no edifício ao ceder toda a documentação necessária e no fato de ter sido um trabalho recentemente concluído.

Inicialmente foi realizado um estudo histórico sobre o edifício: data da obra, principais elementos e componentes construtivos, intervenções e estudos sobre o seu estado de conservação. Em 2015, dentre esses estudos e ações de intervenção, deu-se início ao Plano de Gestão da Conservação do edifício Vilanova Artigas, feito pelo grupo de trabalho mais conhecido por Conserva FAU<sup>18</sup>. Dentro deste projeto, foi prevista a realização de um mapeamento de danos das fachadas, o qual foi realizado pela equipe técnica do Departamento de Arquitetura da Universidade de Ferrara, na Itália.

Para a realização da presente etapa prevista neste trabalho, foram analisados materiais publicados e/ou cedidos pelo grupo de trabalho Conserva FAU, entre eles, o mapa de danos

---

<sup>18</sup> A equipe foi formada por professores da FAU-USP, profissionais bolsistas da pesquisa, estudantes de iniciação científica e outros profissionais colaboradores. Para mais detalhes: <https://conservafau.wordpress.com/>

sugerido pela equipe técnica da Universidade de Ferrara. Este documento foi cedido pela equipe Conserva FAU e foi de suma importância para a concretização desta fase.

A partir da análise do mapa de danos cedido pelo grupo Conserva FAU e da interpretação das informações trazidas pelo mesmo, foi produzido um mapa de danos conforme os parâmetros estabelecidos pelo método proposto e consolidado neste trabalho de dissertação.

### 6.3.1 Breve histórico sobre as intervenções

Segundo Oliveira, Prestes e Yurgel (2007), o edifício foi projetado pelos arquitetos João Batista Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi e construído (entre 1961 e 1969) para ser a sede da Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo, na Cidade Universitária, em São Paulo.

Externamente, a edificação é como um grande paralelepípedo em concreto apoiado em pilares em forma de trapézios duplos (FRACALOSSI, 2011). Todos os ambientes do edifício estão sob uma cobertura formada pelo cruzamento de vigas de concreto armado e claraboias translúcidas. A superfície da fachada em concreto armado aparente possui diferentes texturas formadas pela impressão das fôrmas, como por exemplo, as marcas formadas pelas tábuas dispostas horizontalmente nas empenas das fachadas (CAMPIOTTO; GONÇALVEZ, 2017).

Segundo Campiotto e Gonçalves (2017), o edifício vinha sofrendo grandes processos de degradação devido à falta de manutenção. De modo a evitar maiores danos à sua materialidade, em novembro de 2015, deu-se início ao desenvolvimento de um Plano de Gestão da Conservação. A proposta foi aprovada pelo Programa *Keeping it Modern* da *Getty Foundation* (Los Angeles, EUA), viabilizando o projeto.

Montou-se, portanto, uma equipe que gerenciaria todo o trabalho do Plano de Gestão da Conservação do edifício. De modo a se obter maior proximidade entre a equipe de trabalho e a comunidade FAU-USP, criou-se, como identidade visual, o termo Conserva FAU.

De acordo com a Equipe Conserva FAU (2017), a fachada sofreu algumas intervenções (reparos no concreto danificado e a realização de recuperação estrutural em dois de seus pilares: uma no ano de 1981 e outra entre 1999 e 2000) e na fachada como um todo entre 2012 e 2015. Além dessas intervenções, algumas inspeções visuais foram registradas: uma em 2004 e outra em 2010.

Sobre a inspeção visual das fachadas realizada em 2004, a equipe Conserva FAU cita que na inspeção realizada por Simões (2004) foram observadas as manifestações patológicas presentes, dentre as quais, citam-se: manchas de eflorescência, corrosão de armadura e

manchas biológicas. A Figura 6.4a traz um registro fotográfico realizado na época. Algumas características na edificação foram identificadas como prováveis precursoras para o surgimento das manifestações patológicas, como a ausência de proteção na superfície de concreto e na cobertura e fachada, porosidade do concreto, condições climáticas de calor e umidade, entre outros.

A Equipe Conserva FAU cita que em 2010 alguns especialistas avaliaram a edificação e apontaram como principais manifestações patológicas: destacamento de concreto, mancha de eflorescência, mancha por ataque químico na superfície de concreto e corrosão de armadura. A partir dos resultados obtidos pela inspeção, foi possível o planejamento de uma futura intervenção. Entre 2012 e 2015 foram realizadas algumas limpezas específicas na superfície da fachada em concreto armado aparente, remoção de áreas com perda de concreto, testes na argamassa para reparo, tratamento na superfície, entre outros. A Figura 6.4b traz o registro fotográfico de um dos procedimentos realizados na época.



**Figura 6.3** – a) Levantamento fotográfico da fachada Sudeste realizado por Simões. Fonte: SIMÕES, 2004; CONSERVA FAU, 2017; b) Registro fotográfico do trabalho de remoção do concreto com perda de massa. Fonte: OLIVEIRA, 2014; EQUIPE CONSERVA FAU, 2017.

O mapeamento do estado de conservação do edifício Vilanova Artigas, foi feito pelo método de escaneamento à laser 3D. Segundo Campiotto (2016), este levantamento, previsto no escopo do projeto de elaboração do Plano de Conservação, foi realizado pela equipe técnica do Departamento de Arquitetura da Universidade de Ferrara, conforme a Figura 6.6a.

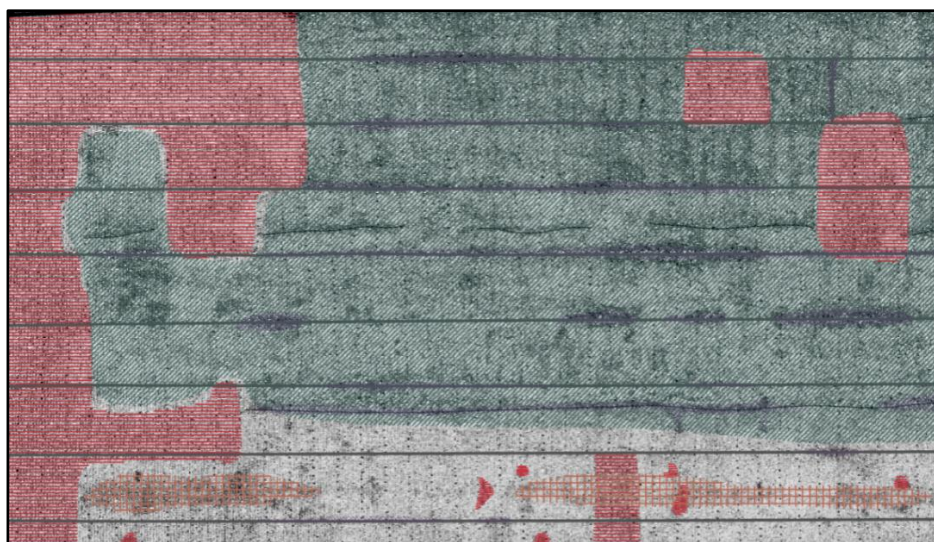
Campiotto (2016) afirma que este método de mapeamento foi uma importante ferramenta de quantificação e localização tanto das áreas afetadas por manifestações patológicas quanto

das que sofreram intervenções. Sendo, portanto, uma forma de registro que permitirá comparação com estudos futuros favorecendo o acompanhamento do histórico de conservação do edifício. A Figura 6.6b ilustra uma vista do documento gerado a partir do levantamento realizado.

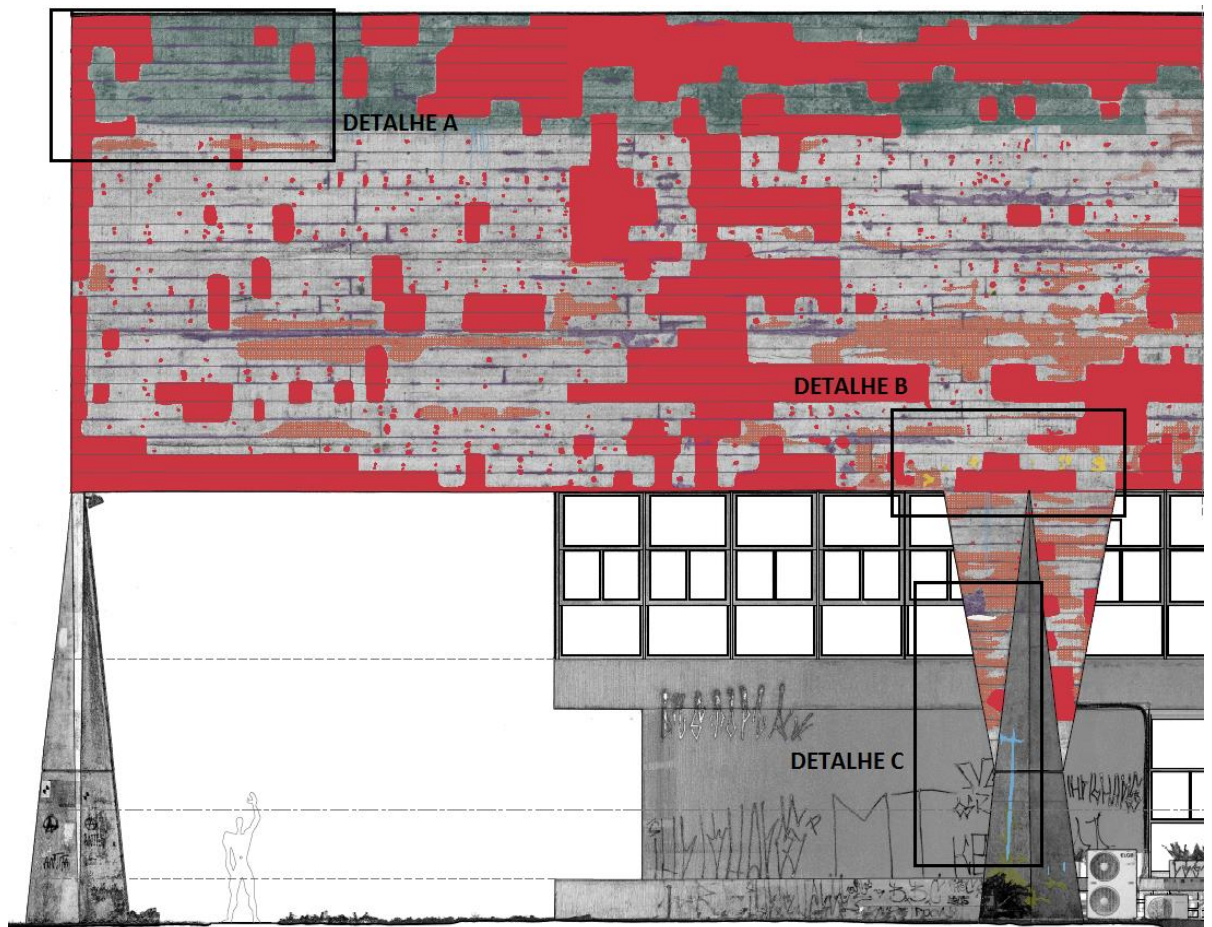


**Figura 6.4** -a) técnico da Universidade de Ferrara, Guido Galvani, realizando o escaneamento; b) nuvem de pontos gerada a partir do levantamento realizado pela equipe técnica da Universidade de Ferrara. Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2016.

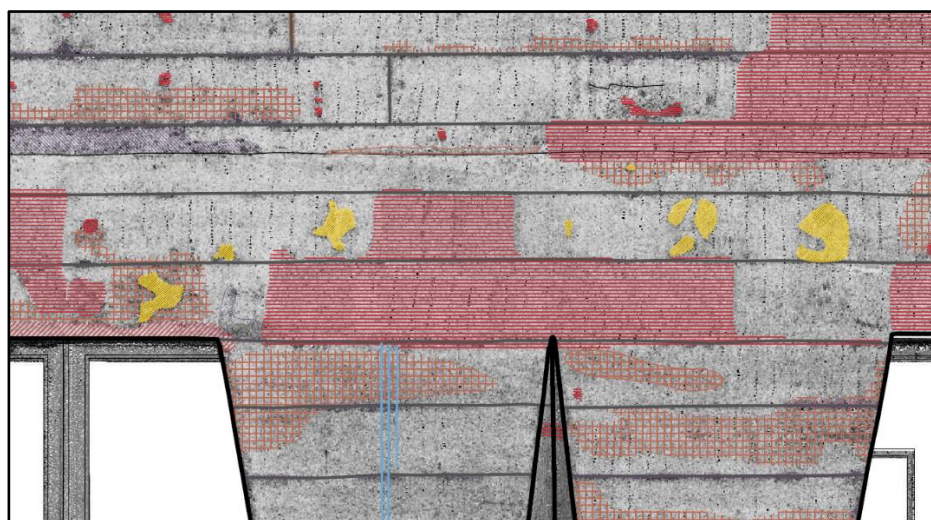
A partir da leitura, interpretação e processamento dos dados levantados, a equipe da Universidade de Ferrara gerou um documento no qual eles sugerem um mapa de danos. Este documento faz parte do acervo de arquivos da Equipe Conserva FAU e foi cedido para apreciação e realização de análises para a presente pesquisa. A Figura 6.8 traz a imagem geral do mapa de danos enquanto que as Figuras 6.7, 6.9 e 6.10 trazem algumas imagens em detalhe (detalhes A, B, C).



**Figura 6.5** - Visualização do detalhe A do registro gráfico. Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2016.

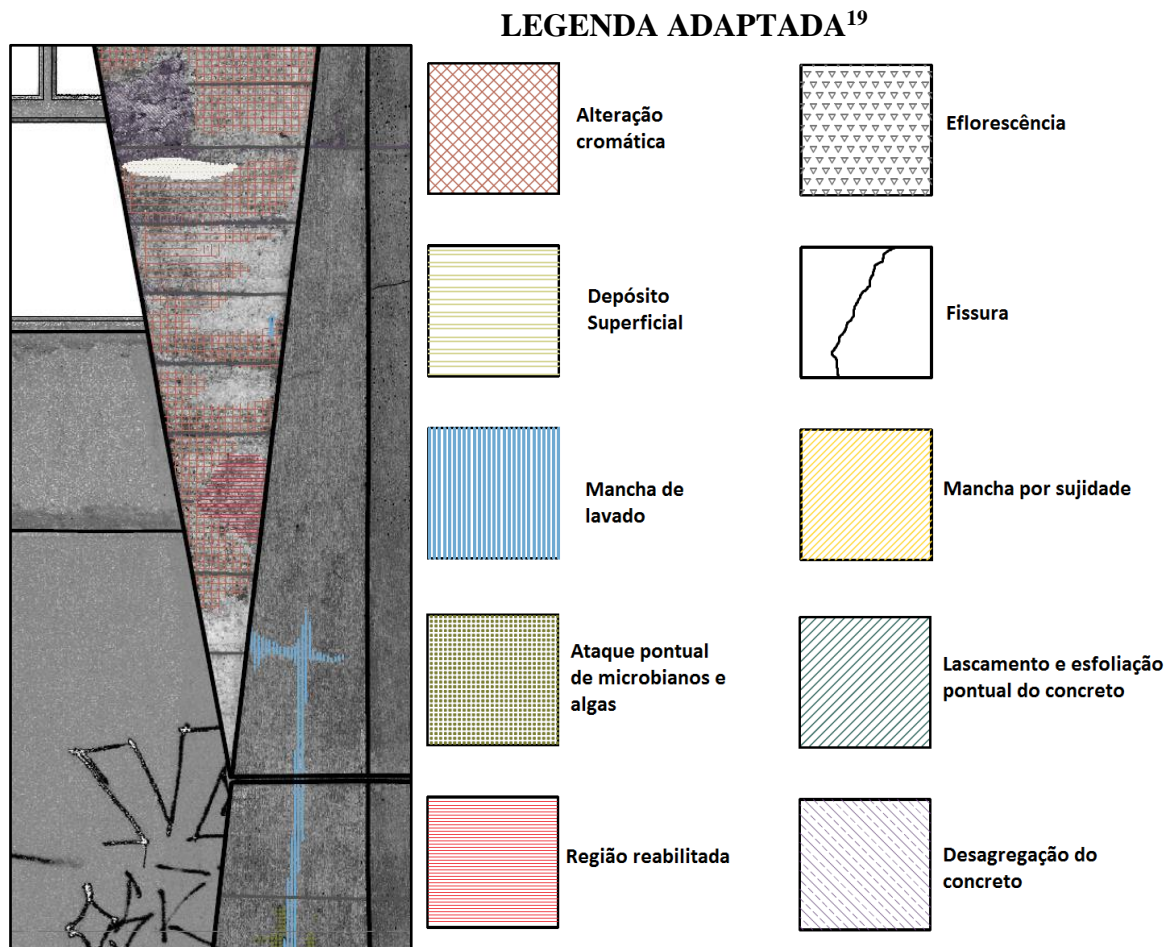


**Figura 6.6** - Visualização geral do estado de conservação da fachada Sudeste do edifício Vilanova Artigas, por meio do mapa de danos sugerido pela Universidade de Ferrara.  
 Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2016.



**Figura 6.7** - Visualização do detalhe B do registro gráfico. Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2016.





**Figura 6.8** -Visualização do detalhe C do registro gráfico e a legenda contendo os padrões de representação gráfica. Fonte: EQUIPE CONSERVA FAU, 2016.

### 6.3.2 Considerações sobre o mapa de danos sugerido pela Universidade de Ferrara

A partir de uma análise visual, nota-se que foram utilizados padrões de representação gráfica autorais, confirmando a problemática inicial mencionada no presente trabalho. Constatou-se também que as cores escolhidas foram de maneira aleatória, provocando certo destaque visual para registros menos graves. Prova disto foi o padrão utilizado para as regiões reabilitadas (tradução feita pela autora da presente pesquisa, do termo em italiano *resarcitura incongrua*): no mapa de danos foi escolhido um padrão de representação gráfica na cor vermelha. A partir de certa escala na visualização, este padrão toma a forma de uma mancha bastante evidente, se destacando e competindo visualmente com os demais registros.

No presente registro, a escala também interfere na qualidade visual: enquanto que uma escala menor dificulta a identificação dos padrões de maneira mais nítida, ela possibilita a

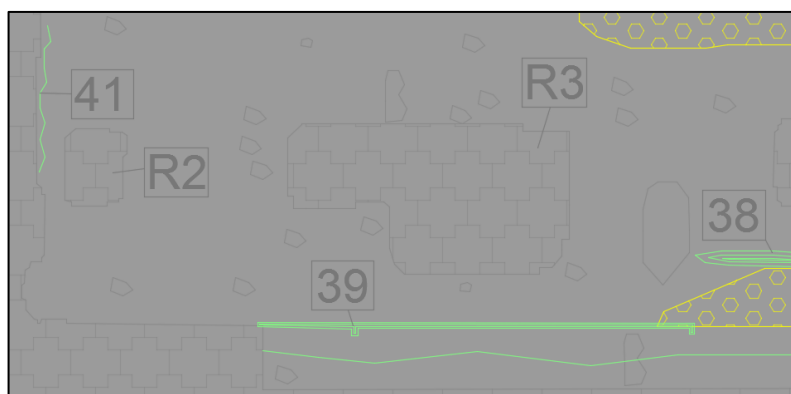
<sup>19</sup> Os termos foram adaptados pela autora, levando em consideração a tradução literal do italiano para o português, conhecimentos técnicos adquiridos no capítulo 2 e consultas documentais (registros fotográficos e publicações).

clara visualização do limite de abrangência de cada registro. Quando a escala é ampliada, a problemática na identificação dos padrões é solucionada, porém a leitura torna-se menos fluida e não é possível obter uma visualização geral do estado de conservação.

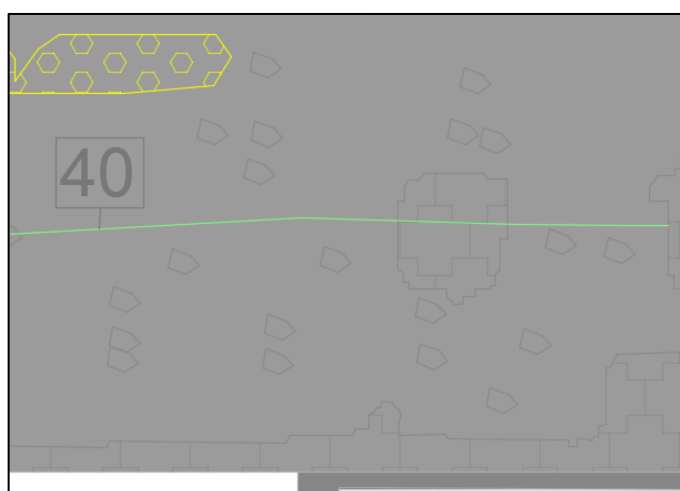
O mapa de danos do presente documento utilizou-se da tecnologia de escaneamento, possibilitando visualizar, com maior riqueza em detalhes, a materialidade em microescala, como é o caso dos registros: *alterazione legante matrice cementizia* e *alterazione inerte matrice cementizia* (respectivamente traduzidos para: lascamento e esfoliação pontual do concreto e desagregação do concreto), tornando o registro mais preciso e minucioso.

### 6.3.3 Resultado gráfico da aplicação do método: apresentação e discussão

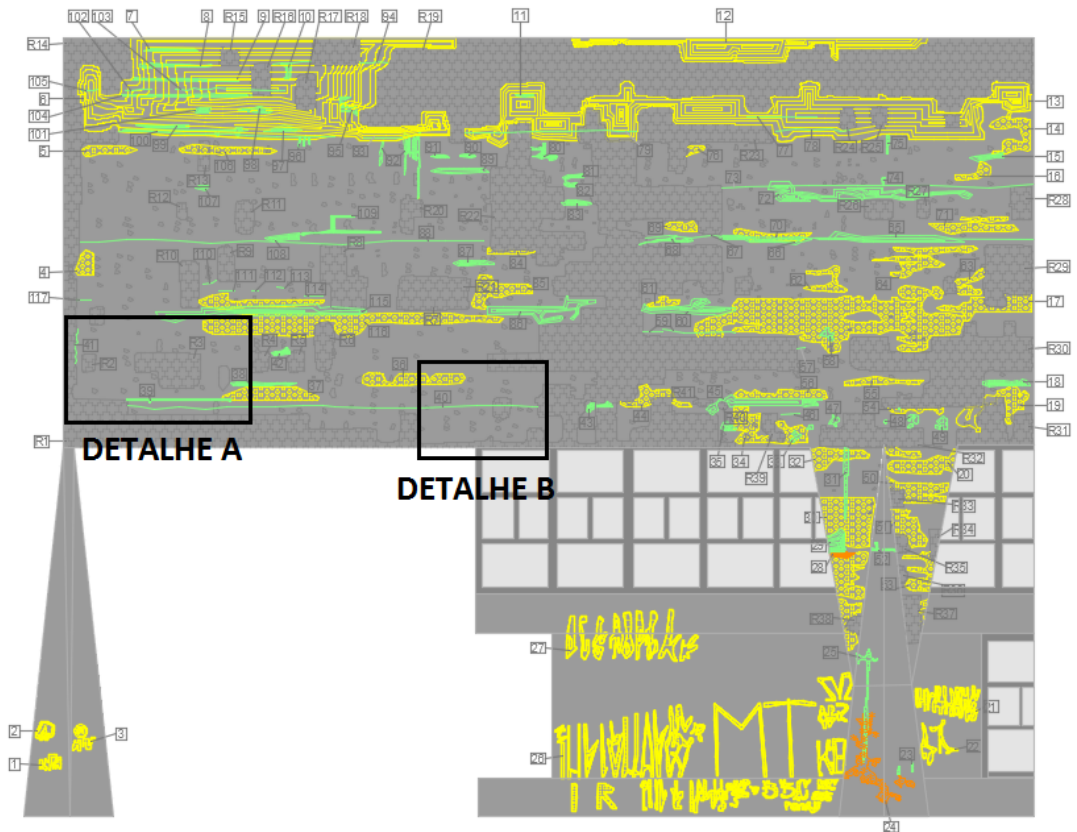
A Figura 6.11 traz o mapa de danos como resultado final do método proposto e as Figuras 6.9 e 6.10 trazem alguns detalhes sobre o registro. O resultado gráfico pode ser melhor contemplado no Apêndice D, em escala ampliada. O Quadro 6.1, por sua vez, ilustra o preenchimento da ficha de identificação de danos.



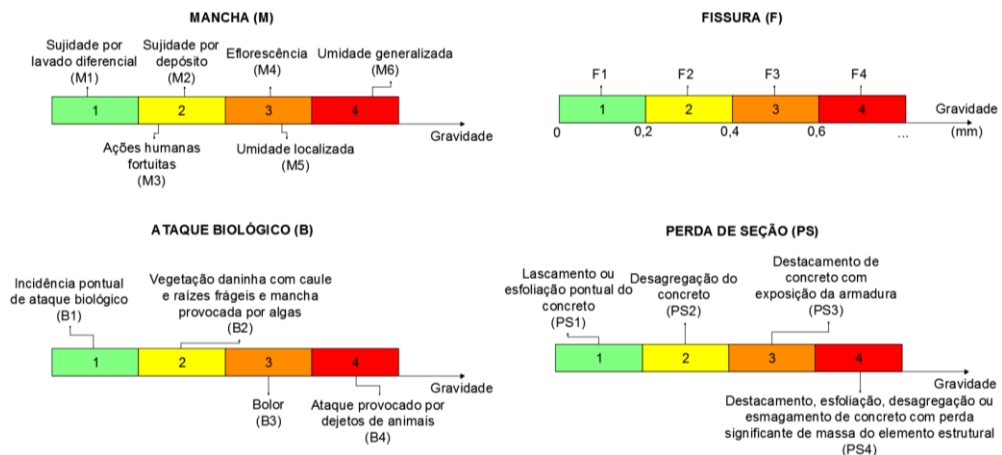
**Figura 6.9** -Visualização em detalhe (detalhe A). Fonte: AUTORA, 2018.



**Figura 6.10** -Visualização em detalhe (detalhe B). Fonte: AUTORA, 2018.



1	M3-1	17	M2-5	33	M1-4	49	M1-7	65	PS1-17	81	PS1-22	97	PS1-31	113	F1-20
2	M3-2	18	PS1-7	34	M2-12	50	M2-16	66	PS1-18	82	PS1-23	98	PS1-32	114	F1-21
3	M3-3	19	M2-6	35	PS1-9	51	M2-17	67	F1-6	83	PS1-24	99	PS1-33	115	PS1-40
4	M2-1	20	M2-7	36	M2-13	52	PS1-15	68	PS1-19	84	M2-30	100	PS1-34	116	M2-34
5	M2-2	21	M3-4	37	M2-14	53	M2-18	69	M2-26	85	M2-31	101	PS1-35	117	F1-22
6	PS2-1	22	M3-5	38	PS1-10	54	M2-19	70	M2-27	86	PS1-25	102	F1-14		
7	PS1-1	23	M1-1	39	PS1-11	55	M2-20	71	M2-28	87	PS1-26	103	F1-15		
8	PS1-2	24	B3-1	40	F1-1	56	M2-21	72	PS1-20	88	F1-11	104	PS1-36		
9	PS1-3	25	M1-2	41	F1-2	57	F1-4	73	F1-7	89	PS1-27	105	F1-16		
10	PS1-4	26	M2-8	42	PS1-12	58	M1-8	74	M1-9	90	PS1-28	106	M2-33		
11	PS1-5	27	M2-9	43	PS1-13	59	F1-5	75	M1-10	91	PS1-29	107	PS1-37		
12	PS2-1	28	M4-1	44	M2-15	60	PS1-16	76	M2-29	92	M2-32	108	PS1-38		
13	PS2-2	29	PS1-8	45	PS1-14	61	M2-22	77	F1-8	93	F1-12	109	PS1-39		
14	M2-3	30	M2-10	46	F1-3	62	M2-23	78	F1-9	94	F1-13	110	F1-17		
15	PS1-6	31	M1-3	47	M1-5	63	M2-24	79	F1-10	95	PS1-30	111	F1-18		
16	M2-4	32	M2-11	48	M1-6	64	M2-25	80	PS1-21	96	M1-11	112	F1-19		



**Figura 6.11** - Visualização geral do estado de conservação da fachada sudeste do edifício Vilanova Artigas, por meio do mapa de danos formatado pelo método proposto pela autora.

Fonte: AUTORA, 2018.

Quadro 6.1 – Exemplo de Ficha de identificação de danos preenchida. Fonte: AUTORA, 2018.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS <sup>20</sup>			
CÓDIGO DO MAPA DE DANOS MD_FSE		CÓDIGO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA PS1-11	
ORIENTAÇÃO DA FACHADA Sudeste		IDENTIFICAÇÃO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA Lascamento ou esfoliação pontual do concreto	
ELEMENTO E/OU COMPONENTE CONSTRUTIVO AFETADO Fachada			
GRAVIDADE DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA			
DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO (materiais, componentes e elementos): Concreto armado aparente sem revestimento ou pintura da superfície			
REGISTRO FOTOGRÁFICO		DESCRIÇÃO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	
		ORIGEM:	
		<input type="checkbox"/> Endógena <input type="checkbox"/> Natural <input checked="" type="checkbox"/> Exógena <input type="checkbox"/> Funcional	
		NATUREZA:	
		<input checked="" type="checkbox"/> Mecânica <input type="checkbox"/> Térmica <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Biológica <input type="checkbox"/> Eletromagnética	
		CAUSAS PROVÁVEIS: lavagem sob alta pressão, provocando uma danificação superficial no concreto aparente	
		MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO: a pressão provocou desagregação na superfície do concreto	
		POSSÍVEIS DANOS: Aumento da porosidade facilitando a penetração dos agentes agressivos com perda da estanqueidade	
DADOS MENSURÁVEIS		Profissional Responsável: desconhecido	
0,0533 m <sup>2</sup>	(1,32; 8,52)	Endereço da obra: Rua do Lago, 876, Butantã, São Paulo – SP, 05508-080	Data: jul/16 Horário: desconhecido

<sup>20</sup> Manifestação patológica melhor detalhada na Figura 6.9 (código numérico: 39 e código alfanumérico: PS1-11).

A partir da análise visual do resultado gráfico obtido, constatou-se que:

- O amarelo (cor atribuída ao estágio 02 de gravidade – gravidade moderada) ganhou destaque visual sobre o verde (cor atribuída ao estágio 01 de gravidade – gravidade baixa) e as tonalidades em cinza (cor atribuída aos elementos e componentes construtivos) conseguem ser visualizadas em segundo plano, além de contribuir para o destaque visual do próprio amarelo;
- As regiões de abrangência de cada manifestação patológica estão bem definidas e as cores de alerta causam um efeito de destaque visual correspondente ao seu estágio de gravidade. Enquanto que as regiões reabilitadas são representadas por uma tonalidade cinza que cumpre com a função de informar a realização de intervenções, sem ofuscar os registros que merecem melhor atenção. Caso exista alguma situação de recorrência de manifestação patológica em regiões já reabilitadas (ver detalhe B), a camada de hachura colorida da manifestação patológica irá se sobrepor na visualização, mesmo que haja duas representações gráficas na mesma região. Ou seja, estes registros de sobreposição entre duas representações gráficas (região reabilitada e de qualquer que seja a manifestação patológica) possibilitam o monitoramento das regiões reabilitadas;
- A sobreposição entre camadas de texturas e cores também permite o registro de duas ou mais manifestações patológicas que podem, ocasionalmente, existir em uma mesma região. Ainda que ambas sejam coloridas, a visualização não ficou comprometida;
- As codificações numéricas não conflitaram visualmente com a composição gráfica final e são visualizadas também em segundo plano;
- A ausência de detalhes no documento consultado quanto à categoria de algumas manifestações patológicas, como fissura e alteração cromática, dificultou a aplicação do método. Foi necessária a busca por informações adicionais a partir de fotos antigas e/ou histórico de intervenções para o esclarecimento de dúvidas.

Em consequência das configurações de escala, alguns padrões de representação gráfica não são facilmente identificados no desenho. No entanto, cada manifestação patológica recebe seu próprio código alfanumérico, o mesmo indica a tipologia da manifestação patológica, conseqüentemente sabe-se o padrão de representação gráfica que foi utilizado. Comprovou-se,

portanto, que a legenda e o quadro associativo são indispensáveis para a correta interpretação do que está sendo registrado.

A partir da leitura visual, percebeu-se também que nenhuma região vem sofrendo de manifestações patológicas de gravidade avançada (estágio 04 - cor vermelho). A partir desta informação, conclui-se que a necessidade de intervenção é relativamente baixa e que não há a necessidade de uma inspeção predial mais detalhada. No entanto, a fachada em estudo deve ser monitorada frequentemente para que haja controle das atuais manifestações patológicas de gravidades mais baixas, mas que podem agravar seu estado ao longo do tempo.

Após a aplicação do método e a partir das análises realizadas, afirma-se que o resultado gráfico final atendeu ao esperado e proposto no método:

- As cores escolhidas para representar as manifestações patológicas conseguiram provocar o efeito visual desejado, conforme o seu respectivo nível de gravidade/importância;
- Apesar dos impasses visuais provocados pelas configurações de escala, algumas informações importantes não sofreram prejuízos visuais: a região de abrangência de cada manifestação patológica e a sua respectiva gravidade;
- Constatou-se que a escala dos padrões de representação gráfica (hachuras) influencia diretamente na leitura visual do mapa: uma escala muito pequena pode promover destaque visual, ou seja, deve-se tomar cuidado para que uma manifestação patológica menos grave não ofusque a visualização de outra mais grave. O item 5.2.2.2 apresenta maiores detalhes sobre este tipo de configuração, ou seja, a partir do valor proporcional de escala escolhido para cada padrão de representação gráfica, conseguiu-se também informar visualmente o nível de importância de cada tipologia de manifestação patológica;
- Inicialmente havia sido proposto no método a colocação de todos os códigos alfanuméricos próximos ao registro de cada manifestação patológica, entretanto, durante a aplicação, constatou-se que esses códigos próximos ao registro podem provocar poluição visual, sendo necessária a substituição por números. Principalmente, em casos onde há grande quantidade de registros de manifestação patológica ou quando a edificação possui grandes dimensões e há necessidade de se codificar o registro longe da sua região de abrangência;

- O quadro associativo entre códigos e as régua graduadas conseguem suprir todas as informações que se comprometeram devido às configurações de escala e poluição visual, dispensando a utilização da ferramenta *zoom* que comprometia a leitura do estado geral de conservação da fachada como um todo;
- O fato dos códigos (das tipologias de manifestação patológica, alfanuméricos e numéricos) e das régua graduadas serem todos categorizados a partir de atribuições sequenciais de base numérica, percebeu-se que isso facilita a inserção e retirada de dados sem comprometer a utilização do método. A exemplo, caso decida-se futuramente pela adição de mais um estágio de gravidade nas régua, basta aumentar para cinco níveis de estágios de gravidade ou caso deseja-se adicionar outra categoria dentro da tipologia de manchas, basta aumentar uma numeração na divisão atual de M6 para M7, entre outras modificações. Isto comprova a adaptabilidade do método;
- Todas as informações gráficas que são visualizadas em segundo plano, devem obrigatoriamente ser registradas em tonalidades de cor cinza.

## **7 CONCLUSÃO**

### **7.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A proposta elaborada para representação gráfica de mapas de danos, apresentada nesta dissertação, atingiu os objetivos propostos. Baseado na Cartografia, na Patologia das Construções e no estudo do Estado de Conservação de Edifícios, foi possível propor um método constituído por padrões de representação gráfica para o concreto armado aparente associados à gravidade das manifestações patológicas.

### **7.2 OBJETIVOS ALCANÇADOS E CONTRIBUIÇÕES**

Por meio da análise de uma amostra composta por sete exemplares de mapas de danos resultantes de trabalhos científicos publicados, foi possível realizar a caracterização do documento gráfico, de modo a identificar quatro principais tipologias: tipologia 01 (as manifestações patológicas são registradas dentro de um desenho gráfico da fachada da edificação e são representadas por meio de símbolos pontuais, linhas e manchas com texturas), tipologia 02 (as manifestações patológicas são registradas por meio de fotografias gerais e ou pontuais da fachada e seus elementos), tipologia 03 (as manifestações patológicas são informadas por meio de textos descritivos em fichas técnicas de inspeção predial), tipologia 04 (as manifestações patológicas são registradas por meio de duas ou mais tipologias de representação). A partir desta categorização, adotou-se a tipologia 04 como modelo para o mapa de danos proposto, associando desenhos gráficos, registro fotográfico e texto técnico descritivo.

Os Estudos Cartográficos em complemento aos estudos sobre a Patologia das Construções forneceram os parâmetros necessários para a elaboração do método de representação gráfica do mapa de danos. A boa compreensão da teoria abordada também contribuiu para um melhor entendimento dos fenômenos a serem representados, criando padrões de representação gráfica que mais se aproximavam do efeito visual e associando esses padrões com a gravidade das manifestações patológicas, a partir de régua com cores de alerta.

A experimentação do modelo proposto em um mapa de danos existente trouxe uma contribuição prática, testando a ferramenta teórica formatada, de modo a consolidá-la. Quando se visualiza o resultado gráfico final, instantaneamente consegue-se extrair informações sobre o estado geral de conservação do edifício, em especial aquelas regiões mais graves e que merecem melhor atenção.



Ressalta-se ainda que, ao longo do tempo, algumas manifestações patológicas podem agravar seu estágio e/ou podem haver situações de recorrência patológica nas regiões reabilitadas. Dessa forma, este mapa de danos também pode servir como um alerta para que sejam feitas manutenções mais frequentes. Mesmo que o mapa de danos tenha prazo de validade e registre uma condição momentânea, o documento gráfico atualizado pode servir como parâmetro para o acompanhamento da evolução do Estado de Conservação, justificando assim, a sua importância para o controle histórico do processo de degradação de um edifício, retratando a condição passada como base para futuros registros.

Sabe-se que apesar da rápida evolução tecnológica das técnicas e equipamentos para os estudos das manifestações patológicas em inspeções prediais, ainda estão presentes barreiras de diversas naturezas: restrição econômica, dificuldade de acesso ao treinamento dos equipamentos e à mão-de-obra especializada para a aplicação, entre outros.

Como contribuição, esta pesquisa além de ser acessível a todos os técnicos e profissionais que lidam com a conservação dos edifícios, é um método que facilita a gestão da manutenção e o acompanhamento da evolução do envelhecimento do edifício. O controle histórico do estado de conservação é de grande importância para a gestão da manutenção e conservação de qualquer edifício. Dessa forma, o presente método pode servir como uma ferramenta documental e de análise para este tipo de monitoramento.

### **7.3 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A presente dissertação revelou lacunas que podem servir para futuras pesquisas, entre elas, citam-se:

- Adaptação do método proposto para representação gráfica de mapas de danos de fachadas de edifícios de outros sistemas construtivos ou pertencentes a diferentes períodos históricos da Arquitetura;
- Inserção das fachadas cortinas no método proposto;
- Associação do método proposto com métodos de análise de risco estrutural;
- Desenvolvimento de *softwares* que, associados ao presente método de representação gráfica, geram quantitativos para orçamento e planejamento de obras de reabilitação.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. N. **Manual de conservação de cantarias**. Recife: IPHAN, 2000, 38 p.

ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios**: causa e recomendações. Tecnologia de edificações. Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. São Paulo: PINI: Instituto de Pesquisa Tecnológica - Divisão de Edificações do IPT, 1988, p.565-570.

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**. 2 ed. Curitiba: SBEE. 2003.

ANDRADE, M. C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armadura**. Tradução de Antonio Carmona e Paulo Helene. São Paulo: PINI, 1992, 102 p.

ARCHELA, R. S. Imagem e representação gráfica. **Geografia**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 5-11, jan./jun. 1999.

ARRUDA, A. M. V. de; OBSERVATÓRIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UFMS. **Relatório de Extensão do Projeto Edifício José Abrão**: Plano de Restauro e Conservação. 2016. Disponível em: <http://observatorio.sites.ufms.br/files/2016/09/RelatorioFinal.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. CB-002 002:140.002-001 referente a **NBR 16747**: Inspeção predial – diretrizes, conceitos terminologia, requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 17 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais - Desempenho - Requisitos Gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 52 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2**: Edifícios habitacionais - Desempenho – Sistemas Estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 52 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16280**: Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2014. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.

AUMONT, J. **A imagem**. Campinas: Papirus, 1993.

BACH JUNIOR, J. As cores fisiológicas na ciência de Goethe: educação e fenomenologia. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 117-128, maio 2015.

BARTHEL, C.; LINS, M.; PESTANA, F. O papel do mapa de danos na conservação do patrimônio arquitetônico. *In*: I CONGRESO IBEROAMERICANO Y VIII JORNADA TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO, 01., 2009, Bueno Aires. **Anais [...]**. Buenos Aires: COIBRECOPA, 2009. p. 1 - 19.

BAUER, E.; PAVÓN, E. Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. **Concreto e Construções**, São Paulo, v. 78, p.93-98, jun. 2015.

BERNARDINI, F.; RUSHMEIER, H. The 3D Model Acquisition Pipeline. **Computer Graphics Forum**, v.21, n.2, 2002, p.149–172. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/0f00/c6c08874ceb18e7e640bbf50191b96875b58.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

BERTIN, J. **Semiology of Graphics**: Diagrams, Networks, Maps. Redlands: Esri Press, 1967, 456 p.

BERTIN, J. **A Neográfica e o tratamento da informação**. Tradução de Cecília Maria Westphalen. Curitiba: UFPR, 1986, 273 p.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **As algas do Brasil**: Introdução. *In*: FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 49-60. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0.

BONIN, S. Le développement de la graphique de 1967 à 1997. **Bulletin du Comité Français de Cartographie**, n. 156, p. 17- 25, jun. 1998.

BRASIL. Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Código de Defesa do Consumidor**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8078.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm). Acesso em: 15 de set. 2017.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS EN ISO 1504-1**: Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity. Definitions. London, 2005.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS EN ISO 15686-2**: Buildings and constructed assets — Service life planning. Part 2: Service life prediction procedures. London, 2012.

BRUAND, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. Tradução de Ana Goldberger. São Paulo: Perspectiva, 2016. 384 p.

BÜCHLI, R. **Microbiological growth on façades**. CIB/W87. Lisboa, 2003, p. 427 - 436.

CAMPIOTTO, R. C. **Escaneamento laser das fachadas da FAU**. 2016. Disponível em: <https://conservafau.wordpress.com/2016/08/03/escaneamento-laser-das-fachadas-da-fau/>. Acesso em: 13 out. 2018.

CAMPIOTTO, R. C.; GONÇALVES, A. P. A. Documentação de patrimônio para um plano de gestão da conservação: o Edifício Vilanova Artigas. *In*: I SIMPÓSIO CIENTIFICO ICOMOS BRASIL, 1., 2017, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Belo Horizonte: ICOMOS Brasil, 2017, p. 1 – 15.

CARMONA FILHO, A.; CARMONA, T. **Fissuração nas estruturas de concreto**. Mérida: ALCONPAT INTERNACIONAL, 2013.

CARRIO, J. M. **Patologia de cerramientos y acabados arquitectonicos**. 3 ed. Madrid: Editorial Munilla-Leria, 2000.

CARVALHO, G. A.; MOURA, A. C. M. Aplicação das teorias Gestalt e semiologia gráfica como sistemas de leitura visual de apoio à cartografia temática. *In*: II SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2., 2008, Recife. **Anais** [...]. Recife: UFPE, 2008, p. 1 – 10.

CASTRO, E. K. de *et al.* **Metodologia GDE/UnB**: classificação de danos e avaliação da deterioração de estruturas de concreto. Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil – PECC/UnB, Universidade de Brasília, Brasília, 2009, 35 p.

CEOLIN, E. D.; LIBRELOTTO, L. I. Durabilidade e sustentabilidade: análise a partir da Norma de Desempenho. *In*: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 5., 2016, Passo Fundo. **Anais** [...]. Passo Fundo: IMED, 2016, p. 1 - 6.

CHIAROTTI, T. M. O patrimônio histórico edificado como um artefato arqueológico: uma fonte alternativa de informações. **Habitus**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 301-319, jul. 2005.

CIB W086. **Building Pathology**: a state-of-the-art report on building pathology. Publication 393. Edited by Vasco Peixoto de Freitas (coord) e Eva Barreira. CIB – International Council for Research and Innovation in Building and Construction; FEUP – Porto University, Faculty of Engineering; LFC – Building Physics Laboratory. Porto: FEUP Edições, 2013.

CNR-ICR. **NORMAL 1/88**: Alterazione macroscopiche dei materiali lapidei lessico, Roma: CNR-ICR, 1990.

COMITÊ CIENTÍFICO INTERNACIONAL PARA A ANÁLISE E RESTAURO DE ESTRUTURAS DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO. **Recomendações para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico**. Traduzido por Paulo B. Lourenço e Daniel V. Oliveira. Paris: ICOMOS, 2003, 42 p.

CONSERVA FAU TEAM. **Subsidies for a conservation management plan**: Vilanova Artigas Building. Los Angeles: Getty Foundation, 2017, 345 p.

COOPER, J. **The combat mindset**: American handgunner. San Diego: FMG Publications, 1985.

CÓRDOBA, P. A. F. **Levantamento Fotogramétrico de Monumentos Arquitetônicos para projeto de restauração**: Estudo de Caso Palácio Itamaraty – Brasília, DF. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia

Civil. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2012, 156 p.

CORREA, R. H. **Mapas de danos de edifícios históricos**: proposta de simbologia gráfica. Campinas: UNICAMP, 2011.

COSTA, L. G. G. **Cronidas**: Elaboração da base de dados para auxílio em representação de mapa de danos. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal da Bahia, 2010, 265 p.

COSTA, M. S. **Identificação de Danos em Fachadas de Edificações por meio de Imagens Panorâmicas Geradas por Plataforma Robótica Fotográfica**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-007/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014, 184p.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003, 223 p.

DEL MAR, C. P. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil**. São Paulo: PINI, 2007.

DEZEN-KEMPTER, E.; SOIBELMAN, L.; CHEN, M.; MÜLLER, A.V. Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e modelagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 113-124, jul./dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102710>>.

DINIZ, M. I.; SMOLE, K. S. **Matemática**: ensino médio. São Paulo: Saraiva, 2010, 320 p.

DUARTE, P. A. **Cartografia temática**. Florianópolis: UFSC, 1991, 145p.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ENTE NAZIONALE ITALIANO DI UNIFICAZIONE. **UNI 11182**: Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni, Milano: UNI, 2006.

EQUIPE CONSERVA FAU. **Mapa de Danos sugerido pela Universidade de Ferrara**, 2016.

FERNANDES, I. P. C. **Mapa turístico da região central do município de Ouro Preto**. IGC - UFMG, Especialização em Geoprocessamento, p.6-11, 2001.

FERREIRA, M. B. **Estudo da carbonatação natural de concretos com diferentes adições minerais após 10 anos de exposição**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013, 197 p.

FITZNER, B. J. Investigation of weathering damage on stone monuments. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, 2016, p.1-15.

FLORES-COLEN, I. **Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção preditiva**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2009, 487 p.

FRACALOSSI, I. **Clássicos da Arquitetura**: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) - João Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi, 2011. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-12942/classicos-da-arquitetura-faculdade-de-arquitetura-e-urbanismo-da-universidade-de-sao-paulo-fau-usp-joao-vilanova-artigas-e-carlos-cascaldi>>. Acesso em: 08 out. 2018.

FRANCISCO, V. P. *et al.* **Inspeção Predial**: a saúde dos edifícios. São Paulo: IBAPE/SP, 2012. 26 p.

GALLOIS, C. J. S. **Normativa para mapeamento de danos de materiais lapídeos**: Anexo 4. Rio de Janeiro: IPHAN, 2009, 10 p.

GASPAR, P. L.; BRITO, J. de. Diagnóstico e reparação de patologias de rebocos em construções correntes. *In*: ENCONTRO SOBRE PATOLOGIAS E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, PATORREB 2003, 1., 2003, Porto. **Anais** [...]. Porto: FEUP, 2003. p. 1 - 10.

GASPAR, P. M. S. L. **Vida útil das construções**: Desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção - aplicação a rebocos de edifícios correntes. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa, 2009, 330 p.

GEHO-CEB 293. **Durabilidad de estructuras de hormigón: Guía de diseño del CEB**, 2 ed., GEHO-CEB, 1991.

GLASS, G.; BUENFELD, N. Reinforced Concrete: Principles of its deterioration and repair. *In*: MACDONALD, Susan. Modern matters: principles and practice in conserving recent architecture. Shaftesbury: Donhead, 1996. p. 101-112.

GOETHE, J. W. **Doutrina das cores**. Apresentação, tradução, seleção e notas Marco Giannotti. São Paulo: Nova Alexandria, 2011.

GOMES FILHO, J. **Gestalt do Objeto**: sistema de leitura visual da forma. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

GONÇALVES, A. C. **Aspectos da história do conceito de funções e suas representações por diagramas, linguagem algébrica e gráficos cartesianos**. Dissertação de Mestrado do Curso de Matemática, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015, 106 p.

GUEDES, J. *et al.* Reabilitação e Reforço de Estruturas Patrimônio Nacional: Experiência da FEUP. *In*: FORUM UNESCO, 0., 2002, Lisboa. **Anais** [...]. Seminário Euro-Mediterrânico. Lisboa, p. 1 – 11, 2002.

GUIMARÃES, L. **A cor como informação**: A construção biofísica, linguística e cultural da simbologia das cores. São Paulo: Annablume, 2000. 160 p.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992. 216 p.

HELENE, P.; PEREIRA, F. **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto**. Bogotá, Colombia, SIKA, 600 p, 2007. ISBN 85-60457-00-3

HENRIQUES, F. A.; RODRIGUES, J. D.; AIRES-BARROS, L.; PROENÇA, N. **Materiais pétreos e similares**: terminologia das formas de alteração e degradação. ITPRC2. Patologia e Reabilitação da Construção. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004, 39p.



HUSNI, R. *et. al.* **Ações sobre as estruturas de concreto.** *In:* Manual de reparo proteção e reforço de estruturas de concreto. Rehabilitar. 2003.

IBAPE/SP. **Glossário de terminologia básica aplicável à engenharia de avaliações e perícias do IBAPE/SP:** versão final aprovada na assembléia de 09/08/1994. 1994. Disponível em: <http://files.peritos-br.webnode.com.br/200000151-ad1e6ad773/GlossarioPericias.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

ICOMOS-ISCS. **Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns.** 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE ENGENHARIA. **OT - 003/2015:** Inspeção predial e auditoria técnica predial. Fortaleza, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Norma de inspeção predial:** Norma de inspeção predial. São Paulo: IBAPE/SP, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções Básicas de Cartografia.** 2008. Disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos/elementos\\_representacao.html](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html). Acesso em: 09 jun. 2018.

IOSHIMOTO, E. **Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais.** Tecnologia de Edificações. São Paulo: PINI: IPT, 1988, p. 545-548.

IPHAN. Decreto-lei nº 25 de 1937. **Proteção do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** 1991, 23 p.

JOHNSON, P. **Metal windows:** technology and options for repair. *In:* MACDONALD, Susan. Modern matters: principles and practice in conserving recent architecture. Shaftesbury: Donhead, 1996. p. 118-122.

JOLY, F. **A cartografia.** Tradução de Tânia Pellegrini e revisão de Roseli Ferreira. São Paulo: Papirus, 1990.

KERFMAN, D. **Training the Problem Shooter.** Police Training, Macomb, v. 13, n. 2, p.47-60, jun. 2013.

KOLACNY, A. Cartographic information: concepts and terms in modern cartography. **Cartographica**, Toronto, n. 21, p. 39-45, 1977.

LEITE, C. L. A. **Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009, 143 p.

LEITE, W. O. **AutoCAD Fundamentos: Modulo 2D**. 2010. Disponível em: <[https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/2009351/mod\\_folder/content/0/AutoCAD\\_2010.pdf?forcedownload=1](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/2009351/mod_folder/content/0/AutoCAD_2010.pdf?forcedownload=1)>. Acesso em: 08 nov. 2017.

LICHTENSTEIN, N. B. **Boletim técnico 06/86: patologia das construções**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986.

LIMA, G. E. S.; SOUZA, K. D.; TIBIRIÇÁ, A. C. G. Investigação e diagnóstico de patologias relacionadas às fachadas de uma edificação. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: ANTAC, 2014. p. 1715 - 1724.

LIMA, M. G. de. Ação do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto. *In*: ISAIA. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON. 1v. Cap.24, p.713-751, 2005.

LOUÇÃO, M.D. **Cor: Natureza, Ordem, Percepção**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1992, 225 p.

MACDONALD, S. **Modern matters: principles and practice of conserving recent architecture**. Shaftesbury: Donhead, 1996.

MAGALHÃES, A. C. **Patologia de rebocos antigos**. *In*: Revestimentos de Paredes em Edifícios Antigos. Cadernos Edifícios n° 2, LNEC, Lisboa, pp. 69-85, 2002.

MARTINELLI, M. **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo: Contexto, 1991, 180p.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003, 112 p.

MAZZA, M. **Concreto aparente à vista**. Construção, PINI, 1989, p. 8-9.

MEDEIROS, M. H. F. *et al.* **Patologia das construções**: uma especialidade na engenharia civil. Techne, São Paulo, v. 1, n. 174, p.1-3, set. 2011.

MELO JUNIOR, C. M. *et al.* **Geração de mapas de danos de fachadas a partir de processamento digital de imagens**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: ANTAC, 2014, p. 1665-1674.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 243 p.

MILLS, E. **Building maintenance and preservation**: a guide to design and management. 2 ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 1994, 309 p.

MOREIRA, F. D. **Os desafios postos pela conservação da arquitetura moderna**. Revista CPC, São Paulo, v. 1, n. 11, p.152-187, abr. 2011.

NEPOMUCENO, A. A. **Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto**. In: ISAIA. Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 2, Cap.26, p.793-827.

NÚCLEO DE ARQUITETURA DA BIBLIOTECA NACIONAL. **Mapeamento de danos da fachada SE do edifício sede da Biblioteca Nacional**. 2014. Disponível em: <<https://www.bn.gov.br/acontece/noticias/2015/01/fbn-finaliza-etapa-mapeamento-danos-fachada>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

OLIVEIRA, C. T. de A.; PRESTES, L. F.; YURGEL, M. O restauro do moderno: o caso do edifício Vilanova Artigas da FAU-USP. In: VII SEMINÁRIO DOCOMOMO BRASIL, 7., 2007, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: DOCOMOMO, 2007.

OLIVEIRA, H. M. de. **Propriedades do concreto endurecido**. In: BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção 1**. São Paulo: LTC, 1995, p. 284-313.

OLIVEIRA, I. J. A linguagem dos mapas: utilizando a cartografia para comunicar. Revista **Uniciência**, Goiânia, 2004.

ORTIZ, A. U. **Patología de las cimentaciones**. Informes de La Construcción, Madrid, v. 35, n. 350, 1983, p.5-35.

PEDROSO, F. L. **Concreto**: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. Concreto e Construções, São Paulo, n. 53, p.14-19, jan. 2009. Trimestral. ISSN 1809-7197.

PEREZ, A. R. **Umidade nas Edificações**: Recomendações para a Prevenção da Penetração de Água pelas Fachadas. Tecnologia de Edificações (1ª e 2ª partes). São Paulo: PINI: IPT-Divisão de Edificações, 1988, p. 571-578.

PINTO, M. M. F. **Fundamentos de matemática**. Belo Horizonte: UFMG, 2011, 142 p.

PLAISANT, M.; ALMEIDA, G.; HADDAD, A. N. Patologias biológicas: tratamento de vida vegetal nos edifícios históricos do Rio de Janeiro. *In*: IV CONGRESSO INTERNACIONAL NA "RECUPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E RESTAURAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2015, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ALCONPAT, 2015, p. 1 - 14.

PRUDON, T. **Preservation of modern architecture**. New York: John Wiley, 2008.

RAMANATHAN, L. V. **Corrosão e seu controle**. 1 ed. Lisboa: Secção Regional Sul da Ordem dos Arquitectos, v. 4, 2016.

RIBEIRO, R. T. M. *et al.* Olhares sobre o patrimônio edificado: o conceito de valor. *In*: XXIII SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 23., 2005, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: ANPUH, 2005, p. 1 - 8.

ROCHA, M. L. P. C. **Matemática e Cartografia**: Como a cartografia pode contribuir no processo de ensino - aprendizagem da matemática. 2004. Dissertação de Mestrado do Curso de Educação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004, 128 p.

RODRIGUES, S. C.; SOUZA, L. H. F. **Comunicação gráfica**: bases conceituais para o entendimento da linguagem cartográfica. GEOUSP: Espaço e Tempo, São Paulo, n. 23, p.65-76, mar. 2008.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao geoprocessamento**: sistema de informação geográfica. Uberlândia: UFU, 1996, 104p.

SALLES, J. C. **O paradoxo de Goethe**. Cadernos Wittgenstein, n. 1, São Paulo: Centro de Estudos da Filosofia de Wittgenstein, do Departamento de Filosofia da FFLCH, USP, 2000.

SALICHTCHEV, K. A. **Cartografia**. La Habana: Pueblo y Educación. 1979.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil: 1900-1990**. São Paulo: EDUSP, 2014, 198 p.

SHOHET, M. *et al.* **Deterioration Patterns for Maintenance Management**. 8DBMC, Vancouver, 1999, p. 1666-1678.

SILVA, P. F. A.; DJANIKIAN, J. G. **Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana**. São Paulo: USP, 1993, 25 p.

SILVA, V. M. **Ação da carbonatação em vigas de concreto armado em serviço, construídas em escala natural e reduzida**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007, 218 p.

SIMIELLI, M. E. **O Mapa como Meio de Comunicação e a Alfabetização Cartográfica**. *In*: ALMEIDA, Rosângela Doin de (Org.). *Cartografia Escolar*, São Paulo: Contexto, 2007, p.71-93.

SIMÕES, J. R. L. **Patologias - origens e reflexos no desempenho técnico-construtivo de edifícios**: análise das origens das patologias e seus reflexos no desempenho técnico construtivo de edifícios universitários da CUASO-USP/SP utilizando-se de edifícios da ISSO-6241 e procedimentos da APU - Avaliação pós-uso. Tese de livre docência na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

SINGARE, S. *et al.* **The use of laser scanner and rapid prototyping to fabricate auricular prosthesis**. *In*: 2010 International Conference on E-Product E-Service and E-Entertainment. China: Proceedings of the ICEEE, 2010, p. 7–9.

SOARES FILHO, B. S. **Cartografia assistida por computador**: conceitos e métodos. 2000. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/cartodigital.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

SOUZA, S. B. A. *et al.* **Planejamento municipal e preservação do patrimônio cultural: conceitos básicos.** Brasília, 1982.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 2009, 257 p.

STRAUB, A. **Dutch standard for condition assessment of buildings.** Structural survey, 2009, p.23 – 35.

TELES, V. Y. F. da R *et al.* Inspeção e diagnóstico das fachadas da Igreja dos Santos Cosme e Damião (Igarassu-PE). *In: I SEMIPAR 2016, 1., 2016, Recife. Anais [...].* Recife: Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, 2016, p. 1 - 12.

TEMBA, P. **Fundamentos da Fotogrametria e Geoprocessamento.** Belo Horizonte: UFMG - Departamento de Cartografia, 2000, 26 p.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: Causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: IPT/EPUSP/PINI, 1989, 194 p.

THOMAZ, E.; DEL MAR, C. P. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575:2013.** Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de danos: recomendações básicas.** Textos Para Discussão: Série 2 - Gestão de restauro, Olinda: Centro de Estudos de Conservação Integrada - CECI, v. 43, 2009, p.1-21.

TIRELLO, R. A.; CORREA, R. H. **Sistema normativo para mapa de danos de edifícios históricos aplicado à Lidgerwood Manufacturing Company de Campinas.** Campinas: UNICAMP. p. 1-20, 2012.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Boletín Técnico 1: Inspección, Diagnóstico y Prognóstico en la Construcción Civil.** Mérida: ALCONPAT, 2013, 15 p.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescência.** Tecnologia de Edificações (1ª e 2ª partes). São Paulo: PINI: IPT-Divisão de Edificações, p. 561-564, 1988.

UNESCO, WORLD HERITAGE CENTRE. **Operational Guidelines for the implementation of the World Heritage Convention.** Paris, 2005.

VASCONCELLOS, S. C. de. **Arquitetura no Brasil – sistemas construtivos.** Belo Horizonte: Escola de Arquitetura UFMG, 1979.

VILES, H. A. *et al.* **Group report: what is the state of our knowledge of the mechanisms of deterioration and how good are our estimations of rates of deterioration?** *In:* REPORT OF THE DAHLEM WORKSHOP ON SAVING OUR ARCHITECTURAL HERITAGE: THE CONSERVATION OF HISTORIC STONE STRUCTURES, Berlin. Berlin: John Wiley & Sons Ltd, 1997, p. 95-112.

ZANONI, V.A.G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015, 293 p.

Após a leitura do conteúdo do tutorial, busca-se avaliar o método proposto, a partir de uma pesquisa de opinião do corpo técnico (professores arquitetos e engenheiros).

**1) Avalie:**

(Escolha uma única opção. Em situações de não satisfatório, justifique)

	Suficiente	Não suficiente
Tipologias e categorias das manifestações patológicas (Quadro da Figura 5, slide 4)		
Padrões de representação gráfica (Quadro da Figura 7, slide 6)		
Cores escolhidas para indicar a gravidade das manifestações patológicas (Quadro da Figura 7, slide 6)		
Ficha de Identificação de Danos (Figura 13, slide 12)		
Texturas escolhidas para representar os componentes e elementos construtivos e arquitetônicos (Figura 15, slide 15)		

ESPAÇO PARA AS JUSTIFICATIVAS DA QUESTÃO Nº 1

**2) Avalie:**

(Escolha uma única opção. Caso a alternativa escolhida seja não satisfatório, justifique)

	Não satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
Método para elaboração de mapas de danos proposto no tutorial			

ESPAÇO PARA JUSTIFICATIVA DA QUESTÃO Nº 2





## TUTORIAL

### ELABORAÇÃO DE MAPAS DE DANOS DE FACHADAS MODERNISTAS EM CONCRETO ARMADO APARENTE

Pesquisa de Dissertação

Linha de pesquisa:  
Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade

Grupo de Pesquisa:  
Documentação, modelagem e conservação do Patrimônio

Geovanna Brasil de Carvalho

mestranda

Profa. Dra. Vanda Alice Garcia Zanoni

orientadora

O presente tutorial tem como objetivo ilustrar a proposta de um método de representação gráfica de mapa de danos para fachadas de edificações modernistas em concreto aparente, apresentando o passo-a-passo para o registro das manifestações patológicas e regiões reabilitadas.

Sabe-se que o mapa de danos é um documento de inventário que, por meio do registro gráfico, fornece informações sintéticas sobre o estado de conservação de edificações patrimoniais. Entretanto, falta padronização para a representação gráfica dos danos em edifícios modernistas que traduzam a intensidade e gravidade ao longo do tempo.

As Figuras 1 e 2 mostram como a ausência de um padrão resulta em diferentes formas de representação dos mesmos danos.

#### MAPAS DE DANOS DA FACHADA PRINCIPAL DO PALÁCIO DO ITAMARATY

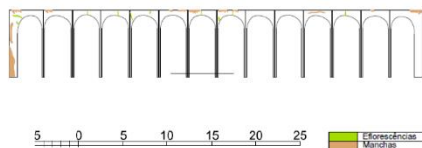


Figura 1 - Mapa de Danos proposto por Costa (2014) para o Palácio Itamaraty.  
Fonte: COSTA, 2014.

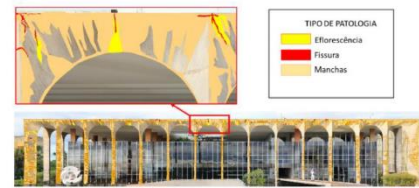


Figura 2 - Mapa de Danos proposto por Córdoba (2012) para o Palácio Itamaraty.  
Fonte: CORDOBA, 2012.

#### Etapa de elaboração do mapa de danos

Na etapa preliminar da Inspeção Predial é feita uma vistoria no edifício para a coleta de dados em campo, inclusive com registros fotográficos de alta resolução das fachadas a serem mapeadas. Várias outras informações devem ser coletadas para o preenchimento da Ficha de Identificação de Danos (ver slide 12).

1) Importação do registro fotográfico, com escala já definida, da fachada no *software* AutoCAD.

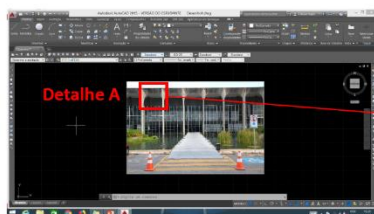


Figura 3 – Registro fotográfico importado para o *software* AutoCAD. Fonte: AUTORA, 2018.

2) Leitura visual, no modo visão ampliada (por meio da ferramenta *zoom*), de cada manifestação patológica ou região reabilitada para a sua correta identificação.

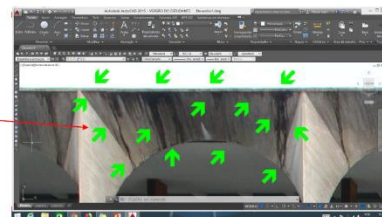


Figura 4 – Manifestação patológica vista em detalhe para sua correta categorização. Fonte: AUTORA, 2018.

A identificação da manifestação patológica deve ser feita com base no Quadro da Figura 5

TIPOLOGIA	CATEGORIA	CÓDIGO
Vegetação (V)	Micro vegetações daninhas	V1
	Vegetações daninhas com caule e raízes frágeis	V2
	Vegetações daninhas com raízes firmes e superficiais	V3
	Vegetações daninhas com raízes profundas	V4
Fissura (F)	Para aberturas menores que 0,2 mm	F1
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,2 mm e menores que 0,4 mm	F2
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,4 mm e menores que 0,6 mm	F3
	Para aberturas iguais ou maiores que 0,6 mm	F4
Mancha (M)	Sujidade localizada	M1
	Alteração cromática	M2
	Biológica - Bolor	M3
	Pontos de umidade	M4
	Sujidade generalizada	M5
	Pichação	M6
	Início de eflorescência	M7
	Umidade localizada	M8
	Eflorescência avançada	M9
	Umidade generalizada	M10
Perda de seção (PS)	Lascamento ou esfoliação pontual do concreto	PS1
	Desagregação do concreto	PS2
	Destacamento de concreto com exposição da armadura	PS3
	Destacamento, esfoliação ou desagregação de concreto com perda significativa de massa do elemento estrutural	PS4
Corrosão de armadura (CA)	Pontos de corrosão sem fissuras	CA1
	Manchas de corrosão com fissuras	CA2
	Manchas de corrosão com fissuras e perda de seção do aço	CA3
	Barra de aço seccionada	CA4

Figura 5 – Manifestações patológicas recorrentes no concreto armado aparente e suas respectivas categorias. Fonte: AUTORA, 2018.

3) Identificação, categorização e desenho de contorno da manifestação patológica visualizada para aplicação do padrão de representação gráfica.

A manifestação patológica em destaque foi identificada como **mancha por sujidade localizada**.

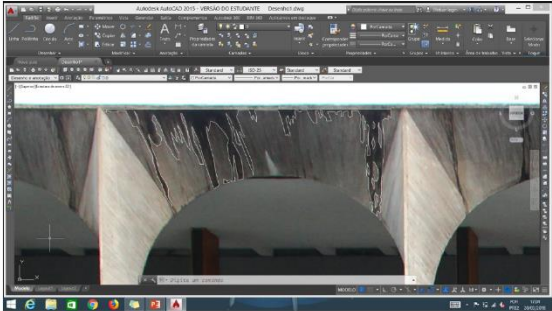


Figura 6 – Contorno da região de abrangência da mancha. Fonte: AUTORA, 2018.

Para manifestações patológicas que se manifestam linearmente ou por área → Faz-se o contorno linear da região de abrangência a partir de ferramenta de desenho gráfico

A aplicação dos padrões de representação gráfica deve ser feita conforme o quadro da Figura 7

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	PADRÃO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA	REGULA GRADUADA
Vegetação		VEGETAÇÃO DANINHAS (V1-V4) e MICRO VEGETAÇÕES DANINHAS (V1-V4) com níveis de gravidade 1-4.
Fissura		FISSURAS (F1-F4) com níveis de gravidade 1-4.
Manchas	Sujidade localizada (M1), Alteração cromática (M2), Biológica tipo bolor (M3), Pichação (M6), Umidade (M8), Eflorescência (M7)	MANCHAS (M1-M10) com níveis de gravidade 1-4.
Perda de seção		PERDA DE SEÇÃO (PS1-PS4) com níveis de gravidade 1-4.
Corrosão de armadura		CORROSÃO DE ARMADURA (CA1-CA4) com níveis de gravidade 1-4.

Nota-se que as categorias das manifestações patológicas foram distribuídas em diferentes níveis de gravidade (1-2-3-4)

Figura 7 – Quadro dos padrões de representação gráfica e seus respectivos níveis de gravidade. Fonte: AUTORA, 2018.

Caso seja identificada uma região reabilitada, adotar os seguintes padrões de representação gráfica da Figura 8

DADO GRÁFICO	ELEMENTO GRÁFICO	PADRÃO DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Região reabilitada	Símbolo pontual/ Símbolo linear/ Textura formada por símbolos pontuais	

Figura 8 – Padrões de representação gráfica para reabilitação no concreto armado aparente. Fonte: AUTORA, 2018.

4) Aplicação da textura indicada pelos quadros das Figuras 7 e 8

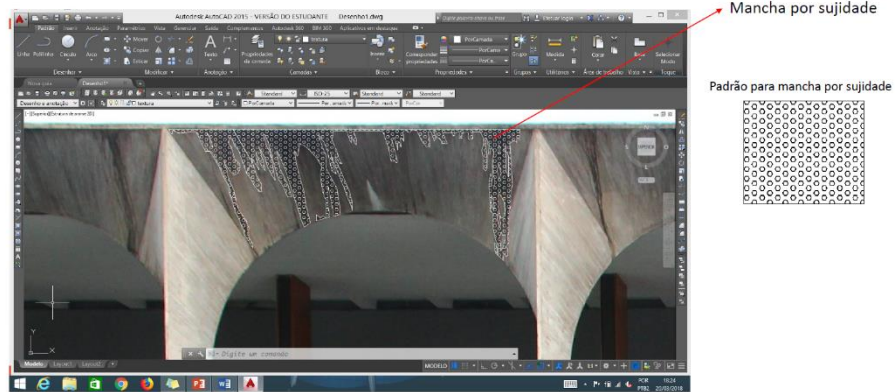


Figura 9 – Textura aplicada na manifestação patológica a ser representada. Fonte: AUTORA, 2018.

O método prevê que informações sobre a gravidade de cada uma das manifestações patológicas diagnosticadas e representadas serão informadas visualmente por meio do recurso visual cromático. A seguir, são apresentados os respectivos critérios

- Estágio 01 (baixa gravidade): corresponde ao mais baixo nível de gravidade, indicando as manifestações patológicas que estão em estágio inicial. Decidiu-se pela cor verde: padrão RGB, de coordenadas (128,255,128);
- Estágio 02 (moderada gravidade): corresponde a um nível médio de gravidade, indicando manifestações patológicas significativas e em evolução para um nível superior. Decidiu-se pela cor amarelo: padrão RGB, de coordenadas (255,255,0);
- Estágio 03 (alta gravidade): corresponde a um nível alto de gravidade, indicando manifestações patológicas em estado crítico. Decidiu-se pela cor laranja: padrão RGB, de coordenadas (255,140,0);
- Estágio 04 (gravidade avançada): corresponde a um nível muito alto de gravidade, indicando manifestações patológicas em estágio avançado. Decidiu-se pela cor vermelho: padrão RGB, de coordenadas (254,0,0).

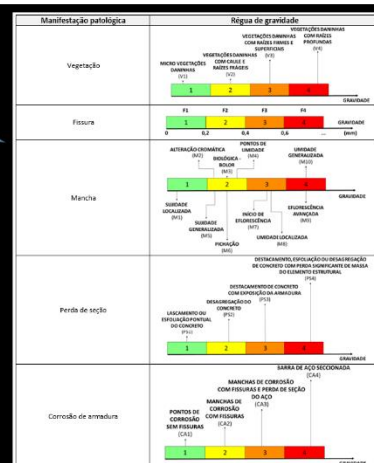


Figura 10 – Régua de gravidade de cada tipologia de manifestação patológica. Fonte: AUTORA, 2018.

5) Aplicação da cor escolhida para indicar a gravidade da mancha por sujidade

**Régua graduada de gravidade**

Obs.  
Estágio 01 (baixa gravidade):  
corresponde ao mais baixo nível de gravidade, indicando as manifestações patológicas que estão em estágio inicial. Decidiu-se pela cor verde: padrão RGB, de coordenadas (128,255,128);

Figura 11 – Textura aplicada na manifestação patológica a ser representada. Fonte: AUTORA, 2018.

6) Codificação do dano representado

Figura 12 – Codificação do dano representado. Fonte: AUTORA, 2018.

Cada manifestação patológica receberá um código alfanumérico indicado pelo quadro da Figura 5 (Slide 4) seguido do número conforme for sua ordem de registro.

Exemplo: a primeira mancha por sujidade a ser registrada levará o código M1-1; para vegetações daninhas com caule e raízes frágeis levará o código V2-2 e assim por diante.

Esse código deve ser informado próximo ao seu respectivo registro gráfico no mapa de danos, de forma a facilitar a identificação de sua ficha de identificação de danos.

Etapa da documentação complementar ao mapa de danos

7) Preenchimento da Ficha de identificação de Danos

A cor de fundo do título deverá ser a mesma que indica o nível de gravidade da respectiva manifestação patológica

Cada fachada resultará em um mapa de danos. Dessa forma deverá ser identificada por uma codificação, por exemplo, o Mapa de Danos (MD) da Fachada Principal (P) terá como código o termo MD\_P

Formatou-se um modelo de ficha para o cadastramento de cada manifestação patológica. Cada patologia analisada, diagnosticada e representada no mapa de danos terá portanto, um cadastro mais detalhado.

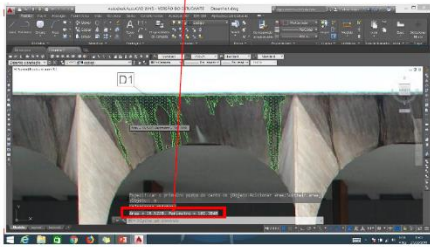
O mesmo código alfanumérico do dano no mapa. No caso do exemplo ilustrado: M1-1

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	
<b>CÓDIGO DO MAPA DE DANOS</b>	<b>CÓDIGO DO DANO</b>
ORIENTAÇÃO DA FACHADA	IDENTIFICAÇÃO DO DANO
ELEMENTO E/OU COMPONENTE CONSTRUTIVO AFETADO	
GRAVIDADE DO DANO <input type="checkbox"/> Estágio 01 <input type="checkbox"/> Estágio 02 <input type="checkbox"/> Estágio 03 <input type="checkbox"/> Estágio 04	
DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO (materiais, componentes e elementos)	
REGISTRO FOTOGRAFICO	DESCRIÇÃO DO DANO
	ORIGEM DO DANO:
	CAUSAS PROVÁVEIS:
	MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO:
DADOS MENSURAVEIS	Profissional Responsável
Área / comprimento / espessura	Endereço de obra
Localização no (re)levo (a, b, c)	Data
	Escala:

Figura 13 – Modelo da ficha de identificação de danos. Fonte: AUTORA, 2018.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	
CÓDIGO DO MAPA DE DANOS MD = número de controle	CÓDIGO DO DANO D = Nº ordem registro
ORIENTAÇÃO DA FACHADA Norte, Sul, Leste, Oeste Noroeste, Nordeste, Sudoeste, Sudeste	IDENTIFICAÇÃO DO DANO Mancha, fissura, corrosão
ELEMENTO E/OU COMPONENTE CONSTRUTIVO AFETADO Pilar, coluna, parede	
GRAVIDADE DO DANO <input type="checkbox"/> Estágio 01 <input type="checkbox"/> Estágio 02 <input type="checkbox"/> Estágio 03 <input type="checkbox"/> Estágio 04	
DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO (materiais, componentes e elementos):	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	DESCRIÇÃO DO DANO
	ORIGEM DO DANO
	CAUSAS PROVÁVEIS
	MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO
<b>DADOS MENSURÁVEIS</b>	Profissional Responsável:
Área comprometida/espostura	Endereço da obra
	Data:
	Horário:

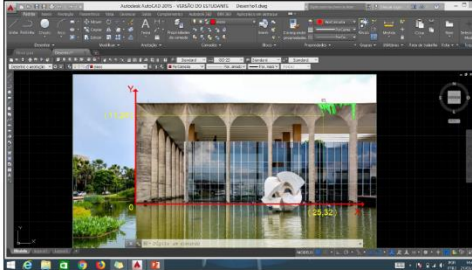
Serão registradas as medidas do dano\*, baseadas nas medidas do levantamento de campo, no registro fotográfico e no cálculo de medida do desenho gráfico.



\* Apenas em vista (projeção no plano).

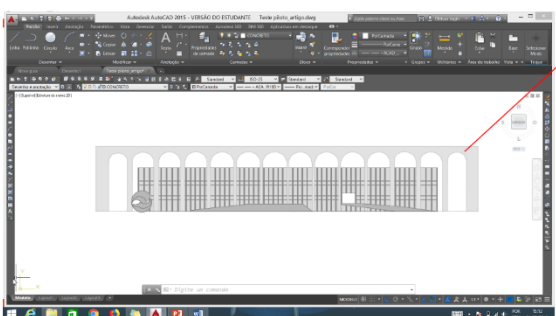
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	
CÓDIGO DO MAPA DE DANOS MD = número de controle	CÓDIGO DO DANO D = Nº ordem registro
ORIENTAÇÃO DA FACHADA Norte, Sul, Leste, Oeste Noroeste, Nordeste, Sudoeste, Sudeste	IDENTIFICAÇÃO DO DANO Mancha, fissura, corrosão
ELEMENTO E/OU COMPONENTE CONSTRUTIVO AFETADO Pilar, coluna, parede	
GRAVIDADE DO DANO <input type="checkbox"/> Estágio 01 <input type="checkbox"/> Estágio 02 <input type="checkbox"/> Estágio 03 <input type="checkbox"/> Estágio 04	
DESCRIÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO (materiais, componentes e elementos):	
REGISTRO FOTOGRÁFICO	DESCRIÇÃO DO DANO
	ORIGEM DO DANO
	CAUSAS PROVÁVEIS
	MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO
<b>DADOS MENSURÁVEIS</b>	Profissional Responsável:
Área comprometida/espostura	Endereço da obra
	Data:
	Horário:

Imagina-se que o ponto inferior esquerdo da edificação está localizado no marco zero de um plano cartesiano. Dessa forma, cada ponto localizado na fachada terá suas próprias coordenadas (x,y). Registra-se o primeiro ponto inferior esquerdo em que se encontra a manifestação patológica.



### 8) Tratamento gráfico da superfície da fachada

- Traçado do desenho arquitetônico da fachada com representação gráfica dos elementos e componentes construtivos e arquitetônicos nas cores da régua graduada da Figura 15.



Os diversos componentes e elementos construtivos e arquitetônicos são representados pelas texturas sólidas de tonalidades na cor cinza, selecionadas de acordo com o critério de cada autor.


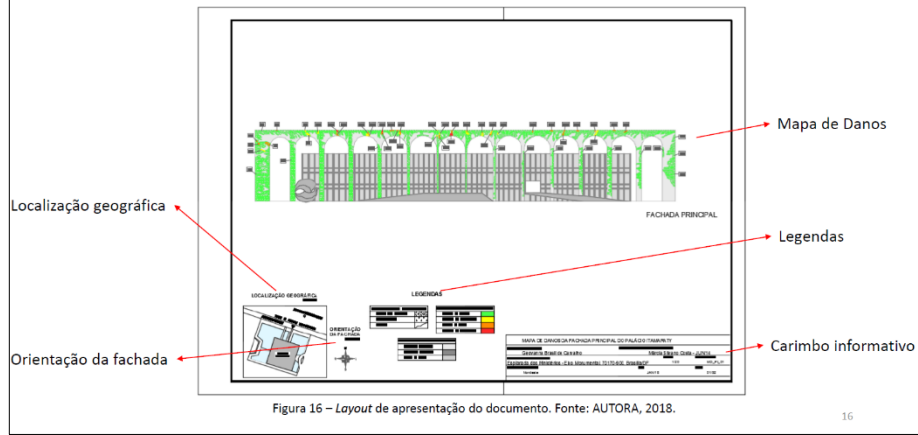


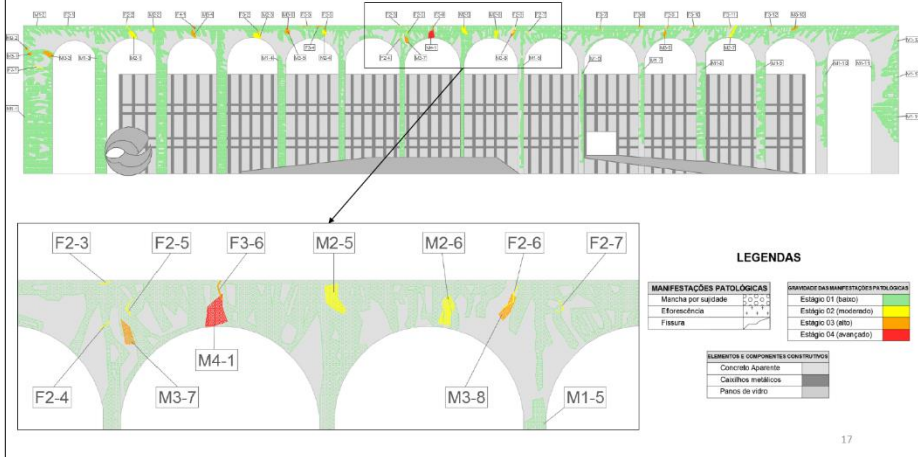
Figura 15 – Régua graduada de tonalidades cinzas para representação gráfica de elementos e componentes construtivos. Fonte: AUTORA, 2018.

Os registros das regiões reabilitadas (Figura 8 – Slide 7) também recebem as cores da régua da Figura 15.

9) Tratamento gráfico final: Layout de apresentação do documento.



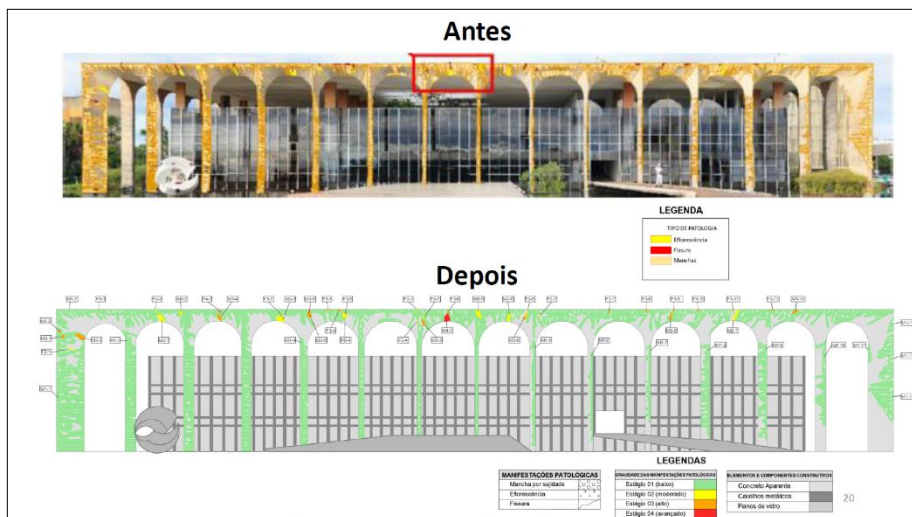
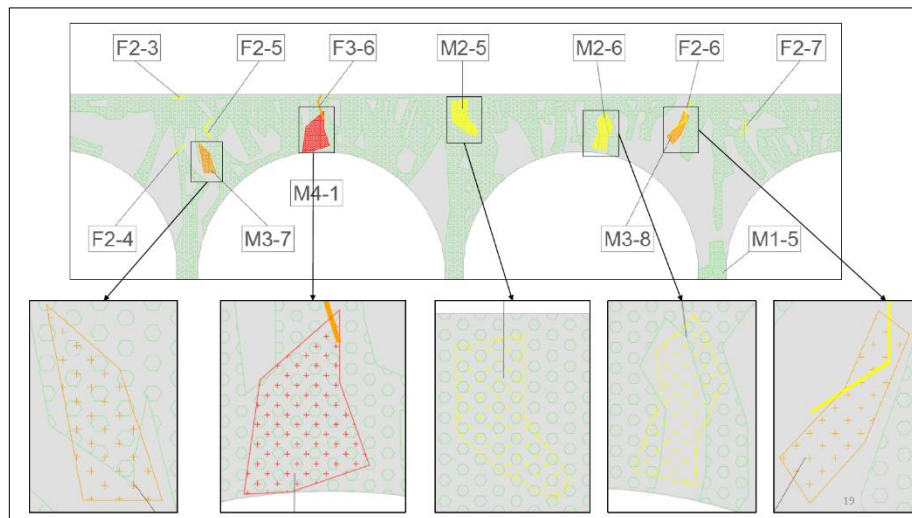
10) Resultado gráfico final



Quadro dos padrões de representação gráfica e gravidade para as manifestações patológicas recorrentes no concreto armado aparente

Manifestação patológica	Padrão de representação gráfica	Índice graduado de gravidade
Vegetação	*	Índice graduado de gravidade para vegetação
Fissura	—	Índice graduado de gravidade para fissuras
Mancha	Sujidade, Alteração Cromática, Biológica-Bolor, Pichação, Umidade, Escurecimento	Índice graduado de gravidade para manchas
Perda de seção	□	Índice graduado de gravidade para perda de seção
Corrosão de armadura	+	Índice graduado de gravidade para corrosão de armadura

Figura 7 – Quadro dos padrões de representação gráfica e seus respectivos níveis de gravidade. Fonte: AUTORA, 2018.



### Agradecimentos

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos

À Universidade de Brasília, pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa



## TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

## Questionário

Após a leitura do conteúdo do tutorial, busca-se avaliar o método proposto a partir de uma pesquisa de opinião do corpo técnico.

OK




## TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 1. Avalie as tipologias e categorias das manifestações patológicas  
(Quadro da Figura 5 - Slide 4)

Muito insuficiente	Insuficiente	Regular	Suficiente	Muito suficiente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
Veja como é fácil [criar um Inquérito](#).






TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 2. Justifique sua opinião sobre as tipologias e categorias das manifestações patológicas (Quadro da Figura 5 - Slide 4)

Anter.

Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
Veja como é fácil [criar um Inquérito](#).




TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 3. Avalie os padrões de representação gráfica (Quadro da Figura 7 - Slide 6)

Muito insuficiente	Insuficiente	Regular	Suficiente	Muito suficiente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anter.

Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
Veja como é fácil [criar um Inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 4. Justifique sua opinião sobre os padrões de representação gráfica (Quadro da Figura 7 - Slide 6)

Anter. Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
 Veja como é fácil [criar um inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 5. Avalie as cores escolhidas para indicar a gravidade das manifestações patológicas (Quadro da Figura 7 - Slide 6)

Muito insuficiente    Insuficiente    Regular    Suficiente    Muito suficiente

Anter. Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
 Veja como é fácil [criar um inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 6. Justifique sua opinião sobre as cores escolhidas para indicar a gravidade das manifestações patológicas (Quadro da Figura 7 - Slide 6)

Anter. Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
 Veja como é fácil [criar um inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 7. Avalie a Ficha de Identificação de Danos (Figura 13 - Slide 12)

Muito insuficiente    Insuficiente    Regular    Suficiente    Muito suficiente

Anter. Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey  
 Veja como é fácil [criar um inquérito](#).




TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 8. Justifique sua opinião sobre a Ficha de Identificação de Danos (Quadro da Figura 13 - Slide 12)

Anter.

Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey®  
Veja como é fácil [criar um inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 9. Avalie as texturas escolhidas para representar os componentes e elementos construtivos e arquitetônicos (Figura 15 - Slide 15)

Muito insuficiente

Insuficiente

Regular


Suficiente

Muito suficiente



Anter.

Próx.

Executado pela  
 SurveyMonkey®  
Veja como é fácil [criar um inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 10. Justifique sua opinião sobre as texturas escolhidas para representar os componentes e elementos construtivos e arquitetônicos (Figura 15 - Slide 15)

Anter.

Próx.

Executado pela



Veja como é fácil [criar um Inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

- \* 11. Avalie o método para elaboração de mapas de danos proposto no tutorial

Muito insatisfatório    Insatisfatório    Regular    Satisfatório    Muito satisfatório

Anter.

Próx.

Executado pela



Veja como é fácil [criar um Inquérito](#).



TUTORIAL: Elaboração de mapas de danos de fachadas modernistas em concreto armado aparente

\* 12. Justifique sua opinião sobre o método proposto

Anter.

Próx.

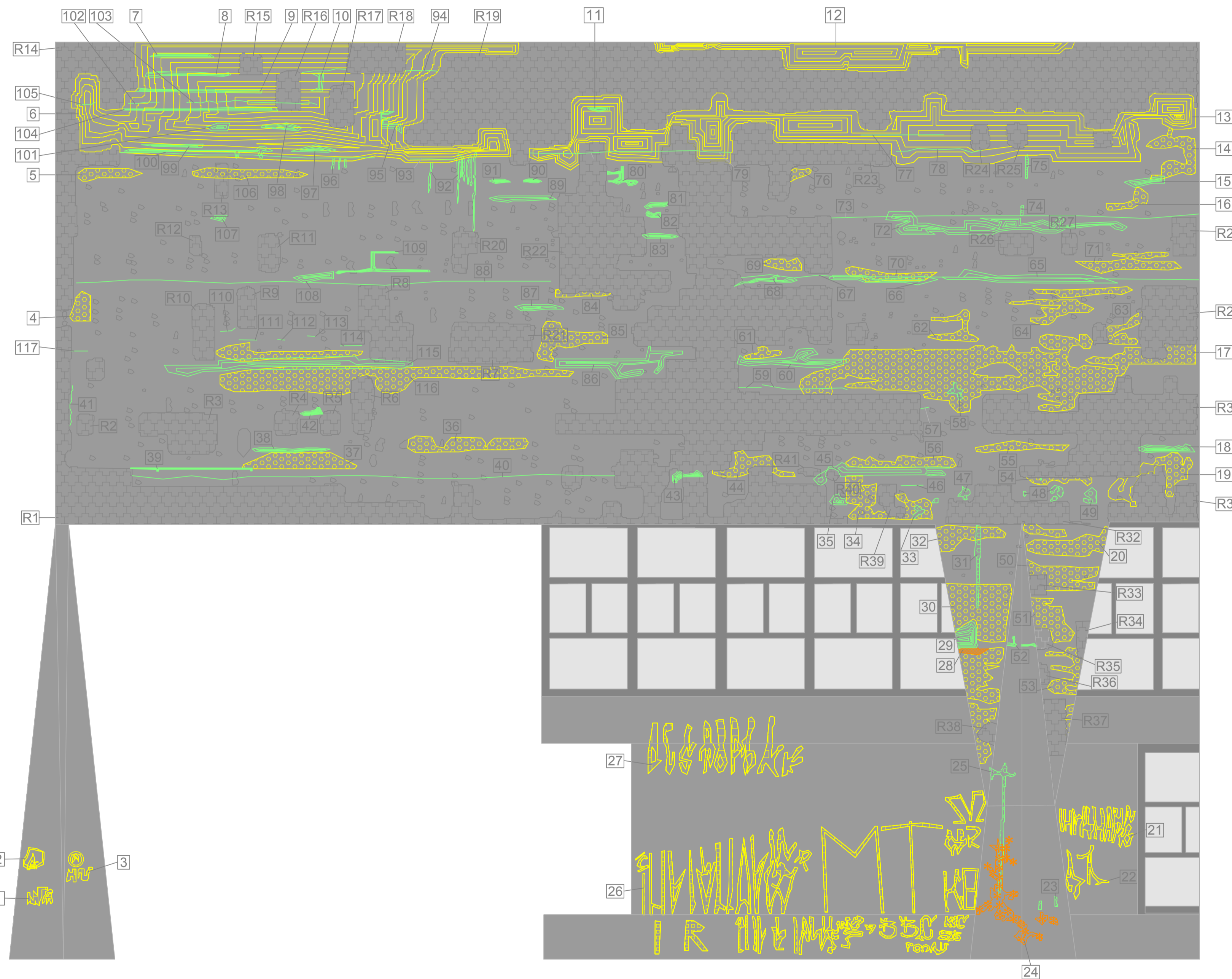
Executado pela



Veja como é fácil [criar um inquérito](#).

# MAPA DE DANOS DA FACHADA SUDESTE DO EDIFÍCIO VILANOVA ARTIGAS (FAU/USP)

esc.: 1/50



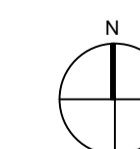
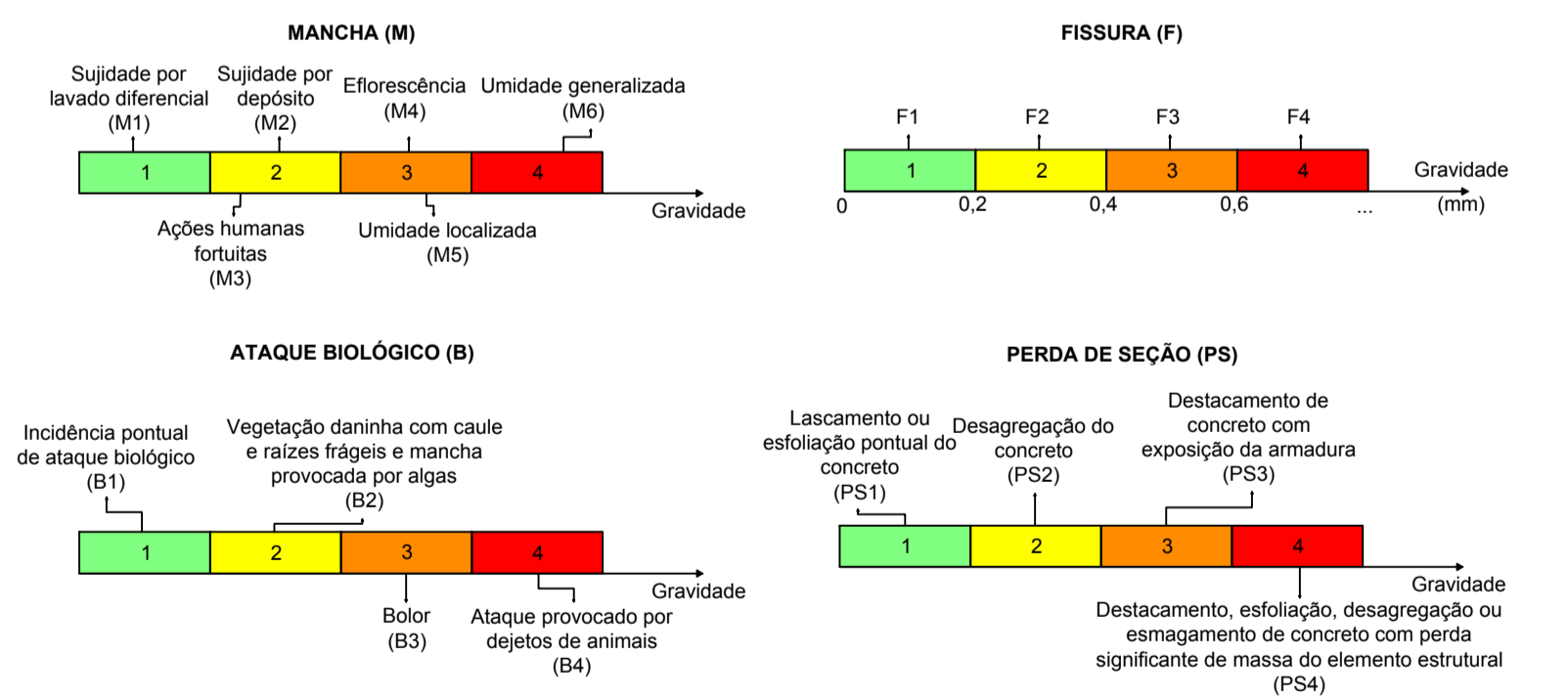
QUADRO ASSOCIATIVO ENTRE CÓDIGOS

1	M3-1	17	M2-5	33	M1-4	49	M1-7	65	PS1-17	81	PS1-22	97	PS1-31	113	F1-20
2	M3-2	18	PS1-7	34	M2-12	50	M2-16	66	PS1-18	82	PS1-23	98	PS1-32	114	F1-21
3	M3-3	19	M2-6	35	PS1-9	51	M2-17	67	F1-6	83	PS1-24	99	PS1-33	115	PS1-40
4	M2-1	20	M2-7	36	M2-13	52	PS1-15	68	PS1-19	84	M2-30	100	PS1-34	116	M2-34
5	M2-2	21	M3-4	37	M2-14	53	M2-18	69	M2-26	85	M2-31	101	PS1-35	117	F1-22
6	PS2-1	22	M3-5	38	PS1-10	54	M2-19	70	M2-27	86	PS1-25	102	F1-14		
7	PS1-1	23	M1-1	39	PS1-11	55	M2-20	71	M2-28	87	PS1-26	103	F1-15		
8	PS1-2	24	B3-1	40	F1-1	56	M2-21	72	PS1-20	88	F1-11	104	PS1-36		
9	PS1-3	25	M1-2	41	F1-2	57	F1-4	73	F1-7	89	PS1-27	105	F1-16		
10	PS1-4	26	M2-8	42	PS1-12	58	M1-8	74	M1-9	90	PS1-28	106	M2-33		
11	PS1-5	27	M2-9	43	PS1-13	59	F1-5	75	M1-10	91	PS1-29	107	PS1-37		
12	PS2-1	28	M4-1	44	M2-15	60	PS1-16	76	M2-29	92	M2-32	108	PS1-38		
13	PS2-2	29	PS1-8	45	PS1-14	61	M2-22	77	F1-8	93	F1-12	109	PS1-39		
14	M2-3	30	M2-10	46	F1-3	62	M2-23	78	F1-9	94	F1-13	110	F1-17		
15	PS1-6	31	M1-3	47	M1-5	63	M2-24	79	F1-10	95	PS1-30	111	F1-18		
16	M2-4	32	M2-11	48	M1-6	64	M2-25	80	PS1-21	96	M1-11	112	F1-19		

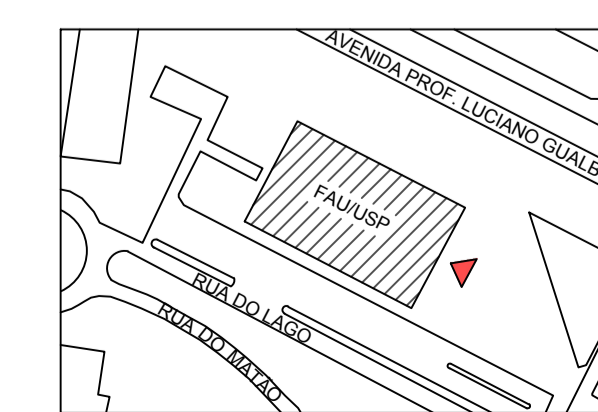
PADRÕES DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

DADO	CÓDIGO	PADRÃO
Ataque biológico	B3	***
Fissura	F1	—
Mancha por sujidade	M1/M2	○
Ações humanas fortuitas	M3	□
Mancha de eflorescência	M4	+
Perda de seção	PS1/PS2	□
Região reabilitada	R	▨
Concreto aparente	-	■
Esquadrias Metálicas	-	■
Vidro	-	■

RÉGUAS DE GRAVIDADE



IMPLANTAÇÃO E LOCALIZAÇÃO esc. 1:5000



APÊNDICE D - MAPA DE DANOS RESULTADO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO			
MAPA DE DANOS DA FACHADA SUDESTE DO EDIFÍCIO VILANOVA ARTIGAS (FAU/USP)			
AUTORIA DO MAPA DE DANOS	AUTORIA DO MAPEAMENTO DE DANOS E DATA		
Geovanna Brasil de Carvalho	Universidade de Ferrara - Departamento de Arquitetura - DIAPReM	18/11/18	
ENDEREÇO DO EDIFÍCIO EM ESTUDO	Rua do Lago, 876, Universidade de São Paulo - Cidade Universitária, Butantã - São Paulo/SP		
ORIENTAÇÃO DA FACHADA	ESCALA	CÓDIGO DO MAPA	DATA
Sudeste	1/50	MD_FSE	NOV/18
CONTEÚDO	Padrões de representação gráfica		PÁGINA
Mapa de Danos	Implantação e localização do edifício		126
Quadro associativo entre códigos	Réguas de gravidade		