

**DESEMPENHO, DURABILIDADE, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL:  
ASPECTOS TÉCNICOS NO DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE  
MANUTENÇÃO DE FACHADAS**

**WALDIR BELISÁRIO DOS SANTOS JÚNIOR**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS  
E CONSTRUÇÃO CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**DESEMPENHO, DURABILIDADE, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL:  
ASPECTOS TÉCNICOS NO DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE  
MANUTENÇÃO DE FACHADAS**

**WALDIR BELISÁRIO DOS SANTOS JÚNIOR**

**ORIENTADOR: ELTON BAUER**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS  
E CONSTRUÇÃO CIVIL**

**BRASÍLIA/DF AGOSTO – 2016**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**DESEMPENHO, DURABILIDADE, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL:  
ASPECTOS TÉCNICOS NO DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE  
MANUTENÇÃO DE FACHADAS**

**WALDIR BELISÁRIO DOS SANTOS JÚNIOR**

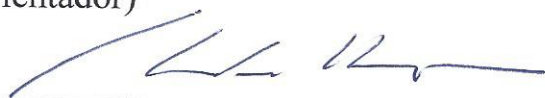
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

**APROVADA POR:**



---

**Prof. Elton Bauer, Dr. (PECC – UnB)**  
(Orientador)



---

**Prof. Cláudio Henrique Pereira, Dr. (PECC – UnB)**  
(Examinador Interno)



---

**Prof. Eliane Kraus Castro, Dr. (UnB)**  
(Examinador Externo)

**BRASÍLIA/DF, 29 DE AGOSTO DE 2016.**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**BELISÁRIO, WALDIR SANTOS JÚNIOR**

Desempenho, durabilidade, degradação e vida útil: aspectos técnicos no desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas. [Distrito Federal] 2016.

xix, 101p, 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2016).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Durabilidade                      2. Vida útil                      5. Manutenção

3. Degradação de fachadas      4. Desempenho

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

BELISÁRIO, WALDIR SANTOS JÚNIOR (2016). Desempenho, durabilidade, degradação e vida útil: aspectos técnicos no desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-022A/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 101p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Waldir Belisário dos Santos Júnior

TÍTULO: Desempenho, durabilidade, degradação e vida útil: aspectos técnicos no desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas.

GRAU: Mestre

ANO: 2016

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. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.



Waldir Belisário dos Santos Júnior, Engenheiro Civil

SQNW 310 Bloco F Apt. 201

Edifício Persona Versare, Noroeste.

CEP 70.687-230 Brasília/DF, Brasil.

E-mail: waldir.belisario@uol.com.br

*Dedico este trabalho a minha esposa, Silvana Caren,  
as minhas filhas Amanda e Juliana e finalmente aos  
meus pais, Waldir e Nazareth, pelo apoio  
incondicional.*

**“Do rio que tudo arrasta se diz que é violento. Mas ninguém diz violentas  
as margens que o comprimem.”**

**(Bertolt Brecht).**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar a vida e estar sempre me guiando para o melhor caminho.

A minha esposa Silvana Caren as minhas filhas Amanda e Juliana, aos meus pais, Waldir e Nazareth, pelo carinho e confiança, por estarem sempre me apoiando e incentivando, principalmente nas horas onde o cansaço e o desânimo me abatiam.

Com carinho e muita saudade, dedico este trabalho também à minha irmã, Vanessa Araújo dos Santos (*in memoriam*), que sempre soube me cobrar afincado nos estudos, ainda na fase de graduação, e passados alguns anos após o seu falecimento, ainda me lembro de suas palavras de motivação e cobrança por bons resultados.

Ao meu orientador, Professor Elton Bauer, por dedicar seu tempo em me orientar, como professor e amigo, me auxiliando sempre que precisei. Aproveito para reiterar minha admiração e respeito.

Ao Professor Oswaldo Cascudo, amigo de longa data e que foi o grande incentivador da entrada neste novo mundo do conhecimento, experiência para enriquecer e fortalecer minha formação como engenheiro civil.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília, em especial a Gilson Pedrosa, Débora, Pablo, Jéssica, Matheus Leoni, Maria Cláudia Salomão, Pablo Borges e Mário Sérgio, companheiros que se tornaram amigos.

A Universidade de Brasília por ter me concedido a oportunidade de realizar o mestrado. Ao Laboratório de Ensaio de Materiais da UnB pela disponibilidade de informações para a elaboração desta dissertação.

A Associação Brasileira de Cimento Portland, que me concedeu horas de trabalho para minha dedicação às aulas e aos trabalhos necessários para o desenvolvimento desta importante etapa de minha vida, onde aproveito para agradecer aos amigos de trabalho, Fernando Crosara, Fernanda Luza, Valter Frigieri e Cláudio Oliveira, que sempre me incentivaram e souberam entender este momento.

A todas aquelas pessoas que direta ou indiretamente colaboraram com a realização desta dissertação.

## **RESUMO**

### **DESEMPENHO, DURABILIDADE, DEGRADAÇÃO E VIDA ÚTIL: ASPECTOS TÉCNICOS NO DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MANUTENÇÃO DE FACHADAS**

**Autor: Waldir Belisário dos Santos Júnior Orientador: Elton Bauer**

**Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil Brasília, agosto de 2016**

Com a vigência da ABNT NBR 15575: 2013, a construção civil brasileira passou a ter níveis de desempenho para os prédios habitacionais, que é avaliado / medido por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais sempre permitem a mensuração clara do seu cumprimento, sendo estabelecidos padrões mínimos, intermediários e superiores para as edificações. A atividade de manutenção é importante, necessária e de elevada complexidade ação, visando a preservação do desempenho, da durabilidade e da vida útil dos edifícios, que sofrem constantemente as ações de degradação. Com o objetivo de desenvolver uma rotina para sistematizar esta importante atividade na conservação do desempenho das fachadas, será desenvolvida uma metodologia para a execução do plano de manutenção de fachadas, a partir da Rotina de Sistematização dos Planos de Manutenção (RSPM). A rotina será desenvolvida a partir da implantação de 3 importantes atividades, a caracterização física da fachada, assim como suas condições de exposição, a vistoria e inspeção das fachadas, onde será definida uma periodicidade para a realização das mesmas, finalmente, a partir da identificação das anomalias e do percentual que essas representam, será feita a definição do nível que as fachadas se encontram e assim propor atividades para a recuperação do desempenho, assim como um novo planejamento para as atividades de manutenção proativa. Na etapa final, que foi a aplicação da RSPM em edifícios de Brasília, que demonstrou a eficiência e a facilidade da aplicação da metodologia proposta por esta pesquisa.



## **ABSTRACT**

### **PERFORMANCE, DURABILITY, DECAY AND SHELF LIFE: TECHNICAL ASPECTS IN PLAN DEVELOPMENT FACADAS MAINTENANCE**

**Author: Waldir Belisário dos Santos Júnior**

**Supervisor: Elton Bauer**

**Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil**

**Brasília, August 2016**

With the term of the NBR 15575: 2013, the Brazilian construction industry now has performance standards for residential buildings, which is evaluated / measured by defining requirements (qualitative) criteria (quantitative or premises) and assessment methods, which always allow for clear measurement of compliance, and established minimum standards, intermediate and senior levels for buildings. The maintenance activity is important, necessary and highly complex action aimed at preserving the performance, durability and service life of buildings that constantly suffer the degradation actions. In order to develop a routine to systematize this important activity in maintaining the performance of the facades, a methodology will be developed for the implementation of facades maintenance plan from the systematization of Routine Maintenance Plans (RSPM). The routine will be developed from the implementation of three important activities, physical characterization of the facade, as well as their exposure conditions, survey and inspection of the facades, where a frequency is set to perform the same, finally, from the identification the anomalies and the percentage that these represent the level setting will be made to the façades meet and thus propose activities for the recovery of performance as well as a new planning for proactive maintenance activities. In the final stage, which was the implementation of RSPM in buildings of Brasilia, which demonstrated the efficiency and ease of application of the proposed methodology for this research.

**Key Words:** Durability, Service Life, Facade Degradation, Performance, Maintenance.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1.	MOTIVAÇÃO DA PESQUISA .....	3
1.2.	OBJETIVOS DA PESQUISA .....	5
1.2.1.	Objetivo Geral .....	5
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	5
1.3.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	5
<b>2.</b>	<b>ASPECTOS ASSOCIADOS À MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS</b> .....	<b>7</b>
2.1.	DESEMPENHO .....	7
2.2.	DURABILIDADE .....	10
2.3.	DEGRADAÇÃO .....	12
2.4.	VIDA ÚTIL .....	18
2.5.	MANUTENÇÃO .....	23
2.5.1.	Aspectos Gerais .....	23
2.5.2.	Normas Brasileiras Aplicadas à Manutenção .....	26
2.5.3.	Tipos de Manutenção .....	27
2.5.4.	Manutenção das Fachadas de Edifícios .....	32
2.5.5.	Planos de Manutenção .....	34
2.5.6.	Atividades de Inspeção .....	42
2.5.6.1.	Definição de Inspeção .....	42
2.5.6.2.	Tipos de Inspeções .....	43
2.5.6.3.	Estrutura do Plano de Inspeção .....	45
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA – DEFINIÇÃO DA ROTINA PARA SISTEMATIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO (RSPM)</b> .....	<b>46</b>
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO E DAS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO (ETAPA 1) .....	47
3.1.1.	Enquadramento físico .....	47
3.1.1.1.	Alvenaria Tradicional .....	48

3.1.1.2.	Pele de Vidro .....	48
3.1.1.3.	Pilares, Vigas e Lajes de Concreto (EST) .....	49
3.1.1.4.	Revestimentos.....	49
3.1.1.5.	Esquadrias.....	50
3.1.2.	Condições de Exposição.....	50
3.2.	PLANO DE VISTORIAS E INSPEÇÕES (ETAPA 2).....	51
3.2.1.	Vistoria.....	51
3.2.2.	Inspeção.....	53
3.3.	PLANOS DE MANUTENÇÃO (ETAPA 3).....	59
3.3.1.	Condições Básicas para um Plano de Manutenção .....	59
3.3.2.	Sistema de Manutenção.....	62
3.3.2.1.	Organização da Informação .....	62
3.3.2.2.	Organização das Fichas de Manutenção.....	63
3.3.3.	Planejamento das Ações de Manutenção Proativa .....	64
3.3.3.1.	Ações de Manutenção Proativa .....	65
<b>4.</b>	<b>RESULTADO DOS ESTUDOS DE CASO.....</b>	<b>66</b>
4.1.	DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS.....	66
4.2.	CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS.....	67
4.3.	CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO .....	69
4.3.1.	Edifício Residencial EP01 .....	71
4.3.2.	Edifício Residencial EP02.....	73
4.4.	RESULTADO DO ESTUDO .....	74
4.4.1.	Plano de Inspeção.....	74
4.4.2.	Plano de Manutenção .....	78
4.4.2.1.	Edifício Residencial EP01 .....	78
4.4.2.2.	Edifício Residencial EP02 .....	82
4.4.2.3.	Edifício Residencial EP03 .....	86

4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
<b>5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS .....</b>	<b>92</b>
5.1. CONCLUSÕES .....	92
5.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....	93
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>1</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>14</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Agentes intervenientes no comportamento de um edifício, OLIVEIRA (2011)	2
Figura 2.1 – Fluxograma do processo de evolução da degradação, Bauer (2016)	14
Figura 2.2 – Evolução do nível geral de degradação para fachadas revestidas por placas cerâmicas. (Galbusera, 2013).	17
Figura 2.3 – Curva de degradação com o valor da severidade da degradação (Sw,rp) obtida a partir de cento e vinte casos analisados no trabalho de campo (SILVA, 2009).	18
Figura 2.4 – Desempenho ao longo do tempo de um elemento ou sistema ABNT NBR 15575-4 (2013).	21
Figura 2.5 – Fluxograma da Manutenção FLORES-COLEN & BRITO (2003).	24
Figura 2.6 – Fatores principais envolvidos no desempenho em serviço de edifícios (adaptado)	26
Figura 2.7 – Desempenho de um edifício durante o ciclo de vida útil, de acordo com a ISO 15686-7 (2006)	30
Figura 2.8 – Terminologia utilizada no contexto da manutenção e reabilitação – adaptada (Rosenfeld & Shohet, 1999)	31
Figura 2.9 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010).	38
Figura 2.10 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010).	39
Figura 2.11 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010).	40
Figura 2.12 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010).	41
Figura 3.1 – Fluxograma da Rotina para Sistematização do Plano de Manutenção.	47
Figura 3.2 – Sistemas que Compõem a Fachada	48
Figura 3.3 – Esquema ilustrativo do critério de sobreposição da malha – SOUZA (2016)	56
Figura 3.4 – Fluxograma de inspeção e manutenção	61
Figura 3.5 – Quadro de sequência de ações decorrentes do uso, operação e manutenção de um sistema – OLIVEIRA (2011)	63
Figura 4.1 – Mapa de Brasília com a identificação dos locais em que as amostras de fachadas utilizadas neste estudo estão situadas.	66

Figura 4.2 – Temperatura superficial média mensal presente nas fachadas (° C) .....	71
Figura 4.3 – Orientação da amostra de fachada EP01 (90° L).....	71
Figura 4.4 – Orientação da amostra de fachada EP02 (90° L).....	73
Figura 4.5 – Orientação da amostra de fachada EP03 (56° L).....	74
Figura A-0.1 – Fotos de parte das fachadas do EP01 .....	2
Figura A-0.2 – Imagens digitalizadas dos documentos do EP01 .....	3
Figura A-0.3 – Foto Fachada – Empena Leste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia) .....	8
Figura A-0.4 – Foto Fachada – Empena Leste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia) .....	8
Figura A-0.5 – Foto Fachada – Fachada Sul (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia).....	9
Figura A-0.6 – Foto Fachada – Fachada Sul (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia).....	9
Figura A-0.7 – Foto Fachada – Fachada Norte (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia) .....	10
Figura A-0.8 – Foto Fachada – Fachada Norte (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia).....	10
Figura A-0.9 – Foto Fachada – Empena Oeste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia).....	11
Figura A-0.10 – Laudo de Entrega da Construtora para o Usuário (Fonte: Laudo entregue pela Construtora para o Usuário).....	11

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Requisitos de desempenho com exemplos da Norma ABNT NBR 15575: 2013 .....	8
Tabela 2.2 – Classificação da anomalia em função do nível de agressividade (GASPAR, 2002 & MADUREIRA, 2011).....	11
Tabela 2.3 – Tipos de curvas de degradação. Curva Descrição, GASPAR; BRITO (2005); GASPAR (2009); SILVA (2009); ANSELMO (2012); SILVA (2014).....	16
Tabela 2.4 – Diversas definições de vida útil, conforme BRAND (1994), CSOPT (2004), ASTM E2136 (2004), ISSO 15686-1 (2011) .....	19
Tabela 2.5 – Vida útil de projeto (VUP) (adaptado da Tabela C.5 e C.6, ABNT NBR 15575:2013-1).....	20
Tabela 2.6 – Processo de aplicação da manutenção preventiva e preditiva, adaptado de Flores-Colen (2003).....	25
Tabela 2.7 – ABNT NBR 15575-1: 2013 – Procedimentos de Inspeções.....	33
Tabela 2.8 – Tipos de Inspeções – IBAPE (2011).....	44
Tabela 2.9 – Níveis de Graus de Riscos de Inspeções – IBAPE (2011) .....	44
Tabela 3.1 – Ações de inspeção das esquadrias Perret (1995); Carrió & Ramos (2002); Barbosa (2009); Torres (2009) – adaptado .....	52
Tabela 3.2 – Proposta de Nível de Periodicidade de Vistorias.....	52
Tabela 3.3 – Critérios de níveis de níveis de degradação – adaptado de SOUZA (2016)...	55
Tabela 3.4 – Periodicidade das inspeções para os principais elementos de fachada, diversas referência bibliográficas .....	58
Tabela 3.5 – Descrição e definição dos campos presentes numa ficha de manutenção .....	64
Tabela 3.6 – Periodicidade de operações de manutenção proativa .....	65
Tabela 4.1 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP01 .....	67
Tabela 4.2 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP02 .....	68
Tabela 4.3 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP03 .....	69
Tabela 4.4 – Simulação de radiação global e chuva dirigida .....	70
Tabela 4.5 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP01 .....	75
Tabela 4.6 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP02 .....	76
Tabela 4.7 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP01 .....	77
Tabela 4.8 – Resultado das inspeções realizadas nos Edifícios Estudados (com base na Tabela 3.4).....	78

Tabela 4.9 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP01 .....	79
Tabela 4.10 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP01 .....	79
Tabela 4.11 – Atividades de manutenção proposta para EP01 (idade do edifício 2 anos)..	80
Tabela 4.12 – Atividades de manutenção proposta para EP01 (idade do edifício 2 anos)..	81
Tabela 4.13 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP02 .....	82
Tabela 4.14 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP02 .....	83
Tabela 4.15 – Atividades de manutenção proposta para EP02 (idade do edifício 42 anos)	84
Tabela 4.16 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP03 .....	87
Tabela 4.17 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP03 .....	87
Tabela 4.18 – Atividades de manutenção proposta para EP03 (idade do edifício 17 anos)	88
Tabela A-0.1 – Procedimentos de manutenção preventiva para Usuário (recomendações da construtora).....	12
Tabela A.0.1 – Ações recomendadas de manutenção.....	15
Tabela A.0.2 – Ações de limpeza da fachada de edifícios – adaptação de RESENDE (2011) .....	15
Tabela A.0.3 - Ações de limpeza da fachada de edifícios – adaptação de RESENDE (2011) .....	16
Tabela A-0.4 – Inspeção e manutenção dos vãos (portas e janelas).....	17
Tabela A.0.5 – Proposta de plano de atividades para a manutenção de fachadas em função das anomalias mais recorrentes .....	19



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AB	Aberturas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ALV	Alvenarias de blocos cerâmicos ou de concreto
BIM	<i>Building Information Modeling</i> (Modelagem de Informações da Construção)
BS	<i>British Standards Institution</i>
CE	Cantos e Extremidades
COESF	Coordenadoria do Espaço Físico da USP
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CSCAE	Conselho Superior dos Colégios de Arquitetura da Espanha
CSTB	<i>Centre Scientifique et Technique du Batiment</i>
DC	Descolamento Cerâmico
EF	Eflorescência
EFM	Elemento Fonte de Manutenção
FD	Fator de Danos
FGD	Fator Geral de Danos
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
FI	Fissura
FQ	Ficha de Quantificação
FR	Falha de Rejunte
FV	Falha de Vedação

IBAPE/SP	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LEM	Laboratório de Ensaios de Materiais
LC	Laje Maciça de Concreto
LPM	Laje Pré-moldada
LV	Livro de Vistorias
LR	Livro de Registros
MIME	Manual de Inspeção e Manutenção de Edifícios
MMD	Método de Mensuração de Degradação
NBR	Norma Brasileira Registrada no INMETRO
PC	Paredes Contínuas
PG	Fechamento Vertical com Placas de Gesso
PIME	Plano de Inspeção e Manutenção de Edifícios
PIMF	Plano de Inspeção e Manutenção de Fachadas
PPM	Fechamento Vertical com Placas Pré-moldadas de Concreto
PVI	Fechamento Vertical com Placas de Vidro
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
REV	Revestimentos
RGE	Regulamento Geral de Edificações (Português)
RSLC	<i>Reference Service Life of the Component</i>
RSTM	Rotina de Sistematização dos Planos de Manutenção

RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética
SC	Sacadas
SMREV	Sistema de Manutenção de Revestimentos
SUS	Sistema Único de Saúde
TO	Topo
TP	Transição entre Pavimentos
UAPS	Unidade de Atenção Primária à de Saúde
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
VU	Vida Útil
VUE	Vida Útil do Edifício
VUP	Vida Útil de Projeto
VUS	Vida Útil de Serviço

# 1 INTRODUÇÃO

A norma ABNT NBR 15575:2013 estabelece um padrão de desempenho que cria precedentes para disputas judiciais, entre os usuários e as construtoras, necessitando do Síndico papel fundamental nas ações de manutenção preventiva das partes que compõem a edificação.

A fachada, como elemento continuamente exposto às intempéries, pode apresentar várias anomalias. A existência de trincas nas fachadas com revestimento cerâmico, por exemplo, tem sido observada com frequência nas áreas de janelas por diversos motivos.

Um dos grandes fatores de manifestações patológicas na região da envoltória dos edifícios decorrem da falta de projetos bem detalhados, fatores que aceleram a ação dos agentes de degradação, que diminuem a vida útil das mesmas (Resende, 2009).

A análise da curva de degradação dos materiais que compõem as fachadas com revestimento cerâmico, muitas vezes antecipa uma ação de manutenção, ora definida no plano de manutenção da edificação, para uma ação corretiva, que com certeza não está contemplada nos mecanismos de garantia do perfeito desempenho da habitação.

Esses fatos demonstram a importância da manutenção das fachadas de edificações e essa pesquisa apresenta relevantes estudos sobre o tema.

Os edifícios iniciam o seu processo de degradação a partir do momento em que são construídos, provocando a necessidade de manutenção. A falta dessa intervenção tem como consequência o agravamento da degradação (Medeiros, 2011). Deste modo, é necessário promover a prevenção, através de metodologias de inspeções periódicas. Este conceito de acompanhamento de uma edificação deve ser melhor evidenciado pelas normas e legislações, como é caso do futuro Regulamento Geral de Edificações no artigo 119º (legislação portuguesa), que enfatiza que: ***“Durante a vida útil de uma edificação devem realizar-se atividades de inspeção, manutenção e reparação, nomeadamente em relação aos diversos componentes da edificação que tenham durabilidade inferior à vida útil”.***

A conservação de uma construção depende do desempenho de cada um dos seus elementos, pelo que a tarefa de inspeção deve ocorrer sobre todas as partes de um edifício. Assim, a inspeção periódica deve ter por objetivo a coleta de informação relativa ao estado de degradação do edifício, através da realização de uma avaliação geral, de forma a impedir a evolução das

anomalias detectadas, adotando medidas de atuação adequadas a cada anomalia (Sousa & Freitas, 2003).

A Figura 1.1 ilustra os agentes presentes no desempenho de uma fachada de um edifício e a grande diversidade de atuação dos usuários interferindo no comportamento de um edifício, pois a cada elemento está associada uma forma de utilização. Sob o ponto de vista funcional, os edifícios estão sujeitos a elevados números de respostas práticas, como de segurança, habitabilidade, conforto, durabilidade e economia, sendo a simbiose destas funcionalidades de difícil concretização. A multiplicidade de elementos, materiais e sistemas que constituem um edifício, com comportamentos próprios, face às ações que estão sujeitos dificultam e afetam o bom comportamento do edifício de um modo geral. Para além desse fato a introdução constante de novos materiais e novas tecnologias construtivas com falta de sistematização e domínio dos novos conhecimentos, afeta bastante o desempenho final do edifício (Oliveira, 2011).

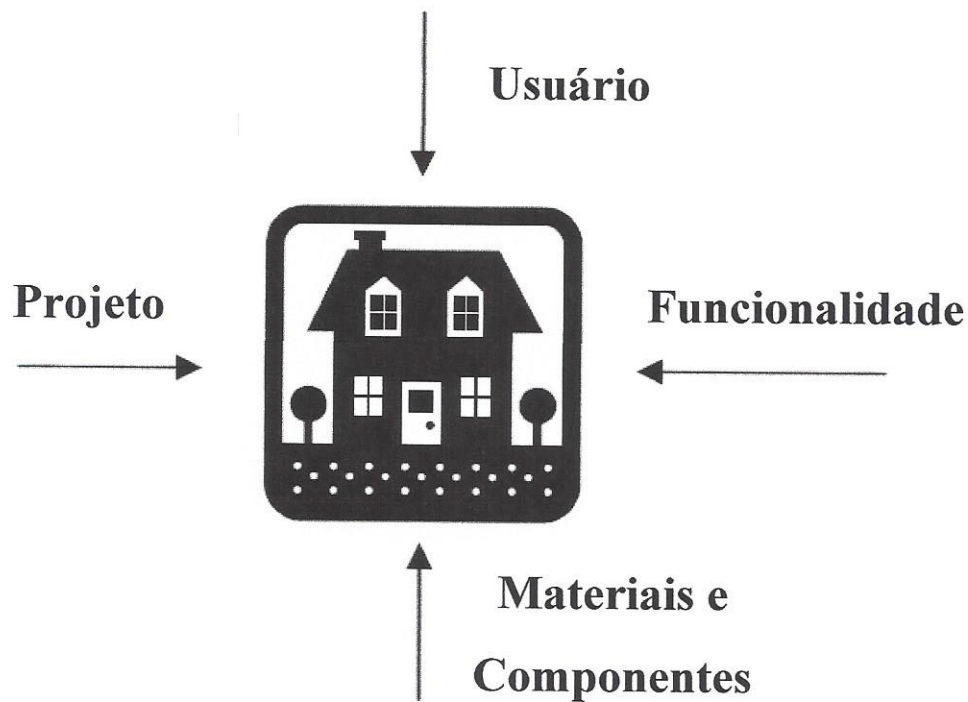


Figura 1.1 – Agentes intervenientes no comportamento de um edifício, OLIVEIRA (2011)

Atualmente o conceito de inspeção encontra-se disseminado no meio acadêmico e técnico nacional, por meio de seminários, formações, publicações e consta como disciplina, em cursos da área de construção civil. No entanto, há necessidade desta noção ser estendida aos moradores, condôminos e proprietários.

A construção tem evoluído por meio de inúmeras soluções, que visam atender as constantes necessidades da sociedade, mas nem sempre as práticas de manutenção têm acompanhado esse crescimento. Uma política de manutenção em edifícios deve ter os objetivos e métodos eficientes para a aplicação durante a fase de exploração e utilização, pelo que a uniformização de conceitos e procedimentos é fundamental para o bom desempenho do edificado.

Para o desenvolvimento de modelos de manutenção, as componentes experimental e tecnológica são fundamentais. É necessário conhecimento tecnológico do sistema que as compõem, bem como do aspecto experimental, através da observação direta do comportamento em serviço das soluções.

Essas informações devem ser consideradas desde a fase de projeto, tendo em conta o comportamento esperado em condições de serviço, prevendo para o nível de qualidade estabelecido os agentes de degradação típicos, os tipos de anomalias relevantes, os erros de execução e montagem, bem como os custos envolvidos.

Cabe destacar que o custo global de um edifício é bastante superior ao de construção, pelo que quando se adquire uma habitação, o usuário deve estar consciente dos custos inerentes à sua utilização e exploração, fazendo parte destes os custos de manutenção. Os custos decorrentes da não manutenção acarretam problemas de severidade superior aos custos da manutenção de edifícios, que são agravados com a variável tempo.

Como tal, este documento tem como finalidade constituir uma ferramenta que contribua para a implantação de novos hábitos e competências para facilitar a atividade de manutenção dos edifícios.

## **1.1. MOTIVAÇÃO DA PESQUISA**

Nos últimos anos, a construção civil, vem se adaptando as buscas pelas soluções mais rápidas e com custos mais competitivos, o que ocasionam efeitos positivos e negativos no desempenho das edificações.

A atividade de manutenção é complexa e exige uma série de atividades preliminares para que seja bem planejada. Com o início da vigência da norma ABNT NBR 15575: 2013 foram estabelecidos índices de desempenho das edificações, onde a manutenção foi evidenciada, bem como a responsabilidade do usuário em proceder às intervenções de manutenção necessárias para manter o bom funcionamento das edificações ao longo de sua vida útil. Cabe ao usuário

essa importante tarefa, que é fazer a gestão da manutenção de suas residências, quando especificadas, com o desafio de criar uma metodologia de verificação e definição de ações a serem tomadas para o cumprimento do perfeito desempenho das edificações. Dentro desse contexto, o usuário, geralmente tem uma preocupação muito mais de cunho estético, do que do aspecto da segurança, do desempenho, onde sua visão é maior na preocupação com a perda de valor de seu patrimônio.

No âmbito da pesquisa acadêmica, vem sendo observado um aumento cada vez maior de edifícios com problemas relacionados a um desempenho insatisfatório, fato que tem motivado pesquisas sobre o entendimento das manifestações patológicas em edificações. Esses estudos buscam identificar as causas, as origens, as medidas de recuperação e a prevenção (Flores, 2009; Mansur et al., 2006; Gaspar, 2009; Antunes, 2010; Nikzad et al., 2011).

Esta dissertação dá continuidade à linha de pesquisa referente à “Patologia, Manutenção e Recuperação de estruturas e edificações”, do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília (PECC/UnB), particularmente no tema “manutenção de fachadas das edificações”. Destacam-se algumas contribuições em pesquisas nessa linha:

- Silva (2006), com o estudo de metodologias experimentais auxiliares à especificação e controle das propriedades físico-mecânicas dos revestimentos em argamassa;
- Antunes (2010), com o estudo de identificação e sistematização da incidência das manifestações patológicas em sistema de revestimento de fachadas de Brasília;
- Costa (2014), com o estudo de identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica.
- Silva (2014): com o estudo de avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada aplicados à edifícios de Brasília/DF.
- Zanoni (2015): com o estudo da influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília/DF.
- Souza (2016): com o estudo da evolução da degradação de fachadas – efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes em Brasília/DF.

A grande complexidade da atividade de manutenção exige elevada compreensão dos diversos fatores que a envolvem, começando pela caracterização do edifício, dos seus materiais, do planejamento das ações de inspeções, até a realização das atividades de manutenção

propriamente ditas. A mesma exige aplicação de recursos, tanto nas ações de inspeções, como nas atividades efetivas de manutenção e nem sempre estão previstas na concepção do projeto, que cita a vida útil de projeto, mas não informa que a manutenção garante o cumprimento da vida útil após o edifício ser colocado em serviço. Finalizando esse parágrafo, além da importância da realização das atividades necessárias para a manutenção, não pode desconsiderar a importância em metodizar a referida atividade, estabelecendo não somente suas atividades, como também estabelecer uma base de dados de serviços a serem executados após a inspeção, para cada tipo de anomalia identificada, visando a preservação do desempenho previsto em projeto.

## **1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia para planejamento das operações de manutenção de fachadas, tendo por base as rotinas de inspeção, visando atender aos critérios de desempenho e vida útil.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- Definir e sistematizar os conceitos das diversas partes pertinentes à manutenção e sua associação ao desempenho de fachadas;
- Propor uma rotina que permita estabelecer, de forma sistêmica, as etapas e atividades de um plano de manutenção para fachadas;
- Propor ferramentas aplicáveis à caracterização, vistoria e inspeção das fachadas de edifícios; e
- Aplicar a rotina para edifícios em Brasília, visando verificar a facilidade e eficiência da aplicação da ferramenta.

## **1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco Capítulos, referências bibliográficas e anexos, sendo dividida em cinco fases distintas:



- i. Contextualização da complexidade do tema e das necessidades da busca do desenvolvimento de estudo referente ao tema manutenção de fachadas – Capítulo 1;
- ii. O levantamento das informações, conceitos e características relativas ao tema abordado – Capítulo 2;
- iii. Metodologia para sistematização de um plano de manutenção, contendo 3 fases distintas, a caracterização da fachada, as atividades de inspeção e o plano de manutenção propriamente dito, contendo algumas ações básicas e proposta de planejamento de ações necessárias para a conservação do desempenho especificado em projeto – Capítulo 3;
- iv. A calibração da proposta, Rotina de Sistematização do Plano de Manutenção de Fachadas (RSTM), através da aplicação da mesma a casos práticos, em edifícios de Brasília-DF – Capítulo 4;
- v. Considerações finais, conclusões e proposição de trabalhos futuros, com o objetivo de preencher lacunas ainda existentes.

## **2. ASPECTOS ASSOCIADOS À MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS**

O presente Capítulo apresenta os principais itens técnicos necessários para a sistematização de um plano de manutenção, ou seja, o desempenho, a durabilidade, a degradação e a vida útil, onde serão apresentados seus conceitos e características, visando estabelecer uma relação ente eles e a partir deste momento, desenvolver a sequência construtiva do referido trabalho. O comportamento dos sistemas, subsistemas e materiais das fachadas devem ao final da construção e início da operação apresentar desempenho satisfatório, em atendimento aos requisitos da ABNT NBR 15575: 2013.

### **2.1. DESEMPENHO**

Desempenho é definido como o comportamento em uso de uma edificação e seus sistemas, conforme ABNT NBR 15575: 2013. No caso de uma edificação pode ser entendido como as condições mínimas de habitabilidade, que estão relacionados ao conforto térmico e acústico, higiene, segurança, entre outras, necessárias para que um ou mais indivíduos possam utilizar a edificação durante um período de tempo determinado.

O desempenho varia de acordo com as condições de utilização, pois depende das exigências do usuário (na concepção) ou dos cuidados no uso (manutenção). Também depende das condições de exposição do ambiente em que a edificação será construída, como temperatura, umidade, insolação, ações externas resultantes da ocupação etc.

Segundo a ABNT NBR 15575-1: 2013 estabelece que o desempenho é avaliado / medido por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais sempre permitem a mensuração clara do seu cumprimento.

São previstos para edifícios habitacionais 14 critérios de desempenho, conforme Tabelas 2.1, através da ABNT NBR 15575: 2013.

Tabela 2.1 – Requisitos de desempenho com exemplos da Norma ABNT NBR 15575: 2013

Categoria de requisitos	Exemplos
1. Estabilidade	Resistência mecânica p/ ações estáticas e dinâmicas, ambas em combinação ou individuais. Resistência ao impacto, de causa intencional ou acidentária. Efeitos de fadiga.
2. Segurança contra fogo	Riscos de eclosão de fogo e propagação de chamas. Efeitos fisiológicos da fumaça e calor. Tempo de alarme (detecção e sistemas de alarme). Tempo de evacuação (rotas de fuga). Tempo de sobrevivência (compartimentação do fogo).
3. Segurança em Uso	Segurança com respeito a agentes agressivos (proteção contra explosões, combustão, pontos e arestas cortantes, mecanismos móveis, eletrocussão, radioatividade, inalação ou contato com substâncias tóxicas, infecção). Segurança durante movimentações e circulações (limitação de pisos escorregadios, passagens desobstruídas, guarda corpos, etc.).
4. Tensão	Água condutora de tensão (chuva, terreno encharcado, água potável; água servida, etc.). Ar e gases condutores. Fumaça e poeira condutoras.
5. Higrotérmica	Controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar (limitação da variação no tempo e no espaço, através de controladores). Controle da condensação.
6. Pureza do Ar	Ventilação. Controle de odores.
7. Acústica	Controle de ruídos internos e externos (contínuos e ou intermitentes). Inteligibilidade do som. Tempo de reverberação.
8. Visual	Iluminação natural e artificial (requisitos de luminescência, ofuscamento, contraste e estabilidade da luz). Luz solar (insolação). Possibilidade de escuridão. Aspectos dos espaços e superfícies (cor, textura, regularidade). Homogeneidade, verticalidade, horizontalidade, perpendicularidade, etc.).

Tabela 2.1 – Requisitos de desempenho com exemplos da Norma ABNT NBR 15575: 2013  
(continuação)

Categoria de requisitos	Exemplos
9. Tátil	Propriedade de superfícies, aspereza, lisura, calor, maciez, flexibilidade. Possibilidade de dissipação de eletricidade estática
10. Dinâmica	Limitação de aceleração ou vibração de objetos (transitório e contínuo). Conforto de uso em áreas com vento intenso. Facilidade de movimentos (inclinação de rampas e escadas). Habilidade manual (operação com portas, janelas, controle de equipamentos, etc.).
11. Higiene	Facilidade de cuidado e limpeza. Abastecimento de água. Purificação Evacuação de água servida, lixo e fumaça Limitação de emissão de contaminantes.
12. Conveniência de Espaços para Usos Específicos	Número, dimensões, geometria, subdivisão e inter-relação de espaços. Facilidade de mobiliar, flexibilidade.
13. Durabilidade	Conservação da performance para requisitos de vida útil, para uma manutenção regular.
14. Econômicos	Capital, manutenção e andamento dos custos. Custos de demolição.

O nível de desempenho em serviço exigido na fase do projeto é função das exigências legais e das necessidades e preferências pessoais ou coletivas. A seguir são apresentados os três níveis de desempenho, sugerido pela ABNT NBR 15575: 2013:

- O nível “A” corresponde ao nível inicial de desempenho num edifício novo, em que o valor se manteria constante ao longo do tempo, caso não houvesse degradação dos materiais, o que na realidade não acontece;
- O nível “B” corresponde ao nível de desempenho exigido - nível médio regulamentar que um edifício deve exibir (normalmente a subida é por patamares, associados às maiores exigências quando é aprovada nova legislação para o tempo que corresponde ao ciclo de vida do edifício);

- O nível “C” corresponde ao nível mínimo de desempenho (limite de insatisfação), nível tão baixo que não permite a utilização do edifício e para o qual é economicamente inviável agir; este nível apresenta tendência para subir, já que acompanha o aumento das exigências mínimas ao longo do tempo; no caso dos elementos do edifício, este nível corresponde aos requisitos de desempenho para as características críticas do comportamento em serviço.

Conforme referido, o desempenho em serviço decresce, podendo condicionar o valor da vida útil, atingindo determinados níveis mínimos de desempenho. Neste contexto, os conceitos de nível mínimo de desempenho e do fim da vida útil precisam ser clarificados. A ABNT NBR 15575: 2013 estabelece as categorias de afetação do desempenho da edificação.

As fachadas fazem parte da envoltória dos edifícios, que sofrem ações de degradação em níveis e intensidades de exposição maiores que o restante do prédio. Dentro do contexto, a mesma tem funções importantes, como por exemplo: estanqueidade à água, isolamento térmico e acústico, capacidade de fixação de peças suspensas (ar condicionado, por exemplo), capacidade de suporte a esforços de uso, compartimentação em casos de incêndio, entre outras (ABNT NBR 15575-4: 2013), conforme é apresentado na Tabela 2.1.

Para que as fachadas cumpram suas funções, estas devem manter as suas funções, por pelo menos durante um determinado período de tempo, de modo que atenda às necessidades estabelecidas em projeto, além das expectativas dos usuários.

Os requisitos de desempenho previstos na ABNT NBR 15575-1: 2013 devem ser verificados aplicando-se os respectivos métodos de avaliação explicitado na mesma. Considera-se que a realização de ensaios laboratoriais, ensaios de tipo, ensaios de campo, inspeções em protótipos ou em campo, simulações e análise de projetos são métodos de avaliação do desempenho.

## **2.2. DURABILIDADE**

Durabilidade é definida como sendo a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e perante condições de uso e manutenção especificadas, ABNT NBR 15575: 2013. Esta definição é similar a ASTM E632 (1996) e da ISO 13823 (2008).

A durabilidade de um sistema depende do ambiente onde o mesmo será implantado e de maneira análoga, a ABNT NBR 6118: 2014, em sua Tabela 6.1 propõe zonas e níveis de agressividade e qual será o risco de deterioração da estrutura. É interessante adotar uma tabela semelhante para tratar as fachadas, observando o nível de exposição que a mesma terá a agentes de degradação, conforme é apresentado na Tabela 2.2. Além dessa norma, tem-se também a ABNT NBR 15220: 2005, que trata do zoneamento bioclimático brasileiro, onde são definidas 8 zonas bioclimática, de modo a tratar o desempenho térmico das habitações, logo em consequência, como suas fachadas deverão se comportar.

Tabela 2.2 – Classificação da anomalia em função do nível de agressividade (GASPAR, 2002 & MADUREIRA, 2011)

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Fator multiplicativo
Agressividade do meio (A)	Reduzida	Meio rural	1	1
	Média	Meio urbano	2	
	Alta	Zona costeira/fluvial	3	
Extensão (E)	Reduzida	≤ 33%	1	2
	Média	Entre 34% e 66%	2	
	Alta	≥ 67%	3	
Consequência da não intervenção (NI)	Reduzida	Efeitos mínimos	1	3
	Média	Aumento da deterioração física	2	
	Alta	Ruptura do elemento	3	
Não cumprimento de exigências (CE)	Reduzido	Cumprir as exigências mínimas estéticas, de segurança e de funcionalidade	1	4
	Médio	Não cumprir exigências estéticas	2	
	Alto	Não cumprir exigências funcionais	3	
	Muito alto	Não cumprir exigências de segurança	4	

A dificuldade de se introduzir o aspecto da variável do clima na abordagem da durabilidade do sistema, pode-se, pelo menos, em função do meio, estabelecer uma pontuação crescente de níveis menos agressivos para níveis mais agressivos, o que poderia estabelecer um critério mais objetivo para tratar o sistema em função de sua exposição, conforme será mais bem detalhado no item sobre degradação (Gaspar, 2002 & Madureira, 2011). A partir então dessas

observações, pode-se inserir que no estudo das anomalias presentes em fachadas, que o fatores clima e meio tem papel fundamental na durabilidade das fachadas, no todo ou em parte, ao analisar o comportamento de seus materiais, a partir da intensidade de exposição. Na Tabela 2.2, procura-se inserir, a partir de uma escala crescente de pontuação, do menor para o maior meio agressivo, um critério de mensuração para o nível de agressividade que o meio pode influenciar na durabilidade de uma fachada.

Ao examinar a ISO 16311: 2014, que trata de manutenção e reparação, duas atividades intimamente relacionados, destinadas a assegurar que uma edificação seja mantida em um estado em que ele pode desempenhar as suas funções necessárias, em uma condição aceitável e segura.

Ao fazer uma correlação entre a ISO 16311: 2014 e as atividades necessárias a preservação do desempenho ao longo da vida, são necessárias as seguintes atividades para a manutenção de estrutura e não diderente de uma fachada:

- Planejamento de manutenção para as fachadas existentes;
- Avaliação das fachadas, incluindo a vistoria, a inspeção, a investigação e a avaliação do desempenho das fachadas;
- Planejamento e reparação de concepção no caso de ser necessário devido a danos, deterioração ou desgaste; e
- Execução de reparação incluindo a preparação, execução e documentação.

### **2.3. DEGRADAÇÃO**

Degradação é um processo pelo qual uma ou mais propriedades do material são afetadas pela ação dos agentes de degradação, causando redução do nível de desempenho (ISO 15686-8:2008). Os agentes de degradação, conforme a ISO 15686-2: 2012, são todos aqueles que afetam negativamente o desempenho dos edifícios, tais como, agentes atmosféricos, biológicos, de carga, de incompatibilidade e de uso. Numa fase inicial, a degradação pode não ser perceptível, mas quando as anomalias se tornam evidentes, inicia-se um processo de decisão complexa que equilibra a necessidade de intervir com questões de custo, oportunidade e dificuldade da reparação (Souza, 2016).

Analisando a relação de degradação, desempenho, percebe-se a importância das atividades de manutenção podem ter duas principais origens: a durabilidade dos materiais e as manifestações patológicas, sendo que a durabilidade está associada à manutenção planejada e preventiva. Já a patologia está associada à manutenção planejada corretiva e não planejada, situação em que o edifício ou seu componente apresenta um desempenho insatisfatório. Nesses casos, segundo (Lichtenstein, 1985), deve ocorrer uma intervenção técnica com a finalidade do edifício ou componente voltar a apresentar um desempenho satisfatório, prolongando sua vida útil (Figura 2.1).

As fachadas são alguns dos elementos mais expostos às condições adversas (principalmente climatológicas), possuindo funções importantes de proteção do edifício e seus elementos e da própria estrutura. Por isso é muito importante a realização de manutenção das suas características e propriedades durante o período de vida útil, de modo a respeitar os níveis mínimos de desempenho. A interação das fachadas com os demais componentes, elementos e sistemas da edificação, como caixilhos, esquadrias, estruturas, coberturas, pisos e instalações, provocam a necessidade de uma abordagem conjunta do desempenho dos elementos e sistemas que interagem entre si (Jernberg et al., 2004; Flores; Brito, 2002). Por outro lado, poderão existir outras intervenções que envolvem maiores custos e que têm como objetivo elevar os níveis de desempenho aos patamares mínimos de aceitabilidade, respondendo às exigências em serviço (que tendem a serem maiores do que as iniciais definidas no projeto, devido a imposições legais ou a novas padronizações).

Uma fachada começa a perder seu desempenho a partir do momento em que os agentes de degradação começam a se manifestar, mas existem algumas características que afetam a sua intensidade, como por exemplo, a orientação da fachada, as condições de exposição, a chuva dirigida, dentre outros tipos de ações, atreladas a natureza dos agentes, características e sensibilidade dos materiais empregados na fachada, assim como as intervenções de manutenção, que devem ser antecipadas por metodologias de inspeções, em função do nível de exposição e sensibilidade à agentes de degradação. Assim, os conceitos de degradação (perda de desempenho), vida útil (duração do ciclo de vida), manutenção (diversos tipos de ações), custos globais (custos envolvidos) e níveis de desempenho (nível de desempenho aceitável para um determinado instante) encontram-se diretamente interligados e são cruciais para caracterizar o desempenho em serviço do edifício e seus elementos.



A ABNT NBR 15575-1: 2013 passa a dar destaque ao comportamento do sistema, mas não esquecendo que os materiais fazem parte do sistema e o seu comportamento deve ser avaliado, porém não existe um critério de controle de recebimento dos mesmos, que deveriam receber algum critério de avaliação no recebimento, além dos demais ensaios realizados após a conclusão dos serviços, não esquecendo é claro da variável mão-de-obra, que muitas vezes é desconsiderada no processo de produção, não só respondendo pelo aspecto produtividade, mas também do aspecto qualidade.

Trinius & Sjostrom (2005) procuram ilustrar através da Figura 2.1 como se dá a hierarquia de responsabilidades no desempenho de um edifício, onde estão envolvidos os subsistemas, seus componentes, produtos e materiais, que tem atividades no seu comportamento a nível individual e a nível sistêmico.

Na Figura 2.2, busca-se ilustrar, através de um fluxograma (Bauer, 2016), o desenvolvimento do processo de degradação das edificações, que no primeiro momento fala da ação dos agentes de degradação, como a chuva dirigida, a radiação, entre outros. Após a identificação dos agentes, é importante entender a quantidade de tempo, assim como a intensidade, de modo a se estabelecer o ciclo e a frequência das ações de degradação. A caracterização dos materiais vai ilustrar o nível de sensibilidade às ações de degradação, finalmente a partir da estimativa de vida útil e dos mecanismos de degradação será possível avaliar a evolução das anomalias e das degradações, de modo a estabelecer uma rotina de ações de inspeções e intervenções.

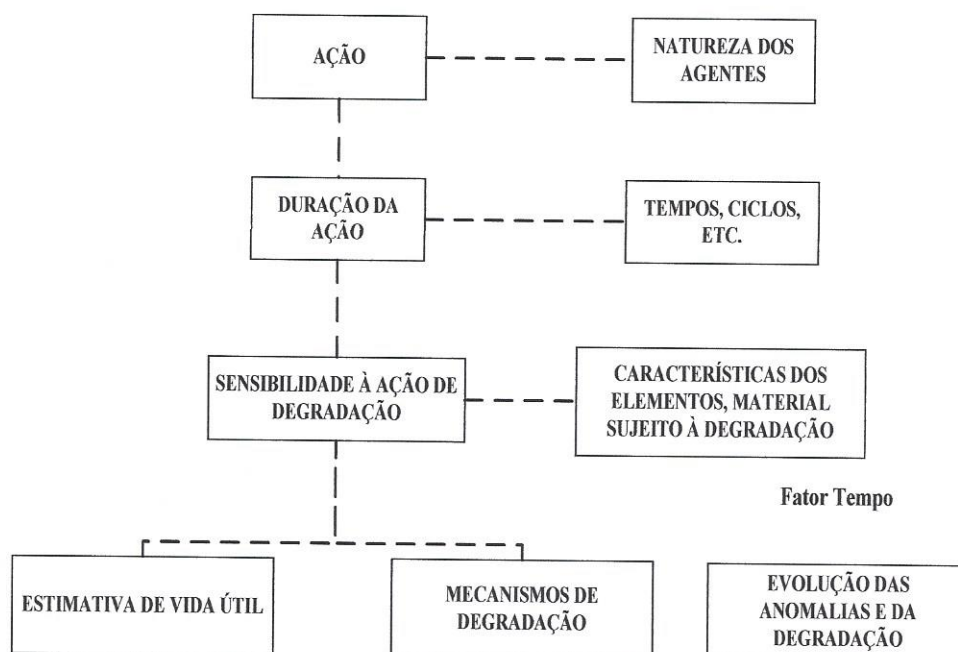


Figura 2.1 – Fluxograma do processo de evolução da degradação, Bauer (2016)

Assim pode se afirmar que a degradação se encontra intimamente relacionada com a perda de desempenho em serviço. Embora a relação destas não seja uma relação linear, pois dependem de diversos fatores, a análise do desempenho em serviço recorre, com maior frequência, a modelos de degradação em vez de modelos de desempenho (Flores, 2009). Ressalta-se que a existência de determinados graus de degradação pode ou não ter influência no desempenho global de um elemento.

A degradação dos edifícios é particular a cada um deles, ou até mesmo particular a cada fachada do edifício, pois existem inúmeras condicionantes que influenciam no processo de degradação, como, por exemplo, condicionantes de projeto, microclima, de regiões abrigadas ou desabrigadas. Estas diferentes situações tornam os edifícios diferentes, mesmo estes sejam construídos em iguais condições e sejam realizadas de forma idênticas (Flores, 2002; Silva, 2009).

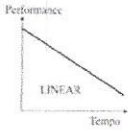
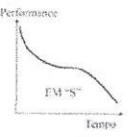
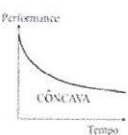
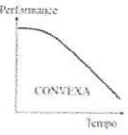
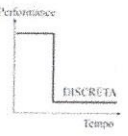
O processo de degradação das fachadas deve ser pensado enquanto um processo de ação sobre a fachada. A fachada sofre a ação de degradação de múltiplos fatores, sendo representada pela ação dos agentes de degradação. A degradação das fachadas ocorre devido à sequência de alterações que ela sofre, devido ao nível de exposição e de intensidade aos agentes degradantes, ao longo do tempo.

De acordo com as normas ASTM 632: 1996 e ISO 15686-1: 2011, os agentes de degradação são divididos em agentes mecânicos, gravidade, esforços e deformações impostas ou restringidas, energia cinética, vibrações e ruídos e atritos; agentes eletromagnéticos, radiação, eletricidade e magnetismo; agentes térmicos, Níveis extremos ou variações muito rápidas de temperatura; agentes químicos, águas e solventes, agentes oxidantes, agentes redutores, ácidos, bases, sais, quimicamente neutros; agentes biológicos, vegetais e micro-organismos e animais. Também essas mesmas normas estabelecem também quanto a procedência, provenientes da atmosfera, água no estado líquido, umidade, temperatura, radiação solar – radiação ultravioleta, gases de oxigênio, bactérias e insetos e vento com partículas em suspensão; provenientes do solo, sulfatos, cloretos, fungos, bactérias, insetos; provenientes ao uso, esforços de manobra e agentes químico em uso doméstico; e provenientes de projeto, compatibilidade química, compatibilidade física e cargas permanentes e periódicas. A degradação em fachadas é resultante da combinação de inúmeras variáveis, como: falhas dos materiais, falhas na especificação, falhas decorrentes do processo executivo, deformação higroscópica, deformação térmica, deformações estruturais, entres outros (Roscoe, 2008; Antunes, 2010; Silva, 2014).

A evolução progressiva da degradação pode ser representada por índices de degradação ou de desempenho ao longo do tempo, dando origem então à curva de degradação (índice de degradação x tempo) para a determinação da vida útil. Essa representação da curva de degradação reflete a velocidade com que os sistemas perdem sua capacidade funcional, assim deixando de atender aos requisitos exigidos (Shoet et al., 1999; Gaspar; Brito 2008; Silva, 2014).

A Tabela 2.3 mostra algumas tendências que podem ser associadas ao processo de degradação, as quais podem apresentar diferentes configurações em função dos mecanismos de degradação, podendo ser obtidas a partir de uma tendência dos quantitativos de degradação (Gaspar; Brito, 2005; Gaspar, 2009; Silva, 2009; Anselmo, 2012; Silva, 2014).

Tabela 2.3 – Tipos de curvas de degradação. Curva Descrição, GASPARG; BRITO (2005); GASPARG (2009); SILVA (2009); ANSELMO (2012); SILVA (2014)

	<p>A curva de tendência linear apresenta uma perda constante de sua capacidade funcional ao longo do tempo. Observa-se este comportamento em degradações que estão relacionadas às ações de agentes atmosféricos permanentes, tais como radiação solar e ventos.</p>
	<p>A curva em “S” representa fenômenos associados a anomalias que ocorrem em idades recentes. Esses fenômenos estabilizam em determinado período e no decorrer do tempo voltam a ficar ativos e passam a apresentar uma evolução acelerada em seu desenvolvimento.</p>
	<p>A curva côncava representa o desenvolvimento acelerado do fenômeno de degradação nas idades iniciais e com o decorrer do tempo, essa evolução da degradação é desacelerada. Este comportamento em degradações pode ser observado na ação de micro-organismos que provocam manchas ou a ocorrência de eflorescências.</p>
	<p>A curva convexa apresenta um comportamento inicial lento e devido a associação e sinergismo entre as anomalias o processo de degradação é acelerado. Essa curva apresenta a melhor configuração para representar os fenômenos de degradação.</p>
	<p>A curva discreta é atribuída a fenômenos que se caracterizam por apresentar forma espontânea ou aleatória e podem ocorrer em qualquer período de vida útil. Esses fenômenos podem ocorrer em função do uso, de fissuras resultantes de recalque estrutura ou acidentes de qualquer natureza que imponham queda brusca da capacidade funcional do elemento fazendo com que o mesmo atinja o fim de vida antes do limite de sua vida útil.</p>

As diversas curvas de degradação apresentadas têm como único objetivo espelhar o desempenho ou degradação ao longo do tempo. A resposta da ação de degradação é realizada em função dos agentes de degradação. A partir dos efeitos de condições de exposição e da função de desempenho do produto são obtidos os indicadores de degradação ou indicadores de perda de desempenho, os quais são definidos por meio de inspeções à medida que são identificadas as mudanças de comportamento dos materiais (Sousa, 2008; Garrido, 2010).

Na Figura 2.3 é ilustrado os resultados de severidade ao longo do tempo apresentado por Galbusera (2013). Ressalta-se que o autor realizou uma pré-seleção dos casos estudados para uma melhor correlação dos resultados, de maneira a aumentar o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) e também o número de amostras estudadas.

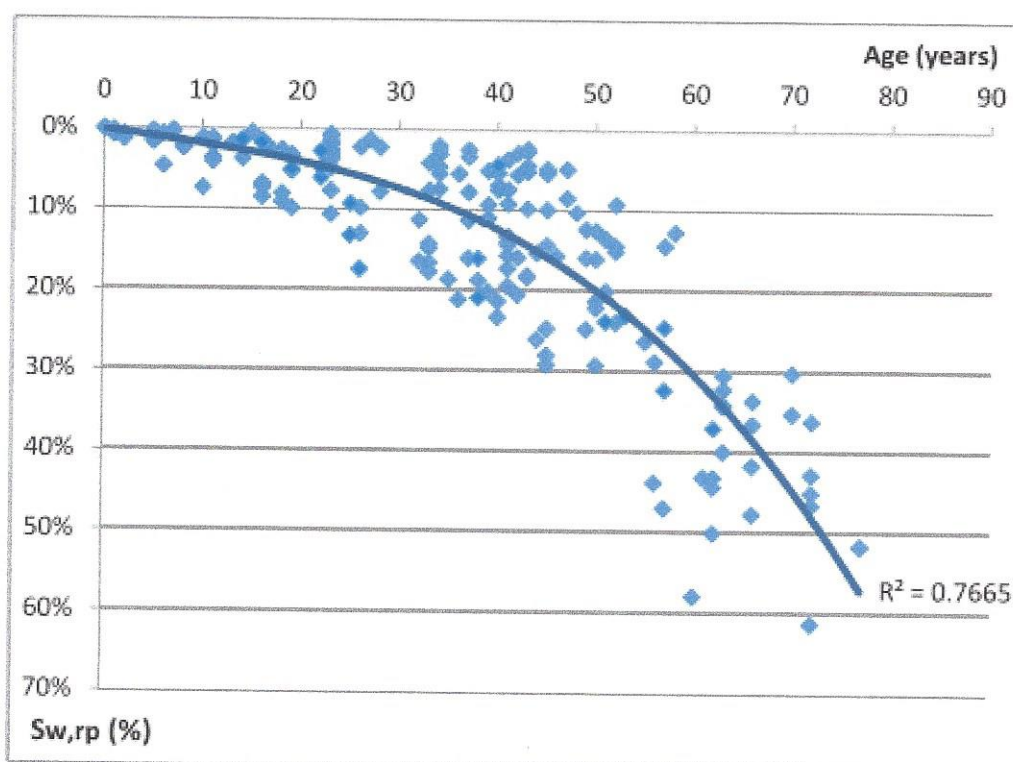


Figura 2.2 – Evolução do nível geral de degradação para fachadas revestidas por placas cerâmicas. (Galbusera, 2013).

As curvas de degradação obtidas a partir dos dados de campo mostraram o comportamento dos revestimentos pétreos ao longo do tempo. Estas curvas de degradação foram obtidas através de uma regressão linear que se ajusta a uma linha polinomial de grau 3 à nuvem de pontos dos casos estudados (Figura 2.3), que foi desenvolvida a partir de amostras estudadas pelo

Laboratório de Ensaios de Materiais (LEM), da Universidade de Brasília, realizados nos últimos 17 anos.

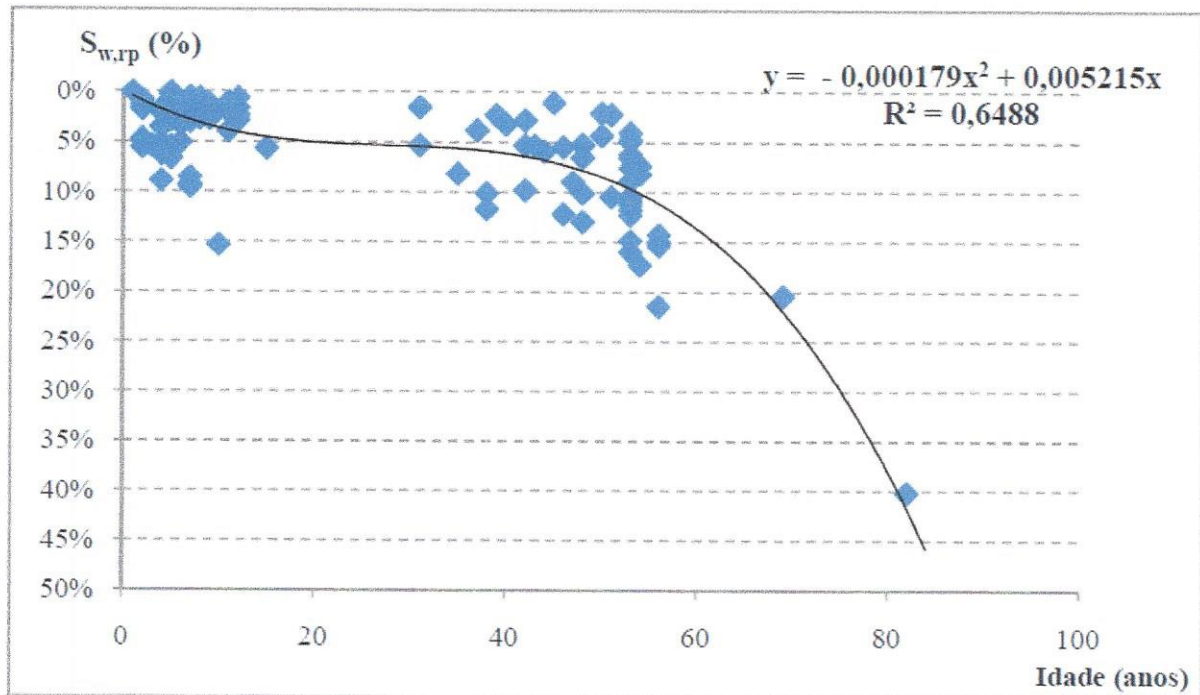


Figura 2.3 – Curva de degradação com o valor da severidade da degradação ( $S_{w,rp}$ ) obtida a partir de cento e vinte casos analisados no trabalho de campo (SILVA, 2009).

## 2.4. VIDA ÚTIL

Vida útil é o período de tempo após a construção no qual o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem os requisitos de desempenho, ISO 15686-1 (2011). A durabilidade é função do comportamento em serviço, do valor da vida útil, do ambiente e da manutenção e a capacidade que o edifício e seus elementos têm de desempenhar as funções exigidas para um período específico de tempo.

A definição de vida útil, para as edificações, é aplicada aos sistemas que as compõem, pois, os constituintes do edifício possui vida útil inferior à do edifício em si. Por isso, devem ser realizadas manutenções periódicas nos sistemas e componentes destas, assim atendendo o período de vida útil do edifício. É importante que os componentes sejam especificados considerando as facilidades de manutenção, os custos, o grau de importância que cada componente exerce dentro do sistema, bem como os inúmeros fatores de degradação (Consoli, 2006; Flores, 2002; Silva, 2009). A Tabela 2.4 apresenta uma série de definições para vida útil,

onde todas apresentam uma relação entre período de tempo, degradação dos materiais, valor mínimos de desempenho (exigências) e as condições de exposição.

Tabela 2.4 – Diversas definições de vida útil, conforme BRAND (1994), CSOPT (2004), ASTM E2136 (2004), ISSO 15686-1 (2011)

Autores	Descrição da Vida Útil
CSOPT (2004)	Define-se como o período em que a respectiva estrutura não apresenta degradação dos materiais, devido às condições ambientais, originando a redução da segurança estrutural inicial.
ASTM E2136 (2004)	É um período de tempo após a execução durante o qual todas as partes do edifício excedem valores mínimos aceitáveis quando sujeitas a manutenção regular.
ISO 15686-1 (2011)	É o período de tempo após a construção no qual o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem as exigências mínimas de desempenho.
BRAND (1994)	É o período de tempo durante a qual a edificação desempenha as exigências de serviço que lhe foram atribuídas, para determinadas condições de utilização e tendo em conta o fator custo / benefício e a mínima afetação ambiental.

Ao colocar diferentes conceitos de vida útil, busca-se através da Tabela 2.4, apresentar as principais características conceituais, vista por diferentes documentos, onde é possível ver que o fator tempo, o fator exposição e o fator manutenção estão diretamente ligados à vida útil, além do fator degradação como atividade negativa para alcançar a vida útil.

A abordagem do edifício como um sistema facilita a distinção do comportamento em serviço dos principais subsistemas, e consequentes valores de vidas úteis. Neste contexto, os produtos são divididos por categorias que relacionam a sua vida útil economicamente razoável com a prevista para as construções e por categoria de intervenção (maior ou menor susceptibilidade de o produto ser reparado ou substituído, ou durar toda a vida da construção), conforme a Tabela 2.5. Assim, à exceção dos elementos estruturais, que definem a vida útil a exigir à construção, todos os outros componentes requerem diferentes níveis de manutenção, reparação e substituição durante a vida útil do edifício (inserido na categoria normal - 50 anos para edifícios e outras estruturas comuns, conforme EN 1999 (CEN, 2002d), citada na especificação do LNEC (2005). A BS 7543 (BSI, 2003) classifica uma categoria adicional para a vida do edifício, totalizando seis categorias: temporária (até 10 anos), curta (10 anos); média (30 anos); normal (60 anos) e longa (120 anos).

Tabela 2.5 – Vida útil de projeto (VUP) (adaptado da Tabela C.5 e C.6, ABNT NBR 15575:2013-1)

Parte da Edificação / Sistema	VUP (anos)		
	Mínima	Intermediária	Superior
Vedação Vertical Externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Revestimento de Fachada Aderido	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Pintura (fachadas e revestimentos sintéticas texturizações)	≥ 8	≥ 10	≥ 12

De igual modo, a norma ISO 15686-1: 2011 recomenda valores mínimos para a vida útil projetada para o edifício e seus componentes, tendo em conta a necessidade de manutenção e a possibilidade de serem especificados valores mais reduzidos de vida útil. Por último, interessa referir que a ISO 15686-8: 2011 identifica diferentes situações da definição da vida útil dos edifícios, que dependem do tipo de avaliação que é feita e dos objetivos da análise (Rudbeck, 1999), nomeadamente:

- Vida de projeto - período de tempo definido no projeto e que é acordado com o dono de obra e o projetista, servindo de referência às decisões específicas;
- Vida econômica - período de tempo durante o qual não existem excessivos encargos para operação, manutenção dos componentes / sistemas ou edifício, contabilizando todos os custos globais;
- Vida funcional - período de tempo durante o qual o edifício pode ser utilizado para as funções previstas sem alterar significativamente as suas propriedades;
- Vida social e legal - período após a construção, no qual as necessidades humanas e legais originam ações de substituição por razões diferentes das econômicas;
- Vida técnica - período de tempo após construção, no qual grande parte do edifício foi alterada; este tipo de vida está associado à degradação física dos componentes / sistemas e partes constituintes do edifício;
- Vida tecnológica - período de tempo após a construção, no qual o edifício já não é tecnologicamente superior às alternativas existentes.

A metodologia prevista na ABNT NBR 15575-1: 2013 a ABNT NBR 15575-6: 2013 para a determinação da VUP mínima incluem três conceitos essenciais: efeito acarretado por uma

falha no desempenho do sistema; nível de dificuldade de manutenção e reparação; e custo de correção da falha.

As fachadas devem ser projetadas de forma que estas tenham uma durabilidade potencial compatível com a vida útil de projeto (VUP), que equivale ao período mínimo de 40 anos para sistemas de vedação vertical externa ou, se tratando de revestimento de fachada aderido equivale ao período mínimo de 20 anos, conforme se observa na Tabela 2.6.

Em função das condições socioeconômicas existentes e de modo a compatibilizar para a edificação de habitações de interesse social, foi adotado nas ABNT NBR 15575-1: 2013 a ABNT NBR 15575-6: 2013, o prazo inferior (mínimo) e para edificações com melhor padrão construtivo recomenda-se o período de vida útil superior. O edifício deve manter a capacidade funcional durante a vida útil sem sinais de desgaste, desde que realizadas as intervenções periódicas de manutenção e conservação. Destaca-se que a norma ABNT NBR 15575-1: 2013 considera o requisito de vida útil de projeto (VUP) atendido, conforme item 14.2.2, quando o sistema não apresenta histórico de necessidade de intervenções significativas depois de decorridos 50% do prazo de VUP determinado. Assim, na verdade, a vida útil especificada pode ser 50% inferior ao estabelecido.

A vida útil é prolongada através de ações de manutenção e pode ser representada pela relação entre desempenho e o tempo em vida de edifícios. São ilustrados, na Figura 2.5, os três níveis de desempenho exigidos pela ABNT NBR 15575-4: 2013, resultando em diferentes definições de vida útil.

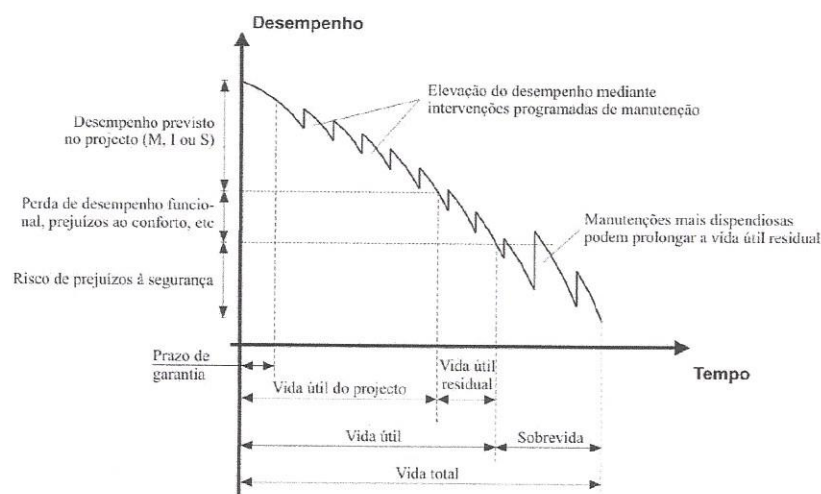


Figura 2.4 – Desempenho ao longo do tempo de um elemento ou sistema ABNT NBR 15575-4 (2013).



Alem dos conceitos da ISO 15686-8: 2011 sobre vida útil, a ABNT NBR 15575; 2013 considera a vida útil residual como o período após a vida útil de projeto em que o produto apresenta um decréscimo de desempenho em função do uso e envelhecimento natural, afetando as questões funcionais, mas ainda mantendo as condições de segurança através de ações de manutenção mais dispendiosas. A sobrevida representa o período de tempo em que os níveis de segurança começam a ser gravemente afetados. O limite da vida útil também pode ser estimado pela degradação, a qual é medida e avaliada em cada inspeção realizada de modo programado e após ações de manutenção, conforme ilustrado na Figura 2.4.

A avaliação do atendimento à VUP pode ser realizada pela utilização da metodologia proposta pela ISO 15686-2: 2012 que aborda, de forma sistemática, a metodologia de previsão de vida útil dos componentes de edifícios incluindo a identificação das informações necessárias, a seleção ou o desenvolvimento de procedimentos de teste (programas de exposição e métodos de avaliação), análise, interpretação de dados, e forma de apresentação dos resultados. Esta metodologia emprega um processo de pesquisa ou de tomada de decisão interativo que permite fazer previsões mais acuradas à medida em aumenta o conhecimento do componente em estudo.

Atualmente, o conjunto de normas ISO 15686: 2012 (*Building and construction assets - servisse life planning*) constitui uma das fontes mais respeitadas e consultadas por parte dos intervenientes da construção, responsáveis pela sua durabilidade e é referência fundamental em inúmeros documentos sobre vida útil (Gaspar, 2009; Santos, 2010; Silva, 2009). O conjunto de norma ISO 15686: 2012 é composta pelas partes descritas abaixo:

- ISO 15686-1: define os princípios gerais e os procedimentos a serem adotados na fase de projeto para garantir a durabilidade das construções e ainda uma explanação geral da estimativa da vida útil;
- ISO 15686-2: apresenta o enquadramento, princípios e metodologia para a estimativa da vida útil; nos métodos recomendados, incluem-se testes de degradação, ensaios de envelhecimento de amostras e levantamentos de campo;
- ISO 15686-3: define a abordagem e os procedimentos a serem seguidos nas diversas fases da vida útil de uma obra para garantir uma gestão eficiente da vida útil;
- ISO 15686-4: em elaboração;
- ISO 15686-5: guia para o desenvolvimento de modelos de custo, de gestão e de manutenção das construções em função do custo global;

- ISO 15686-6: apresenta diretrizes para a determinação do impacto ambiental para diferentes tipos de projeto; relaciona os custos globais ao longo da vida útil com a gestão do edifício no contexto da durabilidade;
- ISO 15686-7: guia geral para a levantamento de informação relacionada à durabilidade de edifícios em uso;
- ISO 15686-8: descreve a metodologia de aplicação do método fatorial;
- ISO 15686-9: fornece indicações relativas à compatibilização de produtos da construção em função da durabilidade específica atribuída a cada produto;
- ISO 15686-10: em elaboração.

Torna-se bastante complexo o estudo de previsão de vida útil aplicado às edificações habitacionais, pois o edifício é composto por diversos componentes, cada qual com requisitos particulares, assim sendo os requisitos de desempenho não são previstos como um valor único, por isso é determinado e avaliado uma distribuição de vida útil de um componente. A norma ISO 15686-2: 2012 descreve uma ferramenta para alcançar a vida de útil de referência do componente (*Reference Service Life of the Componente - RSLC*) mais exata possível ou, alternativamente, para conseguir uma previsão de vida útil direta.

## **2.5. MANUTENÇÃO**

### **2.5.1. Aspectos Gerais**

Manutenção pode ser definida como um conjunto de tratativas e ações técnicas, intervencionistas, indispensáveis ao funcionamento regular e permanente das máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção (Kardec & Nascif, 2012). É importante destacar que essa definição faz referência à máquinas e equipamentos, porém no caso específico de edifícios, em especial suas fachadas apresentam grande complexidades nas atividades rotineiras de vistoria, mais intensa em suas inspeções e posteriormente nas ações de manutenção, nem sempre podendo substituir seus materiais, ou até mesmo realizar algum tipo de procedimento, como exemplo lubrificar uma de suas partes, a exceção das esquadrias, mas nem sempre que necessário uma substituição apresenta rotina simples.

Na Figura 2.5 é apresentado um fluxograma que mostra como deve ser realizada a estratégia da manutenção, que envolve seu nível, que pode compreender atividades já previstas no plano de manutenção, com pequena intervenção, já a atividade corretiva envolve ações com urgência e

nível de intervenção com custos mais elevados, provavelmente decorrentes de mecanismos de degradação com maior intensidade. As atividades de manutenção exigem estratégia bem definida, onde a primeira ação é estabelecer se será uma ação basicamente proativa, sendo dividida em preventivas e preditivas, devidamente previstas no manual de uso, operação e manutenção dos edifícios, documento obrigatório, entregue pelas construtoras aos usuários e, finalmente as ações corretivas que visam a preservação do desempenho dos sistemas, subsistemas e materiais dentro das condições especificadas em projeto e atendendo a expectativa do período de tempo da vida útil de projeto do edifício. A atividade de manutenção compreende atividade rotineiras e previamente planejadas, as manutenções proativas e atividades corretivas, que exigem urgência em sua realização, sendo detectadas a partir das atividades de inspeções, ou seja as manutenções corretivas. A atividade de manutenção proativa é dividida em manutenção preventiva e manutenção preditiva.

Na Tabela 2.6 são apresentadas as informações básicas e necessárias para a elaboração de um plano de manutenção, na fase de projeto e na fase de utilização, para a construção das atividades de manutenção preventiva e preditiva, visando estabelecer uma verificação orientativa para a execução dos manuais de uso, operação e manutenção dos edifícios, já na fase de projetos.

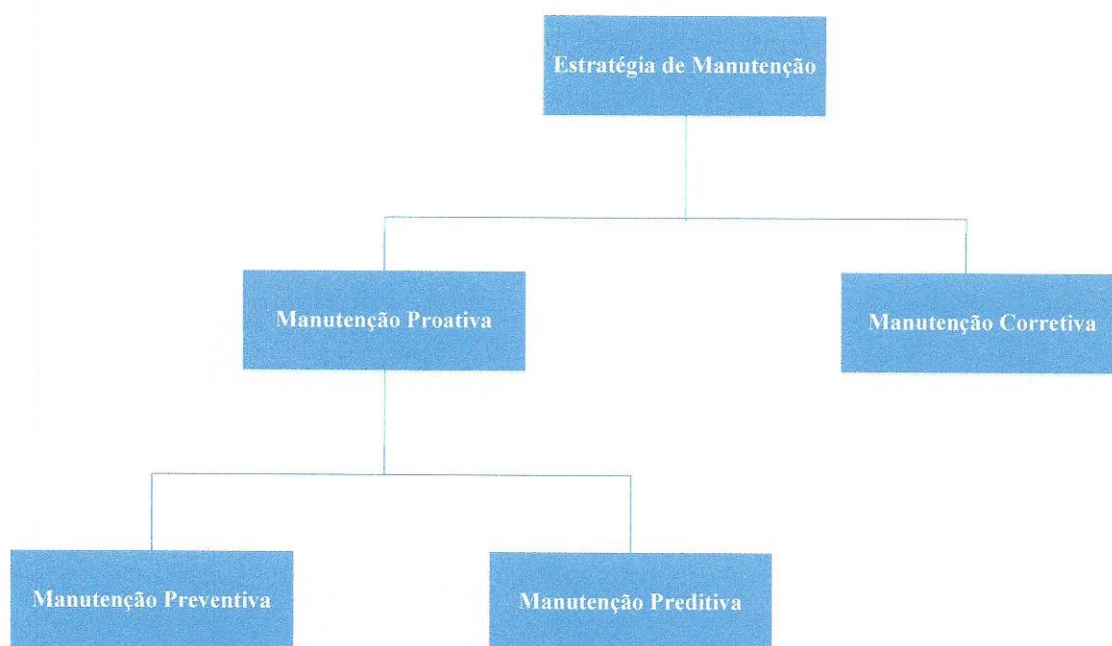


Figura 2.5 – Fluxograma da Manutenção FLORES-COLEN & BRITO (2003).

Tabela 2.6 – Processo de aplicação da manutenção preventiva e preditiva, adaptado de Flores-Colen (2003)

Manutenção Preventiva	
Fase de Projeto	Análise do projeto e coleta de dados; Elaboração de ficha técnica de intervenção; Elaboração de planejamento de base e orçamento.
Fase de Utilização	Controle do planejamento e orçamento; Caso sejam detectadas anomalias não previstas, procede-se uma intervenção corretiva.
Manutenção Preditiva	
Fase de Projeto	Análise do projeto e coleta de dados, identificação dos tipos, periodicidades e custos das inspeções; Elaboração de planejamento de base e orçamento.
Fase de Utilização	Avaliação do estado de degradação do elemento em cada inspeção realizada através da observação visual, instrumentação, ensaios laboratoriais ou análise histórica. Definição do modo de atuação, caso existam sintomas pré-patológicos ou anomalias; Controle do trabalho, registro / tratamento de dados e atualização do planejamento inicial.

Flores-Colen (2009) ressalta que os principais fatores que afetam o desempenho do edifício e seus elementos (subsistema, componentes, produtos e materiais) se encontram diretamente interligados nas várias fases do processo construtivo, sendo dependente dos diversos intervenientes e que será mais bem explorado na Figura 2.6, onde é possível identificar que após o edifício entrar na fase de serviço, a partir do nível de desempenho definido na etapa de projeto, assim como sua vida útil e seus custos de implantação, se faz necessário entender como se dará a desempenho após o edifício entrar em serviço, quais os níveis de agentes de degradação envolvidos na perda de desempenho e a importância das atividades de manutenção, que vão da sua caracterização, ações de inspeção, finalizando com as ações necessárias a manutenção de suas propriedades estabelecidas na sua concepção.

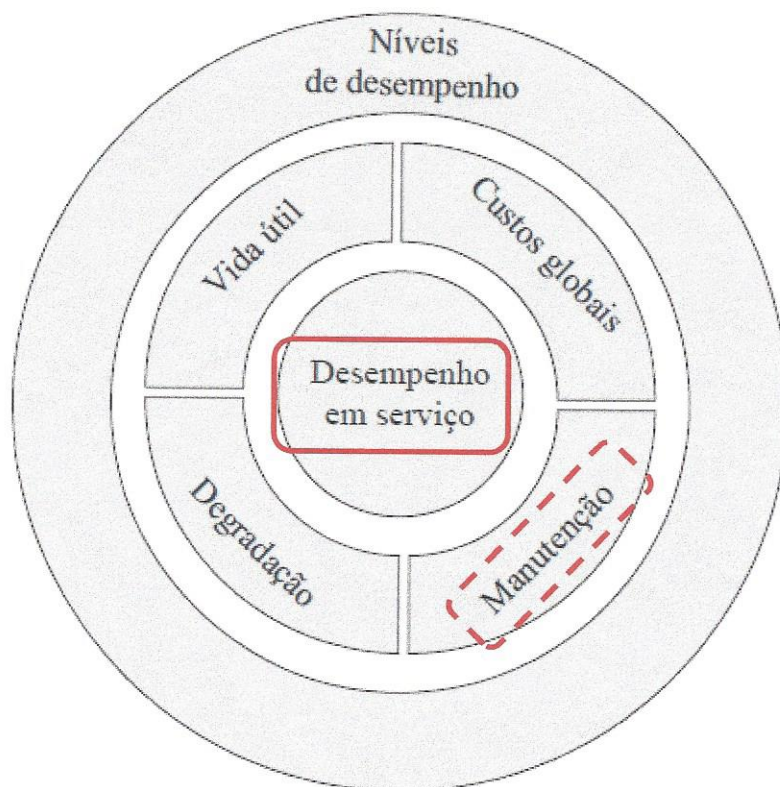


Figura 2.6 – Fatores principais envolvidos no desempenho em serviço de edifícios (adaptado)

### 2.5.2. Normas Brasileiras Aplicadas à Manutenção

Os documentos brasileiros que tratam os temas inspeção e manutenção de edifícios se resumem a três documentos, a ABNT NBR 5674: 2012, a ABNT NBR 14037: 2011 e a ABNT NBR 15575: 2013, mas também observa-se algumas referências à Norma de Inspeções Prediais do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo (IBAPE/SP), onde a seguir será feito um breve comentário sobre um dos três documentos, não obstante desde o início da vigência da ABNT NBR 15575: 2013 foi dado importante destaque ao tema manutenção, haja vista que nas definições já tratadas anteriormente de desempenho, durabilidade, vida útil e degradação, o item inspeção e manutenção é fundamental para o exercício em serviço de um edifício.

A ABNT NBR 5674: 2012, trata dos requisitos para o sistema de gestão de manutenção de edifícios, onde a gestão do sistema de manutenção inclui meios para:

- a) Preservar as características originais da edificação;

- b) Prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes.

Ao buscar desenvolver um plano de manutenção a partir da ABNT NBR 5674: 2012 é possível identificar grande dificuldade em sua metodização, haja visto que a mesma apresenta certa simplicidade para tratar algo que envolve diferentes materiais, que devem apresentar desempenho satisfatório, trabalhando em conjunto, o que apresenta grande complexidade.

A ABNT NBR 14037: 2011, trata das diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações, onde são apresentados os requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.

Finalmente a Norma de Inspeção do IBAPE/SP, que trata basicamente da perícia técnica, fixa as diretrizes, conceitos, terminologia, convenções, notações, critérios e procedimentos relativos à inspeção predial, cuja realização é de responsabilidade e da exclusiva competência dos profissionais, engenheiros e arquitetos, legalmente habilitados pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia - CREAs -, de acordo com a Lei Federal 5194 de 21/12/1966 e resoluções do CONFEA, onde:

- a) Classifica a sua natureza;
- b) Instituem a terminologia, as convenções e as notações a serem utilizadas;
- c) Define a metodologia básica aplicável;
- d) Estabelece os critérios a serem empregados nos trabalhos;
- e) Prescreve diretriz para apresentação de laudos e pareceres técnicos.

Basicamente são esses os documentos vigentes no Brasil para tratar o tema “inspeção e manutenção predial”, onde esse trabalho procurará estabelecer uma metodologia de inspeção e manutenção de fachadas de edifícios.

### **2.5.3. Tipos de Manutenção**

A norma BS 3811 (1984) apud LEE (1987), diz que as manutenções podem ser classificadas em:

- **Manutenção Planejada Preventiva**: atividades realizadas durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar-se ao surgimento de defeitos;
- **Manutenção Planejada Corretiva**: atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido;

- **Manutenção Não Planejada**: definida como o conjunto de atividades realizadas para recuperar o desempenho perdido devido a causas externas não previstas (Resende, 2004).

A manutenção é importante etapa na garantia da vida útil das edificações, porém estes serviços passam por rotinas diárias, semanais, mensais, semestrais e anuais, que começam com as verificações, passando para as ações de prevenção de falhas decorrentes da degradação, que leva ao mau funcionamento dos sistemas, em todo ou em parte.

De acordo com a literatura técnica, a manutenção pode assumir as seguintes formas:

- **A manutenção preventiva** - inclui as ações periódicas de manutenção que foram planejadas previamente tendo em vista o bom desempenho do sistema / componente e, por conseguinte, do edifício (Riley & Cotgrave, 2005); este tipo de manutenção reduz o número de trabalhos não planejados e permite uma melhor estimativa dos custos envolvidos (Flores, 2002);
- **A manutenção preditiva** - inclui a realização de inspeções periódicas para a avaliação do estado de degradação e desempenho dos componentes / sistemas ou edifício, com consequente planejamento das ações de manutenção; este tipo de manutenção traduz-se numa maior capacidade de conhecer o desempenho em serviço (Palmer, 1999), tendo sido uma importante ferramenta para reduzir os custos globais e encontrar meios mais eficientes de reduzir os encargos com a manutenção (Hertlein, 1999); é, também, uma importante estratégia de manutenção para os elementos do edifício cujo desempenho em serviço possa ser adequadamente monitorizado (Morcoux & Lounis, 2005);
- **A manutenção corretiva** – corresponde à manutenção realizada após os componentes / sistemas terem atingido a rotura; ocorre quando não são realizadas ações de manutenção preventiva ou na consequência de anomalias imprevistas; este tipo de manutenção origina sobre custos devido, normalmente, ao seu caráter de urgência (por exemplo, trabalhos com horas extraordinárias) e de imprevisibilidade (por exemplo, interrupções no funcionamento normal do edifício) (Flores, 2002), recorrendo muitas vezes a empresas exteriores (terceirização).

As ações de manutenção preventiva e preditiva encontram-se englobadas na manutenção proativa e têm como objetivo controlar o processo de degradação e minimizar os custos (Palmer, 1999). A importância desta abordagem está no balanço entre o orçamento a prever para essas ações (que normalmente é muito reduzido ou nulo) e as necessidades dos vários

componentes / sistemas do edifício de forma a garantir níveis aceitáveis de desempenho ao longo do tempo. Por conseguinte, a seleção das melhores estratégias de manutenção pode melhorar a alocação de custos e minimizar a perda de desempenho durante todo o ciclo de vida útil.

O processo de uso de uma edificação, apresentado na Figura 2.7, a expectativa de desempenho, as possibilidades de falhas, a definição de novos requisitos e as ações necessárias para a manutenção do desempenho satisfatório, onde se tem um padrão de qualidade definido na curva, a perda de desempenho em função da operação e do uso, as falhas e as atividades de melhoria ou manutenção que devem ser executadas para que um dado nível de desempenho seja atendido. Não obstante, se faz destacar que existe a possibilidade de ações com o objetivo de mudar também a destinação inicialmente proposta para esse sistema em análise.

Ao fazer uma sobreposição entre as Figuras 2.7 e 2.8 percebe-se uma correlação de ações, onde se destaca, dentro da manutenção, as ações comuns entre a renovação e a reabilitação, onde se vê reparação e melhorias na área comum entre a manutenção e a renovação; e apenas melhorias na área comum entre a manutenção e a reabilitação, que serão mais bem definidas logo a seguir. As definições da ISO 15686: 2011 e de Rosenfeld & Shohet (1999) apresentam níveis de detalhamento muitos parecidos e mais abrangentes do que a ABNT NBR 5674:2012, que apresenta conceitos mais generalistas para manutenções, fato que leva essa pesquisa a seguir a linha comum entre a ISO 15686: 2006 e Rosenfeld & Shohet (1999).



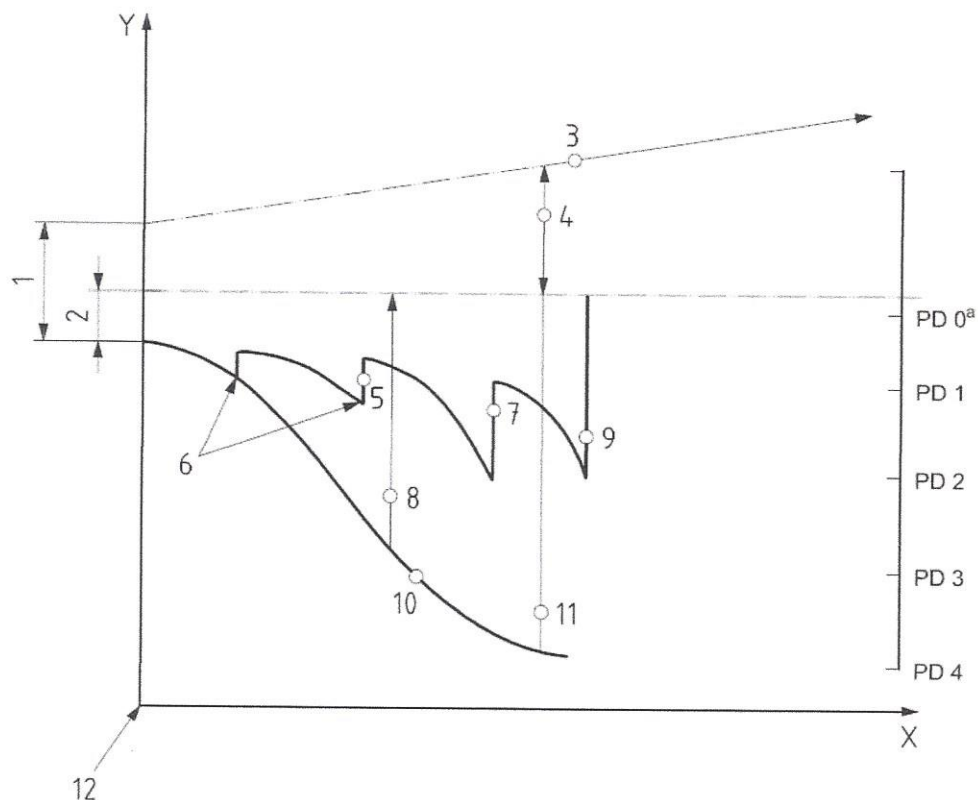


Figura 2.7 – Desempenho de um edifício durante o ciclo de vida útil, de acordo com a ISO 15686-7 (2006)

Legenda:

Y. Qualidade / função	07. Modificações e melhorias para garantir adequado desempenho (“ <i>refurbishment</i> ”)
X. Exploração e gestão ao longo do tempo	08. Reparação ou substituição das partes degradadas (“ <i>repair</i> ”)
01. Expectativas	09. Substituição (“ <i>replacement</i> ”)
02. Ruptura / falha	10. Desempenho sem ações de manutenção
03. Novos requisitos	11. Renovação (“ <i>renewal</i> ”)
04. Melhorias	12. Edifício após construção (“ <i>as built</i> ”)
05. Manutenção periódica	PD 0 a PD 4 são níveis de desempenho que variam em função do tipo de intervenção
06. Estados limite	

Conforme representado na Figura 2.8, as intervenções que ocorrem durante a vida útil melhoram os níveis de desempenho consoante o tipo de trabalhos envolvidos. Na literatura, aparecem vários termos (reabilitação, manutenção, reparação, restauro, renovação, entre outros) que importa distinguir em cada análise a efetuar. Rosenfeld & Shohet (1999), com base nas definições de Johnson & Wilson (1982), discutem os vários conceitos aplicados à melhoria (“*upgrading*”) das construções existentes, que se encontram estreitamente interligados, conforme a Figura 2.8.

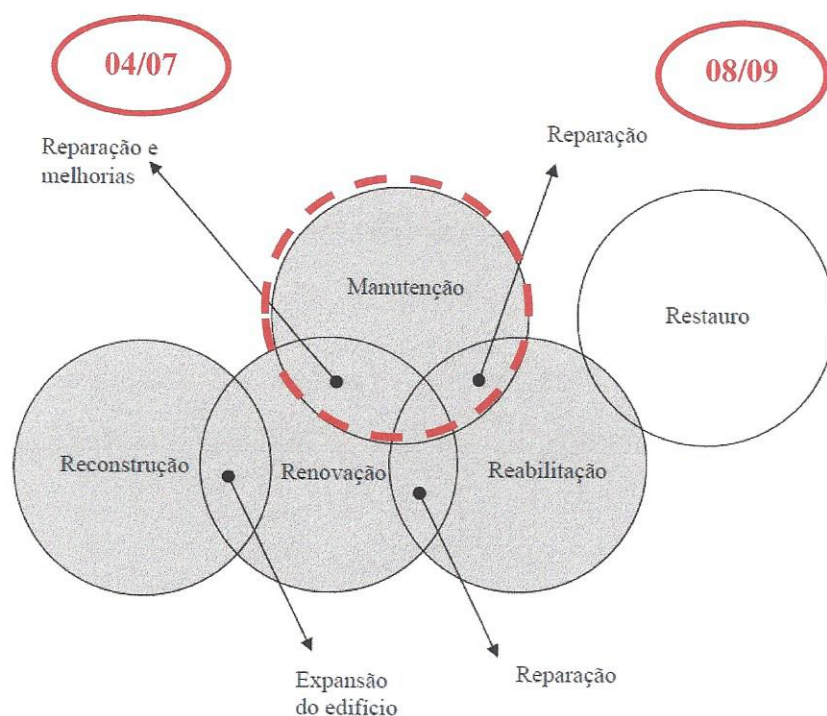


Figura 2.8 – Terminologia utilizada no contexto da manutenção e reabilitação – adaptada (Rosenfeld & Shohet, 1999)

As intervenções mais ligeiras incluem as ações correntes de manutenção (“*maintenance*”) e reparações (“*repair*”) ocasionais, tendo em vista adequados níveis de desempenho. Se o estado de degradação aumentar significativamente serão necessárias intervenções mais profundas, que prolongam o ciclo de vida do edifício / elemento. Ao analisar as Figuras 2.7 e 2.8 é possível verificar que as atividades de reparação e melhorias, na Figura 2.8, estão ligadas aos números 4 e 7 contidos no gráfico representado na Figura 2.8 e já a atividade desimples reparação está ligada aos números 8 e 9 contidos no gráfico representado na Figura 2.7.

Neste caso, é mais apropriada a utilização dos seguintes termos, por ordem crescente do grau de intervenção, onde temos a reabilitação (“*rehabilitation*”), que vem a ser ações de melhorias sem grandes alterações às características originais, podendo incluir algumas ações (embora limitadas) de remodelação e modificação ao nível dos elementos do edifício; já a renovação (“*renovation*”), é o termo mais adequado para incluir os trabalhos de reabilitação em que existe um significativo grau de modernização ao nível dos elementos do edifício (por exemplo: aplicação / execução de elementos que não existiam inicialmente no edifício); os trabalhos de renovação poderão incluir a substituição de um grande número de elementos do edifício ou o acrescento de outros; e finalmente tem-se a reconstrução (“*reconstruction*”) que é o caso mais

extremo de intervenção, que pode incluir a demolição (quase completa) ou não, e a reconstrução do edifício e/ou da maioria dos seus elementos.

Rosenfeld & Shohet, 1999 referem ainda que a utilização dos termos de conservação (“*conservation*”) do existente e restauro (“*restoration*”) das partes degradadas é mais adequada para construções monumentais e históricas. No âmbito desta tese, faz apenas sentido enquadrar as pequenas intervenções que têm em vista garantir um adequado desempenho em serviço de edifícios correntes (sem carácter histórico ou de monumentalidade) e dos seus elementos durante o tempo de vida útil.

Neste sentido, é adotada a definição do conceito de manutenção fornecida pela ISO 15686-1: 2011 como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas de modo a que o edifício e seus elementos desempenhem, durante a vida útil, as funções para as quais foram concebidos”.

#### **2.5.4. Manutenção das Fachadas de Edifícios**

A envoltório dos edifícios, composta pela cobertura e pelas fachadas são responsáveis pela estanqueidade do prédio, pelo seu desempenho térmico e acústico, além da proteção das alvenarias as ações de degradação decorrentes dos ventos, das chuvas e das temperaturas, dentre outras ações que possam afetar a vida útil do prédio.

Hoje ao falar da vida útil de um prédio, não se pode desconsiderar seu desempenho projetado, que deverá ser garantido a partir de um eficiente plano de manutenção

Na Tabela 2.7 são inseridas informações quanto à periodicidade de inspeções e manutenções, para diferentes materiais que compõem a fachada de um edifício, onde está sendo dado destaque ao item esquadrias, que faz parte da envoltória do edifício, porém é sabido que existem diferentes tipos materiais que compõe as esquadrias, aço, alumínio, madeira, com comportamentos diferentes, níveis de sensibilidade à aos diferentes agentes de degradação, logo se faz necessária uma periodicidade de inspeção e manutenção definida para cada tipo de material, observando as recomendações do fabricante, que deverá constar no manual do proprietário, ou melhor, do usuário.

Importante aspecto a ser pensado na elaboração de um plano de manutenção é definir a periodicidade das atividades de inspeção, que exigem rigor técnico na identificação da presença de possíveis manifestações patológicas, exigindo atividade com certa brevidade, sempre com o

objetivo de garantir o desempenho do edifício. Conforme visto na Tabela 2.7, a ABNT NBR 15575:2013 apresenta uma periodicidade única para realizar a inspeção de diferentes partes do edifício, que apresentam comportamentos e níveis de exposição à agentes de degradação, assim como sua sensibilidade com prazos diferentes, fato que poderá ocasionar perda de desempenho em momentos distintos. Outro aspecto importante é a generalidade das atividades a serem observadas na inspeção e as respectivas responsabilidades.

Tabela 2.7 – ABNT NBR 15575-1: 2013 – Procedimentos de Inspeções

Periodicidade	Sistema	Elemento / Componente	Atividade	Responsável
A cada ano	Revestimentos de paredes, pisos e teto	Paredes Externas / fachadas e muros	Verificar a integridade e reconstruir onde necessário	Equipe de manutenção local / Empresa especializada
		Piso acabado, revestimento de paredes e tetos	Verificar a integridade e reconstruir onde necessário	Equipe de manutenção local / Empresa especializada
		Deck de madeira	Verificar a integridade e reconstruir onde necessário	Equipe de manutenção local / Empresa especializada
	Esquadrias em Geral		Verificar falhas de vedação, fixação das esquadrias, guarda-corpos, e reconstruir sua integridade	Equipe de manutenção local / Empresa especializada
			Efetuar limpeza geral das esquadrias incluindo os drenos, reapertar parafusos aparentes, regular freio e lubrificação Observar a tipologia e a complexidade das esquadrias, os projetos e as instruções dos fornecedores	Equipe de manutenção local / Empresa especializada
	Vidros e seus sistemas de fixação		Verificar a presença de fissuras, falhas na vedação e fixação nos caixilhos e reconstruir sua integridade, onde necessário	Equipe de manutenção local / Empresa especializada

Ao verificar a Tabela 2.7, percebe-se que o item “esquadria em geral” apresenta uma maneira simples de proceder à inspeção e as possíveis ações de manutenção, porém sabe-se que nos dias de hoje existe uma infinidade de tipos de esquadrias e materiais de fabricação, fato que com certeza exigiria um maior detalhamento e caderno com informações, principalmente no que tange a vida útil do sistema.

### **2.5.5. Planos de Manutenção**

O plano de manutenção é o conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes a fim de atender as necessidades e segurança dos seus usuários, segundo a ABNT NBR 15575: 2013. Neste contexto o mesmo deve apresentar uma sequência de atividades, que envolve a caracterização do que deve sofrer manutenção, as atividades corriqueiras de vistoria, ou seja as observações visuais e rápidas do edifício, visando verificar as condições de funcionalidade, a periodicidade de inspeção, que deverá ser uma análise documentada, com o objetivo de identificar e quantificar as anomalias, assim como o nível de degradação, finalizando com as atividade de manutenção a serem executadas, conforme anomalias identificadas, nível e intensidade das degradações, urgência dessas atividades, finalizando com a documentação, através de uma base de dados, das ações implementadas.

As normas que tratam sobre o plano de uso, operação e manutenção de edifícios no Brasil são as ABNT NBR 5674: 2012, *manutenção de edificações, requisitos para o sistema da gestão da manutenção*, e a ABNT NBR 14037: 2011, *manual de operação, uso e manutenção das edificações - conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação*, onde não existe legislação para que seja obrigatória a utilização deste tipo de manuais durante a vida útil do edifício. No entanto, já foram elaborados diversos projetos acadêmicos nesta área e, segundo diversos autores (Flores, 2002; Lopes, 2005; Barbosa, 2009; Leite, 2009), um plano de manutenção deve compreender os seguintes aspectos:

- Apresentar a vida útil dos elementos construtivos;
- Definir níveis de qualidade mínima;
- Definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respectivos mecanismos de degradação;
- Prever e definir os sintomas de pré-patologia;
- Definir o sistema de seleção das operações de manutenção a realizar;

- Estabelecer rotinas de inspeção;
- Definir estratégias de atuação;
- Analisar registros históricos e comparar com registros de comportamentos de outras experiências;
- Registrar custos de operações;
- Registrar todas as intervenções e gestão de informação;
- Recomendar técnicas de produtos e soluções.

Flores e Brito (2010) procuram mostrar o caminho de decisões a ser tomado para definir as ações de manutenção a serem executadas, onde são apresentados na Figura 2.12, um fluxograma com 3 situações diferentes de edifícios, diretamente ligadas as suas idades, qualidade de projetos e níveis de urgências de intervenções. Nesta mesma linha é apresentado uma sequência de base de dados (DB-n, onde n vai de 1 à 6), onde são tratadas as diferentes etapas de um plano de manutenções.

A DB-1 trata da caracterização da fachada, que começa na caracterização física (materiais e subsistemas) até as condições de exposição (diferentes agentes de degradação, intensidade e tempo), no DB-2 são inseridas as informações quanto à vida de serviço, qualidade do projeto, local e ambiente de exposição, níveis de manutenção, métodos de previsão da vida útil, já no DB-3 são tratadas as anomalias, suas causas e efeitos, como por exemplo: fissurações, eflorescências, dentro outras manifestações patológicas identificadas a partir das vistorias e inspeções realizadas. No DB-4 é avaliado o desempenho ao longo do tempo e os critérios de decisão para avaliar o comportamento em serviço ao longo do tempo. A base de dados 5 (DB-5) identifica as operações de manutenção necessárias ao bom desempenho das fachadas, tanto nos aspectos técnicos, quanto nos aspectos estéticas, que mais sensibilizam os critérios de decisões do usuário, onde são definidas as técnicas a serem empregadas para a garantia do pleno funcionamento das fachadas, quantificando os custos das ações a serem implantadas, como por exemplo a limpeza das fachadas. Finalmente temos a base de dados 6 (DB-6) onde são avaliados os níveis de urgência das atividades, assim como o replanejamento da periodicidade de verificações a serem implantadas após as atividades de recuperação do desempenho das fachadas.

Para colocar em prática as atividades da base de dados 3 (DB-3) é importante entender as técnicas para identificação das anomalias, através de verificações “*in loco*” com simples avaliação, ou a partir de técnicas através de ensaios de referência, normatizados ou do uso de

equipamentos de diagnóstico, que atestem as anomalias identificadas em simples verificações, como por exemplo o uso da termografia para mapear as regiões expostas a maior gradiente térmico e, em consequência sujeitas a maior intensidade de agentes de degradação.

Na Figura 2.10 vê-se a situação de edifícios novos, concebidos a partir de projetos com qualidade, seguindo as normas, com uma base de dados de manutenção claros e com seus custos de manutenção detalhados, a partir de um plano de uso, operação e manutenção fornecido pela construtora, seguindo as recomendações da ABNT NBR 5674: 2012 e da ABNT NBR 14033: 2011, onde a Tabela 2.11 apresenta todas as informações que vão da previsão da vida em serviço, relação de causa e efeito de possíveis anomalias, dos critérios para medição do desempenho, finalizando com os procedimentos de urgência a serem executados, com seus custos definidos. Na sequência do fluxograma contido na Figura 2.10 observa-se em seu caminhamento a necessidade de consultar a Tabela 2.10 através da base de dados 1 (DB-1) e da base de dados 2 (DB-2), onde são definidas condições técnicas das fachadas, assim com a vida útil prevista, com base nas características das mesmas.

Na Figura 2.11 vê-se uma situação de edifícios antigos, porém com seus processos de envelhecimento dentro das expectativas previstas em seu planejamento de intervenções de manutenção proposto, tendo suas rotinas de inspeções executadas dentro dos períodos definidos em seus manuais de uso, operação e manutenção. Tendo as anomalias identificadas, são realizadas ações de manutenção preventiva, já definidas num plano de inspeção e manutenção do referido edifício. Na sequência do fluxograma contido na Figura 2.11 observa-se em seu caminhamento a necessidade de consultar a Tabela 2.11 através da base de dados 1 (DB-1) e da base de dados 5 (DB-5), onde são definidas condições técnicas das fachadas, assim com as atividades de manutenção necessárias a preservação do desempenho das mesmas.

Já Figura 2.12 tem-se uma situação mais crítica, onde do envelhecimento natural do edifício, são observadas anomalias que exigem intervenções urgentes e que tais procedimentos devem ser documentados, para a alimentação de bases de dados, que possam servir para o desenvolvimento de recomendações futuras de intervenções, a partir de semelhantes manifestações patológicas, que poderão ser usadas no desenvolvimento de um plano de custos para a garantia da vida útil de um edifício, em especial de sua fachada, objeto do presente estudo. Na sequência do fluxograma contido na Figura 2.12 observa-se em seu caminhamento a necessidade de consultar a Tabela 2.11 através da base de dados 1 (DB-1), da base de dados

3 (DB-3), da base de dados 4 (DB-4) e da base de dados 6 (DB-6), onde são definidas condições técnicas das fachadas, identificação das anomalias e suas causas, desempenho esperado ao longo do tempo e as atividades urgentes necessárias a preservação do desempenho, com base nas características das mesmas.

Na Tabela 2.7, conforme será proposto neste trabalho, é importante identificar e classificar as fachadas de um edifício, levando-se em conta os níveis de exposição, a qualidade dos materiais e seus processos de execução, onde é importante estabelecer uma rotina de recebimento de materiais e serviços.

Na verificação das informações da Base de Dados (DB) e complementando com a análise da Figura 2.12 é possível identificar um caminho a ser seguido como critério para que seja estabelecido um plano de manutenção de edifícios que deve iniciar com a caracterização dos sistemas e seus materiais, estabelecendo a previsão da vida útil dos mesmos, entender o desempenho desejado e previsto no projeto, as condições de exposição.

Já na fase de construção entender como os diferentes materiais se comportarão na interação com outros materiais, como se deu o processo de construção, se foi feito um controle de recebimento dos materiais, dos serviços, se a mão-de-obra foi treinada para a garantia da qualidade dos serviços e se após a execução, ensaios de recebimento dos serviços foram realizados, visando garantir a perfeita execução.

Finalmente no início da operação do edifício se as ações de vistorias e inspeções foram realizadas, se as atividades de manutenção proativas foram implantadas no tempo certo e quando da necessidade de ações corretivas, as mesmas também foram realizadas.

Ao verificar as propostas de curvas de desempenho x tempo, entender os seus comportamentos e também avaliar que a manutenção em edifícios é atividade complexa, porém de extrema importância para garantir o desempenho satisfatório ao longo da vida útil prevista no projeto, isto é, a vida útil de projeto (VUP).



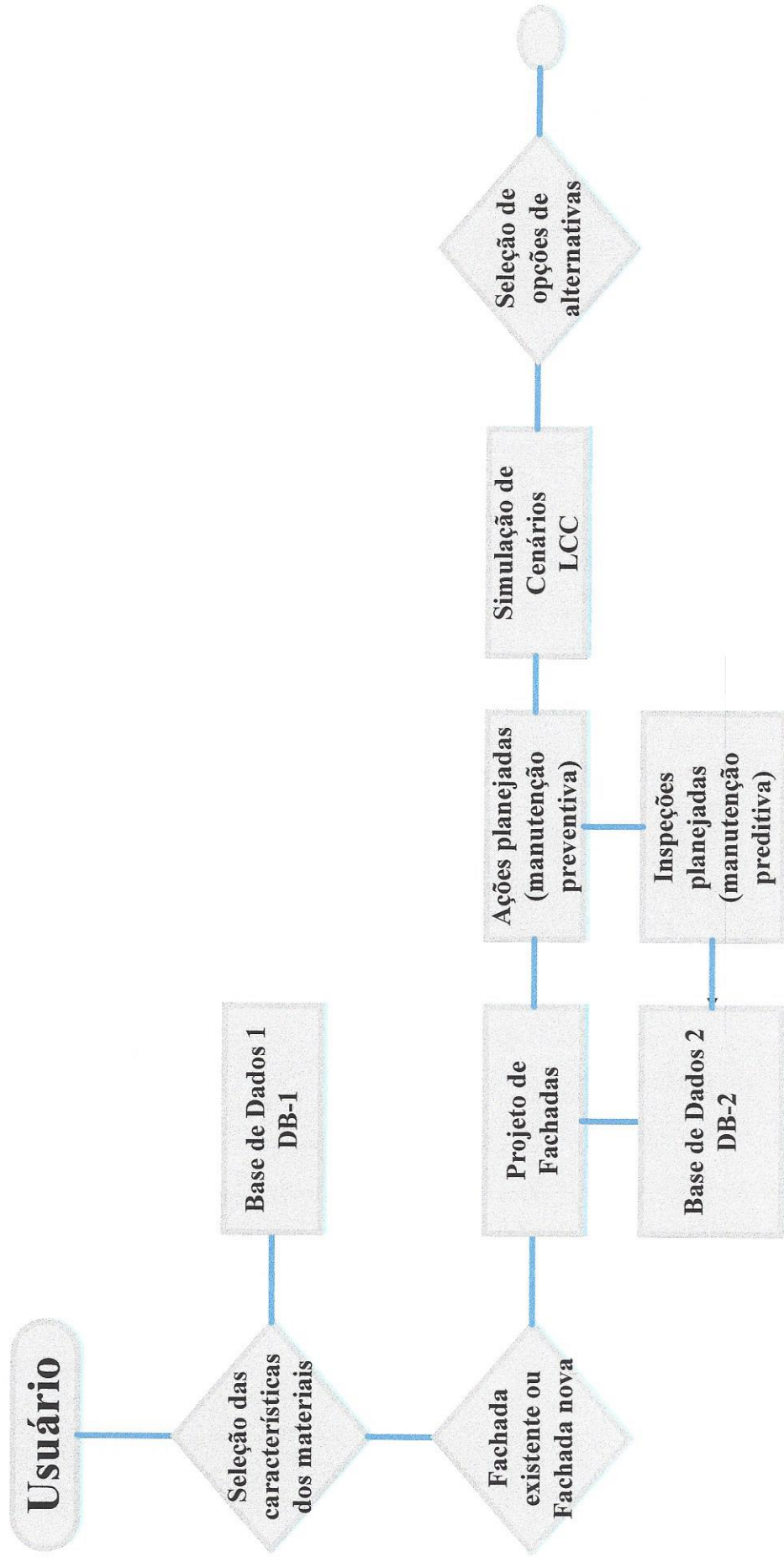


Figura 2.9 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010)

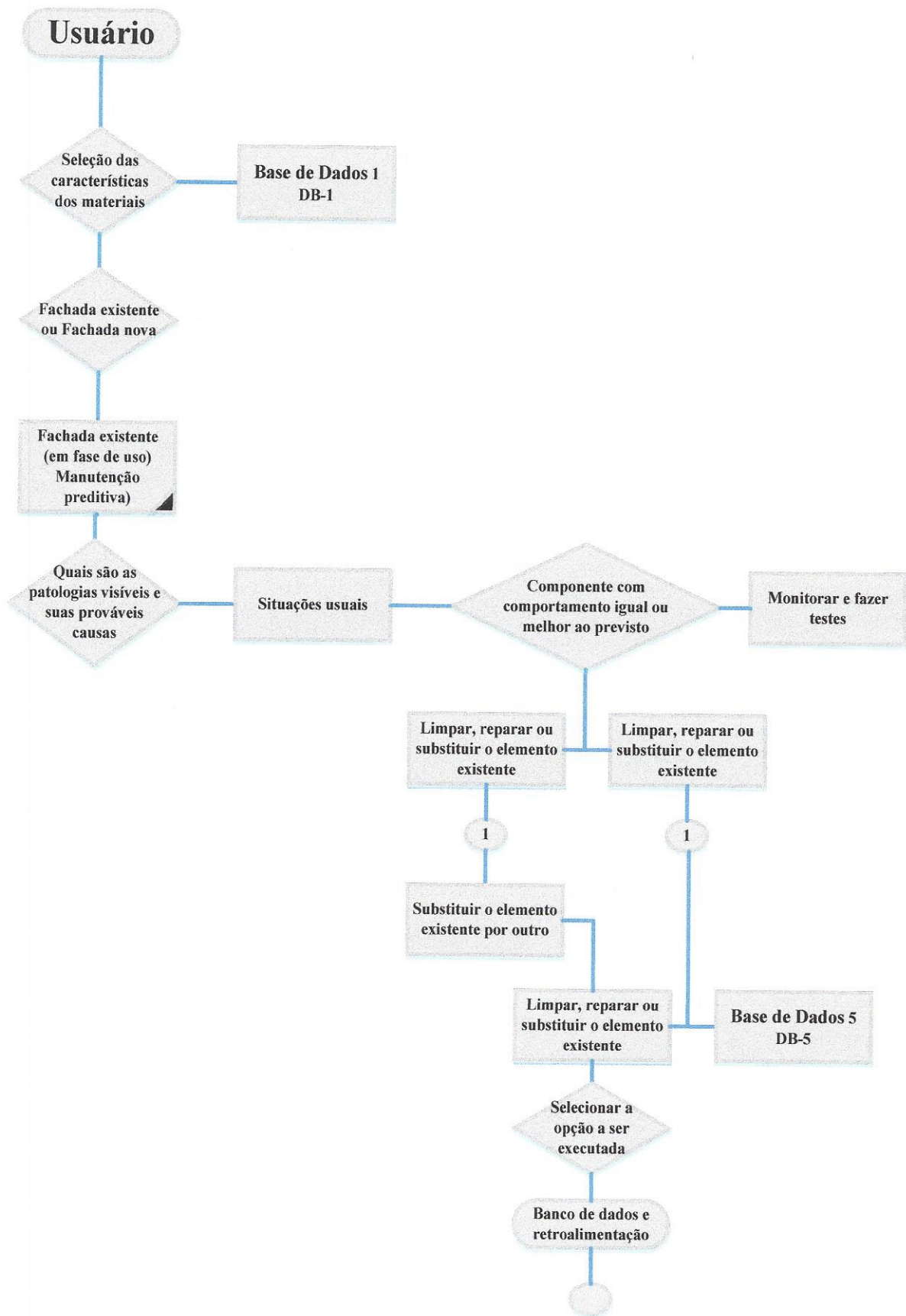


Figura 2.10 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010)

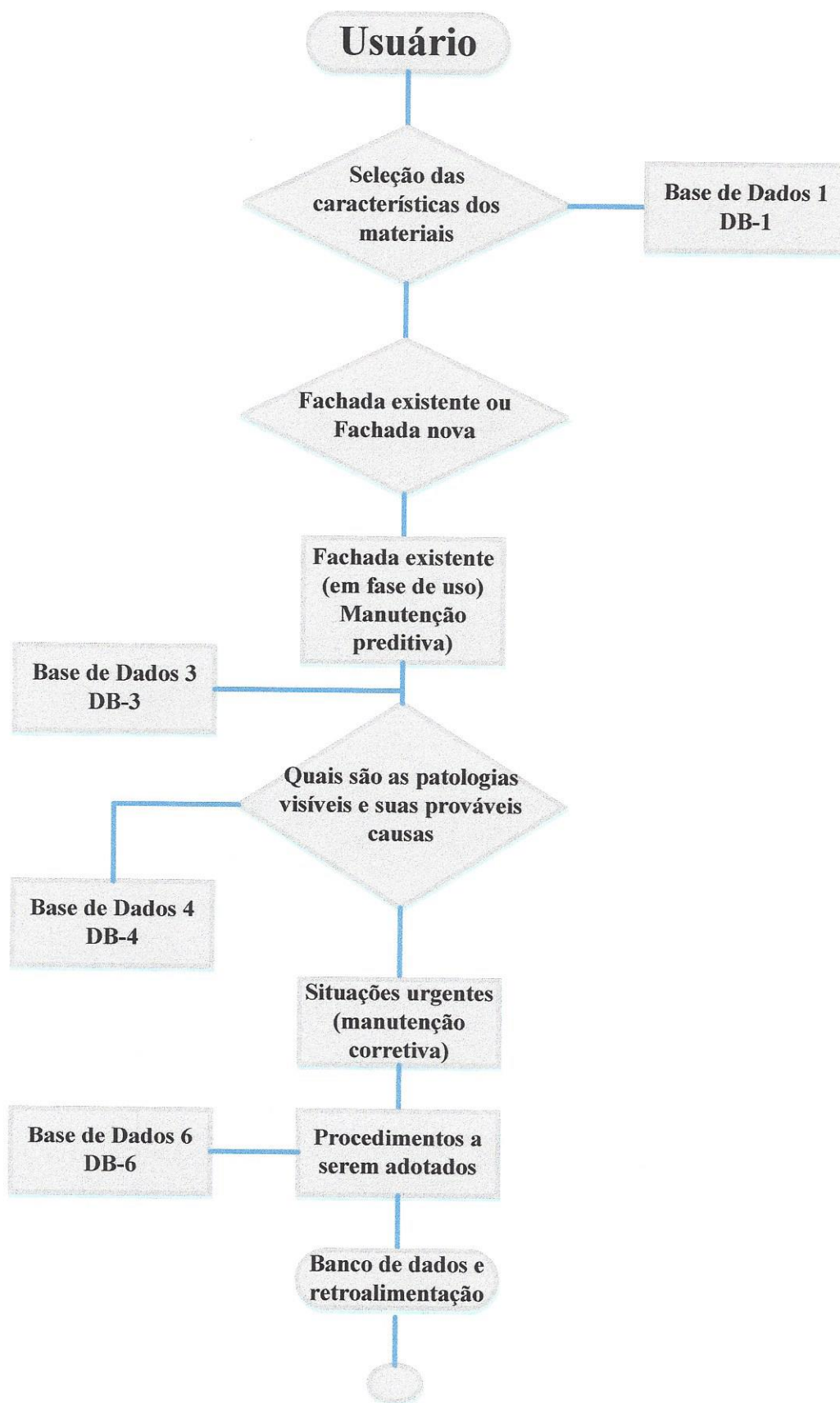


Figura 2.11 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010)

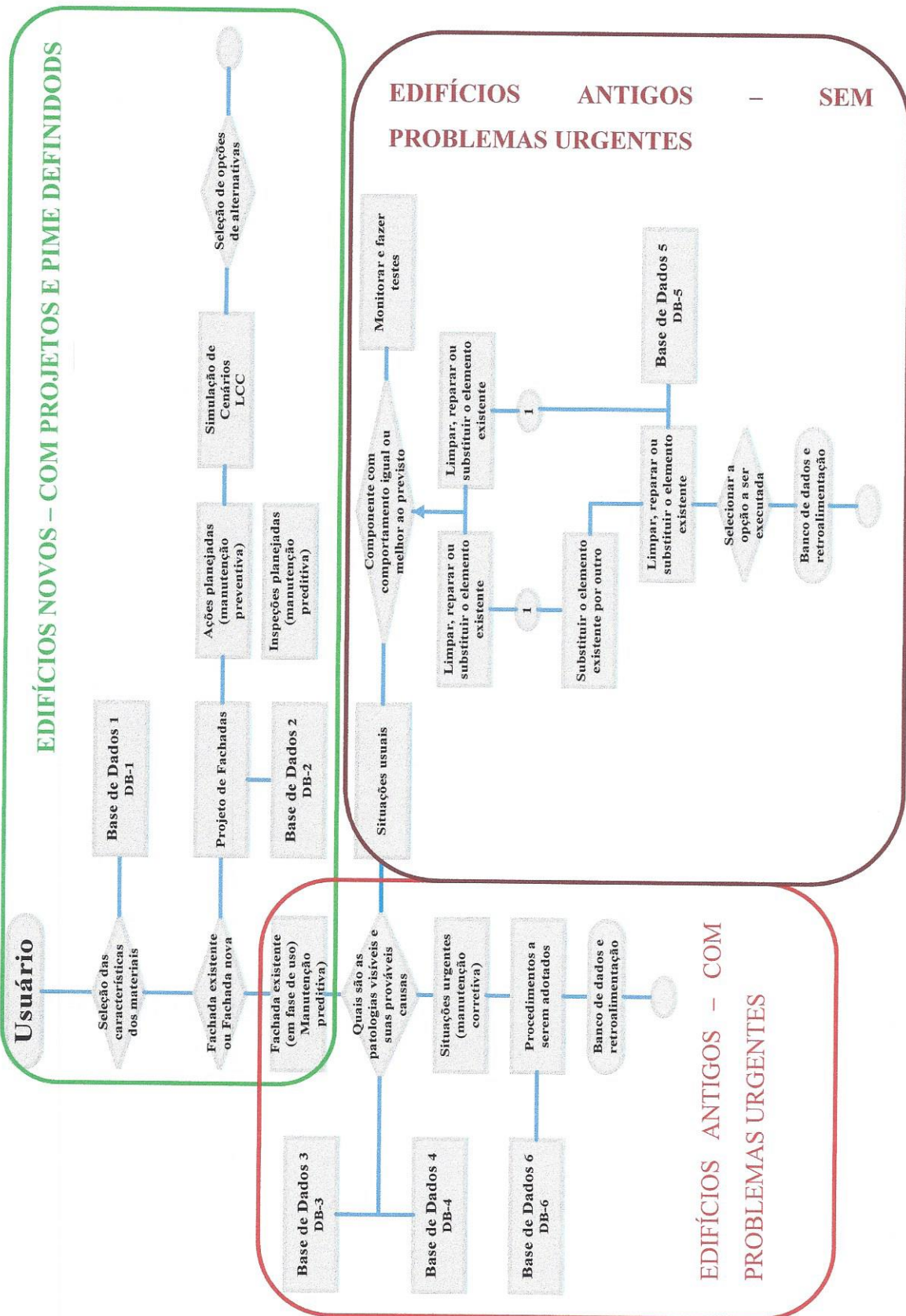


Figura 2.12 – Fluxograma de Manutenção de Fachadas – tradução e adaptação de FLORES & BRITO (2010)

### **2.5.6. Atividades de Inspeção**

Morgado (2012) apresenta, com base em estudos anteriores, uma metodologia de elaboração de planos de inspeção e manutenção de coberturas. Onde ele descreve as diversas etapas de implantação deste processo, distinguindo-se edifícios existentes ou edifícios em projeto, conforme este trabalho pretende desenvolver. Apesar de os edifícios em projeto necessitarem apenas de um plano de manutenção proativa, os edifícios existentes devem ser sujeitos a inspeções, com o intuito de detectar possíveis anomalias e as respectivas causas, bem como planejar propostas de intervenção e assim melhorar o estado de conservação do edifício.

Para isso é necessário definir diversos documentos técnicos, tais como a ficha de identificação do edifício, a ficha de inspeção de cada elemento fonte de manutenção (EFM) e o agendamento das respectivas atividades de manutenção proativas. Os elementos fonte de manutenção são todos as partes de um sistema, que após sofrer inspeção, apresentam alguma anomalia ou nível de degradação que exigirá alguma atividade de manutenção com o objetivo de garantir seu perfeito desempenho, que foi especificado em projeto. O elemento fonte de manutenção é todo sistema, em todo ou em parte, que será objeto de vistoria, inspeção ou ação de manutenção, objeto do plano de inspeção e manutenção de edifícios (Madureira, 2011).

A definição de prioridades de intervenção, dependendo do tipo de anomalias e respectivas causas, é um processo que também deve ser integrado na metodologia, pois permite diminuir os encargos de todo o sistema de manutenção.

O planejamento das ações de manutenção preventivas para os diversos elementos constituintes das fachadas engloba as as inspeções e manutenções preventivas (limpeza, intervenções ligeiras e intervenções profundas) e respectivos agendamentos, tendo em consideração as diferentes vidas úteis e materiais passíveis de serem aplicados.

#### **2.5.6.1. Definição de Inspeção**

Segundo o IBAPE/SP (2011), inspeção é definida como a análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação.

A referência que existe hoje no Brasil para tratar inspeção é dada pelo IBAPE/SP, porém esse Instituto tem a função tão somente de periciar acidentes, identificando as prováveis causas dos mesmos, já a inspeção predial é a atividade que possui norma e metodologia própria, feita normalmente através de verificações, que classificam as deficiências constatadas na edificação,

aponta o grau de risco observado para cada uma delas e gerando a ordem de prioridades técnicas com orientações ou recomendações para sua correção, conforme descrito pelo CREA/PR (2016).

Na mesma linha, o CREA/PR (2016) informa que a atividade de inspeção predial deve estabelecer providências e responsabilidades; analisar os sistemas construtivos da edificação (estrutura, alvenaria, esquadrias, revestimentos, fachadas, impermeabilização, etc.) as instalações (elétricas, hidráulicas, gás, etc.) e os equipamentos (elevadores, bombas, ar condicionado, etc.) prediais; e determinar as irregularidades prediais.

Tal como referido, as inspeções têm o objetivo de identificar as causas determinantes de cada anomalia e os sinais de pré-patologia, permitindo, durante a fase de utilização, aumentar a capacidade de detectar a necessidade de intervenção e assim reduzir o número de anomalias imprevistas.

As inspeções podem ser de dois tipos: detalhadas ou correntes. Tendo em consideração as inspeções detalhadas, estas são efetuadas quando é necessário programar um Plano de Inspeção de Manutenção de Edifícios (PIME) a edifício existente. Neste caso, deve ser verificado o nível de degradação dos elementos a analisar, bem como definir as operações de manutenção a realizar consoantes as anomalias encontradas. Tendo em consideração as inspeções correntes, estas se encontram implantadas no PIME, consistindo em verificações visuais, planejadas e recomendadas para cada elemento.

#### **2.5.6.2. Tipos de Inspeções**

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo – IBAPE/SP (2011) indica ainda que o nível de inspeção predial é classificado quanto à complexidade da vistoria e a elaboração de seu laudo final, quanto à necessidade do número de profissionais envolvidos e a profundidade nas constatações dos fatos. O tipo de inspeção predial é quem define a natureza do elemento construtivo a ser inspecionado. O grau de risco é o critério de classificação das anomalias e falhas constatadas em uma inspeção predial, classificadas considerando o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, dentro dos limites da inspeção predial.

O IBAPE/SP (2011) apresenta as Tabela 2.8 e 2.9, que tratam das inspeções em função do nível de gravidade ou urgência da anomalia identificada, porém de maneira muito subjetiva, cabendo tão somente ao perito definir, a partir de sua avaliação, se o fato observado irá causar algum

tipo de risco ao usuário, ou seja, a preocupação somente foca no acidente e não na manutenção, na na garantia do desempenho satisfatório do edifício.

Tabela 2.8 – Tipos de Inspeções – IBAPE (2011)

Tipos de Inspeções	
Nível I	Identificação das anomalias e falhas aparentes, elaborada por profissional habilitado.
Nível II	Vistoria para a identificação de anomalias e falhas aparentes eventualmente identificadas com o auxílio de equipamentos e/ou aparelhos, bem como análises de documentos técnicos específicos, consoante à complexidade dos sistemas construtivos existentes. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.
Nível III	Equivalente aos parâmetros definidos para a inspeção de nível II, acrescida de auditoria técnica conjunta ou isolada de aspectos técnicos, de uso ou de manutenção predial empregada no empreendimento, além de orientações para a melhoria e ajuste dos procedimentos existentes no plano de manutenção.

Tabela 2.9 – Níveis de Graus de Riscos de Inspeções – IBAPE (2011)

Níveis de Graus de Riscos de Inspeções	
Crítico	Pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada.
Regular	Pode provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e/ou meio ambiente, perda excessiva de desempenho causando possíveis paralisações, aumento de custo, comprometimento sensível de vida útil e desvalorização acentuada.
Mínimo	Pode causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

Conforme dito anteriormente o tema inspeção é tratado superficialmentr, não existindo normas para tratar e estabelecer diretrizes sobre o que deve ser tratado num plano de inspeção predial.

Já o IBAPE/SP (2011) traz em seu documento sobre a Norma de Inspeção Predial uma lista de preceitos, onde mais uma vez o foco da inspeção do IBAPE/SP é meramente investigatório, para definir as razões e as responsabilidades do aparecimento de anomalias em uma edificação, sem a preocupação como uma metodologia de procedimentos de inspeção, com o objetivo de facilitar o trabalho de manutenção do desempenho satisfatório do edifício, por parte de seu usuário.

### **2.5.6.3. Estrutura do Plano de Inspeção**

Um plano de inspeção deve apresentar todas as informações necessárias, com o intuito de monitorar a degradação e as intervenções necessárias para manter o desempenho dos diversos elementos construtivos. Desse modo, o plano deverá ser elaborado tendo em consideração a natureza das informações disponíveis e as estratégias de inspeção e manutenção seguidas.

Na atividade de inspeção, deve-se “planejar” o que deve ser inspecionado, com que periodicidade, assim como a sugestão das ações de manutenção imediata, como por exemplo: limpeza, reparação e substituição necessárias, não só com o objetivo de eliminar as anomalias existentes, mas também para prevenir o aparecimento de outras que podem vir a ocorrer posteriormente.

A metodologia a aplicar irá diferir caso sejam edifícios já existentes ou edifícios novos (em projeto), pois no primeiro caso não só deve existir um plano de manutenção preventiva e corretiva (semelhante aos edifícios em projeto), como também se devem efetuar inspeções detalhadas, de modo a identificar os elementos fonte de manutenção e as respectivas anomalias e causas das mesmas, e posteriormente ações de manutenção corretiva com o intuito de suprimir as anomalias detectadas.

Por último, o plano de manutenção preventivo deve ter claro a previsão da vida útil remanescente para edifícios existentes, ou seja, o período de vida que ainda resta aos elementos fonte de manutenção no instante da inspeção detalhada e vida útil total dos diversos elementos constituintes de um edifício novo.



### 3. METODOLOGIA – DEFINIÇÃO DA ROTINA PARA SISTEMATIZAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO (RSPM)

A estrutura da rotina para sistematização dos planos de manutenção, representada na Figura 3.1, é dividida em três grandes atividades, sendo a **atividade 1** é a caracterização dos elementos da fachada, seus subsistemas, seus materiais, as interfaces entre estrutura e fachada, já a **atividade 2** consiste na vistoria e inspeção dos elementos que compõem a fachada, determinando a periodicidade das mesmas, assim como definição da condição da mesma, finalizando com a **atividade 3** que é a proposição do plano de manutenção, com a periodicidade das atividades de manutenção proativa, onde a fachada será tratada em fachada com revestimentos contínuos (reboco e pintura) e as fachadas com revestimentos descontínuos (revestimento cerâmico, com granito ou com mármore).

Conforme ilustra o fluxograma contido na Figura 3.1, busca-se uma sequência de atividades a serem adotadas para implantar a RSPM, onde tem-se em primeiro momento é realizada caracterização das fachadas, que vai ser melhor detalhada nos itens 3.1.1 e 3.1.2, ou seja, **enquadramento físico**, em seguida, ainda dentro da atividade de caracterização da fachada, será feita a avaliação das condições de exposição (simulação higrotérmica no presente estudo) para entendimento das **condições de exposição**. Na sequência serão realizadas **as atividades de vistoria e inspeções**, (item ...), com o objetivo de avaliar as condições da fachada, se atende os níveis de desempenho, se as atividades de manutenção estão em dia (manutenção proativa), ou se os níveis de desempenho exigem atividades de manutenção urgentes (manutenção corretiva). Finalmente após classificar os fatos observados, enquadrá-los na Tabela 3.3, onde as condições 0, 1 e 2, estão dentro das rotinas de manutenção proativa e a fachada ainda apresenta condições satisfatórias e atende a vida útil prevista para a fachada, conforme estabelece a Tabela 14.1, da ABNT NBR 15575-1: 2013. Finalmente é proposto **o plano de manutenção** que propõe uma sequência de atividades a serem adotadas para cada tipo de especificidade (tempo de uso e condições existentes da fachada), onde será finalizada esta atividade, que no Capítulo 4 será feita a aplicação a uma amostra de 3 edifícios residenciais de Brasília.

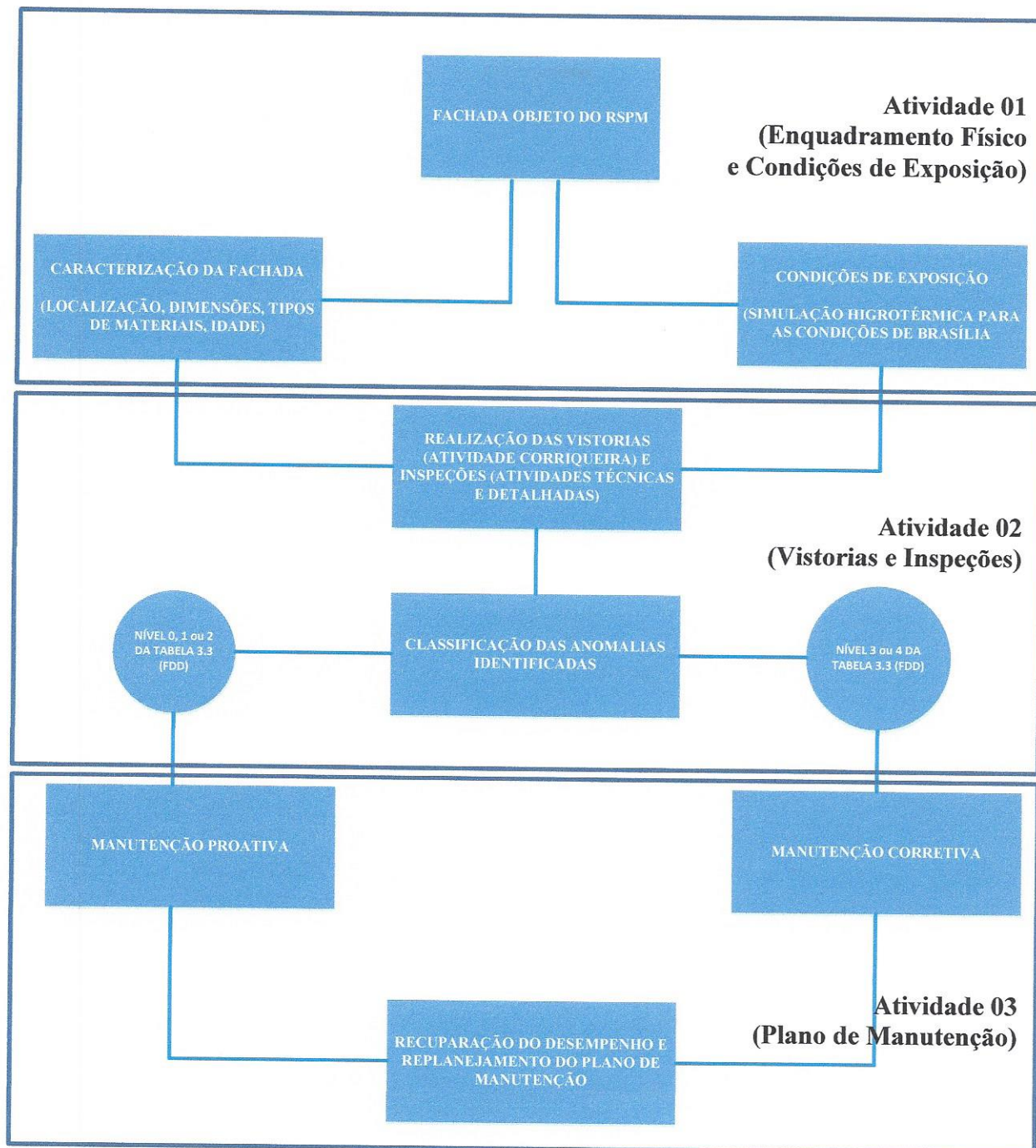


Figura 3.1 – Fluxograma da Rotina para Sistematização do Plano de Manutenção

### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO E DAS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO (ETAPA 1)

#### 3.1.1. Enquadramento físico

A partir da caracterização dos componentes da fachada dos edifícios, é possível estabelecer um nível ou critério que mensure o quanto este edifício é mais ou menos propenso a falhas,

construtivas ou de projetos, que possam vir a desencadear um processo de perda de desempenho. A seguir será proposto o enquadramento da fachada segundo esses critérios:

O sistema de fachadas / vedações, para as amostras estudadas é composto por cinco subsistemas de características específicas de conservação. São eles:

- Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos ou de concreto (ALV);
- Fachadas em Pele de vidro (PV);
- Esquadrias de alumínio, ferro, PVC (ESQ);
- Lajes, vigas e pilares, quando comporem parcialmente ou totalmente os elementos de fachada (EST);
- Revestimentos (REV).



Figura 3.2 – Sistemas que Compõem a Fachada

#### **3.1.1.1. Alvenaria Tradicional**

O subsistema Alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto (ALV) pertence, em geral, é composto por três elementos prediais de diferentes materiais, conforme listado abaixo:

- a) Blocos cerâmicos ou de concreto: fechamento vertical externo e separação de ambientes internos;
- b) Argamassa de assentamento dos blocos;
- c) Argamassa de regularização vertical da alvenaria.

#### **3.1.1.2. Pele de Vidro**

O subsistema Fechamento vertical em placas de vidro (PV) é composto por seis elementos prediais de diferentes materiais, conforme listado a seguir:

- a) Vidro laminado: utilizado para fechamento vertical externo, é composto por duas placas de vidro e entre as placas possui um filme de proteção solar que também garante a união das placas;
- b) Esquadrias: guias metálicas de suporte dos vidros laminados;
- c) Fixadores metálicos: fixação de elementos para formação do fechamento e ligação com a estrutura de suporte;
- d) Espuma: lâmina de espuma para o assentamento dos vidros sobre as esquadrias. São instaladas nos contatos vidro-esquadria e servem para garantir a dilatação diferencial entre esses materiais;
- e) Borracha: lâmina de borracha para a vedação entre vidros e esquadrias;
- f) Silicone estrutural: após o assentamento dos vidros, o silicone estrutural pode ser utilizado para o fechamento das interfaces vidro-esquadria e a proteção contra a entrada de umidade.

#### **3.1.1.3. Pilares, Vigas e Lajes de Concreto (EST)**

O subsistema pilares, vigas e lajes de concreto, quando esses compoem a fachada em todo, ou parcialmente, (EST) pertence, em geral, é composto por dois elementos prediais de diferentes materiais, conforme listado abaixo:

- a) Lajes, vigas e pilares de concreto armado: compostas de concreto e armadura de barras de aço;
- b) Juntas de dilatação: protegidas com material elastomérico.

#### **3.1.1.4. Revestimentos**

O subsistema Revestimentos ( $R_{ev}$ ), é composto por oito elementos prediais de diferentes materiais, conforme listado a seguir:

- a) Junta de dilatação de parede externa vertical: protegidas com material elastomérico para acomodação das deformações;
- b) Placas cerâmicas: utilização de placas cerâmicas de tipos e dimensões variadas;
- c) Placas de rochas: utilização de pedras de mármore e granito de tipos e dimensões variadas;
- d) Argamassa de assentamento de placas: com uma camada de aproximadamente 2 cm de espessura;

- e) Rejuntamento do revestimento em placas: utilização para fechamento das juntas de dilatação entre peças;
- f) Argamassa comum para acabamento (reboco);
- g) Argamassa texturizada para acabamento;
- h) Pintura: tintas de diversas composições para proteção e acabamento de elementos de alvenaria, gesso, metais, concreto e etc.

#### **3.1.1.5. Esquadrias**

As esquadrias, assim como os outros elementos, como vedantes e ferragens, é necessário fazer as verificações, onde as esquadrias são compostas por:

- a) Janelas (em PVC, Alumínio e Ferro);
- b) Portas (em PVC, Alumínio e Ferro);
- c) Elementos de proteção (em PVC, Alumínio e Ferro);
- d) Ferragens;
- e) Elementos vedantes de juntas; e
- f) Vidros.

#### **3.1.2. Condições de Exposição**

As condições de exposição são representadas pela radiação solar e pelas cartas solares, onde é possível identificar a distribuição da radiação solar, onde nesta pesquisa será utilizada a metodologia de simulação higrotérmica, através da coleta de dados gerados pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM), que tem um acervo de mais de 50.000 m<sup>2</sup> de edifícios analisados.

Esta etapa pretende avaliar ou ponderar sobre aspectos que causem diferenciações na degradação. Para tanto, proposta para este item, que visa complementar a caracterização dos edifícios, será feito o estudo dos agentes climáticos de degradação e das condições existentes nos edifícios, empregando a simulação higrotérmica, que permite obter as informações necessárias para esta etapa, de forma mais globalizada.

Para obter os resultados, foi utilizado o software WUFI® Pro 5.3, onde a simulação foi realizada em função da altura, orientação solar e idade da edificação, com o objetivo de associar às anomalias aos agentes climáticos: chuva dirigida, radiação solar e temperatura na fachada.

## **3.2. PLANO DE VISTORIAS E INSPEÇÕES (ETAPA 2)**

O plano de inspeção varia em função do tipo de manutenção, onde temos 2 atividades específicas, as vistorias que são para a manutenção preventiva e rápida e efetuada com elevada periodicidade; e as inspeções, já no domínio da manutenção preditiva e corretiva, exigem uma logística específica em função de diferentes exigências quanto ao detalhamento e frequência de ocorrência.

### **3.2.1. Vistoria**

O plano de vistorias é atividade rotineira, geralmente realizada pelo usuário, no caso de edifícios, pelo responsável por sua administração, onde esta atividade tem a função de verificar o funcionamento e integridade física dos diferentes elementos que compõem a fachada, onde na Tabela 3.2, é proposta uma periodicidade mensal de verificações, com a subdivisão dos principais elementos que fazem parte da fachada, além do registro, a partir de um documento proposto que é o Livro de Verificações (LV), onde deverão estar informados o que foi verificado e seu estado visual, sem maiores especificidades técnicas, meramente para registrar a situação da fachada e de seus componentes.

O Livro de Verificações (LV) é um documento de posse do usuário, onde será proposto que o mesmo apresente as seguintes informações: identificação do vistoriante, dados do edifício, data da vistoria, mapeamento e detalhamento (simples) dos fatos observados. O principal objetivo desse documento é apenas registrar que o usuário observa o comportamento periódico da fachada de seu edifício.

Nas Tabelas 3.1 e 3.2, são apresentados ações e critérios de verificação de anomalias identificadas na fachada, tanto nas esquadrias, quanto nos demais componentes da mesma, sendo sugerida uma rotina mensal de vistorias (observação visual e rápida para verificar o funcionamento), através de uma documentação, registrar o estado das partes que estão inseridas na presente tabela, pois é importante que o usuário tenha um pleno acompanhamento do edifício em serviço.

Tabela 3.1 – Ações de inspeção das esquadrias Perret (1995); Carrió & Ramos (2002); Barbosa (2009); Torres (2009) – adaptado

Elemento fonte de manutenção	Material	Ação de inspeção
Janelas, portas e elementos de proteção	Alumínio	Verificação de oxidações
		Verificação da estanqueidade dos perfis
		Verificação de empenamentos
	PVC	Verificação da estanqueidade dos perfis
		Verificação de empenamentos
		Verificação do estado de limpeza
Vidros	Verificação de rachaduras	
Elemento fonte de manutenção	Material	Ação de inspeção
Ferragens		Verificação do funcionamento
		Verificação de corrosão
Vedantes de juntas		Verificação da ligação / retração dos vedantes

Tabela 3.2 – Proposta de Nível de Periodicidade de Vistorias

Área	Sistema	Subsistema	Documento*	Periodicidade
A (1...n) – área vistoriada	Fachadas/Vedações	Elementos estruturais (pilares, vigas e lajes)	LV A (1...n)	Mensal
		Alvenaria de blocos cerâmicos ou concreto		
		Esquadria		
		Revestimentos		

A simbologia (1...n) apenas representa a quantidade de pavimentos que o edifício tem e serve para registrar possíveis “anomalias” identificadas e atividades que devam ser tomadas, troca, reparo de possíveis peças danificadas, acionar técnicos especializados, quando observadas anomalias que ponham em risco a segurança dos usuários ou o desempenho do edifício.

### 3.2.2. Inspeção

O Plano de Inspeções apresentado a seguir estabelece para cada Área de Inspeção os subsistemas que devem ser inspecionados, a Lista de Verificação (LIVE) que deve ser utilizada, a periodicidade inicialmente estabelecida.

A periodicidade de inspeções realizadas com o preenchimento das LIVE'S correspondentes e que esteja estabelecida como mensal pode ser modificada após um período inicial de, no mínimo 6 meses consecutivos de experiência, passando para bimestral em áreas que, a critério da equipe técnica envolvida na atividade de inspeção, identifique que possa apresentar menor potencial de risco.

Após cada inspeção, as Listas de Verificação trarão, por Área de Inspeção, às ocorrências encontradas, a indicação de sua localização, a evolução da ocorrência desde a inspeção anterior e a classificação de risco. As LIVE'S devem ser anexadas croquis típicos de cada Área de Inspeção, de modo a permitir a localização imediata das ocorrências registradas nas LIVE de forma numérica e sequencial. Cabe também recomendar o uso de registro fotográfico quando for necessário esclarecer a situação encontrada ou detalhes da ocorrência.

Após a realização das atividades de vistoria e inspeção, é realizada uma classificação final de risco de uma ocorrência, que será avaliada pela Tabela 3.3.

Na Tabela 3.3, é proposta uma maneira de mensurar o nível de anomalias presentes na fachada, a partir da Método de Mensuração da Degradação (MMD). O MMD foi desenvolvido pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da Universidade de Brasília (UnB) e aplicado por Souza (2016). O MMD faz a avaliação de forma objetiva, onde é definido o nível de urgência, a partir da medição dos percentuais de área degradada.

O critério para mensurar a degradação é realizado a partir da identificação dos diferentes tipos de danos observados: falha de rejunte (FR), eflorescência (EF), falha de vedação (FV), fissuração (FI) e descolamento cerâmico (DC), proporcionando uma maior objetividade às análises e consequente ação de manutenção ou reparação. Neste contexto, a partir do fator de dano (FD) é estabelecido o nível de condição da fachada, e pode ser calculado em função da degradação, em geral e da região.

Os valores apresentados na Tabela 3.3, foram desenvolvidos com base no acervo técnico de edifícios inspecionados, nos últimos 30 anos. Foi feita uma classificação de anomalias



identificadas, a partir do percentual, em área degradada, que estas representavam, e a partir de uma correlação com a idade dos edifícios e admitindo uma vida útil mínima de 20 anos para as fachadas, foi feita a correlação de percentual de anomalias presentes, idade do edifício e nível de urgência das ações a serem realizadas, visando a preservação do desempenho das fachadas, assim como a garantia da segurança aos usuários. No que tange a desempenho, além dos critérios definidos na ABNT NBR 15575: 2013, o usuário também tem forte preocupação com o aspecto estético de sua fachada.

Tabela 3.3 – Critérios de níveis de níveis de degradação – adaptado de SOUZA (2016)

Nível de condição	Tipo de dano	% de área degradada (Fator de Danos)
Nível 0 – Melhor condição	Degradação não visível	-
Nível 1 – Boa condição	Falha de rejunte (FR)	$X < 4,3\%$
	Eflorescência (EF)	$X < 1,2\%$
	Falha de vedação (FV)	$X < 5,7\%$
Nível 2 – Degradação ligeira	Falha de rejunte (FR)	$4,3\% < X < 9,0\%$
	Eflorescência (EF)	$1,2\% < X < 1,5\%$
	Falha de vedação (FV)	$5,7\% < X < 8,1\%$
	Fissuração (FI)	$X < 4,0\%$
	Descolamento cerâmico (DC)	$X < 37,1\%$
Nível 3 – Degradação moderada	Falha de Rejunte (FR)	$> 9,0\%$
	Eflorescência (EF)	$X > 1,5\%$
	Falha de vedação (FV)	$X > 8,1\%$
	Fissuração (FI)	$4,0\% < X < 6,1\%$
	Descolamento cerâmico (DC)	$37,1\% < X < 49,1\%$
Nível 4 – Degradação generalizada	Fissuração (FI)	$X > 6,1\%$
	Descolamento cerâmico (DC)	$X > 49,1\%$

A Tabela 3.3 busca classificar também os níveis de condição das fachadas, onde os níveis 0, 1 e 2 apresentam condições satisfatórias, dentro da vida útil da fachadas, necessitando basicamente de manutenção proativa, preditiva ou preventiva, de acordo com critérios que apontam atividades meramente rotineiras, previstas na etapa de manutenção; já os níveis 3 e 4 apresentam condições de moderada a generalizada degradação, necessitando de atividades de manutenção corretiva, exigindo intervenções urgentes, pois a vida útil foi atingida e o desempenho não atende mais as exigências satisfatórias para a fachada, já elencadas na ABNT

NBR 15575-1: 2013, em seu item 4, *exigências do usuário*, que estabelece quais são essas exigências.

A padronização do MMD foi realizada através da definição de procedimentos básicos, assim sistematizando essa etapa de quantificação de danos, são eles:

- i. Sobreposição da malha,
- ii. Divisão da malha por andares,
- iii. Divisão das regiões da fachada
- iv. E por fim contabilizam-se os danos identificados e faz-se o preenchimento da ficha de danos de cada amostra.

Após a elaboração do mapeamento de dados, inicia-se a etapa de sobreposição da malha, sobrepõe-se ao mapeamento de danos uma malha de dimensões igual a 0,50 m x 0,50 m, equivalente a 0,25 m<sup>2</sup>, conforme estabelecido por Silva (2014). O ponto inicial de sobreposição das malhas dá-se pela parte inferior esquerda do mapeamento, conforme ilustrado na Figura 3.4.

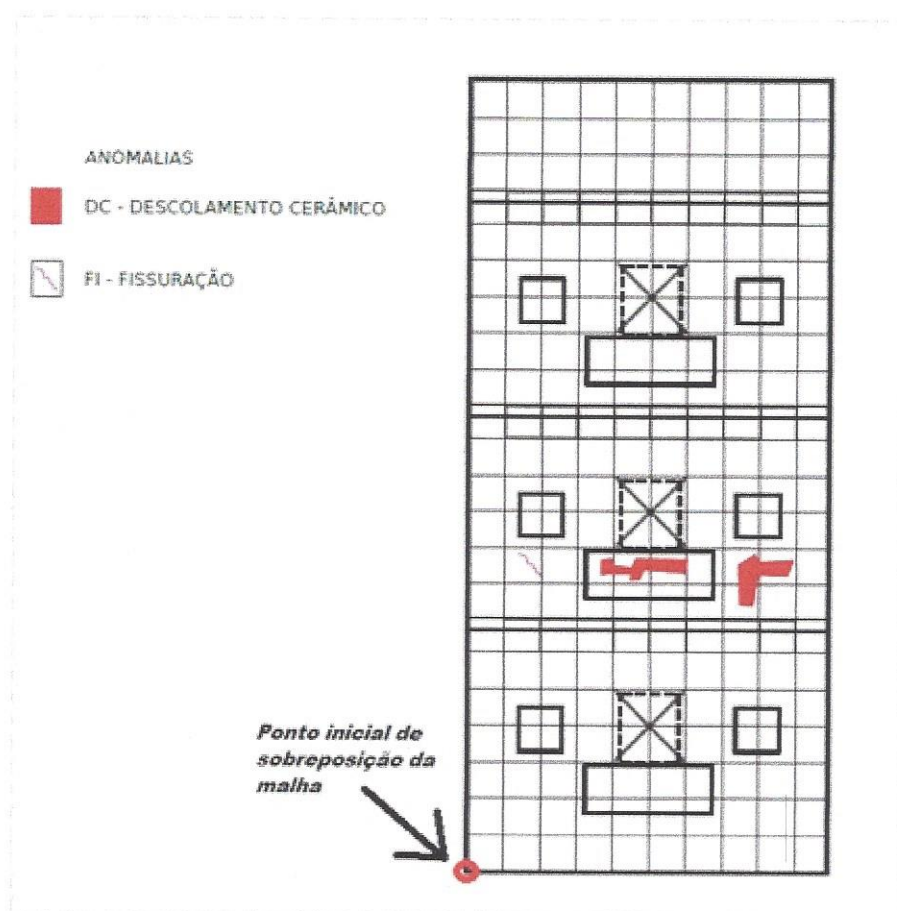


Figura 3.3 – Esquema ilustrativo do critério de sobreposição da malha – SOUZA (2016)

Souza (2016) diz que em geral, os critérios utilizados para a definição das regiões são feitos de forma sequencial. Após a definição dos andares, são definidas quais as unidades de malhas que representam as aberturas, em seguida das sacadas, cantos e extremidades, transição entre pavimentos, paredes contínuas e pôr fim ao topo. É importante destacar que a divisão da fachada em regiões não possui como objetivo estudar os elementos, tais como balanços ou esquadrias, mas sim analisar como a degradação apresenta-se no plano de fachada. Definidos as regiões e andares que cada unidade de malha representa, faz-se a contagem das unidades de malha em cada amostra de fachada e preenche-se a Ficha de Quantificação (FQ). Nas Fichas de Quantificações são registradas informações de identificação e também, a partir uma contagem simples de unidades de malha, o valor da área do total e da área danificada, de forma a especificar o tipo, o andar e a região do dano identificado.

Ressalta-se que na etapa de quantificação de danos foram contabilizadas apenas as anomalias de: Descolamento Cerâmico (DC); Fissuras (FI); Falhas de Rejunte (FR); Eflorescências (EF); e Falha de Vedação (FV). A escolha destes tipos de patologias ocorreu em função das informações contidas nos mapeamentos de danos fornecidos pelo LEM-UnB e também por serem anomalias comuns em sistemas de revestimento cerâmico.

A Tabela 3.4, que é uma síntese de diversos autores: Veritas (1933); Richardson (1980); HAPM & BFCLM, além dos documentos BSI (1986); BRE Digest 217; ASTM (2005); COESF (2003); ISO 15586-7 (2006), é uma proposição de periodicidade de inspeções, a partir da detecção visual oriunda das vistorias realizadas pelos usuários, onde a partir da identificação de alguma anomalia, procede-se uma rotina de inspeções de modo a mapear o avanço das mesmas, assim como propor algum tipo de atividade de manutenção, que será proposta no item 3.4, que vai tratar a manutenção.

Tabela 3.4 – Periodicidade das inspeções para os principais elementos de fachada, diversas referências bibliográficas

<b>Tipos de inspeções</b>	<b>Periodicidade recomendada</b>
Áreas propensas à fissuração horizontal e vertical (encontro entre diferentes elementos (paredes, estruturas e esquadrias)	A cada 2 anos
Inspeções específicas (áreas com anomalias identificadas, com baixo nível de urgência e identificadas em vistorias anteriores)	A cada 3 anos
Inspeções gerais (verificação da situação geral da fachada)	A cada 10 anos
Vistorias visuais para atestar perfeito funcionamento (pelo Usuário)	Mensal
Inspeções técnicas de áreas gerais (esquadrias, juntas, descolamentos cerâmicos, eflorescências)	Anual
Inspeções técnicas de áreas específicas (áreas com maior propensão ao aparecimento de anomalias)	Anual
Elementos de edifícios com risco de vandalismo (áreas com fácil acesso a transeuntes)	Anual
Elementos de áreas com alto nível de exposição (agentes de degradação)	A cada 3 anos
Inspeções do rufo, zona corrente, vidros e proteções, varandas, pingadeiras, molduras para verificação de anomalias (umidade capilar, erosão, eflorescência, organismos vivos, fissuras, descolamentos, entre outros)	A cada 2 anos
Inspeções dos vidros, vedação de juntas, proteções e varandas, molduras para verificação (oxidação, corrosão, sujeira, desempenho dos sistemas)	A cada 2 anos
Inspeções do rufo, zona corrente, varandas, pingadeiras, molduras para verificação (sujeira, envelhecimento dos elementos)	A cada 5 anos
Inspeções de paredes: revestimentos, blocos aparentes, placas de concreto	A cada 6 meses
Pinturas de paredes	A cada 2 anos
Caixilhos de janelas (ver complemento na Tabela 3.4)	Anual
Inspeção regular, verificação das particularidades ou falhas de construção	A cada 2 anos
Inspeção regular para: elaboração e preparação de proposta de projeto de reabilitação; implantação do plano de inspeção de elementos; planejamento de renovação, controle das condições de utilização, estimativa de custos para manutenção	A cada 3 anos

Como complemento para a Tabela 3.4, segue-se o entendimento da ABNT NBR 15575: 2013, que entende que atendidos os 50% da Vida Útil de Projeto (VUP), considera-se a VUP cumprida, onde será admitida que as datas de inspeções podem ser iniciadas a partir de 25% da

Vida Útil de Projeto (VUP) para a realização do início das atividades de inspeção. Pode-se exemplificar esta sugestão, no caso da VUP mínima para fachadas que deve ser igual ou superior a 20 anos, logo a periodicidade proposta para a realização das fachadas seria de no mínimo 4 anos.

### **3.3. PLANOS DE MANUTENÇÃO (ETAPA 3)**

#### **3.3.1. Condições Básicas para um Plano de Manutenção**

No planejamento das operações de manutenção, existe a necessidade de caracterizar diversos parâmetros: vida útil de cada elemento; níveis mínimos de qualidade e de exigências; anomalias relevantes; causas prováveis; caracterização dos mecanismos de degradação; sintomas de pré-patologia; escolha das operações de manutenção; análise de registros históricos (periodicidade de intervenções, etc.); comparação com o comportamento em outros edifícios (antes e após reparações); Recomendações técnicas dos projetistas, fabricantes / fornecedores, etc. custos das operações.

Durante a fase de projeto, conhecidos os elementos constituintes, poderá iniciar-se o planejamento das operações de manutenção: primeiro, para cada elemento (constituindo planejamentos parciais) e, posteriormente, para todo o edifício (planejamento integrado). Esta metodologia pressupõe a manutenção como uma etapa do edifício, que abrange diversas atividades, movimentando recursos e custos.

Na Figura 3.4 é apresentado um fluxograma da sequência de ações a serem seguidas para promover o plano de manutenção de uma fachada de um edifício, onde é importante destacar que existem 3 importantes fases na Rotina de Sistematização para os Planos de Manutenção (RSPM), que começa com a caracterização do edifício, quais os níveis mínimos de desempenho estabelecidos em projeto, muito comum nos manuais de uso, operação e manutenção entregues pelas construtoras aos usuários. A RSPM pretende estabelecer a partir das vistoriais e das inspeções identificar o estado, num primeiro momento verificando o funcionamento e num segundo momento, através das inspeções, o nível de anomalias existentes, seguindo o fator de danos apresentado na Tabela 3.7, anteriormente apresentada.

No fluxograma apresentado na Figura 3.4 é estabelecida uma sequência de atividades a serem desenvolvidas para desenvolver a RSPM, onde o primeiro momento é caracterizado a edifício, como por exemplo sua localização, suas orientações por fachada, se o local apresenta maior ou menor possibilidade de ocorrer ações ou atividades de degradação, após é feita a medição do

desempenho, onde busca-se avaliar se este valor atende aos critérios mínimos estabelecidos em projeto. Identificada a realidade da fachada, são realizadas as atividades de manutenção, seja proativa ou corretiva, sempre visando reestabelecer o desempenho, de tal monta, quantas ações ou intervenções sejam necessárias para a garantia do desempenho, da durabilidade e vida útil da fachada, mesmo estando presente em regiões com grande probabilidade de agentes de degradação interferirem no desempenho satisfatório do edifício.

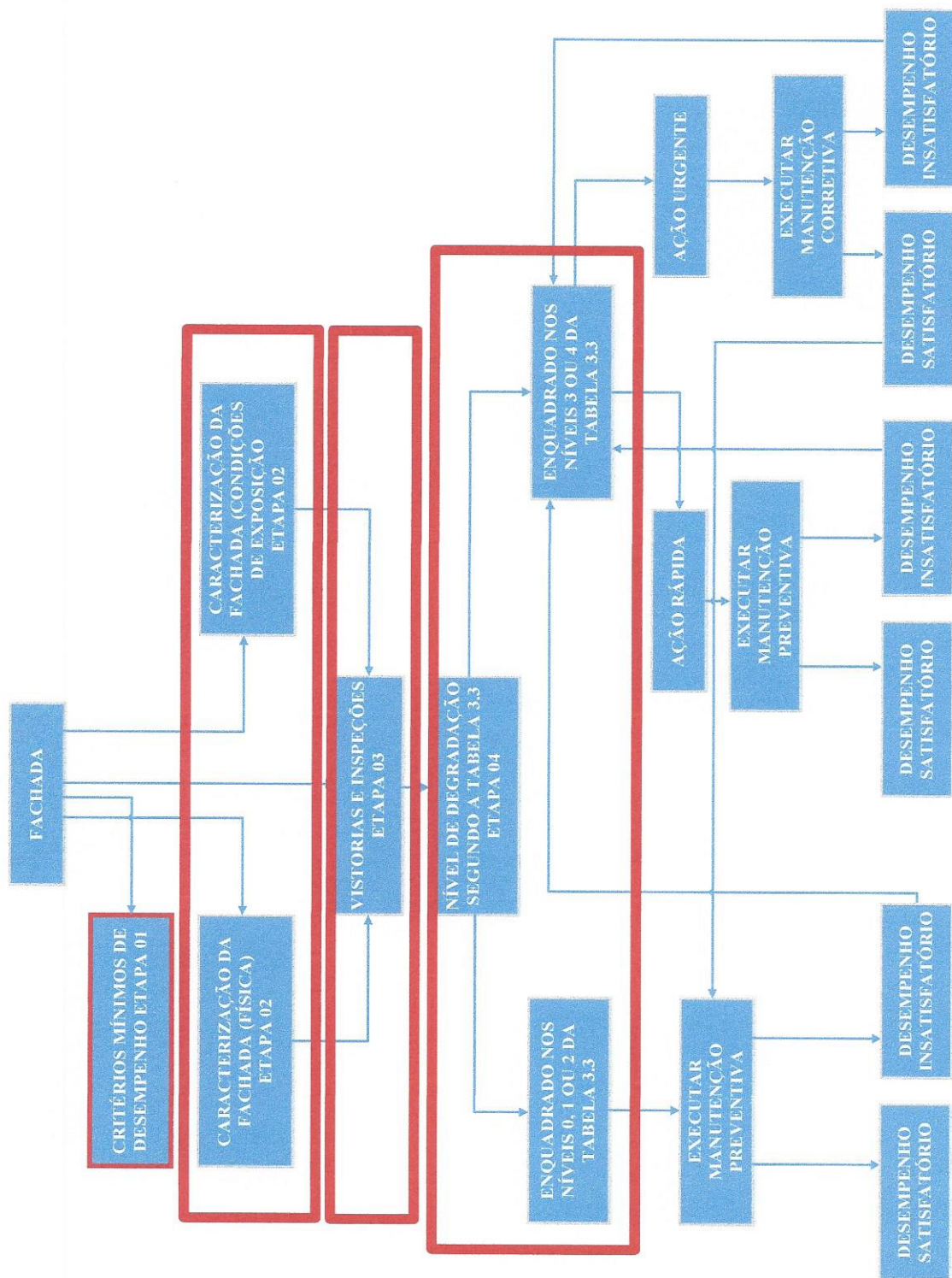


Figura 3.4 – Fluxograma de inspeção e manutenção



Na Figura 3.4, o fluxograma apresenta uma sequência de atividades importantes para os planejamentos das atividades de manutenção e que procura ilustrar as atividades de caráter decisivo, por exemplo, como estabelecer o momento de manutenção sem conhecer qual o desempenho estabelecido em projeto <sup>1</sup>, como saber o comportamento da fachada, sem saber os materiais que fazem parte da fachada <sup>2</sup>, finalmente saber os níveis de degradação que esta fachada será submetida, sua intensidade ao longo do tempo <sup>3</sup>.

### **3.3.2. Sistema de Manutenção**

#### **3.3.2.1. Organização da Informação**

A determinação das metodologias de manutenção de fachadas segue pressupostos apresentados em pesquisa de Oliveira (2011), que pode ser sintetizada na Figura 3.5, onde o autor entende que é necessário estabelecer, a partir do manual de uso, operação e manutenção, um banco de dados para a tomada de decisões satisfatória, que deve conter as seguintes informações: registro das atividades realizadas (proativas ou corretivas), nível de urgência com base nas condições observadas e planejamento da manutenção.

Importante procedimento nas rotinas de inspeção e manutenção, na visão do autor, é organizar, através de bancos de dados, as ações realizadas e a partir da informatização dos trabalhos realizados, estabelecer uma linha de verificações e, em cima do que for identificado, definir as ações de manutenção a serem realizadas, com isso pode atribuir valores para as ações e futuramente, ao propor um plano de inspeção e manutenção de fachadas, também definir os custos necessários para essas atividades e agregar ao custo total da construção, o custo efetivo das ações de conservação do edifício, objetivando a manutenção do desempenho previsto em projeto e, no que tange a VUP, pelo menos, essa ser atingida satisfatoriamente.

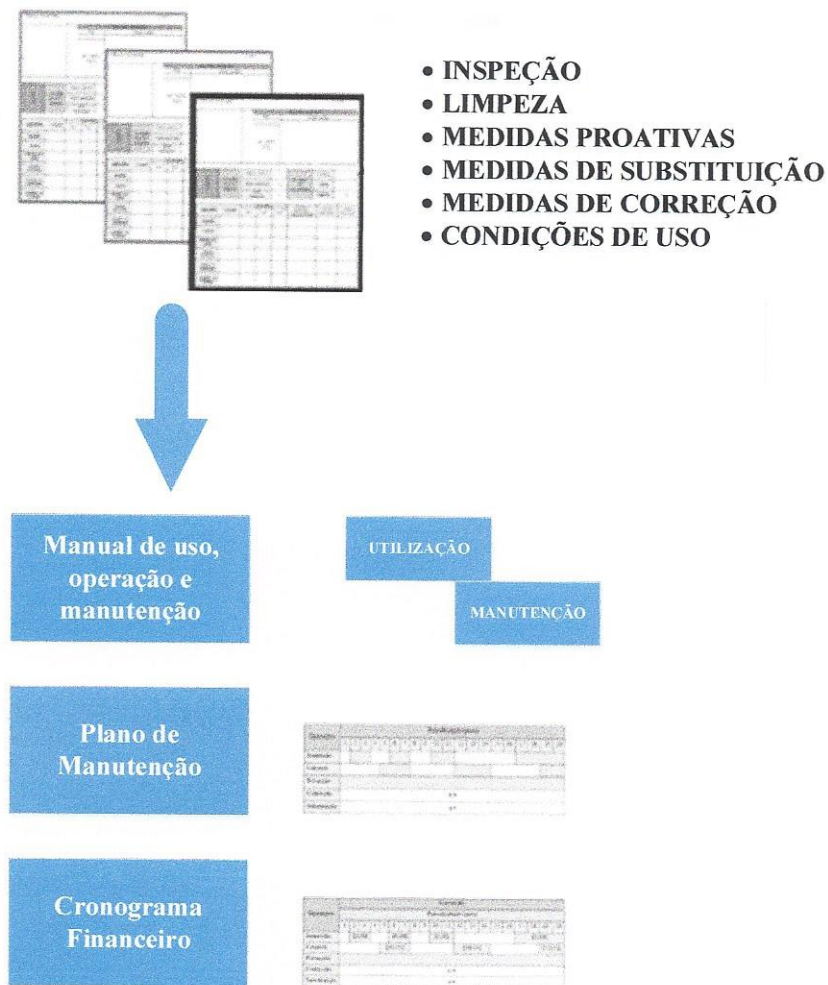


Figura 3.5 – Quadro de sequência de ações decorrentes do uso, operação e manutenção de um sistema – OLIVEIRA (2011)

Desta forma, elaborou-se uma base de dados, que contém um vasto sistema de informação das práticas de manutenção a realizar sobre o sistema em estudo. Esta base de informação contempla de uma forma objetiva as instruções de inspeção, limpeza, prevenção, correção, substituição e condições de utilização das várias soluções existentes do sistema.

A concretização desta base de dados permitirá a materialização de manuais de serviço (utilização e manutenção), bem como de um plano de manutenção e respectivo cronograma financeiro de um caso prático. A sua implantação será efetuada no Capítulo 4.

### 3.3.2.2. Organização das Fichas de Manutenção

No que concerne às fichas de manutenção, estas estão alojadas anexamente. Sob o ponto de vista conceitual a Figura 3.5 tipifica a sua estruturação.

Tabela 3.5 – Descrição e definição dos campos presentes numa ficha de manutenção

Descrição	Definição
Descrição da solução	Contempla para além da identificação da aplicabilidade da ficha, um espaço reservado a observações a serem descritas.
Operações	Neste campo estão contidas as práticas fundamentais da manutenção de edifícios, nomeadamente a inspeção, limpeza, prevenção, medidas corretivas, medidas de substituição e condições de utilização.
Produtos/meios envolvidos	Diz respeito aos produtos e meios necessários para a realização das operações de manutenção.
Periodicidade prevista	Expressa temporalmente a frequência com que as operações devem ser realizadas.

No próximo item, no plano de manutenção será proposta uma sequência de ações a serem executadas a partir de cada anomalia detectada, onde a Tabela 3.3 apresenta os níveis de degradação, onde temos como anomalias mais evidentes em fachadas: falha de rejunte (FR), eflorescência (EF), falha de vedação (FV), fissuração (FI) e deslocamento cerâmico (DC).

### 3.3.3. Planejamento das Ações de Manutenção Proativa

Com base na Tabela 3.3, é feita uma proposta de periodicidade de ações de manutenção proativa, dividida em preventiva e preditiva, já definidas no Capítulo 2, onde a partir da presente tabela é tratada a periodicidade das ações de manutenção da fachada, a partir do início de sua operação, conforme prevê a ABNT NBR 15575-1: 2013, no item 14.2.2, admite na íntegra de seu texto que: *“O período de tempo a partir do qual se iniciam os prazos de vida útil deve ser sempre o da data de conclusão do edifício habitacional, a qual, para efeitos desta Norma, é a data de expedição do Auto de Conclusão de Edificação, documento legal que atesta a conclusão das obras”*.

Tabela 3.6 – Periodicidade de operações de manutenção proativa

EFM		Operação de Serviço	Periodicidade sugerida
Revestimentos Contínuos	Reboco	Limpeza	8 em 8 anos
		Tratamento de superfície	Quando necessário ou após reparações
		Intervenção ligeira	10 em 10 anos
		Intervenção profunda	20 anos
	Pintura	Limpeza	Não aplicável
		Tratamento de superfície	Não aplicável
		Intervenção ligeira	Não aplicável
		Substituição	8 anos
Revestimentos descontínuos	Cerâmicas	Limpeza	10 em 10 anos
		Tratamento de superfície	Quando necessário ou após reparações
		Intervenção ligeira	13 em 13 anos
		Intervenção profunda	26 em 26 anos
	Granito ou Mármore	Limpeza	10 em 10 anos
		Tratamento de superfície	Quando necessário ou após reparações
		Intervenção ligeira	20 em 20 anos
		Intervenção profunda	30 anos ou quando necessário

Desta forma pretende-se que a formatação das práticas e informações da manutenção de fachadas ventiladas em fichas gerais resulte numa base sustentada para a aplicação nas variadas soluções do sistema.

### 3.3.3.1. Ações de Manutenção Proativa

Na Tabela 3.6 foi sugerida uma periodicidade de operações de serviço proativa, envolvendo a manutenção preventiva e a preditiva, que segue recomendações da ABNT NBR 15575-1:2013, que admite que atingida 50% da VUP, a fachada atende as exigências da referida norma, logo seguindo as orientações quanto as recomendações de inspeções, a referida Tabela 3.6 fará a recomendação de ações, assim como o período para a realização das mesmas (Flores, 2002; Magalhães, 2008; Perret, 1995).

## 4. RESULTADO DOS ESTUDOS DE CASO

### 4.1. DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESTUDADOS

As amostras de fachadas estão localizadas em Brasília-DF, distribuídas no Plano Piloto (região 1 e 2, Asa Norte e Noroeste, respectivamente) e Setor Sudoeste (região 3), onde todas as amostras se concentram no Plano Piloto. A Figura 4.1 mostra o mapa de Brasília com a identificação dos locais em que as amostras de fachadas utilizadas neste estudo estão situadas.

A cidade de Brasília está localizada na latitude 15°78 Sul, longitude 47°93 Oeste. Sua altitude chega a 1160 m (ABNT NBR 15575-1:2013). Caracterizada pelo clima Tropical de Altitude, de acordo com a classificação de Köppen, a cidade possui duas estações distintas: quente-úmida (outubro a abril) e quente-seca (maio a setembro) (Braga & Amorim 2004).



Figura 4.1 – Mapa de Brasília com a identificação dos locais em que as amostras de fachadas utilizadas neste estudo estão situadas.

O presente Capítulo fará a aplicação do manual de inspeção e manutenção de fachada em 3 casos práticos, onde serão apresentados os resultados de inspeção de cada edifício, assim como a proposta de ações de manutenção a serem efetivadas.

Os edifícios alvo desta aplicação serão apresentados por denominação EP, seguindo da numeração de cada amostra verificada, ou seja, EP01, EP02 e EP03, que serão caracterizados conforme a Tabela 4.1, a seguir apresentada.

## 4.2. CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Tabela 4.1 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP01

Id.	Informações			Características
	Fachada	Orientação	Foto	
EP01	FP	SUL		<p>Edifício residencial com 2 anos de início das operações, composto de estrutura em concreto armado (pilares, vigas e lajes), alvenaria tradicional em blocos de concreto.</p> <p>Os revestimentos externos executados nas fachadas foram revestidos em chapisco, massa única, massa texturizada (Leinetex, com revestimento rústico – branca geadada L 1209), pastilhas (Atlas 5X5 cm brita SG8430), ACM, brises e pele de vidro conforme projeto arquitetônico e de fachada.</p>
	FF	NORTE		
	E1	LESTE		
	E2	OESTE		

Tabela 4.2 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP02

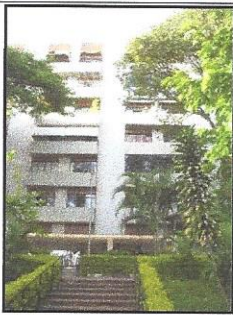



Id.	Informações			Características
	Fachada	Orientação	Foto	
EP02	FP	NORTE		<p>Edifício residencial com 42 anos de início das operações, composto de estrutura em concreto armado (pilares, vigas e lajes), alvenaria tradicional em tijolo cerâmico.</p> <p>Esquadrias em Ferro com Vidro.</p> <p>Quanto a constituição da fachada, a mesma é toda revestida por 2 tipos de cerâmica. Uma cerâmica marrom de aproximadamente 4 cm de lado é usada nos revestimentos junto às janelas (esquadrias). Outra cerâmica de cor cinza de 2 cm de lado é utilizada no restante da fachada.</p>
	FF	SUL		
	E1	LESTE		
	E2	OESTE		

Tabela 4.3 – Caracterização dos edifícios de estudo – Informações Técnicas EP03

Id.	Informações			Características
	Fachada	Orientação	Foto	
EP03	FP	LESTE		<p>Edifício residencial com 17 anos de início das operações, composto de estrutura em concreto armado (pilares, vigas e lajes), alvenaria tradicional em tijolo cerâmico.</p> <p>Esquadrias em Ferro com Vidro.</p> <p>A fachada do edifício é toda revestida em cerâmica, nas cores: azul escura, bege e marrom.</p> <p>As fachadas opostas são idênticas, sendo que a empena é composta por duas sacadas revestidas com cerâmica azul escura e o restante da fachada é revestida com cerâmica bege.</p> <p>As fachadas principais apresentam duas sacadas por junta que são revestidas com cerâmica azul escura.</p>
	FF	OESTE		
	E1	NORTE		
	E2	SUL		

Legenda:

FP = fachada principal; FF = fachada fundos; E1 = empena 1; E2 = empena 2

### 4.3. CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO

A simulação higratérmica realizada para os três edifícios foi feita a partir da utilização do software WUFI® Pro 5.3, de posse do LEM da UnB, onde os revestimentos cerâmicos aplicados às fachadas têm a função de proteger a edificação de diversos fatores intervenientes.



Entre eles, podem ser citados os agentes climáticos, tais como, chuva dirigida, radiação solar, vento, temperatura, umidade relativa e outros. No contexto de Brasília, as fachadas dos edifícios têm apresentado níveis de degradação progressivos, refletindo na severidade das anomalias, bem como na perda de capacidade funcional e vida útil destes elementos. Com base nessas condições, o presente trabalho procurou simular as condições de exposição e degradação de fachadas por meio da associação dos índices de intensidade de ocorrência de danos e dos agentes climáticos, com a utilização do software WUFI® Pro 5.3. Por meio de um estudo de caso em Brasília, foram avaliados 3 edifícios pela metodologia de quantificação de danos, onde através da ocorrência de danos em função da altura, orientação solar e idade da edificação, foram associados os agentes climáticos: chuva dirigida, radiação solar e temperatura na fachada. Pelos resultados da quantificação da degradação associados as simulações higrotérmicas foi possível observar a chuva dirigida e a radiação nas orientações Norte, Leste, Oeste e Sul. Conclui-se que estes fatores afetam diretamente os índices de degradação das fachadas dos edifícios estudados, e por interferência dos gradientes de temperatura as orientações mais degradadas nos estudos efetuados foram Oeste e Norte. Na Tabela 4.5 é apresentada as condições de intensidade de radiação acumulada para as 4 orientações, assim como a intensidade de chuva dirigida, onde essa Tabela representa as condições para os 3 edifícios objeto da aplicação prática da pesquisa. Já a Figura 4.2 é apresentado um gráfico que traz a temperatura superficial média mensal presente nas fachadas, nas 4 orientações, também válida para os 3 edifícios objeto da aplicação prática da pesquisa, haja visto que a absorvância entre os edifícios é muito similar em razão das cores das fachadas. Se as cores fossem diferentes seriam obtidos outros valores de temperatura.

Tabela 4.4 – Simulação de radiação global e chuva dirigida

<b>Radiação</b>				
<b>Acumulado anual</b>				
<b>W.H/m<sup>2</sup></b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>
<b>Radiação Global</b>	<b>1.015.317</b>	<b>639.950</b>	<b>917.790</b>	<b>911.440</b>
<b>%</b>	<b>29%</b>	<b>18%</b>	<b>26%</b>	<b>26%</b>

<b>Chuva dirigida</b>				
<b>Acumulado anual</b>				
<b>L/m<sup>2</sup></b>	<b>Norte</b>	<b>Sul</b>	<b>Leste</b>	<b>Oeste</b>
<b>Chuva dirigida</b>	<b>143</b>	<b>74</b>	<b>91</b>	<b>89</b>
<b>%</b>	<b>36%</b>	<b>19%</b>	<b>23%</b>	<b>23%</b>

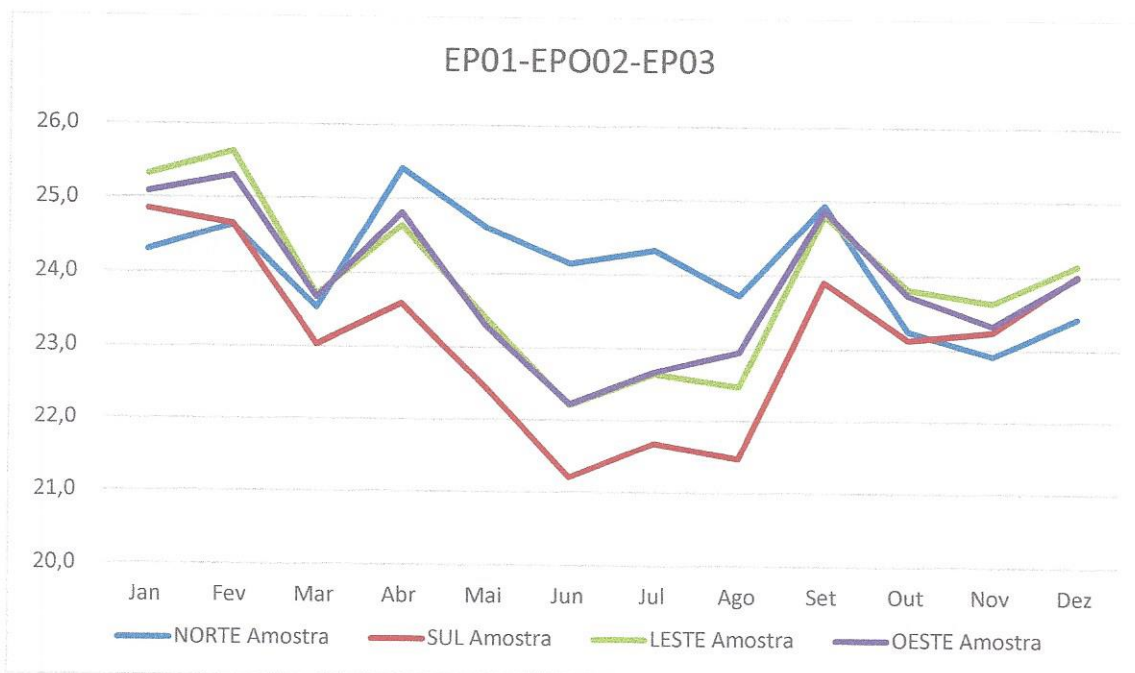


Figura 4.2 – Temperatura superficial média mensal presente nas fachadas (° C)

#### 4.3.1. Edifício Residencial EP01

As orientações das amostras de fachadas foram classificadas a partir de localização obtida por intermédio do Google Maps. A Figura 4.3 mostra a localização e o detalhe com a aproximação da imagem da amostra EP01.

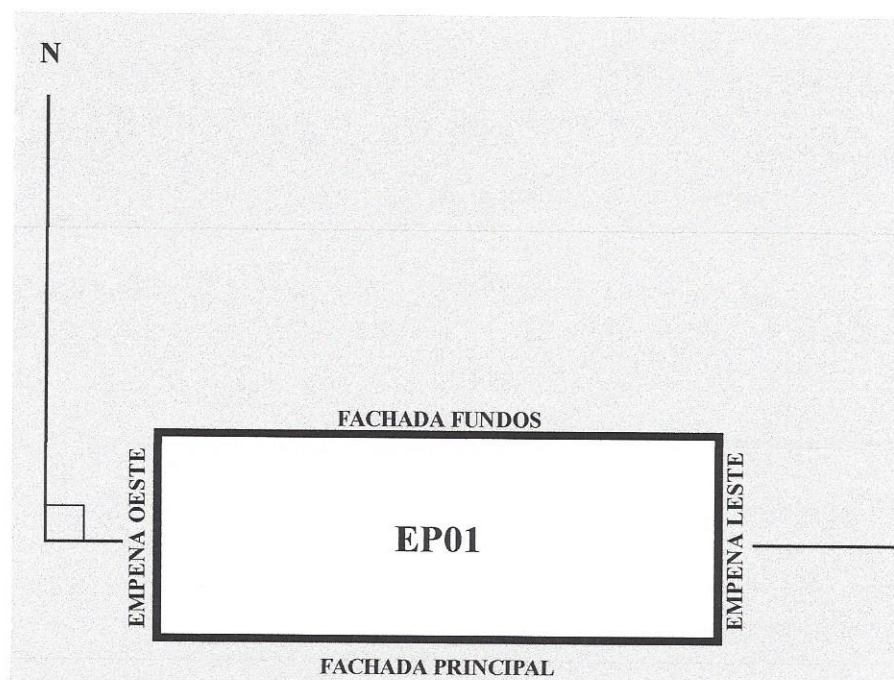


Figura 4.3 – Orientação da amostra de fachada EP01 (90° L)

Na Tabela 4.5, que apresenta o nível de radiação sobre as fachadas, é possível verificar as fachadas de orientações Norte, Leste e Oeste apresentam os maiores percentuais de radiação, sendo a fachada de orientação Norte com o maior percentual, logo seguindo as indicações de inspeções, conforme o item “elementos de áreas com alto nível de exposição”, devem ter uma periodicidade de inspeções a cada 3 anos, não esquecendo de observar o nível de envelhecimento da fachada.

Seguindo a mesma linha do parágrafo anterior, na Tabela 4.5, que apresenta o nível de intensidade de chuva dirigida sobre as fachadas, é possível verificar as fachadas de orientações Norte, Leste e Oeste apresentam os maiores percentuais de intensidade de chuva dirigida, sendo a fachada de orientação Norte com o maior percentual, logo seguindo as indicações de inspeções, conforme o item “elementos de áreas com alto nível de exposição”, devem ter uma periodicidade de inspeções a cada 3 anos, não esquecendo de observar o nível de envelhecimento da fachada.

Outro fator importante de se considerar nessa análise é que o processo executivo também responde por importante papel no desempenho da fachada, logo é importante desenvolver metodologias de controle e recebimento de serviços, onde as variáveis responsáveis pela maior ou menor intensidade das ações de degradação podem ser melhor previsíveis, conforme dito nos dois últimos parágrafos, um falando do percentual de radiação e o outro sobre o percentual de chuva dirigida.

No caso específico da Figura 4.1, que mostra que as fachadas nas orientações Norte e Oeste apresentam as maiores temperaturas, fato que leva a um maior movimentação das mesmas, em função da ação da temperatura, fato que além do item “elementos de áreas com alto nível de exposição”, que recomenda inspeções a cada 3 anos, também verifica-se uma necessidade em função do item “áreas de fissuração horizontal e vertical (sinais de manchas e deslocamentos)”, que recomenda inspeções a cada 2 anos e também o item “inspeção de portas, janelas e juntas (madeira, aço e alumínio), que recomenda inspeções semestrais, logo para estas fachadas, diante do nível de exposição, seria recomendável fazer inspeções com periodicidades semestrais.

### 4.3.2. Edifício Residencial EP02

As orientações das amostras de fachadas foram classificadas a partir de localização obtida por intermédio do Google Maps. A Figura 4.4 mostra a localização e o detalhe com a aproximação da imagem da amostra EP02.

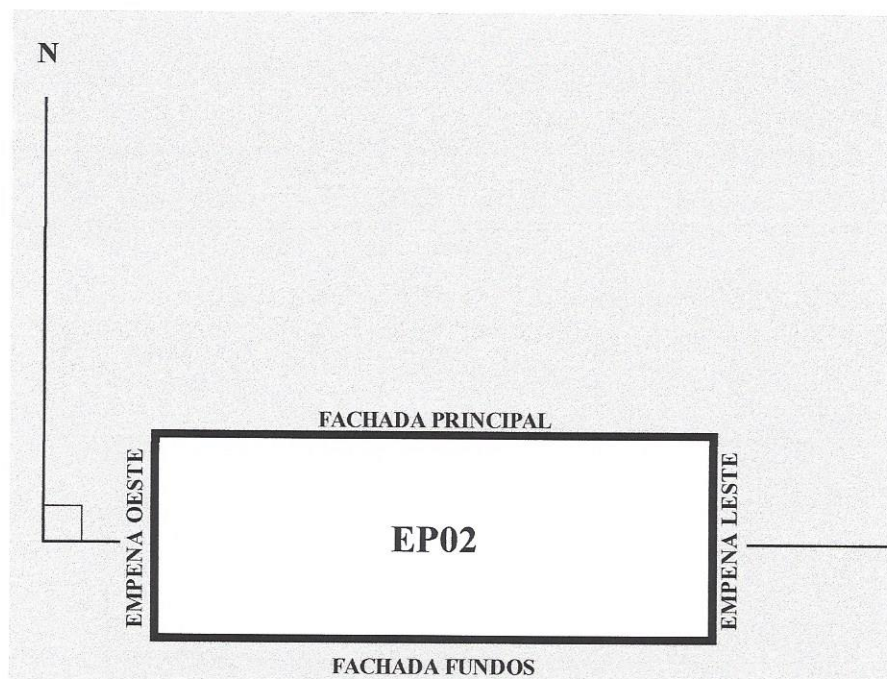


Figura 4.4 – Orientação da amostra de fachada EP02 (90° L)

As orientações das amostras de fachadas foram classificadas a partir de localização obtida por intermédio do croqui abaixo representado na Figura 4.5 mostra a localização e o detalhe com a aproximação da imagem da amostra EP03.

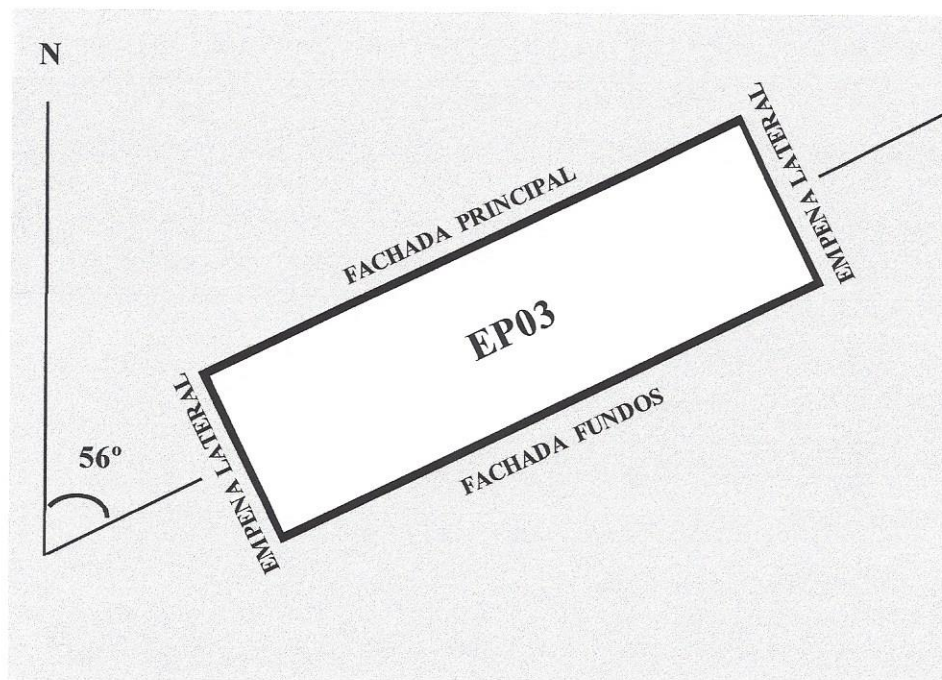


Figura 4.5 – Orientação da amostra de fachada EP03 (56° L)

#### 4.4. RESULTADO DO ESTUDO

##### 4.4.1. Plano de Inspeção

O plano de inspeção seguiu o critério de classificação do Fator de Danos, apresentado na Tabela 3.3, sendo realizada as medições das áreas que apresentavam algum tipo de anomalia, sendo identificadas as mais evidentes em fachadas: falha de rejunte (FR), eflorescência (EF), falha de vedação (FV), fissuração (FI) e deslocamento cerâmico (DC). Esses levantamentos seguiram a metodologia apresentada no item 3.4.10, que se refere ao plano de inspeção, apresentado na metodologia do presente trabalho. Os resultados das inspeções são apresentados nas Tabelas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9, que no próximo item serão apresentados os procedimentos que devem ser adotados no que tange a atividades de manutenção, objetivando a conservação do desempenho da fachada, já definido em Capítulos anteriores e também para eliminar as anomalias existentes.

Conforme será possível verificar na Tabela 4.9, que é um resumo dos resultados obtidos para tipo de anomalia, percebe-se que o edifício **EP01**, apesar de ter sido entregue ao usuário a menos de 5 anos, já apresenta anomalia que o classifica no nível 1, isto é, com *boas condições*, porém ao analisar as imagens da fachada do referido edifício, pode-se concluir que houve falha no processo construtivo, pois mesmo estando na situação 1, do fluxograma apresentado na Figura

2.9, para edifícios novos, concebidos a partir de projetos bem detalhados, vide Figura A.02 que será apresentada nos anexos e que apresenta a folha de rosto dos projetos de fachadas e também dos laudos entregues pela construtora ao usuário. Os edifícios EP02 e EP03 apresentam níveis de degradação compatíveis com suas idades, respectivamente, 40 anos e 20 anos, onde o **EP02** apresenta nível 3, isto é, ***nível de degração moderada***, quando atinge o final de sua vida útil, exigindo atividades de manutenção corretiva, visando retomar o desempenho previsto na vida útil, já o **EP03** apresenta nível 2, isto é, ***nível de degradação ligeira***, que exige a realização das atividades de manutenção preventiva, com algumas atividades específicas, como por exemplo tratamento de fissuras, descolamentos pontuais de cerâmica e falhas de rejunte.

Tabela 4.5 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP01

Amostra	Fator de Danos (FD) - (por amostra)						AMOSTRA
	FD = Área degradada / Área Total						
	Anomalia					Total	
	DC	FI	FR	EF	FV		
EP01.01					0,0002	0,0002	<b>EP01</b>
EP01.02					0,0002	0,0002	
EP01.03					0,0002	0,0002	
EP01.04					0,0002	0,0002	
EP01.05					0,0002	0,0002	
EP01.06					0,0002	0,0002	

Amostra avaliada: No edifício EP01 foi feito o levantamento em 6 panos de área 6x3 m para mapear e identificar as áreas degradadas onde foi realizada a inspeção seccionando as áreas avaliadas a cada pavimento.

Tabela 4.6 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP02

Amostra	Fator de Danos (FD) - (por amostra)						AMOSTRA
	FD = Área degradada / Área Total						
	Anomalia					Total	
	DC	FI	FR	EF	FV		
EP02.01	0,371					0,37	<b>EP02</b>
EP02.02	0,196	0,022				0,22	
EP02.03	0,400		0,086			0,49	
EP02.04	0,579	0,031				0,61	
EP02.05	0,377	0,013				0,39	
EP02.06	0,432					0,43	
EP02.07	0,571					0,57	
EP02.08	0,598	0,007				0,61	
EP02.09	0,492	0,010				0,50	
EP02.10	0,364					0,36	
EP02.11	0,164					0,16	
EP02.12	0,600					0,60	
EP02.13	0,296	0,050	0,083			0,43	
EP02.14	0,367	0,037	0,024			0,43	
EP02.15	0,373	0,030	0,053			0,46	
EP02.16	0,288	0,007	0,043			0,34	
EP02.17	0,490	0,029				0,52	
EP02.18	0,577	0,026				0,60	
EP02.19	0,362	0,038	0,029			0,43	
EP02.20	0,971					0,97	
EP02.21	0,721	0,041				0,76	
EP02.22	0,821	0,027				0,85	
EP02.23	0,277	0,019	0,009			0,31	

Amostra avaliada: No edifício EP02 o levantamento foi obtido a partir do banco de dados do Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM), da Universidade de Brasília (UnB), que mantém em seus arquivos um acervo de mais de 50.000 m<sup>2</sup> de fachadas, onde foram estudados edifícios que apresentaram anomalias, ou seja, com casos que apresentaram degradação.

Tabela 4.7 – Resultado da inspeção de campo realizada no EP01

Amostra	Fator de Danos (FD) - (por amostra)						
	FD = Área degradada / Área Total						
	Anomalia					Total	AMOSTRA
	DC	FI	FR	EF	FV		
EP03.01	0,095	0,005	0,003			0,10	<b>EP03</b>
EP03.02	0,225	0,002	0,009			0,24	
EP03.03	0,051	0,002				0,05	
EP03.04	0,203					0,20	
EP03.05	0,092	0,002	0,005			0,10	
EP03.06	0,101		0,003			0,10	
EP03.07	0,102	0,001	0,012			0,11	
EP03.08	0,128	0,004				0,13	
EP03.09	0,177		0,011			0,19	
EP03.10	0,049		0,009			0,06	
EP03.11	0,044	0,002				0,05	
EP03.12	0,125					0,12	
EP03.13	0,103	0,002				0,10	

Amostra avaliada: No edifício EP03 o levantamento foi obtido a partir do banco de dados do Laboratório de Ensaios de Materiais (LEM), da Universidade de Brasília (UnB), que mantém em seus arquivos um acervo de mais de 50.000 m<sup>2</sup> de fachadas, onde foram estudados edifícios que apresentaram anomalias, ou seja, com casos que apresentaram degradação.



Tabela 4.8 – Resultado das inspeções realizadas nos Edifícios Estudados (com base na Tabela 3.4)

<b>Anomalia - Resumo</b>						
<b>Amostra</b>	<b>DC</b>	<b>FI</b>	<b>FR</b>	<b>EF</b>	<b>FV</b>	<b>Resultados</b>
<b>EP01 – NOROESTE</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0012</b>	<b>Nível 1 – Degradação ligeira</b>
<b>Avaliação pela Tabela 3.3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	
<b>EP02 – ASA NORTE</b>	<b>10,690</b>	<b>0,385</b>	<b>0,328</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>Nível 3 – Degradação moderada</b>
<b>Avaliação pela Tabela 3.3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>EP03 – SUDOESTE</b>	<b>1,495</b>	<b>0,018</b>	<b>0,051</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>Nível 2 – Degradação ligeira</b>
<b>Avaliação pela Tabela 3.3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

#### 4.4.2. Plano de Manutenção

Seguindo a metodologia proposta, a partir da aplicação da RSPM, a seguir serão apresentadas as medidas a serem adotadas para cada Edifício objeto desta pesquisa.

Dentro do replanejamento das atividades de manutenção, foi adotada a abreviatura QN, que representa atividades quando necessárias para a preservação do perfeito funcionamento de desempenho de uma fachada ao longo do tempo e sob as condições de exposições previstas em projeto.

##### 4.4.2.1. Edifício Residencial EP01

Na Tabela 4.12 a seguir apresentada é proposto seu novo plano de manutenção, seguindo inicialmente as atividades recomendadas na metodologia do presente trabalho, em seu item 3.6, com novo planejamento. Conforme avaliação, realizada na etapa de vistorias e inspeções, foram detectadas algumas atividades a serem executadas com certa brevidade, embora o conjunto da fachada apresente boas condições, se faz necessário realizar o tratamento das falhas de vedação presentes numa região de juntas e também recomenda-se uma limpeza da fachada, haja visto que como a área do edifício apresenta grande volume de obras, movimentação de terra, fato que gerou grande presença de materiais pulverulentos no corpo da fachada.

Nas Tabelas 4.13 e 4.14 são propostas as ações a serem executadas nesse primeiro momento no que tange a limpeza da fachada e no que tange as falhas de vedação identificadas, com o objetivo de preservar a integridade da fachada, em especial o cumprimento dos itens de desempenho definidos na ABNT NBR 15575: 2013, no que tange a vida útil, durabilidade e desempenho, que necessitam atividade constante de manutenção.

### **Atividade corretiva**

Tabela 4.9 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP01

Tipos de anomalias	Código da anomalia	Ações recomendadas
Falha de vedação	FV	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.

### **Atividade preventiva**

Tabela 4.10 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP01

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza com água	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pressão água</li> <li>– Vazão de água (l/min)</li> <li>– Temperatura da água</li> <li>– Tempo de aplicação</li> <li>– Tipo de bico</li> <li>– Distância do bico à superfície do revestimento</li> </ul>

Tabela 4.11 – Atividades de manutenção proposta para EP01 (idade do edifício 2 anos)

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 02 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)										
		03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
<b>Fachada do EP01</b>												
Verificação da aderência, eflorescências, limpeza	Inspeção											
Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão												
Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos												
Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes												
Limpeza com água (segundo recomendações da construtora em Anexo)	Limpeza											
Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo	Tratamento de superfície											
Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal	Intervenção ligeira											
Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica												
Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)	Intervenção profunda	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN

Tabela 4.12 – Atividades de manutenção proposta para EP01 (idade do edifício 2 anos)

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 02 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)												
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
<b>Fachada do EP01</b>	Verificação da aderência, eflorescências, limpeza													
	Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão													
	Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos													
	Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes													
	Limpeza com água (segundo recomendações da construtora em Anexo)													
	Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo													
	Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal													
	Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica													
	Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN

#### 4.4.2.2. Edifício Residencial EP02

Na Tabela 4.15 a seguir apresentada é proposto seu novo plano de manutenção, seguindo inicialmente as atividades recomendadas na metodologia do presente trabalho, em seu item 3.6, com novo planejamento. Conforme avaliação, realizada na etapa de vistorias e inspeções, foram detectadas algumas atividades a serem executadas com certa brevidade, embora o conjunto da fachada apresente boas condições, se faz necessário realizar o tratamento das falhas de vedação presentes numa região de juntas e também recomenda-se uma limpeza da fachada, haja visto que como a área do edifício apresenta grande volume de obras, movimentação de terra, fato que causou grande presença de materiais pulverulentos no corpo da fachada.

Nas Tabelas 4.16, 4.17 e 4.21 são propostas as ações a serem executadas nesse primeiro momento no que tange a limpeza da fachada e no que tange as falhas de vedação identificadas, com o objetivo de preservar a integridade da fachada, em especial o cumprimento dos itens de desempenho definidos na ABNT NBR 15575: 2013, no que tange a vida útil, durabilidade e desempenho, que necessitam atividade constante de manutenção.

#### Atividade corretiva

Tabela 4.13 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP02

Tipos de anomalias	Código da anomalia	Ações recomendadas
Falha de rejunte	FR	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.
Fissuração	FI	Reparação dos elementos mais afetados com utilização de produtos elásticos no assentamento e no novo fechamento das fissuras em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.
Deslocamento cerâmico	DC	As anomalias de perda de aderência devem ser corrigidas com reparações / substituições localizadas. A reparação de elementos descontínuos deve ser efetuada em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.

### Atividade preventiva

Tabela 4.14 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP02

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza com água	<ul style="list-style-type: none"><li>– Pressão água</li><li>– Vazão de água (l/min)</li><li>– Temperatura da água</li><li>– Tempo de aplicação</li><li>– Tipo de bico</li><li>– Distância do bico à superfície do revestimento</li></ul>

Tabela 4.15 – Atividades de manutenção proposta para EP02 (idade do edifício 42 anos)

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 42 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)										
		43	44	45	46	47	48	49	50	52	53	
<b>Fachada do EP02</b>												
Verificação da aderência, eflorescências, limpeza	Inspeção											
Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão												
Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos												
Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes												
Limpeza com água (seguindo recomendações da construtora em Anexo)	Limpeza											
Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo	Tratamento de superfície											
Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal	Intervenção ligeira											
Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica												
Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)	Intervenção profunda	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN

Tabela 4-16 – Atividades de manutenção proposta para EP02 (idade do edifício 42 anos) - continuação

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 42 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)										
		54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
<b>Fachada do EP02</b>												
Verificação da aderência, eflorescências, limpeza	Inspeção											
Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão												
Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos												
Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes												
Limpeza com água (seguindo recomendações da construtora em Anexo)	Limpeza											
Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo	Tratamento de superfície											
Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal	Intervenção ligeira											
Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica												
Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)	Intervenção profunda	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN



#### 4.4.2.3. Edifício Residencial EP03

Na Tabela 4.18 a seguir apresentada é proposto seu novo plano de manutenção, seguindo inicialmente as atividades recomendadas na metodologia do presente trabalho, em seu item 3.6, com novo planejamento. Conforme avaliação, realizada na etapa de vistorias e inspeções, foram detectadas algumas atividades a serem executadas com certa brevidade, embora o conjunto da fachada apresente boas condições, se faz necessário realizar o tratamento das falhas de vedação presentes numa região de juntas e também recomenda-se uma limpeza da fachada, haja visto que como a área do edifício apresenta grande volume de obras, movimentação de terra, fato que causou grande presença de materiais pulverulentos no corpo da fachada.

Nas Tabelas 4.19, 4.20 e 4.21 são propostas as ações a serem executadas nesse primeiro momento no que tange a limpeza da fachada e no que tange as falhas de vedação identificadas, com o objetivo de preservar a integridade da fachada, em especial o cumprimento dos itens de desempenho definidos na ABNT NBR 15575: 2013, no que tange a vida útil, durabilidade e desempenho, que necessitam atividade constante de manutenção.

#### Atividade corretiva

Tabela 4-19 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP03

Tipos de anomalias	Código da anomalia	Ações recomendadas
Falha de rejunte	FR	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.
Fissuração	FI	Reparação dos elementos mais afetados com utilização de produtos elásticos no assentamento e no novo fechamento das fissuras em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.
Deslocamento cerâmico	DC	As anomalias de perda de aderência devem ser corrigidas com reparações / substituições localizadas. A reparação de elementos descontínuos deve ser efetuada em função do nível de urgência identificado após atividades de inspeções com devido enquadramento na Tabela 3.3.

### Atividade preventiva de limpeza

Tabela 4.16 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP03

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza com água	<ul style="list-style-type: none"><li>– Pressão água</li><li>– Vazão de água (l/min)</li><li>– Temperatura da água</li><li>– Tempo de aplicação</li><li>– Tipo de bico</li><li>– Distância do bico à superfície do revestimento</li></ul>

Tabela 4.17 – Atividade de manutenção para anomalias identificadas EP03

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza química	<ul style="list-style-type: none"><li>– Nome comercial com a descrição de todos os produtos químicos</li><li>– Concentração da solução (taxa de diluição)</li><li>– Tempo de pré-molhagem do revestimento</li><li>– Ferramenta de aplicação do produto</li><li>– Tempo de permanência do produto no revestimento após sua aplicação</li><li>– Detalhes de enxaguar</li></ul>
Limpeza com escovação	<ul style="list-style-type: none"><li>– Tipo de escova (descrição da composição e espessura das fibras)</li><li>– Tempo provável de escovação</li></ul>

Tabela 4.18 – Atividades de manutenção proposta para EP03 (idade do edifício 17 anos)

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 17 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)															
		18	19	20	21	22	23	24	25	26	27						
<b>Fachada do EP03</b>	Verificação da aderência, eflorescências, limpeza																
	Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão																
	Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos																
	Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes																
	Limpeza com água (seguindo recomendações da construtora em Anexo)																
	Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo																
	Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal																
	Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica																
	Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)	Intervenção profunda	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN

Tabela 4-22 – Atividades de manutenção proposta para EP03 (idade do edifício 17 anos) - continuação

Ações de manutenção (após intervenções necessárias, com a recuperação do desempenho após 17 anos após o início do serviço)	Tipo de ação	Período (anos)													
		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
<b>Fachada do EP03</b>	Verificação da aderência, eflorescências, limpeza														
	Verificação de manchas localizadas: umidade, gordura, oriundas do assentamento, corrosão														
	Verificação do estado de cada elemento: pintura, quebra, fissuras, falhas nas juntas de assentamento e descolamentos														
	Verificação do funcionamento das esquadrias e componentes														
	Limpeza com água (segundo recomendações da construtora em Anexo)														
	Aplicação de produto hidrofugo / hidro-repelente, por pintura manual ou com equipamento de projeção e produto anti-vandalismo														
	Reparação / reposição de fissuras / pastilhas danificadas por meio de uma argamassa fluida à base de cal														
	Recuperação pontual de juntas. Reparação das áreas danificadas e recuperação com materiais com recomendação técnica														
	Substituição / reposição de elementos danificados ou / e em falta (quando necessário - QN)														
		Inspeção													
	Limpeza														
	Tratamento de superfície														
	Intervenção ligeira														
	Intervenção profunda	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN	QN

#### 4.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstra que buscou estabelecer uma nova maneira de tratar as edificações, em especial as fachadas dos prédios, a partir de critérios objetivos para sequenciar as verificações de inspeções e também sugerir uma linha de atividades de manutenção, para tipo de manifestação patológica ou anomalia identificada, estabelecendo critérios de maior ou menor urgência para tais procedimentos de manutenção, não esquecendo que estas atividades demandam tempo, responsabilidade técnica, planejamento e definição de custos, que deve ser de responsabilidade do usuário.

Neste contexto, procurou-se ao longo da dissertação abordar três aspectos importantes para definir uma eficiente política de manutenção. Inicialmente, pretendeu-se estudar e compreender como esta prática da manutenção é realizado em Portugal, de caráter relativo, buscando fazer uma correlação com as realidades da construção civil no Brasil. A informação resumida no presente Capítulo terá importante destaque no sentido de permitir o enquadramento dos conceitos da manutenção de edifícios, bem como a análise dos planos de inspeção e manutenção de edifícios (PIMEs) praticados em outros países na Europa, em especial em Portugal, que serviu de referência para essa pesquisa.

Importante etapa desse trabalho foi desenvolver um estudo das fachadas e dos fatores com necessidade de definição, com base na revisão bibliográfica, para o sucesso da implantação das medidas de manutenção. Em resumo, pretendeu-se sintetizar os principais fatores para uma abordagem prática da manutenção com base na seguinte informação: conhecimento das fachadas e dos seus elementos fonte de manutenção (EFM); caracterização dos agentes de degradação, das anomalias e eventuais causas; caracterização dos valores de vida útil e as ações de manutenção.

Finalmente, nos últimos Capítulos, em especial no Capítulo 3, buscou-se definir e validar as fases fundamentais, bem como os documentos necessários para a implantação dos planos de inspeção de fachadas. A identificação dos EFM, o sistema classificativo de anomalias, a preconização de medidas corretiva bem como o planejamento das ações preventivas são os procedimentos propostos e aferidos nesta fase da dissertação.

No seu todo a dissertação pode contribuir para a divulgação da utilidade do tema, essencialmente por introduzir uma proposta de procedimentos organizados e posteriormente testar a sua validade e aplicabilidade prática.

Foi possível atingir os objetivos propostos para esta pesquisa, introduzindo os principais conceitos necessários ao desenvolvimento de um plano de inspeção e manutenção de fachadas, além da definição de prazos, de ações de inspeções e proposição de atividades de manutenção, para cada manifestação patológica identificada. A formulação da metodologia de aplicação de um plano de inspeção e manutenção de fachadas, com base na referida revisão bibliográfica foi aferida a proposta com a aplicação a um caso real.

Cabe ressaltar que a atividade de manutenção de edifícios é complexa, que integra um vasto conhecimento a ser estudado, sendo necessária a continuidade desse trabalho, agregando novas informações e procedimentos.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

### 5.1. CONCLUSÕES

O estudo, apesar de não apresentar em seus objetivos, e com base nas definições apresentadas no Capítulo 2, demonstrou que desempenho, durabilidade e vida útil necessitam a realização de atividades de manutenção, visando a preservação de suas características e aspectos funcionais. Foi possível também ter a perfeita compreensão entre os diferentes conceitos para os diferentes tipos de manutenção, onde foi identificado, a partir dos conceitos, o momento de cada tipo de manutenção, das proativas (preventiva e preditiva) e das corretivas.

O desenvolvimento da rotina para sistematização dos planos de manutenção (RSPM) apresentou uma sequência de 3 atividades, caracterização / condições de exposição, etapa de vistorias e inspeções, finalizando com a aplicação do plano de manutenção que seguiu as anomalias identificadas, que seguiu critérios bem objetivos, baseados nos resultados dos levantamentos de campo, aplicados na Tabela 3.3, que fornece de maneira objetiva as condições da fachada do edifício.

Com base na metodologia proposta foi possível desenvolver uma metodologia para planejamento das operações de manutenção de fachadas, a partir da sistematização de rotinas de vistorias e de inspeções, atendendo aos critérios de desempenho, durabilidade e vida útil.

A pesquisa permitiu a sistematização dos conceitos das diversas partes pertinentes à manutenção e a sua associação ao desempenho de fachadas, podendo assim entender o comportamento dos diferentes intervenientes no desempenho de uma fachada.

Foi possível estabelecer uma rotina para a proposição das diferentes atividades necessárias ao planejamento de um plano de manutenção para fachadas. A partir da implantação da rotina de sistematização do plano de manutenção, foram evidenciadas três importantes etapas para a efetivação do plano de manutenção, ou seja, à caracterização, vistoria e inspeção das fachadas de edifícios, atividades fundamentais, mas que se tornaram de fácil aplicação em rotinas periódicas de verificação do perfeito funcionamento de uma fachada.

Finalmente, foi possível a aplicação da rotina para edifícios em Brasília, sendo possível confirmar a facilidade e eficiência da aplicação da ferramenta, onde é recomendável sua implantação em edifícios residenciais.

## 5.2. RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Os desenvolvimentos futuros que se preveem são no sentido do aperfeiçoamento e aprofundamento do conteúdo deste trabalho e no alargamento desta área de investigação aos elementos do interior e cobertura dos edifícios.

Julga-se poder ser esta dissertação de mestrado um contributo válido para a criação e o desenvolvimento de vários trabalhos futuros. Assim, propõe-se como trabalhos futuros, a seguir brevemente comentados:

### **i. Desenvolvimento de Pesquisa para Estudar as Envoltórias**

Sugere-se um estudo semelhante ao apresentado a esta dissertação, mas com desenvolvimento ao nível dos elementos de vão e outros elementos constituintes de fachadas que não foram passíveis de ser avaliados na presente dissertação e a outros elementos constituintes dos edifícios como o caso das coberturas.

Conforme já definido anteriormente, a fachada é parte integrante da envoltória dos edifícios, que também agregam as coberturas.

### **ii. Desenvolvimento de softwares para quantificação das anomalias**

Desenvolvimento de ferramentas informáticas que caracterizem os EFM de fachadas, bem como o levantamento das anomalias, causas prováveis, soluções de reparação metodologias de reparação para cada EFM.

### **iii. Procedimentos de decisão**

Importante documento a Rotina de Sistematização do Plano de Manutenção de Fachadas (RSPM) seria metodizar modelos de apoio à decisão, como objetivo de facilitar a tomada de decisões, onde além da definição do que e quando fazer (*what and when*), também estabelecer o nível de urgência das ações, assim como minimizar ações corretivas, que causam maiores impactos, tanto na execução de serviços, quanto nos custos.

Hoje com a vigência da ABNT NBR 15575:2013 a figura do usuário, com papel mais ativo na responsabilidade pela manutenção dos prédios, é importante criar / desenvolver mecanismos para ajudar os gestores dos edifícios a sintetizar a informação necessária, de acordo com a avaliação dos elementos de construção do edifício. Não obstante, o estado das



partes que compõem as fachadas, seria interessante criar processos para análise visual ou com recurso a meios especiais, como por exemplo, a termografia, deveria ser inserida como práticas corriqueiras nas operações necessárias de inspeção.

A metodização do PIMF utilizando o ciclo PDCA como ferramenta de eficácia e eficiência em suas atividades, onde seria possível prever as ações de o planejamento (*plan*), as rotinas e providências a serem tomadas ou feitas (*do*), os procedimentos de verificação / controle (*check*) e as atividades de ação para melhoria continua das atividades (*action*), para fazer da inspeção e da manutenção, técnicas cotidianas da garantia do desempenho satisfatório das fachadas dos edifícios.

#### **iv. Critérios de recebimento de materiais e serviços**

A indústria da construção ainda é muito artesanal e no serviço de fachadas as atividades ainda são seguem padrões e rotinas das construtoras, onde os materiais e os serviços não apresentam rotinas normatizadas de recebimento e de técnicas de execução, onde poderia ser desenvolvida linha de pesquisa de modo a serem estabelecidas técnicas eficientes para minimizar falhas nos materiais e nas execuções dos serviços.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5671 – Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura, estabelecendo os direitos e obrigações dos intervenientes da construção. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5674 Norma de Manutenção Predial. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12722 Discriminação dos serviços contratados para construção de edifícios. Rio de Janeiro, 1991.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220 Desempenho térmico de edificações, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15575-4 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BAUER, E.; CASTRO, E. K. Vida útil dos revestimentos de fachada - avaliação das Manifestações patológicas nas fachadas de edifícios de Brasília. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Anais ... Fortaleza, 2013.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. DE N. B. DA. Análise quantitativa de danos em sistemas de revestimentos de fachadas de Brasília. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais..., n. 1, p. 2015–2020, 2012.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; SILVA, M. DE N. B. DA. Estimativa da degradação de fachadas com revestimento cerâmico: estudo de caso de edifícios de Brasília. *Cerâmica* 6: 30 151-159, 2015.

BÁRBARA, A; DIOGO, S. A; BRITO, J. E FLORES C. I., *Statistical survey of the pathology, diagnosis and rehabilitation of ETICS in walls*, artigo técnico publicado no *Journal of Civil Engineering and Management* – Lisboa, 2014.

BORGES, C. A. M. O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRAGA, D. K.; AMORIM, C. N. D. Conforto térmico em edifícios residenciais do plano piloto de Brasília. In: I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Anais... São Paulo, ENTAC 2004, 1 CD-ROM. p. 18-21.

BSI BS 7543. *Guide to durability of building elements, products and components*. *British Standard Institution*, Inglaterra, 2003.

CAVALLI, A. F.; DOTAF, T. S. Avaliação da degradação do concreto devido à contaminação das águas por esgoto doméstico. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Patologias nas Obras Civis) – Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2008.

CB-02:140.01. Comissão de Estudo de Manutenção de Edificações. Ata de Reunião, 2010. ARAÚJO, H. N. de. Manual do proprietário do imóvel: um exercício prático. XXIX Cobenge – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Porto Alegre, 2001.

CÓDIGO CIVIL – LEI 10.406/02 – Conceitos e prazo de garantia legal.

CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR – LEI 8078/90 – Conceitos e prazo de garantia legal.

COSTA, M. S. Identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília, 2014.

CYTED, XV. F. Manual de Reparo, Proteção e Reforço de estruturas de Concreto. São Paulo: Red Rehabilitar, 2003.

FLORES, C. I. E BRITO, J. – Erros na utilização e manutenção de edifícios, artigo técnico publicado nas atas do 2º Congresso Nacional da Construção – Porto, 2004.

FLORES, I. DOS S.; BRITO, J. DE. Estratégias de Manutenção em Fachadas de Edifícios. Revista Engenharia Civil, p. 47–58, 2002.

FLORES-COLEN, I. DOS S.; BRITO, J. DE. A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies. *Construction and Building Materials*, 2010.

FLORES-COLEN, I. Estratégias de manutenção - elementos da envolvente de edifícios correntes. Dissertação (Mestrado). Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.

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

FLORES, C. I. E BRITO, J. – Inspeção, diagnóstico e planeamento de ações de manutenção em elementos de concreto e aço: casos de estudos em edifício escolar. Artigo técnico IST – UTL/ICIST – Lisboa, 2006.

FREITAS, J. G. DE. A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada: estudo de caso na cidade de Goiânia-GO. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, 2012.

GARRIDO, M. A. DE J. Previsão da vida útil de pinturas de fachadas de edifícios antigos. Tese (Doutorado). Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

GASPAR, P. Vida útil das construções: desenvolvimento de uma metodologia para a estimativa da durabilidade de elementos da construção. Aplicação a rebocos de edifícios correntes. Tese (Doutorado). Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1992.

Hertlein, B. (1999) - "Predictive maintenance - What should be in a condition database". In: 8DBMC - International Conference on The Durability of Building Materials and Components. Vancouver: Institute for Research in Construction, M. Lacasse, D. J. Vanier (eds.), pp. 1203-1212.

IBAPE-SP. Inspeção Predial: Check-up predial: guia da boa manutenção. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo, 2 ed, São Paulo: Liv. e Ed. Universitária de Direito, 2009.

ISO/DIS 16311 - *Maintenance and repair of concrete structures. Part 1: General principles*, 2014.

ISO/DIS 15686-1: *Buildings - Service life planning. Part 1: General principles and framework*, International Organization for Standardization, 2011.

ISO/DIS 15686-2: *Buildings - Service life planning. Part 2: Service life prediction procedures*, International Organization for Standardization, 2012.

ISO/DIS 15686-3 - *Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 3: Performance audits and reviews. International Organization for Standardization, 2002.*

ISO/DIS 15686-5 - *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 5: Life - cycle costing. International Organization for Standardization, 2008.*

ISO/DIS 15686-7 - *Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice. International Organization for Standardization, 2006.*

ISO/DIS 15686-8: *Buildings - Service life planning. Part 8: Reference service life and service-life estimation, International Organization for Standardization, 2008.*

ISO/DIS 15686-9 - *Buildings and constructed assets - Service-life planning. Part 9: Guidance on assessment of service-life data. International Organization for Standardization, 2008.*

ISO/DIS 15686-10 - *Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 10: When to assess functional performance. International Organization for Standardization, 5 2010.*

JÂCOME, C. C; MARTINS, J. G. *Reabilitação: Identificação e tratamento de patologias em edifícios. Universidade Fernando Pessoa, 2005.*

JOHNSON, B.; WILSON, A. H. (1982) - "Terminology of the Conservation Industry". Building Research Note n. ° 186. Ottawa: National Research Council of Canada.

KLIMPEL, E. DO C.; SANTOS, P. R. DA C. *Levantamento das manifestações patológicas presentes em unidades do conjunto habitacional de moradias Monteiro Lobato. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização), Instituto IDD, 2010*

LEI 4.591/64 – *Que dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias.*

LOPES, N. V.; FREITAS, V. P.; GIGANTE, J. M. (2006) - "Reabilitação de caixilharias de madeira em edifícios do século XIX e início do século XX". In: PATORREB 2006 - 2º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto: FEUP, UPC. V. P. Freitas, V. Abrantes, C. D. Gómez (eds.). II: pp: 691-700.

MADUREIRA, SARA S. Plano e manual de inspeção e manutenção de fachadas de edifícios correntes. Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 2011

MICHELIN, L. A. C. Manual de operação, uso e manutenção das edificações residenciais multifamiliares: coleta e avaliação de exemplares de empresas de Caxias do Sul – RS. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – UFRGS, Porto Alegre, 2005.

MORCOUS, G.; LOUNIS, Z. (2005) Maintenance Optimization of Highway Bridges Using Genetic Algorithms and Markovian Models. *Automation in Construction*, 14(1): pp. 129-142.

PEREIRA, P. S.; HIPPERT, M. A. S.; ABDALLA, J. G. S. Maintenance Management in Basic Health Units. XII DBMC – International Conference on Durability of Building Materials and Components, Porto, Portugal, 2011a.

PINTO, S, MARISA R – Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção: Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,

RESENDE, M. M. Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: Limpeza de revestimentos cerâmicos. Dissertação (Mestrado) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

RILEY, M.; COTGRAVE, A. (2005) - "Construction Technology 3 - The Technology of Refurbishment and Maintenance". New York: Palgrave Macmillan, 245p.

ROSENFELD, Y.; SHOHET, I. M. (1999) - Decision support model for semi-automated selection of renovation alternatives. *Automation in Construction*. 8: pp. 503-510.

SILVA, M. DE N. B. DA; BAUER, E.; CASTRO, E. K. Avaliação da degradação em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas de Brasília. In: Simpósio de Argamassa e soluções térmicas de revestimento, Anais..., p. 1–11, 2014(b).

SILVESTRE, J. D. Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos cerâmicos aderentes. Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 2005.

SILVESTRE, J. D.; FLORES-COLEN, I. DOS S.; BRITO, J. DE. Estratégia de Manutenção Proativa para Juntas de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA). In: 1º Congresso Nacional de Argamassas de Construção, p. 1 – 12, Anais..., Lisboa, 2005.

SOUSA, R. D. Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachada. Dissertação (Mestrado), Universidade técnica de Lisboa Instituto Superior Técnico, 2008.

SOUZA, J. S. Evolução da degradação de fachadas – efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes. Dissertação (Mestrado) Universidade de Brasília, 2016.

SOUZA, J. S. DE; NASCIMENTO, M.; BAUER, E. Estudo da quantificação da degradação de fachadas de edifícios por meio do mapeamento de anomalias. In: CIRMARE - Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios, Anais..., n. 1, Rio de Janeiro, 2015.

VERZOLA, S. N.; MARCHIORI, F. F.; ARAGON, J. O. Proposta de lista de verificação para inspeção predial x urgência das manutenções, artigo técnico publicado no XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Maceió/AL – 2014.

ZANONI, V. A. G. Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmica de fachadas em Brasília. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília, 2015.



## **ANEXO I**

## A. Anexo I – DOCUMENTOS DA CONSTRUTORA DO EDIFÍCIO EP01

### EP01 – SETOR NOROESTE DE BRASÍLIA



Figura A-0.1 – Fotos de parte das fachadas do EP01

O edifício EP01, objeto deste estudo prático é uma unidade residencial, composta de seis pavimentos, dois subsolos para garagens e coberturas individuais e coletivas, conforme fotos. Trata-se um prédio novo, já em uso, com um ano de entrega para os usuários, onde também fazem parte deste trabalho os manuais entregues pela construtora ao condomínio.

No documento entregue ao condomínio, cabe ressaltar que o mesmo apresenta a definição de manutenção que é “Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”.

Nas Figuras a seguir, imagens de alguns documentos fornecidos pela construtora no ato da entrega do prédio ao Condomínio constituído em reunião convocada pela construtora para fins de oficializar a constituição do condomínio.

## Manual do Síndico



Fernandes & Grossi Engenharia  
PERÍCIAS DE ENGENHARIA E INSPEÇÕES PREDIAIS

### Algumas Recomendações de Manutenção

- FACHADAS**
  - ✓ Efetuar lavagem com água corrente escova macia e sabão neutro no mínimo a cada 2 anos.
  - ✓ NÃO utilizar jato de água de alta pressão para lavagem das fachadas. A força do jato pode arrancar dos caixilhos de alumínio as partes calafetadas com silicone ou qualquer outro material protetor contra infiltração;
  - ✓ Antes de executar qualquer tipo de pintura, seja tinta a óleo, látex ou cal, proteger as esquadrias de alumínio com fitas adesivas de PVC. Não utilize fitas tipo "crepe" pois elas costumam manchar as esquadrias quando em contato prolongado;
  - ✓ Remover a fita adesiva imediatamente após o uso, uma vez que sua cola contém ácidos ou produtos agressivos, que em contato prolongado com as esquadrias poderão danificá-las;
  - ✓ Caso haja contato da tinta com as esquadrias, limpar imediatamente com pano seco e em seguida, com pano umedecido em solução de água e detergente neutro;
  - ✓ Na limpeza das fachadas não utilize soluções que contenham produtos agressivos de quaisquer tipos sempre protegendo as esquadrias com fita de PVC, aplicando-a cuidadosamente, sem que fique nenhuma área desprotegida ou com mau contato. Caso isso não seja possível, recomenda-se que a limpeza da fachada seja feita com o uso de água com detergente neutro a 5%.
  - ✓ Cuidado na requadrada externa da janela e sob peitoris de mármore nos dormitórios (no caso de furação para instalação de tela de proteção para não atingir as molduras de poliestireno)
- ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO**
  - Limpeza das esquadrias
    - ✓ A limpeza das esquadrias como um todo, inclusive guarnições de borrachas e escovas, deverá ser feita com solução de água e detergente neutro a 5%, com auxílio de esponja macia, nos períodos abaixo indicados;
    - ✓ No mínimo, a cada 12 meses em zona urbana ou rural;
    - ✓ As janelas e portas, de correr exigem que seus trilhos inferiores e drenos

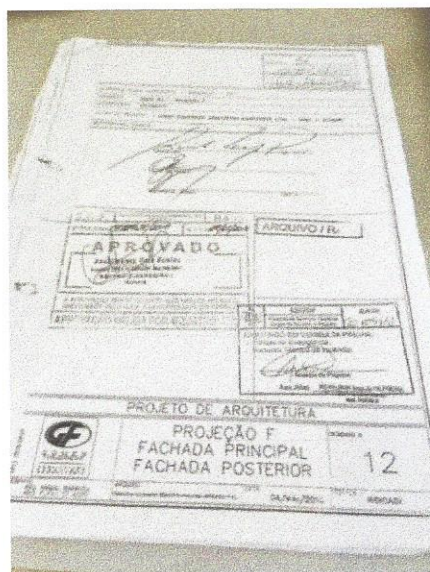
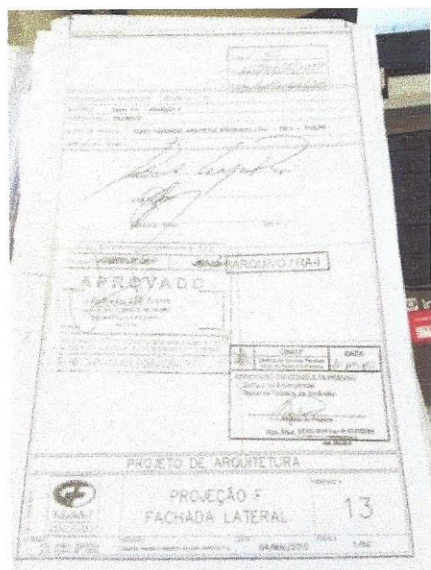


Figura A-0.2 – Imagens digitalizadas dos documentos do EP01

MANUAL DO SÍNDICO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os revestimentos externos executados nas fachadas revestidos em chapisco, massa única, massa texturizada (LEINETEX REVESTIMENTO RUSTICO – BRANCO

GEADA L 1209), pastilhas (ATLAS 5X5CM BRITA SG8430), ACM, brises e pele de vidro conforme projeto arquitetônico e de fachada.

#### MANUTENÇÕES E RECOMENDAÇÕES DA CONSTRUTORA

- a) A manutenção do revestimento externo deve ser feita, mediante lavagens e repintura da fachada, periodicamente conforme Capítulo 4 – Manutenção.
- b) Essas lavagens são realizadas com jatos (leque aberto), provenientes de um compressor, utilizando pressão de 70 bar, distante cerca de 70 cm do substrato a ser limpo.
- c) Não utilizar jato de água em alta pressão. A força do jato pode danificar o revestimento, rejuntamento e partes calafetadas (juntas de dilatação e frisos).
- d) Quando não for obtido um resultado satisfatório somente com o jato de água, recomenda-se a adição de soluções de hipoclorito de sódio (12%). Na fração 1:10 (hipoclorito: água) ou detergente neutro 1:6 (detergente neutro: água).
- e) Consultar o fornecedor do material no caso de uso de outros produtos de limpeza, para indicação de empresas autorizadas a proceder à limpeza do revestimento.
- f) Não utilize soluções que contenham produtos agressivos de quaisquer tipos e, caso isso não seja possível.
- g) Em caso de áreas fissuradas, descoladas, manchadas ou com vestígios de impactos, recomenda-se a reaplicação do revestimento entre os frisos de emendas de panos mais próximos.
- h) Antes de executar qualquer tipo de pintura, seja tinta a óleo, látex, cal ou outras, proteger as esquadrias de alumínio com fitas adesivas de PVC (não utilize fitas tipo "crepe", pois elas costumam manchar as esquadrias quando em contato prolongado), sem que fique nenhuma área desprotegida ou com mau contato, removendo-as imediatamente após o uso, uma vez que sua cola contém ácidos ou produtos agressivos, que em contato prolongado com as esquadrias poderão danificá-las;
- i) Limpar as esquadrias imediatamente com pano seco e em seguida com pano umedecido em solução de água e detergente neutro, caso haja contato com a tinta.

## CERÂMICA

- a) Nunca utilizar ácido fluorídrico ou produtos de origem duvidosa.
- b) Para realizar limpeza para remover os restos de rejunte dos produtos cerâmicos (Rústicos), a limpeza deve ser efetuada utilizando detergente a base de ácido clorídrico (HCL), devendo ser realizada em uma única vez para não comprometer o rejunte evitando assim corrosão, ou seja, o ataque químico sobre o rejunte.

## REJUNTAMENTO

- a) Com o auxílio de um rodo ou uma desempenadeira de borracha, complete o rejuntamento com a nata em toda a superfície da cerâmica.
- b) As juntas poderão ser frisadas ou palitadas, se necessário.
- c) Após aproximadamente 15 minutos do término do rejuntamento, retire o excesso de nata com uma esponja úmida em água. Após a secagem total, faça o acabamento com esponja seca.

## MANUAL DE UTILIZAÇÃO

O papel do manual de utilização das fachadas é informar ao usuário quais itens devem ser avaliados, de modo, a saber, se seu desempenho atende às expectativas propostas, onde devem ser observados os seguintes itens à luz da ABNT NBR 15575:2013.

Como sugestão desse trabalho, serão apresentadas as Tabelas 5.5 e 5.6 que mostrarão propostas de ações de manutenções para a área de vãos das fachadas, ou seja, as janelas e as portas, onde a partir de revisões bibliográficas chegou-se a essa sugestão de ações de manutenção, com periodicidade de inspeções.

No manual entregue pela Construtora ao usuário, o autor dá destaque as recomendações para a fachada e para as esquadrias, abaixo citadas:

## FACHADAS

- Efetuar lavagem com água corrente escova macia e sabão neutro no mínimo a cada 2 anos.
- NÃO utilizar jato de água de alta pressão para lavagem das fachadas. A força do jato pode arrancar dos caixilhos de alumínio as partes calafetadas com silicone ou qualquer outro material protetor contra infiltração;
- Antes de executar qualquer tipo de pintura, seja tinta a óleo, látex ou cal, proteger as esquadrias de alumínio com fitas adesivas de PVC, não utilize fitas tipo "crepe" pois elas costumam manchar as esquadrias quando em contato prolongado;
- Remover a fita adesiva imediatamente após o uso, uma vez que sua cola contém ácidos ou produtos agressivos, que em contato prolongado com as esquadrias poderão danificá-las;
- Caso haja contato da tinta com as esquadrias, limpar imediatamente com pano seco e em seguida, com pano umedecido em solução de água e detergente neutro;
- Na limpeza das fachadas não utilize soluções que contenham produtos agressivos de quaisquer tipos sempre protegendo as esquadrias com fita de PVC, aplicando-a cuidadosamente, sem que fique nenhuma área desprotegida ou com mau contato. Caso isso não seja possível, recomenda-se que a limpeza da fachada seja feita com o uso de água com detergente neutro a 5%.
- Cuidado na requadrção externa da janela e sob peitoris de mármore nos dormitórios (no caso de furação para instalação de tela de proteção para não atingir as molduras de poliestileno)

## ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

No que tange as esquadrias, a construtora apenas recomenda a ação de limpeza das esquadrias, a seguir citadas:

- A limpeza das esquadrias como um todo, inclusive guarnições de borrachas e escovas, deverá ser feita com solução de água e detergente neutro a 5%, com auxílio de esponja macia, nos períodos abaixo indicados:
- No mínimo, a cada 12 meses em zona urbana ou rural;

- As janelas e portas de correr exigem que seus trilhos inferiores e drenos (orifícios) sejam frequentemente limpos, evitando-se o acúmulo de poeira e entrada de água para o interior do ambiente, comprometendo o desempenho das roldanas e exigindo a sua troca precoce;
- NÃO usar em hipótese alguma, fórmulas de detergentes com saponáceos, esponjas de aço de qualquer espécie, ou qualquer outro material abrasivo;
- NÃO usar produtos ácidos ou alcalinos, sua aplicação poderá causar manchas na anodização tornando o acabamento opaco;
- NÃO utilize objetos cortantes ou perfurantes para auxiliar na limpeza dos "cantinhos" de difícil acesso. Essa operação poderá ser feita com o uso de pincel de cerdas macias embebido na solução de água e detergente neutro a 5%;
- NÃO utilize vaselina, removedor, thinner ou qualquer outro produto derivado do petróleo, pois além de ressecar plásticos ou borrachas, fazendo com que percam sua função de vedação, possuem componentes que vão atrair partículas de poeira que agirão como abrasivo, reduzindo em muito a vida do acabamento superficial do alumínio;
- NÃO remover as borrachas ou massas de vedação:
- Caso ocorram respingos de cimento, gesso, ácido ou tinta, remova-os imediatamente com um pano umedecido na mesma solução de água e detergente neutro a 5% e, logo após, passe uma flanela;
- Todas as articulações e roldanas trabalham sobre a camada de nylon auto lubrificante, razão pela qual dispensam quaisquer tipos de graxa ou óleo lubrificante. Estes produtos não devem ser aplicados às esquadrias, pois em sua composição poderá haver ácidos ou componentes não compatíveis com os materiais usados na fabricação das esquadrias.



Figura A-0.3 – Foto Fachada – Empena Leste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



Figura A-0.4 – Foto Fachada – Empena Leste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)





Figura A-0.5 – Foto Fachada – Fachada Sul (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



Figura A-0.6 – Foto Fachada – Fachada Sul (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



Figura A-0.7 – Foto Fachada – Fachada Norte (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



Figura A-0.8 – Foto Fachada – Fachada Norte (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



Figura A-0.9 – Foto Fachada – Empena Oeste (vistoria local ao prédio objeto de aplicação da metodologia)



**FERNANDES & GROSSI ENGENHARIA**  
**PERÍCIAS DE ENGENHARIA E INSPEÇÃO PREDIAL**

Fachadas		
Elemento	Situação Encontrada	Observações
Tetos	Satisfatória	Aprovado
Paredes	Satisfatória	Aprovado
Pisos	Satisfatória	Aprovado

Os revestimentos apresentam-se com nivelamento, acabamentos, caimentos e juntas satisfatórios sem apresentar nenhuma anomalia aparente.

Figura A-0.10 – Laudo de Entrega da Construtora para o Usuário (Fonte: Laudo entregue pela Construtora para o Usuário)

Tabela A-0.1 – Procedimentos de manutenção preventiva para Usuário (recomendações da construtora)

ÍTEM	DESCRIÇÃO	PERIODICIDADE
Esquadrias de Alumínio	Limpeza geral esquadria (zona urbana ou rural)	1 vez ao ano
	Limpeza geral esquadria (zona marítima ou industrial)	1 vez a cada 3 meses
Impermeabilização	Inspecionar os rejuntamentos dos pisos cerâmicos, ralos e peças sanitárias.	1 vez ao ano
Estruturas / Paredes	Inspecionar a camada drenante do jardim	1 vez ao ano
	Repintar áreas privativas	A cada 3 anos
	Repintar áreas comuns	A cada 3 anos
	Repintar fachada da edificação	A cada 5 anos
	Lavagem da fachada da edificação	A cada 2 anos

Informações da construtora quanto à perda da garantia (ocorrerá quando):

- Não for observado o que dispõe o Manual do Proprietário e a NBR 5674 – Manutenção da Edificação da ABNT, no que diz respeito à manutenção, o uso e a operação correta para os imóveis habitados ou não, durante o prazo de vigência da garantia legal;
- Nos termos do artigo 1058 do Código Civil, ocorrer qualquer caso fortuito, ou de força maior, que impossibilite a manutenção da garantia concedida;
- For executada reforma no imóvel pelo condomínio ou descaracterizações dos sistemas construtivos integrantes da edificação, bem como outros dispositivos expressos neste Manual;
- For verificado o mau uso de equipamentos e sistemas, bem como manuseios impróprios;
- Houver danos por mau uso, ou não respeitando os limites admissíveis de sobrecarga nas instalações e estruturas;
- O síndico, representante legal do condomínio, não permitir o acesso do profissional destacado pela Construtora, nas dependências da edificação, para proceder à Vistoria de conformidades com a Assistência Técnica;

- Forem identificadas irregularidades na Vistoria de Assistência Técnica, e as devidas providências sugeridas não forem tomadas por parte dos proprietários ou Condomínio.

## **ANEXO II**

**A. Anexo II – PROPOSIÇÃO DE DOCUMENTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DA RSPM DE UMA FACHADA**

Tabela A.0.1 – Ações recomendadas de manutenção

Tipos de anomalias	Código da anomalia	Ações recomendadas
Falha de rejunte	FR	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.6.
Eflorescência	EF	Deverá seguir o nível de limpeza informado pela tabela 6.4, em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.6.
Falha de vedação	FV	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.6.
Fissuração	FI	Reparação dos elementos mais afetados com utilização de produtos elásticos no assentamento e no novo fechamento das fissuras em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.6.
Deslocamento cerâmico	DC	As anomalias de perda de aderência devem ser corrigidas com reparações / substituições localizadas. A reparação de elementos descontínuos deve ser efetuada em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.6.

Tabela A.0.2 – Ações de limpeza da fachada de edifícios – adaptação de RESENDE (2011)

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza com água	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pressão água</li> <li>– Vazão de água (l/min)</li> <li>– Temperatura da água</li> <li>– Tempo de aplicação</li> <li>– Tipo de bico</li> <li>– Distância do bico à superfície do revestimento</li> </ul>

Tabela A.0.3 - Ações de limpeza da fachada de edifícios – adaptação de RESENDE (2011)

Ação de limpeza	Maneira de execução
Limpeza química	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nome comercial com a descrição de todos os produtos químicos</li> <li>- Concentração da solução (taxa de diluição)</li> <li>- Tempo de pré-molhagem do revestimento</li> <li>- Ferramenta de aplicação do produto</li> <li>- Tempo de permanência do produto no revestimento após sua aplicação</li> <li>- Detalhes de enxaguar</li> </ul>
Limpeza com escovação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de escova (descrição da composição e espessura das fibras)</li> <li>- Tempo provável de escovação</li> </ul>



Tabela A-0.4 – Inspeção e manutenção dos vãos (portas e janelas)

EFM	Ações de manutenção	Tipo de ação	S	A	B	T	Q	D	QN	
<b>Vãos (janelas e portas)</b>	Verificação de empenas, descascamento do revestimento, fendas e apodrecimentos	Inspeção	X							
										Verificação da estanqueidade dos perfis
	Madeiras	Limpeza e raspagem	Limpeza							X
		Pinturas de proteção (biocidas e tintas que não produzam descascamento) e vernizes	Tratamento da superfície				X			
		Em caso de empenamento, lixar os elementos em questão	Intervenção ligeira							
	Alumínio	Verificação de oxidações								
		Verificação da estanqueidade dos perfis	Inspeção	X						
		Verificação da curvatura e empenamentos								
		Limpeza com água e detergentes não alcalinos	Limpeza		X					
		Reposição do revestimento de perfis pré-pintados	Intervenção ligeira						X	
PVC	Verificação da estanqueidade dos perfis									
	Verificação da curvatura e empenamentos	Inspeção	X							
	Verificação do estado de limpeza									
	Limpeza com água e sabão neutro com esponja ou pano	Limpeza	X							
	Não aplicável	Intervenção ligeira	X							

Tabela A.0.4 – Inspeção e manutenção dos vãos (portas e janelas) – continuação

EFM	Ações de manutenção	Tipo de ação	S	A	B	T	Q	D	QN
Vãos	Verificação das peças danificadas	Vistoria				Mensal			
	Limpeza com água e detergentes	Limpeza	X						
Outros	Substituição	Substituição							X
	Verificação do funcionamento	Inspeção		X					
	Verificação de corrosão								
	Lubrificação de elementos, revisão dos elementos (apertos das folgas)	Intervenção ligeira		X					
	Substituição das peças com corrosão	Intervenção profunda							X
	Verificação das ligações e dos elementos de vedações	Inspeção		X					
Vedantes de juntas	Substituição	Substituição							X

**Legenda:**

**S** – Semestral; **A** – Anual; **B** – Bienal; **T**: Trienal; **Q**: Quinquenal; **D**: Decenal; **QN**: Quando Necessário; EFM: Elemento Fonte de Manutenção

**Plano de Atividades de Manutenção**

Tabela A.0.5 – Proposta de plano de atividades para a manutenção de fachadas em função das anomalias mais recorrentes

Ação	Periodicidade	Intervenção	Valor previsto
Sujeira em fachadas	Anual	Limpeza com água	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	Limpeza química	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
Falha de rejunte	Anual	Limpeza com escovação	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.4.	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
Eflorescência	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	Deverá seguir o nível de limpeza informado pela Tabela 6.4, em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.4.	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
Falha de vedação	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	Substituição dos elementos em risco e reposição dos elementos em falta em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.4.	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
Fissuração	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	Reparação dos elementos mais afetados com utilização de produtos elásticos no assentamento e no novo fechamento das fissuras em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.4.	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado
Deslocamento cerâmico	Após situações críticas (ver Tabela 3.3)	As anomalias de perda de aderência devem ser corrigidas com reparações / substituições localizadas. A reparação de elementos descontínuos deve ser efetuada em função do nível de urgência fornecido pela Tabela 3.4.	A ser quantificado em área por m <sup>2</sup> executado