



**ESTUDO DA INICIAÇÃO E DA PROPAGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE
FACHADAS COM REVESTIMENTO EM ARGAMASSA**

LARISSA MARA GONÇALVES MOTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

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

**ESTUDO DA INICIAÇÃO E DA PROPAGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO
DE FACHADAS COM REVESTIMENTO EM ARGAMASSA**

LARISSA MARA GONÇALVES MOTA

ORIENTADOR: Prof. Elton Bauer, DSc

**PUBLICAÇÃO: E.DM – 09A/21
BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO/2021**

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

**ESTUDO DA INICIAÇÃO E DA PROPAGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE
FACHADAS COM REVESTIMENTO EM ARGAMASSA**

LARISSA MARA GONÇALVES MOTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO 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, DSc.(ENC-UnB)
(Orientador)**

**Prof. Jéssica Siqueira de Souza, DSc. (ENC-UnB)
(Examinador Interno)**

**Prof. Francisco Gabriel Santos Silva, DSc. (UFBA)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 08 DE DEZEMBRO DE 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

MOTA, LARISSA MARA GONÇALVES

Estudo da iniciação e da propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa. [Distrito Federal] 2021. Xxi,179p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre em Estruturas e Construção Civil, 2021). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Degradação
3. Anomalias
5. Argamassa

2. Durabilidade
4. Fachadas

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Mestre)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOTA, L. M. G. (2021). Estudo da iniciação e da propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 09A/21, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 179p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Larissa Mara Gonçalves Mota

TÍTULO: Estudo da iniciação e da propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa.

GRAU: Mestre

ANO:2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais 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.

Larissa Mara Gonçalves Mota

UnB, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte

70.904-111 Brasília/DF – Brasil

larissagmota@gmail.com

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo ao Senhor Deus todo-poderoso,
que fez o céu e a terra, que sustenta todas as coisas.
O único digno de receber toda a honra e toda a glória.

**“Com quem vocês vão me comparar? A quem eu seria igual?” – diz o Santo.
Levantem os olhos para o alto e vejam.
Quem criou estas coisas?
Aquele que faz sair o seu exército de estrelas,
todas bem-contadas,
as quais ele chama pelo nome;
por ser ele grande em força
e forte em poder,
nem uma só vem a faltar.
Isaías 40.25-26**

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, por quem Ele é, pela Sua misericórdia, graça e amor; por ter me adotado como filha por meio do sacrifício de Jesus, meu Salvador e Senhor; por firmar a minha identidade em Cristo e por tudo mais que não me é possível descrever.

Deus usou muitas pessoas para me abençoar nesta caminhada. Sou muito grata a cada uma delas!!

À minha família, em especial aos meus pais, Maria e Osmundo; aos meus irmãos, Alexandra, Alexandre, Osmundo Jr. e Enzo; aos meus cunhados e sobrinhos, por todo amor, carinho, incentivo e apoio. Agradeço também à vovó Amélia, às minhas irmãs do coração, Elídia e Gabrielly, aos meus tios e primos pelo carinho e cuidado. Eu amo tanto vocês!

À minha família em Brasília, em especial ao tio Vidal e a querida Maria por me acolherem tão amorosamente em Brasília, me cuidando como filha. Ao meu primo amado, José Henrique, por ter me recebido com tanto carinho. Aos meus queridos primos Zezinho, Cleude, Terezinha, Aluísio, Toinho, Yara, Giovana, Patrick, Thiago, Mariane, Aluísio Filho e Manuel, pelo incentivo e apoio. Agradeço também a querida tia Raimundinha. Vocês são muito especiais para mim!

Ao meu orientador, professor Elton Bauer, pelas valorosas lições ensinadas, por sua dedicação, paciência, compreensão e encorajamento que me ajudaram a superar os obstáculos, alcançando esse resultado. Não tenho palavras para expressar a minha gratidão.

À Prof. Aldecira Gadelha Diógenes e ao Prof. Esequiel Fernandes Teixeira Mesquita, pelos ensinamentos e incentivo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil (PECC) da Universidade de Brasília, em especial aos professores João Henrique, Eugênia Fonseca, Cláudio Henrique e Valdirene pelo conhecimento compartilhado e pela cordialidade.

Aos amigos do PECC, em especial à Mara Monaliza, Karoline da Hora, Érica Nóbrega, Ana Luiza, Natália Reis e Natália Oliveira, colegas de turma, pelas discussões

acadêmicas, amizade e tentativas de aliviar a tensão do mestrado. Agradeço à Brenda, Gabriel Martins, Guilherme Gurgel, Myrelle Freitas, Caio Cavalcante, Wilber Vélez, Iarly Vanderlei, Paulo Fernando, Jonas, Wallas Borges, John Kennedy, Iago Freitas, Carlos Valbson, Ana Carla, Jéssica de Souza e Fernanda. Amigos, foi uma bênção contar com vocês nessa jornada; são muito especiais para mim. Sempre lembrarei com muito carinho de cada um de vocês.

Ao Fábio e a Morgana pelo suporte nas inspeções dos edifícios e auxílio na ortogonalização das imagens. Muito obrigada!!

Aos queridos amigos da graduação, Karen Furtado, Priscila Samara, Rodrigo Nunes, Yuri Osterno, André Madson, Rômulo Sousa, Suzan Patrício, Ismael Lima, Roger Ribeiro, Francisco Brandão e Jéssica, pela fiel amizade. Vocês são muito queridos!

Às amigas Kaenne, Lívia, Lorena, Teresa Bruna, Layanne e Elves, pela amizade, carinho, cuidado e atenção.

À Kelviane Vieira, Gabriela Magalhães, Amanda Carneiro, Jéssica Falcão, Wellington Ribeiro, Camilo Ferreira, Jônatas de Lara e Matheus Sant'Ana, vocês são instrumentos de Deus na minha vida. Agradeço a vocês por sempre me lembrarem das Escrituras nos momentos de angústia e por sempre cuidarem de mim em suas orações. Amo muito vocês!

Às minhas amigas e irmãs em Cristo do grupo de estudos bíblicos para mulheres: Acsa, Kéren e Kézia. Vocês foram usadas grandemente por Deus. Sou muito grata por suas orações, apoio e amor. Eu amo muito cada uma de vocês, minhas irmãs.

Aos amigos e irmãos em Cristo da Igreja Presbiteriana do Lago Norte, em especial ao reverendo Carlinhos. Agradeço também aos amigos e irmãos em Cristo da Primeira Igreja Presbiteriana de Itapipoca, em especial as minhas amadas Tereza Raquel, Sofia Prado, Débora Lima, Amanda Diógenes e Sarah Oliveira.

À Universidade de Brasília pela oportunidade de realizar o mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro através de bolsa de mestrado.

RESUMO

ESTUDO DA INICIAÇÃO E DA PROPAGAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DE FACHADAS COM REVESTIMENTO EM ARGAMASSA.

Autora: Larissa Mara Gonçalves Mota

Orientador: Elton Bauer

Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, dezembro de 2021

As fachadas dos edifícios estão submetidas a agentes climáticos de degradação os quais são responsáveis pela origem de mecanismos de degradação que levam ao desenvolvimento de anomalias. A fachada, juntamente com a cobertura, é o sistema mais exposto à ação dos agentes de degradação, logo é mais suscetível a ocorrência de anomalias. Nesse contexto, investigar a evolução da degradação através da relação entre anomalias, agentes e mecanismos é importante para fornecer subsídios para estudos de durabilidade dos edifícios. O objetivo desta pesquisa é investigar a iniciação e a propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa nas diferentes zonas e orientações, identificando os mecanismos que atuam no surgimento e na propagação das anomalias. Esta investigação emprega o Método de Mensuração da Degradação que tem como base a inspeção de edifícios em uso. A metodologia é aplicada ao estudo de 75 amostras de fachada de edifícios localizados em Brasília. As análises são baseadas em índices de degradação calculados a partir das variáveis investigadas, especificamente a orientação solar e as zonas da fachada. Os resultados permitem a identificação de tendências de degradação. A fissura é a anomalia que mais degrada os revestimentos em argamassa, seguida das manchas. Paredes contínuas é a zona com maior incidência de degradação e o topo da fachada é a zona onde ocorre a maior gravidade de degradação. As fachadas de orientação leste e norte são as mais críticas em relação à degradação, tanto na iniciação como na propagação da degradação.

Palavras-chave: Degradação; Durabilidade; Anomalias; Fachadas; Argamassa.

ABSTRACT

STUDY OF THE INITIATION AND PROPAGATION OF DEGRADATION OF RENDERED FACADES.

Author: Larissa Mara Gonçalves Mota

Supervisor: Elton Bauer

Postgraduate program in Structural Engineering and Construction

Brasília, December de 2021

Building facades are subjected to climatic degradation agents which are responsible for the origin of degradation mechanisms that lead to the development of anomalies. The facade, together with the roof, is the system most exposed to the action of degradation agents, therefore it is more susceptible to the occurrence of anomalies. In this context, investigating the evolution of degradation through the relationship between anomalies, agents and mechanisms is important to provide subsidies for studies on the durability of buildings. The objective of this research is to investigate the initiation and propagation of degradation of rendered facades in different zones and orientations, identifying the mechanisms responsible for the emergence and propagation of anomalies. This investigation uses the Degradation Measurement Method which is based on the inspection of buildings in use. The methodology is applied to the study of 75 facade samples from buildings located in Brasilia. The analyzes made are based on degradation indices calculated from the investigated variables, specifically the solar orientation and the facade zones of the samples. The results allow the identification of degradation patterns. The crack is the anomaly that most degrades rendered facades, followed by stains. Continuous walls is the zone with the highest incidence of degradation and the top of the facade is the zone where the most severity degradation occurs. East and north oriented facades are the most critical in terms of degradation, both in the initiation and propagation of degradation.

Keywords: Degradation; Durability; Anomalies; Facades; Mortar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Desempenho ao longo do tempo (ABNT NBR 15575-1, 2008).....	9
Figura 2.2 - Exigências dos usuários (ABNT NBR15575-1, 2021).....	10
Figura 2.3 - Fatores que condicionam a evolução das anomalias e da degradação (BAUER, 2016).....	13
Figura 2.5 - Divisão da fachada em amostras (PIAZZAROLLO, 2019).	16
Figura 2.6 - Exemplo de curva de degradação (SOUZA, 2019).....	20
Figura 2.7 - Agentes de degradação quanto à natureza (ISO 15586-2, 2012).....	20
Figura 2.8 - Agentes de degradação segundo a sua origem (ISO 15686-1, 2011). ..	21
Figura 2.9 - Componentes da radiação solar (ZANONI, 2015).....	24
Figura 2.10 - Fatores que condicionam a sensibilidade dos materiais às solicitações térmicas, de acordo com Vicente (2002).....	27
Figura 2.11 - Influência da temperatura e da umidade nas anomalias (SILVA, 2007).	28
Figura 2.12 - Parábola da chuva incidente nas fachadas (COUPER, 1972 apud PETRUCCI, 2000 adaptado por MELO JR; CARASEK, 2011).	30
Figura 2.13 - Fluxograma de processamento dos modelos de simulação higrotérmica (adaptado de EN 15.026, 2007).	33
Figura 2.14 - Agentes de degradação, mecanismos de degradação e anomalias (adaptado de CÓIAS, 2009).....	35
Figura 2.15 - Empolamento por contração da base (adaptado de THOMASSON, 1982).	40
Figura 2.16 - Fissura por dilatação da base (adaptado de THOMASSON, 1982).	43
Figura 3.1 - Etapas da metodologia proposta.....	49

Figura 3.2 – Tipos de elementos arquitetônicos e subdivisão da fachada em amostras.	51
Figura 3.3 - Sistema de orientação adotado (adaptado de GARRIDO; PAULO; BRANDO, 2012).....	53
Figura 3.4 - Definição das zonas das fachadas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021). ..	55
Figura 3.5 - (a) valores médios mensais da radiação solar total e (b) valores totais da chuva dirigida ao longo do ano em Brasília.....	57
Figura 3.6 - Número de amostras por (a) idade, (b) tipo de elemento construtivo e (c) orientação.....	59
Figura 3.7 - Exemplo de sobreposição da malha ao mapeamento definido pelo MMD.	60
Figura 4.1 - Valores médios de FD (dados gerais).....	66
Figura 4.2 - Valores médios de FD: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	67
Figura 4.3 – Incidência da degradação nas zonas: (a) Valores médios de FDz; e (b) Distribuição percentual dos valores médios de FDz (dados gerais).....	68
Figura 4.4 – Gravidade da degradação nas zonas: (a) Valores médios de FDw; e (b) Distribuição percentual dos valores médios de FDw (dados gerais).	69
Figura 4.5 – Incidência da degradação: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	70
Figura 4.6 - Gravidade da degradação nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	71
Figura 4.7 – Valores médios de $FD_{anomalia}$ (dados gerais).....	72
Figura 4.8 – Valores médios de $FD_{anomalia}$: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	73
Figura 4.9 – $FD_{anomalia}$ em função da orientação (dados gerais).	75

Figura 4.10 - $FD_{anomalia}$ em função da orientação: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	78
Figura 4.11 - Incidência das anomalias nas zonas (dados gerais).....	80
Figura 4.12 - Gravidade das anomalias nas zonas (dados gerais).	80
Figura 4.13 - Incidência das anomalias nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	82
Figura 4.14 - Gravidade das anomalias nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Vida Útil de Projeto para vedações verticais externas, revestimentos e pintura de fachadas (ABNT NBR 15575-1, 2021).	8
Tabela 3.1 - Percentual médio de ocorrência de cada zona na amostragem.	60
Tabela 3.2 - Número de amostras em função da fase de degradação e da idade.	63
Tabela 3.3 - Número de amostras de fase de degradação e da orientação.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais requisitos e critérios estabelecidos para fachadas pela norma de desempenho (ABNT NBR 15575-1; 4, 2021).	11
Quadro 2.2 - Métodos de previsão de vida útil.	14
Quadro 2.3 - Indicadores de degradação propostos por diferentes metodologias (fachadas com revestimento em argamassa).....	18
Quadro 2.4 - Indicadores de degradação propostos por diferentes metodologias (fachadas com revestimento em cerâmica).....	19
Quadro 2.5 - Agentes de degradação segundo a procedência (adaptado de ASMT E-632, 1996).	22
Quadro 2.6 - Mecanismos, agentes e propagação das anomalias de fachadas em argamassas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).....	37
Quadro 3.1 - Elementos de análise e variáveis independentes.	50
Quadro 3.2 - Instruções para divisão das amostras de fachadas (PIAZZAROLLO, 2019).	52
Quadro 3.3 - Classificação e denominação das anomalias.....	54
Quadro 3.4 - Definição das zonas das fachadas.....	55
Quadro 3.5 - Características do conjunto estudado.	58
Quadro 4.1 - Hierarquização das fachadas de acordo com a ocorrência da degradação (dados gerais).	66
Quadro 4.2 - Hierarquização das fachadas de acordo com a ocorrência da degradação.	68
Quadro 4.3 - Hierarquização das zonas da fachada de acordo com a incidência e a gravidade da degradação (dados gerais).....	69
Quadro 4.4 - Hierarquização das zonas da fachada de acordo com a incidência e a gravidade da degradação.....	71

Quadro 4.5 - Hierarquização das anomalias nas fachadas (dados gerais).	73
Quadro 4.6 - Hierarquização das anomalias nas fachadas.	74
Quadro 4.7 – Hierarquização de $FD_{anomalia}$ por orientação (dados gerais).	76
Quadro 4.8 - Hierarquização de $FD_{anomalia}$ por orientação.	79
Quadro 4.9 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (dados gerais).	81
Quadro 4.10 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (iniciação da degradação).	85
Quadro 4.11 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (propagação da degradação).	86
Quadro 4.12 – Orientações de fachada mais críticas em relação à degradação.	87
Quadro 4.13 – Zonas mais críticas em relação à incidência (FD_z) e gravidade (FD_w) da degradação.	88
Quadro 4.14 - Anomalias de maior ocorrência nos revestimentos em argamassa de fachadas.	90
Quadro 4.15 - Anomalias de maior ocorrência nos revestimentos em argamassa por orientação cardinal.	91
Quadro 4.16 - Anomalias de maior incidência e de maior gravidade para as zonas.	92
Quadro 4.17 - Combinações anomalia-zona-orientação mais críticas para as duas fases da degradação.	93
Quadro A.1 - Identificação, edifício, idade, elemento construtivo, orientação e valores de FD total das amostras.	117
Quadro B.1 - Valores de FD_z e FD_w das amostras.	122
Quadro C.1 – Valores de $FD_{anomalia}$	127

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIações

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AB	Aberturas
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
Bo.P	Bolha na pintura
BSI	<i>British Standard Institution</i>
CE	Cantos e extremidades
CIB	<i>Conseil International du Bâtiment</i>
De.A	Descolamento da argamassa
De.P	Descolamento da pintura
DIN	<i>German Institute for Standardization</i>
Ef.A	Eflorescência
FD	Fator de danos
FD _w	Fator de danos ponderado
FD _z	Fator de danos da zona
Fi.A	Fissura
Fi.P	Fissura da pintura
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LEM	Laboratório de ensaios de materiais
Ma.A	Manchas
MMD	Método de mensuração da degradação
NBR	Norma brasileira
PC	Paredes contínuas
PECC	Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil
Pu.A	Pulverulência
q	Fluxo térmico
TMY	<i>Typical Meteorological Year</i>
TO	Topo

TP	Transição de pavimentos
TRY	<i>Test Reference Year</i>
UnB	Universidade de Brasília
VUP	Vida útil de projeto
WUFI	<i>Wärme Und Feuchte Instationär</i>
α	Absortância
ρ	Refletância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização do tema.....	1
1.2	Motivação	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo Geral.....	3
1.3.2	Objetivos Específicos.....	3
1.4	Justificativa	4
1.5	Estrutura da dissertação.....	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1	Desempenho e durabilidade das fachadas	7
2.2	Exigências de desempenho.....	9
2.3	Degradação das fachadas.....	12
2.4	Métodos de quantificação da degradação e da vida útil	14
2.5	Agentes de degradação	20
2.5.1	Fatores Climáticos	23
2.6	Simulação higrotérmica aplicada à degradação	32
2.7	Mecanismos de degradação e propagação de anomalias	34
2.7.1	Descolamento da argamassa	40
2.7.2	Fissura.....	42
2.7.3	Pulverulência	44
2.7.4	Eflorescência	44
2.7.5	Manchas	45

2.7.6	Descolamento da pintura	46
2.7.7	Fissura da pintura	47
2.7.8	Bolha na pintura.....	47
3	METODOLOGIA.....	49
3.1	Investigação de campo	50
3.2	Mapeamento de danos	50
3.2.1	Classificação e divisão das amostras	50
3.2.2	Classificação das amostras quanto à orientação.....	52
3.2.3	Tratamento das imagens obtidas em inspeção	53
3.2.4	Registro das anomalias	53
3.2.5	Definição das zonas da fachada.....	54
3.3	Caracterização da amostragem.....	55
3.3.1	Caraterísticas de exposição.....	55
3.3.2	Características da base de dados	58
3.4	Degradação de fachadas.....	60
3.4.1	Quantificação das anomalias.....	60
3.4.2	Cálculo dos índices de degradação	61
3.4.3	Classificação das amostras quanto à degradação	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
4.1	Análise I – Incidência e gravidade da degradação	65
4.1.1	Incidência da degradação por orientação solar	65
4.1.2	Análise da incidência e da gravidade da degradação nas zonas	68
4.2	Análise II – Incidência e gravidade das anomalias	71
4.2.1	Incidência das anomalias investigadas.....	72

4.2.2	Análise da incidência das anomalias em função da orientação solar	74
4.2.3	Análise da incidência e da gravidade das anomalias nas zonas	79
4.3	Síntese dos resultados obtidos.....	87
5	CONCLUSÕES	94
5.1	Sugestões para desenvolvimentos futuros.....	96
	REFERÊNCIAS.....	97
	APÊNDICE A – Identificação e FD Total das amostras	117
	APÊNDICE B – Valores de FDz e FDw das amostras	122
	APÊNDICE C - Valores de $FD_{anomalia}$ das amostras.....	127
	APÊNDICE D - Valores de FDz e FDw das amostras por anomalia	132

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema

As fachadas são elementos importantes do edifício e contribuem significativamente para o seu desempenho em serviço, tendo um papel fundamental nas condições higrotérmicas interiores (BISENIECE *et al.*, 2018; PEREIRA; DE BRITO; SILVESTRE, 2018). Além disso, tem influência na segurança e na estética de um edifício (ESTEVES; FLORES-COLEN; SILVA, 2018).

O estudo aprofundado do desempenho em serviço das fachadas é complexo devido à grande variabilidade do desempenho durante o ciclo de vida do edifício. Essa variabilidade está associada a vários fatores incluindo as decisões de projeto, processos construtivos e características dos materiais (FLORES-COLEN *et al.*, 2020).

As principais exigências de desempenho para os elementos e sistemas dos edifícios, definidas pela ABNT NBR 15575-1 (2021), incluem a segurança no uso e na ocupação, estanqueidade, desempenho térmico, durabilidade e manutenibilidade. Cada uma dessas exigências tem requisitos e critérios que precisam ser atendidos. Em termos de segurança, as fachadas devem resistir, por exemplo, às cargas mecânicas e ambientais relevantes (vento e chuva), ter uma resistência ao fogo aceitável e permitir movimentos diferenciais (causados por umidade, variações de temperatura e movimentos estruturais). Com relação à estanqueidade, as fachadas devem ser estanques à água da chuva, considerando a ação do vento (chuva dirigida), e a incidência direta de água decorrente de áreas molhadas.

Os revestimentos de fachadas constituem a barreira mais externa para os diferentes tipos de solicitações causadas por esforços externos e internos, dessa forma é o sistema mais exposto à ação dos agentes de degradação, logo mais sujeitos a ocorrência de anomalias. Esses agentes alteram adversamente as propriedades dos materiais e dos elementos. A radiação solar, a temperatura, a chuva dirigida e o vento podem ser considerados como os principais agentes responsáveis pela degradação (JERNBERG *et al.*, 2004b).

Os materiais da fachada requerem características adequadas de desempenho físico, como resistências estruturais, químicas e térmicas (LEE, 2018). Acabamentos de pintura nas fachadas têm muitas vantagens sobre outros tipos de revestimentos, como

a facilidade de execução, a alta disponibilidade de profissionais especializados no processo de aplicação e, assim, um custo global menor quando comparado a outros materiais como os revestimentos cerâmicos (MAGOS *et al.*, 2016). Os revestimentos pintados podem apresentar menor vida útil em relação aos revestimentos cerâmicos e pétreos, por exemplo.

O processo de degradação é complexo devido à ação sinérgica entre os agentes de degradação que influenciam nos mecanismos de degradação. A ação dos agentes e mecanismos depende diretamente das características do projeto e da construção, em que a especificação de materiais e sistemas deve ser adequadamente definida para se alcançar o desempenho e a vida útil especificados (ADDESSI *et al.*, 2020).

Em fachadas revestidas por argamassa, a degradação é causada principalmente por deformações devido as variações de temperatura e umidade, que, se restringidas, dão origem a esforços que causam fissuras no revestimento. Inicialmente, essas fissuras se apresentam de uma forma pouco crítica, prejudicando sobretudo a estética. Com o tempo, em função da ação contínua dos agentes climáticos, principalmente dos ciclos de umidificação e secagem, o processo de fissuração se incrementa. Esse incremento facilita o surgimento de outras anomalias, como descolamento, pulverulência e eflorescência. Se observa que a evolução da degradação ao longo do tempo, e pela ação contínua dos agentes de degradação, é acompanhada por modificações dos mecanismos iniciais causadores das anomalias (SÁ *et al.*, 2015).

Uma compreensão das características que tornam a fachada vulnerável à degradação pode auxiliar os projetistas e proprietários a evitar anomalias nas fachadas (BEASLEY, 2014). A previsão de zonas críticas, onde é mais provável a ocorrência de determinada anomalia, pode conduzir a uma definição mais precisa de detalhes construtivos específicos para esses casos. Deste modo, a previsão de zonas críticas contribui para melhorias nos projetos de fachada, no desempenho em serviço e na durabilidade dos edifícios.

Neste sentido, a presente pesquisa quantifica a incidência das anomalias nas diferentes zonas da fachada, associando-as aos agentes e mecanismos de degradação, possibilitando a identificação de padrões de deterioração em revestimentos de argamassa. Este estudo considera os diferentes mecanismos que

conduzem a evolução do fenômeno da degradação. A investigação fornece subsídios para estudos de vida útil e desenvolvimento de materiais e elementos mais duráveis.

1.2 Motivação

No âmbito nacional, é elevado o número de estudos de levantamento de patologias em edifícios e seus componentes (SEGAT, 2006; SILVA, 2007; LIMA; MEDONÇA, 2020; COSTA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020; VIEIRA; OLIVEIRA; POGGIALI, 2020), porém ainda é recente o estudo da quantificação da degradação de fachadas. Isso decorre da dificuldade tanto da quantificação da extensão das anomalias como de sua tradução em um índice. Além disso, são poucos os estudos que associam a degradação aos agentes e mecanismos e que são concisos a respeito do ciclo de degradação dos edifícios e seus componentes.

A complexidade do fenômeno de degradação torna necessária a presente investigação do ciclo de degradação, uma vez que os mecanismos responsáveis pela iniciação da degradação são distintos dos mecanismos de propagação. Identificar as tendências de degradação da fachada, bem como as anomalias mais incidentes e de maior gravidade para as zonas é relevante e contribui para o entendimento da degradação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Investigar a iniciação e a propagação da degradação de fachadas com revestimento em argamassa nas diferentes zonas e orientações, identificando os mecanismos que atuam no surgimento e na propagação das anomalias.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a ocorrência de degradação (sem e com distinção das anomalias) por zonas constituintes da fachada e por orientação;
- Avaliar a gravidade da degradação (sem e com distinção das anomalias) nas zonas constituintes da fachada por anomalia e orientação;
- Identificar e avaliar a gravidade das anomalias e das zonas em relação à degradação de fachadas;

- Definir e avaliar a existência de hierarquização das zonas no que se refere à degradação considerando a orientação.

1.4 Justificativa

O estudo da degradação de fachadas em serviço permite o desenvolvimento de ferramentas de predição de vida útil e contribui em ampla análise para o atendimento das exigências de sustentabilidade no que se refere, principalmente, à durabilidade e manutenibilidade dos edifícios. Tendo em vista a necessidade do estudo da degradação de fachadas aliado à escassez de pesquisas nessa área no âmbito nacional, estudos com foco em fachadas de edifícios em Brasília são desenvolvidos por Bauer e colaboradores. Os estudos citados são realizados no contexto do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília. Dentre esses estudos, ressaltam-se os abordados na sequência.

Silva (2014), quantificando a degradação de fachadas com revestimento cerâmico, mostra que os agentes climáticos influenciam a degradação e refere a sinergia entre os agentes como causas do processo de envelhecimento natural.

Zanoni (2015) aponta que as fachadas sofrem influência das ações climáticas em diferentes níveis de intensidade e frequência, dependendo das propriedades higrotérmicas dos componentes e das variações cíclicas e sazonais dos agentes climáticos que afetam o comportamento higrotérmico.

Souza (2016), investigando fachadas com revestimento cerâmico, mostra a influência da idade, orientação cardinal e dos elementos de arquitetura das fachadas. Essa pesquisa quantifica a degradação e estuda a sua evolução com o tempo e a influência dos principais agentes de degradação.

Nascimento (2016) mensura a ação dos agentes climáticos de degradação e faz associação às condições de degradação de fachadas em uma amostra de seis edifícios, observando também a influência dos agentes climáticos na degradação das fachadas.

Santos (2017) apresenta uma metodologia de catalogação das patologias que mais ocorrem nas edificações do Distrito Federal, com foco no revestimento cerâmico, identificando as tipologias mais comuns, discutindo causas primárias e secundárias destas patologias.

Santos (2018) propõe um modelo de degradação que permite estimar a vida útil nos sistemas de revestimentos em argamassa nas fachadas de edifícios na região em estudo, ponderando a importância relativa de patologias.

Piazzarollo (2019), com foco em revestimento cerâmico, investiga a evolução e a gravidade da degradação nas zonas da fachada e faz correlação à orientação, tipo de elemento construtivo e idade. O estudo constata que as zonas da fachada se degradam de forma distinta e com intensidades variáveis conforme o tipo de elemento construtivo, a orientação e, principalmente, a idade.

Souza (2019) propõe modelos de estimativa de vida útil capazes de ponderar sobre a influência dos fatores condicionantes de degradação de revestimentos cerâmicos de fachadas.

É neste contexto que se insere o presente estudo, investigando-se mais profundamente em relação a análise dos dados, o ciclo de degradação da fachada, particularmente associando a quantificação da degradação aos agentes e mecanismos. Esta dissertação se insere na linha de pesquisa “Desempenho, Vida Útil, Degradação e Patologia no Ambiente Construído” do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade de Brasília (PECC/UnB), com enfoque no estudo relacionado à degradação de fachadas de edifícios.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos, sendo este primeiro relativo à introdução e contextualização da pesquisa. Inclui-se neste capítulo a motivação da pesquisa, os objetivos, a justificativa, bem como a estrutura da dissertação.

No capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica que discorre sobre desempenho, durabilidade e degradação das fachadas. São apresentados os principais métodos de quantificação da degradação e da vida útil e discutidos os principais agentes de degradação. Além disso, apresenta-se a simulação higrótérmica como uma ferramenta de estudo da degradação. São também apresentados os mecanismos de iniciação e propagação de anomalias nos revestimentos em argamassa de fachadas.

No capítulo 3 é exposta a metodologia aplicada para alcançar o objetivo proposto. Apresenta-se aspectos relacionados à investigação de campo, ao mapeamento de danos das fachadas, a caracterização da amostragem e os indicadores de degradação calculados.

O capítulo 4 explora os resultados obtidos que são organizados em duas análises, quais sejam a incidência e gravidade da degradação, que contempla uma análise global sem distinção de anomalias, e a incidência e gravidade das anomalias.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e as sugestões para desenvolvimentos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Desempenho e durabilidade das fachadas

A fachada exerce forte influência na durabilidade do edifício como um todo. Dessa forma, quando a fachada não atende, por exemplo, os principais critérios de desempenho requeridos, como a integridade e segurança estrutural, sustentabilidade e durabilidade, compromete a durabilidade do edifício (SILVA *et al.*, 2016).

O desempenho pode ser entendido como o comportamento em uso de um edifício e seus elementos (CIB, 1982; ABNT NBR 15575-1, 2021). Isto significa que um determinado sistema deve apresentar propriedades para atender sua função ao longo de sua vida útil sob condições de exposição (OKAMOTO, 2015). Já a durabilidade é definida como a capacidade de um edifício ou seus componentes desempenharem suas funções, ao longo do tempo, sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção (ISO 15686-1, 2011; ABNT NBR 15575-1, 2021).

A durabilidade é uma das exigências de desempenho associada à sustentabilidade, como coloca a ABNT NBR 15575-1 (2021). A durabilidade dos edifícios (e dos seus componentes) e o estudo das construções ao longo da sua vida útil é uma questão fundamental para decisões relacionadas ao ambiente construído. É fundamental não apenas porque cada vez mais as pessoas passam mais tempo dentro das construções, como pelo elevado impacto global ao nível de custos e pelas implicações ambientais que se tem ao longo e depois do seu período de vida útil (GASPAR; SANTOS, 2003; GASPAR, 2009).

O conceito de durabilidade é qualitativo e está associado a um conceito quantitativo, “tempo”, que é a vida útil (BORGES, 2008). No contexto da ABNT NBR 15575-1 (2021), a vida útil é um dos critérios de durabilidade, podendo ser definida como o período em que o edifício e suas partes atendem os requisitos mínimos de desempenho, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no manual de uso, operação e manutenção (ISO 15686-1, 2011; ABNT NBR 15575-1, 2021). Em vista disso, a durabilidade de um sistema ou elemento deve ser compatível com a vida útil especificada (BORGES, 2008).

A vida útil especificada em projeto é referida como vida útil de projeto. Em outros termos, vida útil de projeto é o período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado. Assim sendo, a ABNT NBR 15575-1 (2021) sugere para a vida útil de projeto de vedações verticais externas um tempo mínimo e superior de 40 e 60 anos, respectivamente. Para revestimentos de fachadas aderidos e não aderidos, a referida norma sugere um tempo mínimo de 20 e superior de 30 anos, e para pinturas de fachada, o mínimo de 8 e superior de 12 anos, conforme apresentado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Vida Útil de Projeto para vedações verticais externas, revestimentos e pintura de fachadas (ABNT NBR 15575-1, 2021).

Sistema	Vida Útil de Projeto (VUP)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Vedações verticais externas	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Revestimentos de fachadas aderidos e não aderidos	≥ 20	≥ 25	≥ 30
Pintura de fachadas	≥ 8	≥ 10	≥ 12

Para que a vida útil de projeto possa ser alcançada, a norma brasileira alerta que depende da atuação dos projetistas, fornecedores de materiais, construtores ou incorporadores e dos usuários. Assim, as falhas de projeto, falhas de execução, mau uso ou ausência de manutenção e casos fortuitos podem impedir com que a vida útil de projeto seja atingida (ABNT NBR 15575-1, 2021).

A vida útil atingida deve ser maior ou igual a VUP, podendo ser prolongada através de ações de manutenção (FLORES-COLEN; DE BRITO; FREITAS, 2008; MADUREIRA *et al.*, 2017). A Figura 2.1 ilustra o comportamento dos edifícios ao longo do tempo. A queda de desempenho dos edifícios ou de seus elementos ao longo do tempo, isto é, da capacidade de responderem às exigências dos usuários, é resultado da exposição aos agentes de degradação. Esses agentes provocam o surgimento de anomalias e perda de características. Se nenhuma medida for tomada, o desempenho reduz para um nível inferior ao aceitável (GALVÃO *et al.*, 2020).

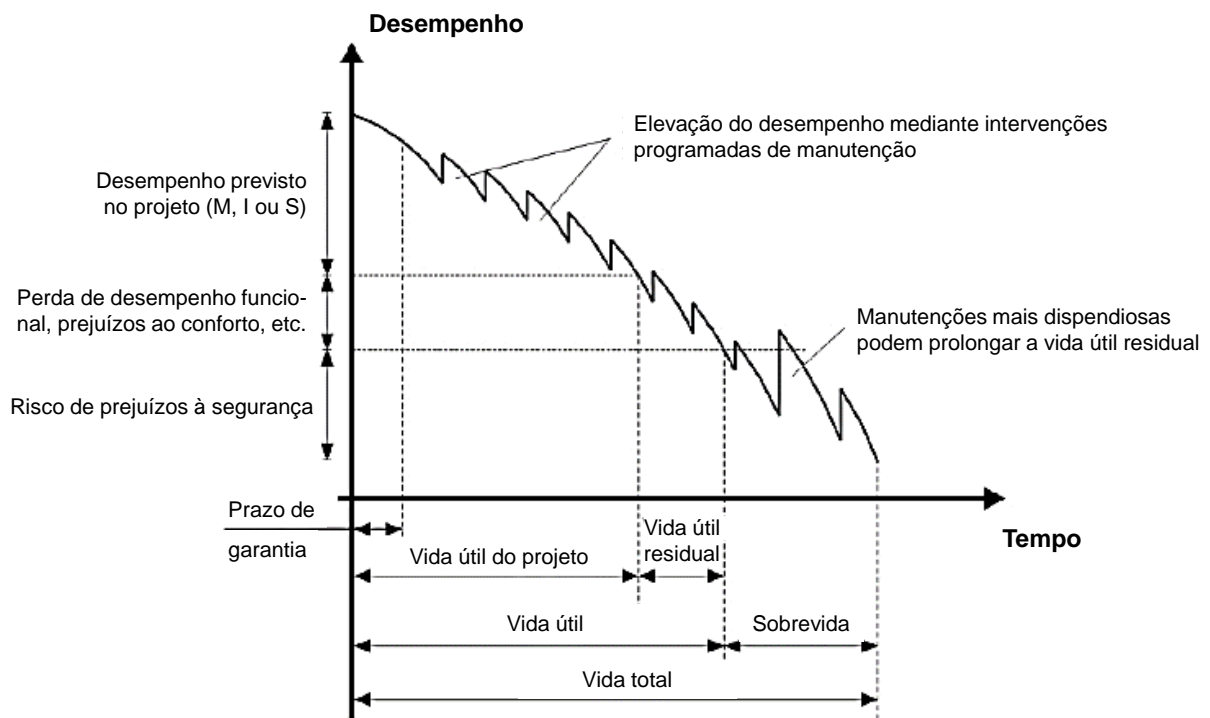


Figura 2.1 - Desempenho ao longo do tempo (ABNT NBR 15575-1, 2008).

A redução de desempenho é tanto maior quanto mais sensível à degradação for o elemento em questão e quanto mais extremas forem as condições de exposição em serviço (GALVÃO, 2009). Os revestimentos das fachadas possuem elevada vulnerabilidade à degradação devido à contínua e prolongada exposição aos agentes de degradação. Diferentes investigações apontam variabilidade em relação a sensibilidade de degradação nos revestimentos em função da zona da fachada (PIAZZAROLO *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2016).

2.2 Exigências de desempenho

As fachadas devem atender a requisitos e critérios de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1 (2021). A referida norma é estruturada em três grandes grupos que constituem as exigências dos usuários, são eles: segurança, habitabilidade e sustentabilidade. A Figura 2.2 mostra as exigências dos usuários relacionadas a cada grande grupo citado.

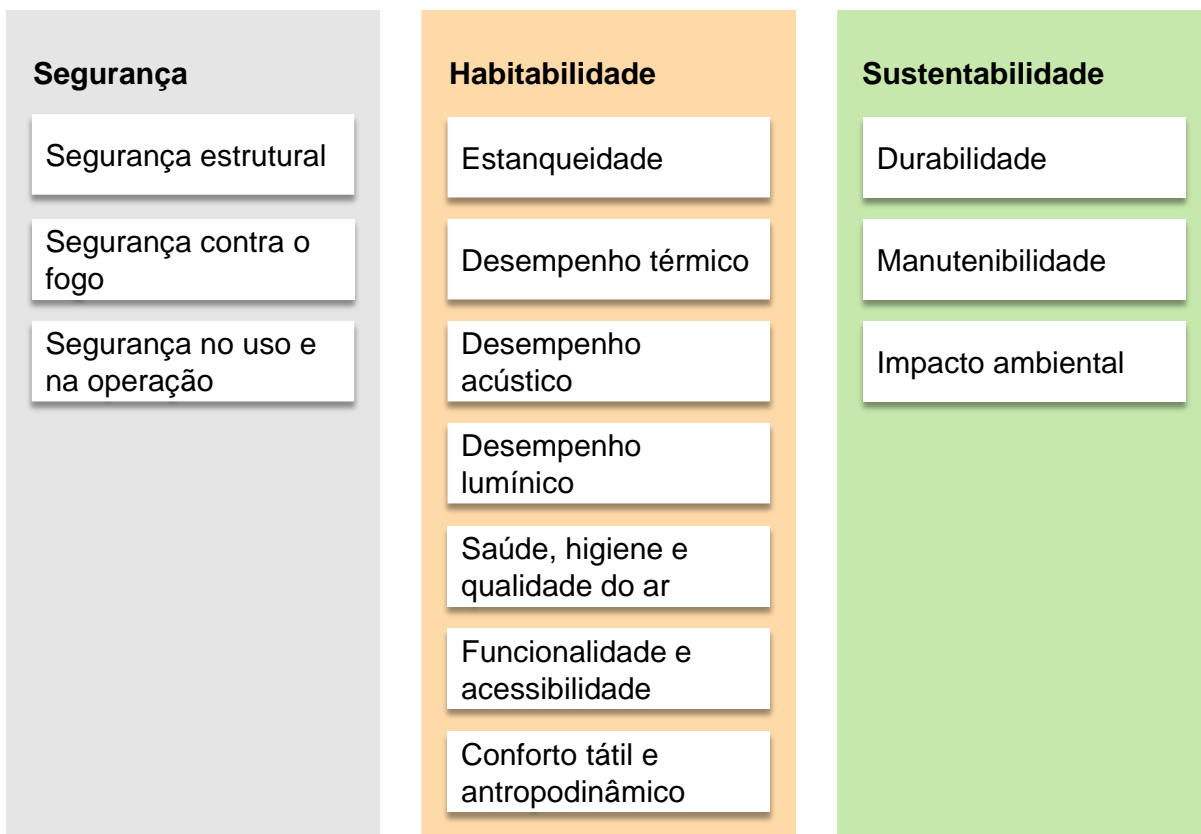


Figura 2.2 - Exigências dos usuários (ABNT NBR15575-1, 2021).

O conteúdo da norma de desempenho é dividido em seis partes distintas que são: requisitos gerais (parte 1), sistemas de estrutura (parte 2), pisos (parte 3), vedações verticais internas e externas (parte 4), coberturas (parte 5) e sistema hidrossanitário (parte 6). Em cada uma das partes são estabelecidos os requisitos e critérios para cada sistema, conforme as exigências exibidas na Figura 2.2. As fachadas (sistemas de vedações verticais externas) estão inseridas na parte 4. Dentre os requisitos e critérios relacionados à fachada, se destacam os relativos à segurança no uso e na operação, estanqueidade, desempenho térmico, durabilidade e manutenibilidade, mostrados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Principais requisitos e critérios estabelecidos para fachadas pela norma de desempenho (ABNT NBR 15575-1; 4, 2021).

Exigência de Desempenho	Requisitos e critérios
Segurança no uso e na operação (NBR 15575-1)	<p>. Requisito 1: Segurança na utilização do imóvel.</p> <p>Critério: Segurança na utilização dos sistemas.</p>
	<p>. Requisito 2: Segurança das instalações.</p> <p>Evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso.</p>
Estanqueidade (NBR 15575-4)	<p>. Requisito 1: Infiltração de água na fachada.</p> <p>Critério: Estanqueidade à água de chuva, considerando-se a ação dos ventos.</p>
	<p>. Requisito 2: Umidade nas fachadas decorrente da ocupação do imóvel.</p> <p>Critério: Estanqueidade das fachadas com incidência direta de água – áreas molhadas.</p>
Desempenho térmico (NBR 15575-4)	<p>. Requisito: Desempenho térmico de paredes externas.</p> <p>Critérios: a) transmitância térmica de paredes externas; b) capacidade térmica de paredes externas; c) percentual de abertura para ventilação; d) percentual de elementos transparentes.</p>
Durabilidade e manutenibilidade (NBR 15575-4)	<p>. Requisito 1: Devem ser limitados os deslocamentos, fissurações e falhas nas fachadas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem durante a vida útil do edifício.</p> <p>Critério: Ação de calor e choque térmico.</p>
	<p>. Requisito 2: Vida útil de projeto das fachadas.</p> <p>Critério: Vida útil de projeto.</p>
	<p>. Requisito 3: Manutenibilidade das fachadas.</p> <p>Critério: Manual de operação, uso e manutenção das fachadas.</p>

É relevante destacar que para atendimento do critério “Segurança na utilização dos sistemas”, o revestimento não deve apresentar desprendimentos ou quedas de materiais durante a vida útil, como destacamento de rebocos, o que pode representar o fim da vida útil do sistema. Fissuras e desprendimentos, por exemplo, podem reduzir o desempenho dos revestimentos a um nível mais baixo do que o aceitável. Em outros termos, dependendo da gravidade de ocorrência dessas anomalias, critérios de estanqueidade, desempenho térmico e durabilidade das fachadas podem deixar de ser atendidos.

Para que as exigências de desempenho sejam atendidas, devem ser tomados os cuidados necessários no projeto, na especificação dos materiais, na escolha da técnica construtiva, bem como na execução dos processos construtivos. Além disso, para atender aos critérios de manutenibilidade, o sistema de revestimento, assim como os outros sistemas que compõem os edifícios, deve possuir um plano de manutenção adequado a fim de que se possa ser atingido, no mínimo, a vida útil de projeto.

A verificação do atendimento aos requisitos e critérios é realizada de acordo com os métodos de avaliação explicitados na norma citada. A eficiência da avaliação de desempenho de sistemas construtivos depende do contexto em que o edifício exerce sua função e da origem e natureza dos agentes que poderão influenciar no desempenho, tais como clima, frequência de utilização e cuidados de manutenção (SOUZA, 2016).

2.3 Degradação das fachadas

A norma ISO 15686-1 (2011) define degradação como sendo as alterações na composição, microestruturas e propriedades de um componente ou material, causando a redução do seu desempenho ao longo do tempo. Essa ação se inicia através do processo de envelhecimento natural dos materiais logo após a conclusão da obra (SILVA; DE BRITO; GASPAR, 2016; SOUZA *et al.*, 2018a), evoluindo continuamente ao longo do tempo (MARQUES; DE BRITO; SILVA, 2018).

As condições de serviço e os agentes de degradação aos quais os revestimentos estão sujeitos aceleram os mecanismos de degradação, particularmente radiação solar, chuva dirigida, variações de temperatura e colonização de micro-organismos (FLORES-COLEN; DE BRITO; FREITAS, 2008). Os mecanismos estão associados

às características dos elementos (materiais, porosidade, constituição, dentre outros) e aos agentes, no que se refere às condições que estes agentes possibilitam para que os mecanismos se tornem efetivos.

A evolução das anomalias e da degradação depende principalmente de três fatores: ação, duração da ação e sensibilidade à ação (BAUER, 2016), como ilustrado na Figura 2.3. Em relação à ação, é essencial conhecer quais são os agentes e mecanismos responsáveis pela degradação, onde, de acordo com a ISO 15686-2 (2012), podem ser mecânicos, térmicos, dentre outros. No que diz respeito à duração da ação, para as fachadas, pode ser permanente (peso próprio), cíclica (deformações térmicas, umidificação e secagem ou ações do usuário) ou ainda pontual (cargas acidentais). A sensibilidade à ação da degradação está relacionada ao modo como os mecanismos têm origem pela ação dos agentes. Destaca-se que essa sensibilidade não depende somente do material, mas também do contexto em que ele se insere. Isto é, depende do tipo de ação e mecanismos de degradação envolvidos (NASCIMENTO, 2016).

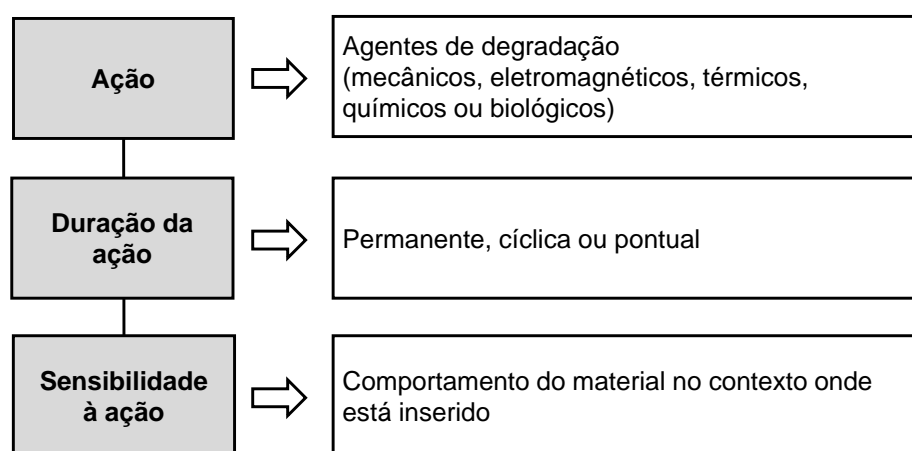


Figura 2.3 - Fatores que condicionam a evolução das anomalias e da degradação (BAUER, 2016).

Determinados materiais podem ser resistentes a certos tipos de agentes, e estar inseridos em meios onde recebem outras ações não previstas que o degradam. Opções de projeto, materiais e técnicas construtivas são os principais definidores dos mecanismos atuantes sobre os sistemas e componentes dos edifícios. Cada material possui uma forma de degradação, onde o grau de exposição aos agentes é dado pelo projeto. Os agentes e os mecanismos de degradação são abordados mais detalhadamente nas seções 2.5 e 2.7, respectivamente.

2.4 Métodos de quantificação da degradação e da vida útil

A quantificação da degradação é uma forma indireta de avaliar o desempenho dos edifícios. Além disso, a quantificação dos danos é a primeira etapa para o desenvolvimento de ferramentas de previsão de vida útil. Os principais métodos usados para estimativa de vida útil podem ser divididos em três tipos: métodos determinísticos, métodos probabilísticos e métodos de engenharia (HOVDE, 2004; JERNBERG *et al.*, 2004b), conforme mostra o Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Métodos de previsão de vida útil.

Métodos Determinísticos	A vida útil de um elemento é função de uma durabilidade de referência, segundo, por exemplo, indicações do fabricante, posteriormente modificada através de fatores, de acordo com as condições de serviço, obtendo-se um valor absoluto indicativo da durabilidade do sistema estudado. Ex.: Método de regressão simples e múltipla, linear e não linear e método fatorial.
Métodos Probabilísticos	Normalmente são baseados em cálculo matricial ou probabilístico, que definem a probabilidade de ocorrência de uma mudança de estado de um elemento, buscando deste modo ultrapassar a incerteza relacionada com a sua forma de degradação e a própria imprevisibilidade das respectivas condições de serviço. Ex.: Regressão logística, método fatorial probabilístico e cadeias de Markov.
Métodos de Engenharia	Partem de metodologias mais simples (determinísticas) e integram um pouco de variabilidade associada à incerteza do mundo real, sem se tornarem excessivamente complexos. Ex.: Redes neurais artificiais e lógica difusa.

Constituída por 11 partes, a ISO 15686 (2012) é uma das principais normas no âmbito de durabilidade. No que se refere aos dados de deterioração para investigação, a metodologia proposta pela norma ISO 15686-2 (2012) para estimativa de vida útil sugere que esses dados podem ser obtidos por duas vias: exposições de curta ou

longa duração. De acordo com a forma de obtenção dos dados de degradação, as opções são as seguintes:

- . **Exposição de curta duração:**
 - a) exposição acelerada;
 - b) exposição de serviço (não acelerada);
- . **Exposição de longa duração:**
 - a) exposição em campo;
 - b) inspeção de edifícios;
 - c) edifícios experimentais; e
 - d) exposição “em serviço”.

As denominações de curto ou longo prazo se referem ao tipo de degradação que é possível observar com a metodologia em causa: degradações que ocorrem num curto espaço de tempo ou degradações que ocorrem num espaço de tempo longo, respectivamente (CHAI, 2011). Essa denominação não está relacionada necessariamente com o tempo que a fase de coleta de dados consome (CHAI, 2011).

Dentre os tipos de aquisição de dados citados, a inspeção de edifícios é a opção que mais se assemelha às condições reais de serviço. A obtenção de dados de durabilidade por inspeção tem a vantagem de fornecer correlação direta entre o estado dos sistemas, o ambiente de exposição e o uso do edifício (ISO 15686-2, 2012). Deste modo, a inspeção de edifícios constitui uma importante ferramenta para obtenção de dados de degradação (GONÇALVES, 1997; BOTELHO, 2003; DANIOTTI; IACONO, 2005).

O levantamento de anomalias em edifícios e seus componentes é um tema numerosamente abordado no meio científico, porém ainda é recente o estudo da quantificação da degradação, conforme já citado, e da avaliação da vida útil de fachadas. A mensuração da deterioração é uma tarefa difícil, desde a quantificação da extensão das anomalias até a sua tradução em um índice.

No intuito de superar a dificuldade que se tem na quantificação da degradação diferentes metodologias são propostas no âmbito internacional, dentre as quais cabe destacar os estudos de Shohet *et al.* (1999), Gaspar e De Brito (2005a), Sousa (2008), Gaspar (2009), Gaspar e De Brito (2011), Silva, De Brito e Gaspar (2012), Galbusera (2013) e Galbusera, De Brito e Silva (2014) com resultados importantes

associados à estimativa de vida útil de fachadas. Destaca-se, ainda, duas metodologias em nível nacional que se propõem a investigar a degradação, quais sejam o Grau de Deterioração de Estruturas (GDE) e o Método de Mensuração da Degradação (MMD).

O GDE constitui uma metodologia que permite classificar o grau de deterioração de estruturas de concreto (G_{de}) mediante parâmetros que avaliam as manifestações de danos e sua evolução. Esse método é proposto inicialmente por Castro (1994), modificado por Lopes (1998) e aplicado por Boldo (2002) na avaliação de estruturas de edificações do Exército Brasileiro situadas em Brasília.

O MMD se baseia na adaptação e modificação do índice de severidade da degradação (S) que objetiva construir modelos de degradação e obter estimativas da vida útil do sistema analisado, proposto por Gaspar (2009). Essa metodologia é aplicada para a mensuração da degradação de fachadas. Além da definição clara de como efetuar a quantificação das anomalias, outra importante contribuição e diferencial do MMD é a subdivisão da fachada em amostras, que, por exemplo, permite investigar variações de degradação em uma mesma fachada. Um exemplo da divisão da fachada em amostras pode ser visto na Figura 2.5.

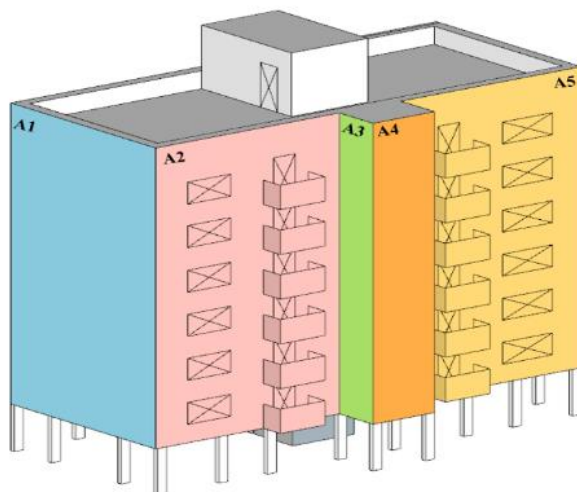


Figura 2.4 - Divisão da fachada em amostras (PIAZZAROLLO, 2019).

Diferentes investigações contribuem na consolidação e avanço metodológico do MMD, como os estudos de Silva (2014), Silva *et al.* (2014), Souza, Nascimento e Bauer (2015), Souza (2016), Santos (2018), Bauer, Souza e Piazzarollo (2020) e Bauer, Souza e Mota (2021). Para além do contexto de Brasília, o MMD também é aplicado em investigações de edifícios em diferentes cidades brasileiras, como Belém

(CERQUEIRA, 2018), Salvador (SANTOS NETTO, 2018) e Espírito Santo (PACHECO, 2016).

Os principais parâmetros propostos nas metodologias de quantificação da degradação de fachadas no contexto internacional e nacional citadas são apresentados nos Quadros 2.3 e 2.4, para fachadas com revestimento em argamassa e cerâmica, respectivamente.

Quadro 2.3 - Indicadores de degradação propostos por diferentes metodologias (fachadas com revestimento em argamassa).

Indicador de degradação proposto	
<p>Gaspar (2009):</p> $E_w = \frac{\sum(A_n \cdot k_n \cdot k_{a,n})}{A}$ $S = \frac{E_w}{k}$	<p>E_w- Extensão ponderada da degradação (%)</p> <p>A_n- Área afetada por uma anomalia n (m²)</p> <p>k_n- Constante de ponderação das anomalias n, em função da condição, tendo valores pertencentes a K= {0, 1, 2, 3, 4}</p> <p>$k_{a,n}$- Constante de ponderação do peso relativo das anomalias, em que $k_{a,n} \in R^+$</p> <p>A- Área da fachada (m²)</p> <p>S- Severidade da degradação (%)</p> <p>k- Constante de ponderação igual ao nível de condição mais elevada da degradação de uma fachada de área A</p>
<p>Santos (2018):</p> $FD = \frac{\sum A_{d(n)}}{A_t}$ $FGD = \frac{\sum(A_{d(n)} \cdot k_n \cdot k_{cn})}{A_t \cdot \sum k_{máx}}$	<p>FD- Fator de Danos</p> <p>$A_{d(n)}$- Área danificada por uma anomalia n (m²)</p> <p>A_t- Área total da amostra de fachada (m²)</p> <p>FGD- Fator Geral de Danos</p> <p>k_n- Constante de ponderação das anomalias, em função do nível de condição (0, 1, 2, 3, 4)</p> <p>k_{cn}- Constante de ponderação da importância relativa das anomalias detectadas</p> <p>$\sum k_{máx}$- Somatório das constantes de ponderação (k_n) equivalente ao nível da pior condição</p>

Quadro 2.4 - Indicadores de degradação propostos por diferentes metodologias (fachadas com revestimento em cerâmica).

Indicador de degradação proposto	
Silva (2014) ajustado por Souza (2016) e Bauer, Souza e Piazzarollo (2020):	
$FGD = \frac{\sum(A_{an(n)} \cdot G_{(n)} \cdot IR_{(n)})}{A_t \cdot \sum G_{m\acute{a}x}}$	<i>FGD</i> - Fator Geral de Danos
	$A_{an(n)}$ - Área danificada por um grupo de anomalia n (m ²)
	$G_{(n)}$ - Fator gravidade da anomalia n (0, 1, 2, 3, 4)
	$IR_{(n)}$ - Importância relativa de cada anomalia
	A_t - Área total da amostra de fachada (m ²)
	$\sum G_{m\acute{a}x}$ - Somatório das gravidades equivalente ao nível da pior condição; esse valor corresponde a 14 e é constante na equação

Os indicadores gerais de degradação possibilitam estudos de previsão de vida útil através da elaboração de modelos de degradação, tais como:

- o índice de severidade (*S*) proposto por Gaspar (2009) aplicado na previsão de vida útil de rebocos em Portugal;
- o *FGD* de Silva (2014) ajustado por Santos (2018) para estimar a vida útil de revestimentos em argamassa no contexto de Brasília-DF;
- o *FGD* de Silva (2014) ajustado por Souza (2016) e Bauer, Souza e Piazzarollo (2020) para a previsão de vida útil de revestimentos cerâmicos em Brasília-DF.

O comportamento da degradação de edifícios ao longo do tempo pode ser ilustrado graficamente através de curvas de degradação. A Figura 2.6 mostra a curva obtida por Souza (2019) com base na evolução do *FGD* no tempo que representa a tendência do comportamento da degradação e permitem estimar a vida útil de amostras de fachadas de edifícios localizados em Brasília. O modelo observado é proposto a partir da aplicação de regressão polinomial de segundo grau em função da idade do sistema de revestimento.

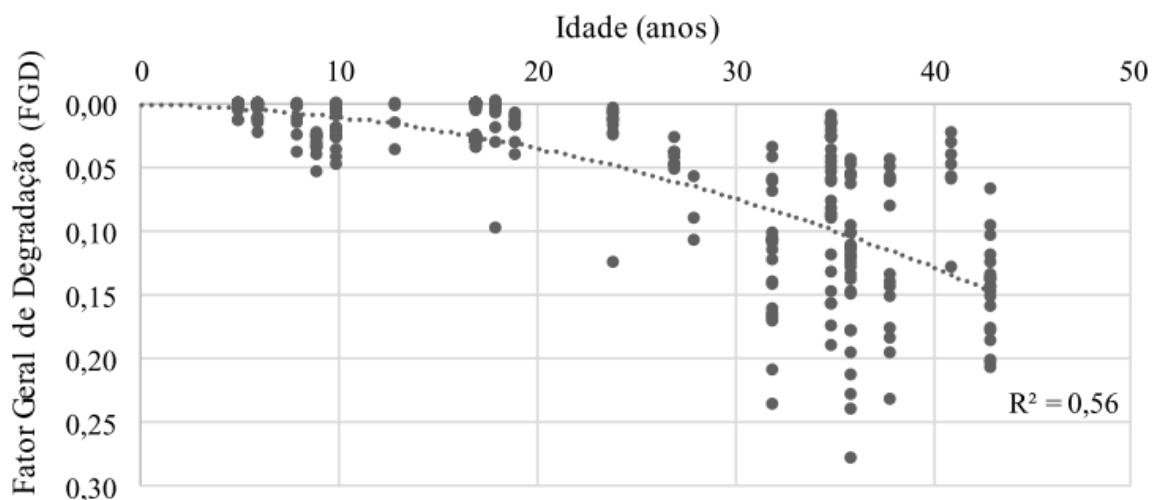


Figura 2.5 - Exemplo de curva de degradação (SOUZA, 2019).

A curva de tendência mostrada na Figura 2.6 representa a perda de capacidade do revestimento para atender aos requisitos mínimos de desempenho ao longo do tempo. No estudo citado são estabelecidas faixas de condição de degradação. O valor do limite de degradação corresponde ao valor de FGD igual a 0,05, isto é, o nível máximo aceitável de degradação.

2.5 Agentes de degradação

Agente de degradação é qualquer fator externo que afeta negativamente o desempenho dos materiais e componentes dos edifícios, incluindo as intempéries, agentes biológicos, esforços, incompatibilidade e fatores de uso (ASTM E632, 1996). Com base na ISO 6241:1984, a norma ISO 15586-2:2012 lista os agentes de degradação classificados quanto à natureza, como exibido na Figura 2.7.

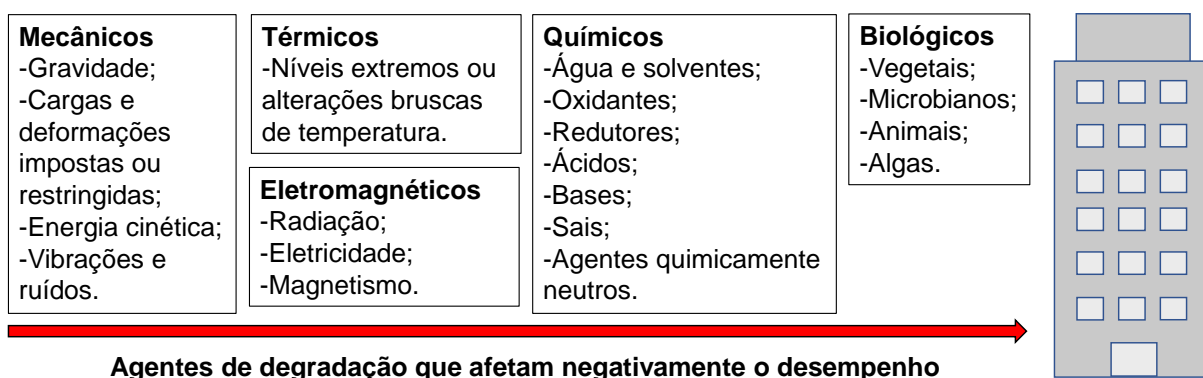


Figura 2.6 - Agentes de degradação quanto à natureza (ISO 15586-2, 2012).

Na classificação apresentada na Figura 2.7, os agentes são listados segundo a sua própria natureza e não com a natureza da sua ação nas construções ou materiais de

construção. Um agente químico como a água pode ter uma ação física (aumento de volume) ou uma ação química (hidratação, solubilização, lixiviação), por exemplo. Outra relevante classificação dos agentes é feita quanto à origem, podendo ser exterior ou interior ao edifício, Figura 2.8. Em geral, os agentes de origem externa ao edifício são oriundos da atmosfera ou o solo, enquanto os agentes de origem interna ao edifício estão relacionados ao projeto ou ao uso do edifício.

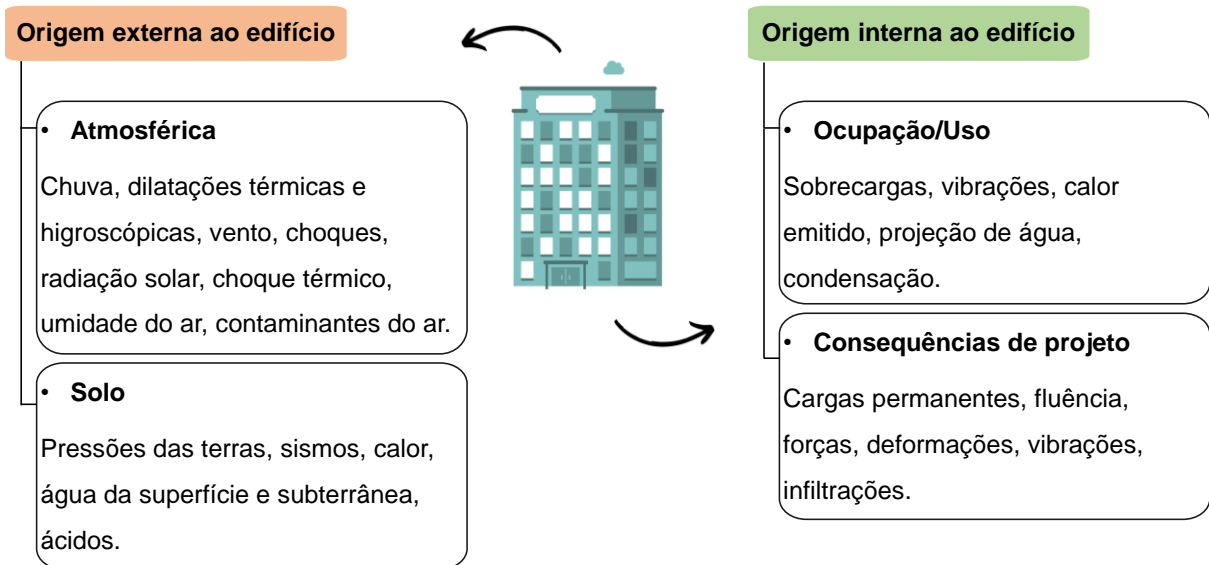


Figura 2.7 - Agentes de degradação segundo a sua origem (ISO 15686-1, 2011).

De acordo com a ASTM E-632 (1996), os agentes também podem ser classificados em função da sua procedência. O Quadro 2.5 lista alguns desses fatores.

Quadro 2.5 - Agentes de degradação segundo a procedência (adaptado de ASMT E-632, 1996).

Fatores Climáticos	
• Radiação	• Constituintes do ar
• Temperatura	• Contaminantes do ar
• Água	• Gelo-degelo
• Vento	
Fatores Biológicos	
• Micro-organismos	• Fungos
• Bactérias	
Fatores de Carregamento	
• Carregamentos periódicos (ação física da água, do vento)	
• Carregamentos permanentes	
Fatores de Incompatibilidades	
• Físicas	
• Químicas	
Fatores de Uso	
• Projeto	
• Procedimentos de instalação e manutenção	
• Desgaste normal e abusos por parte do usuário	

No que se refere à ação, os agentes de degradação podem atuar de forma isolada ou combinada, atuando de diferentes formas, associadas ou não, simultâneas ou sequenciais, levando a construção às diferentes condições de exposição (ZANONI, 2015). A associação dos agentes chuva e vento, por exemplo, resultam na chuva dirigida, fazendo com que a incidência de chuva seja característica em cada orientação de fachada, uma vez que cada orientação proporciona um microclima específico.

O clima, em todos os seus aspectos, é uma das principais causas da degradação dos edifícios (FEILDEN, 2003). Nesse contexto, para avaliar o desempenho e a durabilidade, é necessário conhecer os agentes agressivos aos quais a fachada está exposta (MADUREIRA *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2018). Já que os agentes atuam

no surgimento de mecanismos de degradação, desencadeando as anomalias. Como o ambiente envolvente do edifício influencia na durabilidade da fachada, predominantemente em resultado da ação de fatores climáticos (NASCIMENTO *et al.*, 2016b), são abordados a seguir os principais agentes climáticos de degradação das fachadas.

2.5.1 Fatores Climáticos

Para a degradação de fachadas, os mais importantes agentes climáticos são: a radiação solar, a temperatura, o vento, a precipitação, os constituintes normais do ar e seus poluentes (MASTERS; BRANDT, 1987; ASTM E-632, 1996). Esses fatores variam de acordo com a localização geográfica, dependendo da distância do mar, da presença de vegetação densa e do nível de urbanização que influencia na poluição do ar, por exemplo. A topografia é outro aspecto importante que influencia a configuração climática da região (CARNICERO *et al.*, 2013).

A caracterização quantitativa dos agentes procedentes do clima é recomendada pelo comitê técnico de previsão de vida útil de materiais e componentes de edifícios - CIB W080/RILEM TC 140-2004, bem como pela ISO 15686 para associação à avaliação de vida útil, e consequente degradação (JERNBERG *et al.*, 2004a). Nesse sentido, quanto aos estudos de durabilidade, são considerados três conceitos que diferenciam escalas climáticas de investigação (JERNBERG *et al.*, 2004a):

- Macroclima ou clima regional - corresponde ao clima médio ocorrente num território relativamente vasto, exigindo, para sua caracterização, dados de um conjunto de postos meteorológicos;
- Mesoclima ou clima local - corresponde a uma situação particular do macroclima. Normalmente, é possível caracterizar um mesoclima através dos dados de uma estação meteorológica;
- Microclima, que corresponde às condições climáticas de uma superfície realmente pequena (envoltória da fachada ou o próprio elemento).

Para estudos de degradação de fachadas mais concisos, é relevante considerar parâmetros médios de temperatura e umidade superficial, por exemplo, bem como chuva e radiação incidentes na fachada. Logo, é necessário reduzir a escala de estudo a fim de relacionar a fachada com seu entorno utilizando dados do microclima o qual conduz os processos de degradação (SILVA, 2014).

Na sequência são considerados os principais fatores climáticos de degradação referentes às anomalias de fachadas em argamassas investigadas neste estudo. São eles: a radiação solar, a temperatura e a chuva dirigida, que é resultado da ação do vento sobre a chuva.

a) Radiação Solar

A radiação solar que incide nas fachadas é dividida em três componentes: direta, difusa e refletida, dependendo das partículas e dos gases presentes na atmosfera (DORNELLES, 2008). Na Figura 2.9 estão ilustradas essas componentes.

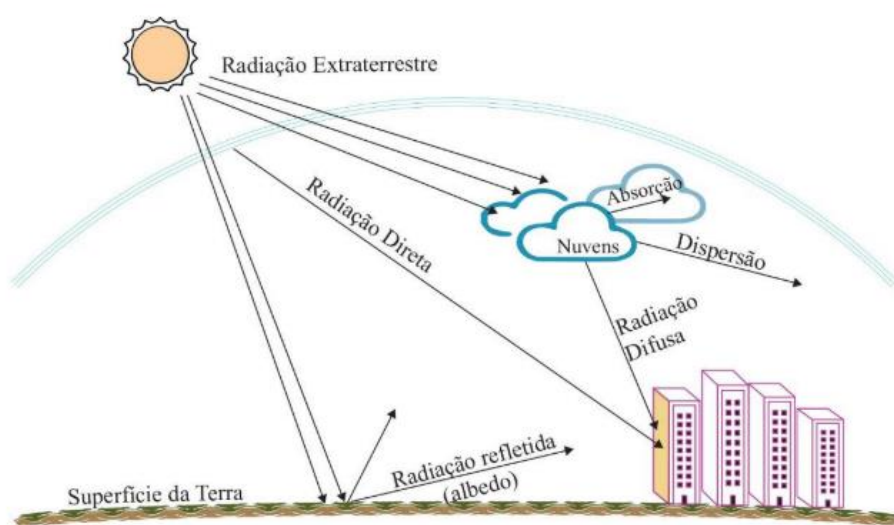


Figura 2.8 - Componentes da radiação solar (ZANONI, 2015).

A componente direta é proveniente diretamente do sol sem ocorrer mudança de direção dos raios solares que não seja a ocasionada pela refração atmosférica (ZANONI, 2015). Essa parcela é a mais influente nos ganhos térmicos de um edifício (DORNELLES, 2008). A componente difusa atinge a fachada após reflexões e espalhamento dos raios solares pelas nuvens, partículas da atmosfera e abóbada celeste (ZANONI, 2015). A radiação refletida é aquela que incide na fachada após reflexão dos raios em superfícies adjacentes, sendo dependente do albedo, ou seja, da capacidade refletora das superfícies (LEIVAS *et al.*, 2007; ZANONI, 2015; YANG *et al.*, 2015).

Da radiação solar total que incide sobre os revestimentos de fachada, uma parcela é refletida e outra absorvida, já que não há transmissão de radiação em superfícies opacas. Parte da energia absorvida é novamente irradiada para o ambiente externo, e o restante do calor é distribuído na fachada e conduzido para o interior da edificação

(DORNELLES, 2008). A fração absorvida é convertida em calor e é proporcional à absorvância (α). Já a parcela refletida é determinada pela refletância (ρ) da superfície. As temperaturas superficiais resultantes são diretamente proporcionais à absorvância.

A resposta da fachada à incidência de radiação solar pode ser traduzida, principalmente, em estresse termomecânico, devido ao incremento de temperatura. A intensidade dessa resposta é tanto mais crítica quanto maior o período de exposição da fachada a este agente e mais intensa a radiação (BAUER *et al.*, 2014; BARREIRA; FREITAS, 2016; MAZER *et al.*, 2016).

A radiação solar incidente nas fachadas pode causar altas temperaturas superficiais, sendo a cor da superfície decisiva para tanto, e, conseqüentemente, pode originar anomalias nos revestimentos. Se, por exemplo, uma fachada for branca em vez de vermelha, a absorção da radiação solar diminui em dois terços, e a temperatura superficial também é reduzida (FREITAS, 2012). Entretanto, as cores não são indicadores confiáveis das propriedades físicas das superfícies, devendo ser levada em consideração as absorvâncias e refletâncias (DORNELLES; RORIZ, 2007).

A radiação solar é um dos principais agentes que atuam no surgimento de anomalias, tais como fissura devido à deformação diferencial da base e entre camadas de revestimento e manchas por desenvolvimento de micro-organismos biológicos. Além disso, a radiação solar é agente coadjuvante no surgimento de anomalias como a eflorescência, por exemplo.

Os dados de radiação são de difícil obtenção. Essa dificuldade ocorre devido à complexidade ocasionada pelo “movimento” do Sol e também pela conversão dos dados, pois os instrumentos existentes registram dados referentes à incidência sobre o plano normal aos raios (FROTA; SCHIFFER, 2001). No entanto, são necessários dados relativos à radiação incidente sobre as fachadas e coberturas.

A radiação solar incidente na superfície apresenta uma variabilidade espacial e temporal associada aos movimentos do planeta, como ciclos diário e sazonal bem determinados (PEREIRA *et al.*, 2017). Os instrumentos de medição a ser empregados devem ter sensibilidade para detectar as variabilidades citadas e tempo de resposta inferior à menor variabilidade que se deseja medir (PEREIRA *et al.*, 2017).

Em seu estudo, Silva (2007) analisa a influência da radiação solar nas anomalias das fachadas de três edifícios em Florianópolis. A investigação constata que as fachadas orientadas a Norte, Oeste, Noroeste e Nordeste apresentam maior ocorrência de fissuras. Entretanto, aponta que apesar da baixa incidência de radiação solar direta, a fachada Sudeste também apresenta ocorrência de fissuras mapeadas no revestimento argamassado. Embora as constatações feitas sejam relevantes, o referido estudo não considera dados de incidência solar nas envoltórias, tendo como base somente a observação ou o uso da carta solar, atribuindo critérios qualitativos à incidência de radiação solar.

b) Temperatura ambiente externa e seus efeitos

A temperatura é um agente atmosférico de origem externa ao edifício. Este agente de deterioração é função das características de radiação solar, insolação, velocidade e direção dos ventos, características térmicas do componente e das condições de troca de calor. Para a degradação, interessam os valores extremos de temperatura e o choque térmico, devido à influência que exercem nos processos físicos e químicos de degradação dos materiais (LIMA; MORELLI; LECIONI, 2005).

A temperatura origina modificações, temporárias ou permanentes, nas características físicas e químicas das superfícies, como a perda de elasticidade a baixas temperaturas. O aumento da temperatura pode acelerar efeitos irreversíveis tais como ações químicas, deformações e degradação devida a fungos (FLORES-COLEN, 2009). Quase todos os materiais são sensíveis às solicitações térmicas em função dos fatores exibidos na Figura 2.10, segundo Vicente (2002).

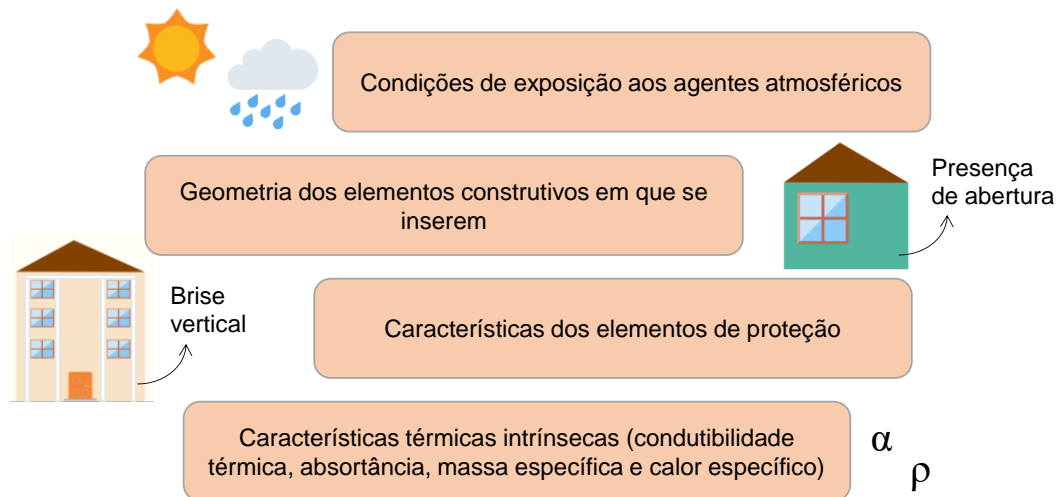


Figura 2.9 - Fatores que condicionam a sensibilidade dos materiais às solicitações térmicas, de acordo com Vicente (2002).

Os materiais utilizados em uma fachada podem alcançar diferentes temperaturas, ou mesmo diferentes distribuições de temperatura, se apresentarem características físicas diversas, como condutibilidade térmica, coeficiente de absorção da radiação solar, massa específica e calor específico (VICENTE, 2002). A temperatura do ar interior, a transmitância térmica do sistema, a absorvância solar e a resistência superficial externa são valores constantes em um regime estacionário ou apresentam pouca variação nos regimes transientes. Deste modo, constata-se que a temperatura superficial do revestimento da fachada depende fortemente da radiação solar incidente e da temperatura do ar exterior, já que são os parâmetros que variam ao longo do dia (ZANONI, 2015).

A variação dimensional, dilatação ou contração, é uma das principais alterações físicas provocadas pela temperatura. No sistema de revestimento da fachada, se a variação dimensional é restringida, surgem esforços que podem ser responsáveis pela fissuração (PEREIRA, 2008; FREITAS, 2012). A temperatura também atua como um dos principais agentes no surgimento de descolamento do revestimento em argamassa devido a deformação e assentamento da alvenaria, de eflorescência, através da cristalização de sais e de manchas, por exemplo (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).

Grande parte dos estudos que investigam a relação entre degradação de fachadas e ação da temperatura tem como elemento de investigação os revestimentos cerâmicos.

Os estudos de Piazzarollo e Bauer (2018) e Nascimento *et al.* (2016a) exemplificam essas investigações.

Nascimento *et al.* (2016a) avalia a degradação de dois edifícios com fachadas em cerâmica, em Brasília, por meio da metodologia aplicada por Silva (2014) e da quantificação dos agentes climáticos utilizando o *software* WUFI Pro 5.3. Os autores concluem que os fatores do clima considerados, dentre eles a temperatura, afetam diretamente os índices de degradação das fachadas estudadas, e por interferência dos gradientes de temperatura, Norte e Oeste são as orientações mais degradadas no referido estudo.

Silva (2007), considerando três edifícios com fachadas revestidas em argamassa na cidade de Florianópolis constata que 35,3% das anomalias observadas tem influência da temperatura e 11,8% são influenciadas tanto pela temperatura como pela umidade. A temperatura tem influência em mais de 47% da ocorrência das anomalias verificadas no estudo citado, como mostra a Figura 2.11.

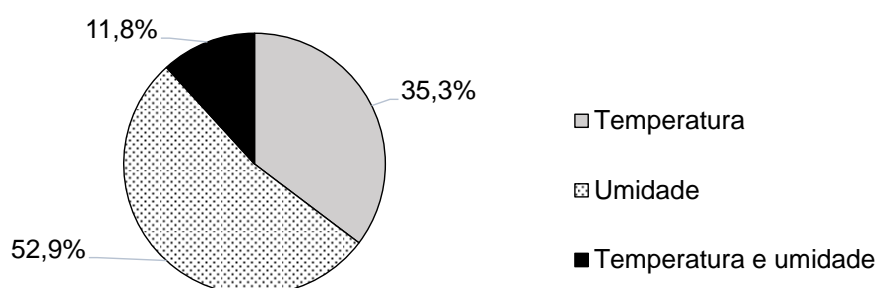


Figura 2.10 - Influência da temperatura e da umidade nas anomalias (SILVA, 2007).

Zanoni (2015) faz relevantes constatações, ponderando a respeito de estudos sobre comportamento higrotérmico de fachadas com revestimento em argamassa e simulação higrotérmica computacional. As máximas amplitudes térmicas mensais da superfície das fachadas representam melhor as condições de exposição da fachada às variações térmicas (ZANONI, 2015). Já que sintetizam melhor os fenômenos de aquecimento e arrefecimento cíclico diário, decorrentes das variações horárias da geometria da insolação e da temperatura do ar, além das características e propriedades higrotérmicas do elemento em análise.

Outra importante verificação é que a temperatura superficial, assim como a amplitude térmica na superfície, são melhores indicadores das variações higrotérmicas que

atuam nas fachadas do que o total da irradiação solar incidente. Isso porque esses indicadores resultam da interação entre a radiação solar e a elevação da temperatura do ar, ao longo do dia (ZANONI, 2015).

Com relação às variações bruscas de temperatura, Esquivel (2009) constata que para resistir ao choque térmico o revestimento de argamassa deve possuir alto valor de resistência à tração e baixo módulo de elasticidade, e que este fator diminui a resistência à aderência do revestimento no substrato.

c) Chuva Dirigida

A chuva dirigida decorre da ação do vento sobre a precipitação. Esse agente é uma das principais fontes de água nas edificações (BLOCKEN; CARMELIET, 2010; FREITAS, 2011; ZANONI *et al.*, 2018).

A quantidade de chuva que incide nas fachadas depende do clima local no que se refere à precipitação em superfície horizontal, velocidade do vento e direção do vento (FREITAS, 2011). A direção do vento durante os eventos de precipitação causa variações significativas de exposição entre as orientações de fachada possíveis (PÉREZ-BELLA *et al.*, 2018). Deste modo, a incidência de chuva é característica em cada orientação de fachada, pois cada orientação proporciona um microclima específico (MOTA; BAUER, 2020).

A geometria das construções e os detalhes construtivos das fachadas também têm influência decisiva no maior ou menor grau de exposição à ação da chuva dirigida. As formas arquitetônicas e os dispositivos de drenagem devem proteger a fachada da ação da chuva, evitando a criação de caminhos preferenciais de circulação da água na superfície do revestimento e permitindo a lavagem natural por completo (FLORES-COLEN, 2009).

Para edifícios que não sofrem a influência de obstáculos na trajetória do vento, a chuva atinge principalmente a parte superior e as laterais da fachada. Esse padrão de molhagem das fachadas em função da trajetória do vento foi comprovado por observações em edifícios, modelos reduzidos e medições em campo (STRAUBE; BURNETT, 2000; POYASTRO, 2011). A Figura 2.12 ilustra esse comportamento, onde os tons mais escuros representam as áreas mais umedecidas.

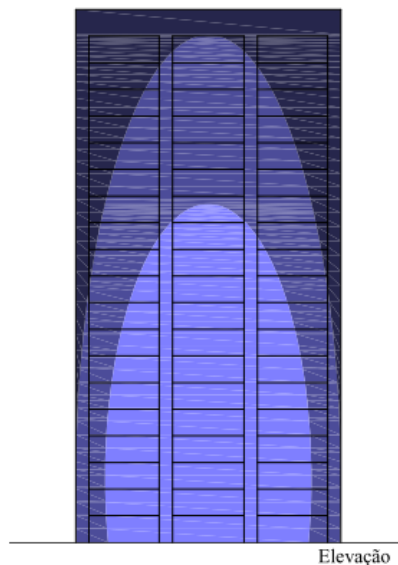


Figura 2.11 - Parábola da chuva incidente nas fachadas (COUPER, 1972 *apud* PETRUCCI, 2000 adaptado por MELO JR; CARASEK, 2011).

A chuva dirigida pode ser responsável pelo surgimento de anomalias, afetando a durabilidade e o desempenho higrotérmico das edificações. A presença de água é uma das causas mais recorrentes de danos em edifícios, tanto em revestimentos como em elementos estruturais (PEREIRA; DE BRITO; SILVESTRE, 2018). Pesquisadores consideram que essa é a principal causa direta ou indireta de anomalias em habitações residenciais (PAIVA; AGUIAR; PINHO, 2006; PALHA *et al.*, 2012; EPA, 2013).

Inicialmente a molhagem das fachadas pela chuva dirigida pode resultar em manchas, comprometendo a aparência estética. Em uma fase de propagação da anomalia, as manchas podem contribuir para o agravamento de outras anomalias e consequente degradação e perda de propriedades do revestimento. Para além de manchas, também decorrem da ação da chuva dirigida sobre as fachadas anomalias como fissuras e descolamentos devido à cristalização de sais, bem como eflorescências, por exemplo.

A investigação de Gaspar e De Brito (2005a), que considera um levantamento de 150 edifícios, exemplifica a seriedade da ação da chuva dirigida. O estudo aponta que 25% dos problemas relacionados à deterioração de fachadas com revestimento à base de cimento são devidos à chuva dirigida.

Uma análise comparativa dos efeitos da umidade em seis sistemas de revestimentos de fachada é desenvolvida por Pereira, De Brito e Silvestre (2018). A análise compara

a associação entre defeitos e causas dentro de cada sistema. Dos resultados da investigação, destaca-se que as paredes rebocadas pintadas têm mais defeitos associados a causas de umidade, onde a água de origem externa é responsável por 80% das causas de anomalias e a umidade interna por 76% delas (PIRES; DE BRITO; AMARO, 2015). Constata-se que a água é a principal preocupação na preservação da integridade do revestimento pintado (PEREIRA; DE BRITO; SILVESTRE, 2018).

No estudo de fachadas de três edifícios, Silva (2007) constata que em torno de 53% das manifestações patológicas observadas têm influência da umidade. Os referidos estudos mostram que a resistência à água é considerada altamente relevante devido à sua influência significativa na durabilidade dos sistemas de revestimento (DUARTE *et al.*, 2020). Nesse contexto, é relevante quantificar e avaliar a incidência da chuva dirigida.

No cenário internacional, as normas ISO 15.927-3 (BS, 2009), Standard 160 (ANSI/ASHRAE, 2009) e o código inglês BS 8104 (BSI, 1992) exemplificam documentos que fornecem procedimentos para estimativa da quantidade de chuva dirigida que incide em uma superfície vertical em uma dada orientação. Os estudos brasileiros quanto à chuva dirigida referem-se, principalmente, à determinação do Índice de Chuva Dirigida (ICD) proposto por Lacy (1962), podendo ser apresentados com identificação das direções predominantes (BAUER, 1987; LIMA; MORELLI, 2005; LIMA; ESTRELA, 2010; MELO JR.; CARASEK, 2011; GIONGO; PADARATZ; LAMBERTS, 2011).

Neste contexto, Zaroni, Sánchez e Bauer (2014) quantificam a incidência de chuva dirigida para a cidade de Brasília-DF, utilizando o método semiempírico da norma ISO 15927-3 (BS, 2009). No estudo realizado, a fachada Norte seguida das fachadas Noroeste e Nordeste são as fachadas que recebem maior quantidade de chuva ao longo do ano.

O emprego de programas de simulação higrotérmica, enquanto consideram as propriedades dos materiais e as condições ambientais do elemento investigado, é uma alternativa a fim de superar a complexidade que envolve a quantificação dos fatores climáticos de degradação das fachadas. A seção 2.6 trata a respeito da aplicação da simulação às investigações de deterioração de edifícios.

2.6 Simulação higrotérmica aplicada à degradação

A simulação constitui importante ferramenta para aplicação aos estudos de degradação a fim de prever o comportamento dos elementos frente às diferentes solicitações externas, dependendo das condições de análise do *software* a ser utilizado e a disponibilidade da informação sobre as propriedades dos materiais e o clima. As ferramentas de modelagem e avaliação do desempenho higrotérmico permitem simular o transporte de umidade e calor nos elementos de construção em uma ou várias dimensões: 1D, 2D ou 3D (SANTOS, 2019). Esses transportes que acontecem na estrutura porosa dos revestimentos aceleram a degradação.

A norma EN 15.026 (DIN, 2007) regula a aplicação prática das simulações higrotérmicas em regime variável. A Figura 2.13 exibe um fluxograma de processamento dos modelos de simulação higrotérmica. Conforme a Figura 2.13, os principais dados de entrada na simulação referem-se às características do sistema estudado, propriedades higrotérmicas dos materiais, condições de contorno de transferência de superfície e limitações de cálculo. Os dados de saída são referentes ao comportamento dos materiais e cargas de fatores do clima impostas ao edifício.

Na etapa de pós-processamento, esses dados podem ser associados ao desempenho energético (BISENIECE *et al.*, 2018), crescimento de fungos (SANTOS, 2019) e aos mecanismos de degradação (NASCIMENTO *et al.*, 2016b; SANTOS *et al.*, 2017; MOTA; BAUER, 2020), por exemplo.

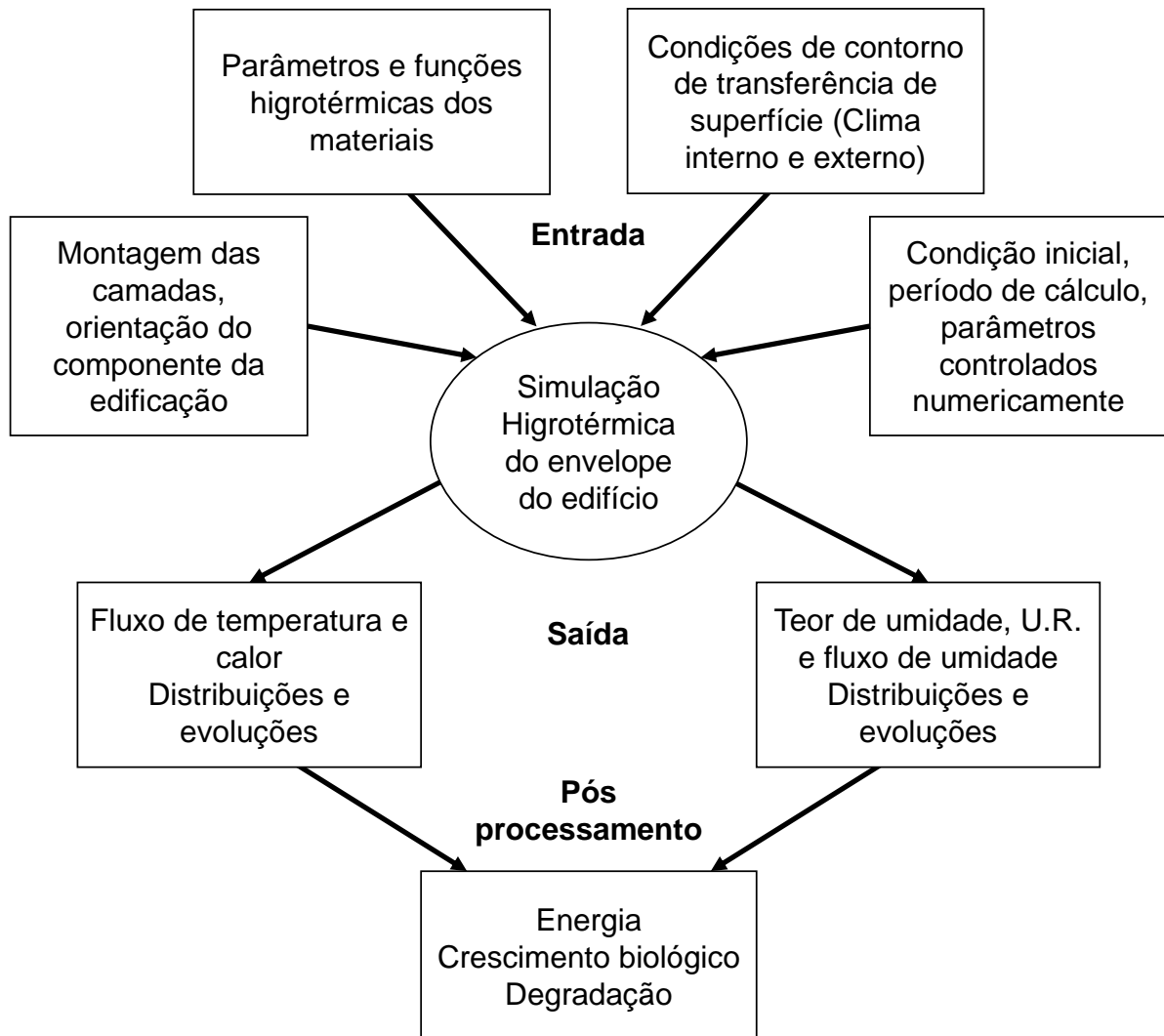


Figura 2.12 - Fluxograma de processamento dos modelos de simulação higrotérmica (adaptado de EN 15.026, 2007).

Grande parte dos estudos de degradação caracterizam o clima a partir de mapas que exibem médias diárias de radiação solar e chuva para diferentes meses do ano (PACHECO, 2016; SILVA, 2014; SILVA, 2007; QUERUZ, 2007). Entretanto, esses dados são referentes a incidência desses agentes no solo, não nas paredes verticais de um edifício, deste modo, não são verdadeiramente relevantes. A simulação higrotérmica mostra-se eficiente para solucionar essa dificuldade, possibilitando quantificar os principais fatores climáticos de degradação incidentes nos edifícios a partir de um arquivo climático anual horário que proporciona a obtenção de resultados confiáveis.

A simulação higrotérmica também possibilita a análise do efeito dos agentes de degradação em cada camada da fachada, por meio de parâmetros como o teor de umidade, por exemplo. Nesse contexto, Mota e Bauer (2020) ponderam sobre a

dificuldade de se quantificar o transporte de água nos elementos de construção, tal como na fachada, que pode ser constituída por diversas camadas de diferentes materiais.

Diferente da quantificação da absorção de água em materiais, que é possível através de ensaios básicos, para estudar os mecanismos de transferência de umidade no sistema de revestimento das fachadas é eficiente a aplicação da simulação higrotérmica (MOTA; BAUER, 2020). Além de possibilitar a caracterização do microclima, esse tipo de ferramenta pode ajudar a prever o comportamento higrotérmico da fachada do edifício (BISENIECE *et al.*, 2018).

2.7 Mecanismos de degradação e propagação de anomalias

Mecanismo de degradação é definido como uma sequência de modificações físicas e/ou químicas que levam a alterações prejudiciais em uma ou mais propriedades de um elemento ou material quando exposto a um ou mais fatores de degradação (ASTM E-632, 1996). Deste modo, as anomalias sucedem da ação dos agentes de degradação os quais por mecanismos específicos levam a deterioração ou queda de desempenho dos edifícios e seus elementos (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).

A interação dos agentes com os mecanismos físicos, químicos ou mecânicos são responsáveis pela deterioração de cada material e seu entendimento permite que o projetista contorne a ação dos agentes no edifício (JOHN; SATO, 2006). Como por exemplo, a informação de que determinada orientação de fachada é fortemente exposta à ação da chuva dirigida pode ser utilizada para especificar um sistema de revestimento adequado para evitar a ocorrência de anomalias. A Figura 2.14 ilustra a relação entre agentes, mecanismos e anomalias.

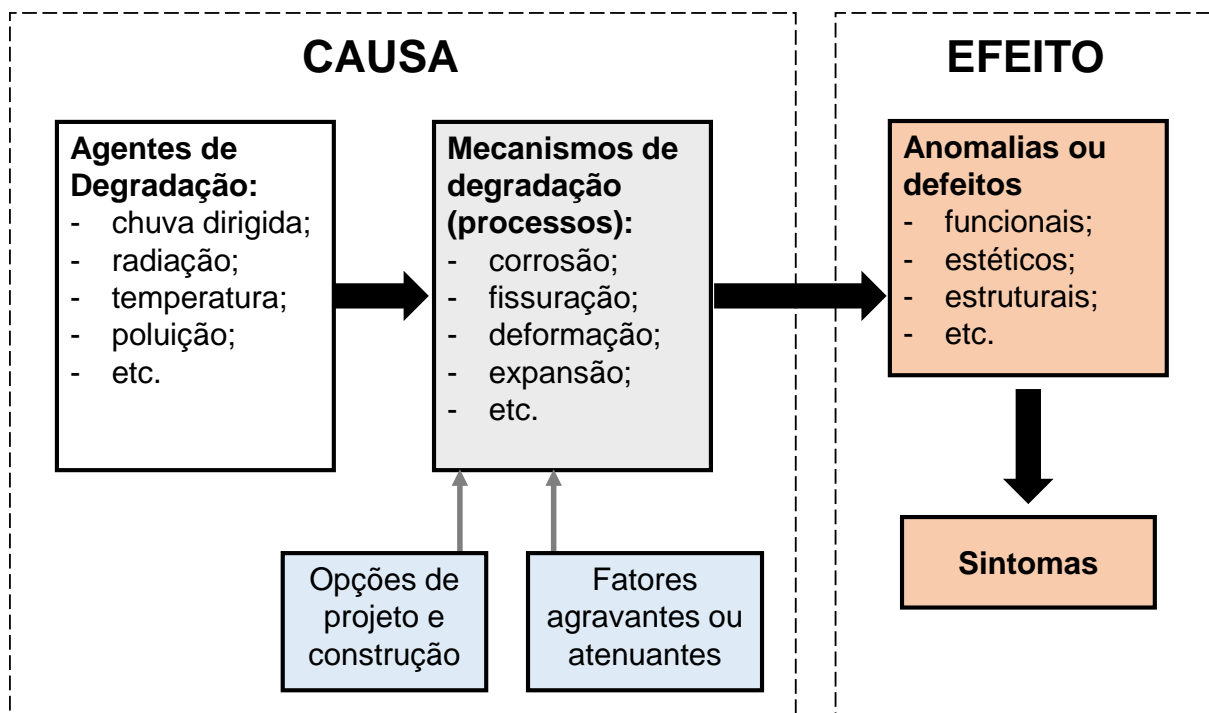


Figura 2.13 - Agentes de degradação, mecanismos de degradação e anomalias (adaptado de CÓIAS, 2009).

A intensidade dos fatores de degradação depende das variações climáticas e os mecanismos dependem do grau de exposição da fachada aos agentes, e também das características e propriedades dos elementos e dos materiais. Por outro lado, a ocorrência de anomalias - resposta do edifício à ação dos mecanismos – é condicionada, principalmente, pelas características dos materiais, Figura 2.14. Ou seja, os mecanismos são associados às características físicas, mecânicas e químicas dos materiais e elementos.

Como mostra a Figura 2.14, os mecanismos são vinculados às definições do projeto e construção (materiais, cura, espessuras, prazos, dentre outros) podendo ser associados a condições agravantes ou atenuantes (GHIASSI; LOURENÇO, 2018; CAVALAGLI *et al.*, 2019). Como exemplo de situação agravante, tem-se a existência de fissuras incrementando a ação da chuva dirigida em uma fachada (RAMIREZ *et al.*, 2019). Por outro lado, uma condição abrigada em relação à radiação solar, que leva a menor ocorrência de deformações de natureza térmica, e possível menor fissuração da argamassa, exemplifica uma situação atenuante (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).

Para o estudo da degradação de um elemento de construção, o *International Council for Building Research Studies and Documentation* (CIB), por meio da comissão

W80/RILEM TC-140, aponta que deve se identificar tantos mecanismos de degradação concebíveis quanto possível (JERNBERG *et al.*, 2004a). Nesse contexto, para os revestimentos em argamassa de fachadas em Brasília-DF, são identificados os mecanismos de degradação representativos daqueles que ocorrem em serviço (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021). O estudo citado associa a ação dos agentes de degradação, principalmente os climáticos, em mecanismos específicos que conduzem a ocorrência de anomalias.

Os principais mecanismos, agentes principais e coadjuvantes na iniciação e na propagação das anomalias são exibidos no Quadro 2.6. Na iniciação se tem os mecanismos atuando no surgimento das anomalias. A propagação é definida como a evolução da anomalia, que pode ocorrer por diferentes causas da iniciação.

Quadro 2.6 - Mecanismos, agentes e propagação das anomalias de fachadas em argamassas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).

	Mecanismos	Agentes Principais	Agentes Coadjuvantes	Propagação
Descolamento	Deformação e assentamento da base (alvenaria)	Esforços e deformações da estrutura e da alvenaria (M), radiação solar (E), temperatura (T)	Chuva dirigida (Q), incidência de vento (secagem) (M)	Incrementos de deformação e fissuração na base (alvenaria)
	Cristalização de sais da alvenaria	Água (chuva dirigida) (Q), temperatura (secagem) (T), cristalização (Q)	Radiação solar (temperaturas) (E, T)	Ciclos de umidificação e secagem
	Retração da argamassa	Transporte de água (secagem) (Q), esforços de tração (M)	Radiação solar (temperaturas) (E, T), incidência de vento (secagem) (M)	Variações de temperatura (amplitude) decorrentes da radiação solar
Fissura	Retração da argamassa	Transporte de água (secagem) (Q), esforços de tração (M)	Radiação solar (temperaturas) (E, T), incidência de vento (secagem) (M), chuva dirigida (Q)	Temperaturas decorrentes da radiação solar (secagem), ciclos de umidificação e secagem
	Deformação diferencial da base (alvenaria) e entre camadas de revestimento	Esforços e deformações da estrutura e da alvenaria (M), radiação solar (E), temperatura (T)	Chuva dirigida (Q)	Esforços de tração cíclicos originados pela restrição de deformações térmica ou mecânica
	Concentração de esforços	Esforços e deformações da estrutura e da alvenaria (M)	Radiação solar (temperaturas) (E, T)	Incrementos de deformação na base, umidificação e secagem
	Cristalização de sais da argamassa ou da alvenaria	Água (chuva, ascensional) (Q), temperatura (T), cristalização (Q)	Radiação solar (temperaturas) (E, T)	Ciclos de umidificação e secagem

Quadro 2.6 - Mecanismos, agentes e propagação das anomalias de fachadas em argamassas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021)
(continuação).

	Mecanismos	Agentes Principais	Agentes Coadjuvantes	Propagação
Pulverulência	Perda de coesão ou desagregação superficial dos constituintes da argamassa	Esforços internos de expansão na argamassa (M)	Chuva dirigida, umidade ascensional (Q), cristalização de sais (Q), micro-organismos (B)	Ciclos de umidificação e secagem, umidade ascensional
Eflorescência	Cristalização superficial de sais da argamassa ou da alvenaria	Sais (Q), água e transporte de água (Q), temperatura (secagem) (T), cristalização (Q)	Radiação solar (temperaturas) (E, T)	Ciclos de umidificação e secagem
Manchas	Molhagem não uniforme do revestimento	Chuva dirigida (Q)	Radiação solar (temperaturas) (E, T), chuva dirigida (Q)	Ciclos de umidificação e secagem
	Desenvolvimento de micro-organismos biológicos	Micro-organismos (B), água (Q), pH (Q), temperatura (T), umidade relativa (Q), radiação solar (luz) (E)	Radiação solar (temperaturas) (E, T), chuva dirigida (Q)	Umidade, proliferação das colônias de micro-organismos, propagação para o interior da camada, fissuras
	Acúmulo de sujeiras	Incidência de vento (M), chuva dirigida (Q), chuva ácida (Q)	Temperaturas (secagem) (T), água (escorrimentos e desbotamentos) (Q), dissolução de compostos (Q)	Poluentes atmosféricos, ataque superficial da argamassa (ácidos, bases, agentes oxidantes e redutores)

Quadro 2.6 - Mecanismos, agentes e propagação das anomalias de fachadas em argamassas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021)
(continuação).

	Mecanismos	Agentes Principais	Agentes Coadjuvantes	Propagação
Descolamento da pintura	Perda de aderência por degradação e enrijecimento da película	Radiação solar UV (E), temperatura (T)	Chuva dirigida (Q)	Incidência cumulativa da radiação solar com incremento da fissuração e descolamento
	Ingresso de água no substrato por fissuras e perda de aderência e pulverulência	Temperatura (secagem) (T), água (chuva dirigida, umidade) (Q)	Cristalização de sais (Q)	Ciclos de umidificação e secagem
Fissura da pintura	Degradação polimérica com enrijecimento da película	Radiação solar UV (E), temperatura (T)	Chuva dirigida (Q)	Incidência cumulativa da radiação solar, incremento da fissuração
	Deformação excessiva do substrato excedendo elasticidade da pintura	Esforços e deformações da estrutura (M), radiação solar (E), temperatura (T)	Chuva dirigida (Q)	Esforços de tração cíclicos pela restrição de deformações de natureza térmica/mecânica
Bolha na pintura	Infiltrações de água do substrato de argamassa	Água (Q), temperatura (secagem) (T)	Chuva dirigida (Q)	Baixa permeabilidade ao vapor d'água, ciclos de umidificação e secagem
	Base contaminada por sais	Sais (Q), água e transporte de água (Q), temperatura (secagem) (T), cristalização (Q)	Radiação solar (temperaturas) (E, T), chuva dirigida (Q), umidade ascensional (Q)	Ciclos de umidificação e secagem
Agentes: Mecânicos (M), Eletromagnéticos (E), Térmicos (T), Químicos (Q), Biológicos (B) (ISO 15686-1)				

Apresenta-se uma descrição mais detalhada dos mecanismos de degradação de cada uma das principais anomalias que afetam os revestimentos em argamassa de Brasília, com a descrição da propagação das anomalias, considerando o Quadro 2.6. Os mecanismos de degradação são considerados como a fase de iniciação das anomalias.

2.7.1 Descolamento da argamassa

O descolamento do revestimento em argamassa corresponde à separação definitiva da argamassa em relação à sua base (alvenaria ou concreto), isto é, há queda de porções da argamassa. Essa anomalia pode ocorrer por três mecanismos: deformação e assentamento da base, cristalização de sais da alvenaria e retração da argamassa.

O processo de deformação e assentamento da base ocorre devido à ação conjunta de esforços e deformações da estrutura e da alvenaria, da radiação solar e da temperatura. No que se refere à deformação da base, a ação desses agentes provoca esforços no revestimento, resultante da restrição interna ou externa dos movimentos de variação dimensional (contração ou dilatação). Se a base é contraída, pode ocorrer afastamento do reboco em relação à alvenaria, em uma primeira fase, geralmente seguido de variação da geometria do reboco, causada pela formação de convexidades para o exterior, até alcançar o descolamento (GASPAR, 2009).

A formação de convexidades para o exterior (empolamento) entre dois pontos de maior aderência da argamassa é ilustrada na Figura 2.15. No entanto, se a base é alongada (ou dilatada), a argamassa tende a seguir o seu movimento, e, dependendo da aderência à base e de sua elasticidade, pode ocorrer o surgimento de fissuras nas zonas tracionadas (seção 2.7.2).

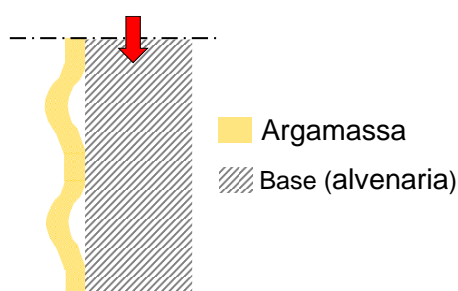


Figura 2.14 - Empolamento por contração da base (adaptado de THOMASSON, 1982).

Com relação ao assentamento da base, este pode resultar do comportamento da estrutura ou mesmo dessa ação combinada com os fatores radiação solar e temperatura. Esse deslocamento da base causa a perda de aderência do revestimento de argamassa junto à base, surgindo o descolamento. Os mecanismos de deformação e assentamento da base podem ter a chuva dirigida e a incidência de vento como agentes coadjuvantes no processo, influenciando na variação de temperatura, e, conseqüentemente, na variação dimensional.

A cristalização de sais da alvenaria ocorre quando há dissolução de sais da alvenaria em seus poros e vasos capilares pela ação da água na fachada, sendo esses sais posteriormente cristalizados devido à evaporação (secagem por temperatura). Já que o fenômeno de cristalização é acompanhado de um considerável aumento de volume dos sais, pode ocorrer desagregação da argamassa devido aos esforços sobre a camada de material que cobre a cavidade (MAGALHÃES, 2002; GASPAR, 2009). Por sua vez, a desagregação afeta a aderência do revestimento à base, conduzindo ao descolamento da argamassa da fachada. A radiação solar e a temperatura podem ser agentes coadjuvantes nesse mecanismo.

A retração da argamassa, ocorre com a redução volumétrica do material (BASTOS, 2001; SCARTEZINI, 2002). Dentre as diferentes formas de retração, a retração por secagem é considerada no estudo da degradação, devido ao tempo (com relação à idade da argamassa) em que ocorrem e a influência dos agentes de degradação envolvidos, sendo os principais a secagem e os esforços de tração.

Os mecanismos de retração são devidos, principalmente, aos movimentos de água no interior e entre o interior e o exterior do elemento de argamassa, de forma a ser atingido o equilíbrio termodinâmico (VEIGA, 1997). A saída de água dos capilares ou dos poros de menor dimensão da argamassa é feita por evaporação ou por contato com a alvenaria que provocam perda de massa acompanhada de redução significativa de volume (BASTOS, 2001; PEREIRA, 2008).

A redução de volume conduz ao enfraquecimento da ligação argamassa-alvenaria (PEREIRA, 2008), por meio dos esforços de tração, originando fissuras, e, por consequência da perda de aderência, descolamentos (MAGALHÃES, 2002). Como a radiação solar e a incidência de vento influenciam na retração, através das

temperaturas e do fenômeno de secagem, são considerados como agentes coadjuvantes nesse mecanismo.

Na fase de propagação dos referidos mecanismos que resultam no descolamento, tem-se que:

- Incrementos de deformação e fissuração na alvenaria aumentam o descolamento da argamassa devido à variação dimensional e aos movimentos que introduzem à base;
- Ciclos de umidificação e secagem aumentam o descolamento por cristalização de sais da alvenaria, pois esses ciclos dirigem a variação da temperatura, a evaporação da água existente na alvenaria e a diminuição da umidade relativa do ambiente, que são fatores que podem conduzir a um aumento da concentração da solução e conseqüentemente favorecer a cristalização dos sais (MAGALHÃES, 2002); e,
- Variações de temperatura (amplitude) decorrentes da ação da radiação solar, por conduzirem variações de volume, aumentam o descolamento por retração da argamassa.

2.7.2 Fissura

A fissura no revestimento em argamassa pode ocorrer por quatro mecanismos: retração da argamassa, deformação diferencial da base (alvenaria ou concreto) e entre camadas de revestimento, concentração de esforços e cristalização de sais da argamassa ou da alvenaria. A retração da argamassa ocorre como descreve o item 2.7.1. Neste caso, como descreve o item citado, a fissura na argamassa antecede o descolamento.

Com relação a deformação diferencial da base, também ocorre como descreve o item 2.7.1. E, de forma semelhante ocorre o mecanismo de deformação diferencial entre camadas de revestimento, já que as propriedades distintas de cada camada conduzem a variações dimensionais diferentes. A Figura 2.16 ilustra que o movimento de dilatação da alvenaria, dependendo da aderência à base e de sua elasticidade, pode conduzir ao surgimento de fissuras. A chuva dirigida e posterior secagem atuam como importantes agentes coadjuvantes neste mecanismo através da variação dimensional por umidade.

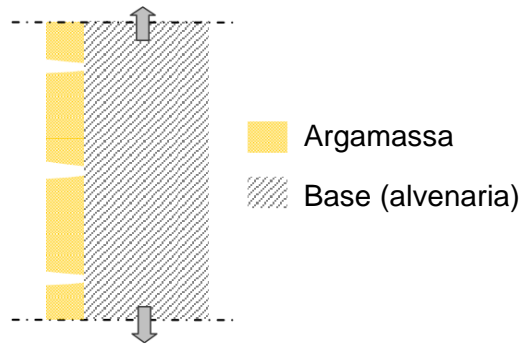


Figura 2.15 - Fissura por dilatação da base (adaptado de THOMASSON, 1982).

As fissuras decorrentes da concentração de esforços podem ocorrer nos cantos das aberturas ou dos vãos devido aos esforços e deformações da estrutura e da alvenaria. A radiação solar é agente coadjuvante nesse mecanismo por influenciar na temperatura e conseqüentemente na variação dimensional cuja restrição pode originar fissuras.

A fissuração decorrente do mecanismo de cristalização de sais ocorre como descreve o item 2.7.1, de modo que o aumento de volume que acompanha a cristalização induz esforços de tração no revestimento que dão origem às fissuras.

Na fase de propagação desses mecanismos que resultam em fissuras no revestimento, tem-se que:

- Temperaturas decorrentes da ação da radiação solar e os ciclos de umidificação e secagem, por conduzirem variações de volume, acrescem o surgimento de fissura por retração da argamassa;
- Esforços de tração cíclicos originados pela restrição de deformações térmicas ou mecânicas aumentam a ocorrência de fissura por deformação diferencial da base (alvenaria) e entre camadas de revestimento;
- Incrementos de deformação na alvenaria, bem como processos de umidificação e secagem aumentam a ocorrência de fissura devido à concentração de esforços, pois ocasionam movimentos diferenciais mais significativos entre o revestimento e a base; e,
- Ciclos de umidificação e secagem aumentam o surgimento de fissuras por cristalização de sais da alvenaria, já que esses ciclos favorecem este fenômeno, como descreve detalhadamente o item 2.7.1.

2.7.3 Pulverulência

A pulverulência pode ocorrer por perda de coesão ou desagregação superficial dos constituintes da argamassa. Essa anomalia ocorre devido à ação de esforços internos de expansão na argamassa que causam a desagregação superficial dos componentes da argamassa. Como agentes coadjuvantes, a presença de água nos poros da argamassa, a cristalização de sais e a presença de micro-organismos também geram esforços internos que causam perda de coesão das argamassas. A perda de coesão ou desagregação se manifesta por meio de um esfarelamento da argamassa que conduz ao desprendimento de material sob forma de pó ou de grânulos.

Na fase de propagação, os ciclos de umidificação e secagem e a umidade ascensional por capilaridade favorecem o aumento da desagregação superficial dos constituintes da argamassa que resultam em pulverulência no revestimento. Isso ocorre, pois, a presença de água e as variações de temperaturas, devido aos ciclos de molhagem e secagem, induzem esforços de tração na estrutura porosa da argamassa.

2.7.4 Eflorescência

A eflorescência pode ocorrer por cristalização superficial de sais da argamassa, da alvenaria ou sais oriundos da atmosfera, como no caso da maresia. Nesse mecanismo, é necessário a existência simultânea de três fatores: a presença de água; a existência de sais solúveis em água (nos materiais constituintes da argamassa ou da alvenaria); e, pressão hidrostática para propiciar a migração da solução para a superfície (MAGALHÃES, 2002; CÓIAS, 2009; GONÇALVES; PEL; RODRIQUES, 2009).

A cristalização superficial dos sais pode afetar a durabilidade dos rebocos e causar prejuízos estéticos. Para que esse mecanismo ocorra é necessário que inicialmente se tenha a dissolução dos sais solúveis pela água. É preciso que a solução migre para a superfície do revestimento da fachada e que ocorra evaporação superficial da água, com cristalização dos sais dissolvidos (MAGALHÃES, 2002). A cristalização dos sais forma um depósito esbranquiçado no revestimento que constitui a eflorescência. A pressão referente ao aumento de volume devido a cristalização de sais causa desagregação na superfície ou no interior da porosidade do material (GASPAR, 2009). Como agentes coadjuvantes nesse mecanismo de degradação tem-se a radiação solar e a temperatura.

Na fase de propagação, os ciclos de umidificação e secagem favorecem a formação de eflorescência, pois esses ciclos conduzem à variação da temperatura, logo a evaporação superficial da água, com cristalização dos sais dissolvidos. A evolução da eflorescência pode conduzir à desagregação superficial da argamassa, que pode ocasionar a pulverulência.

2.7.5 Manchas

As manchas no revestimento em argamassa correspondem ao escurecimento da argamassa que ocorre frequentemente associado à presença de água. Inicialmente as manchas influenciam fortemente a qualidade visual da fachada, no entanto, com o tempo essa anomalia pode contribuir para o agravamento de outras anomalias, acelerando a degradação (GASPAR, 2009; FLORES-COLEN; BRITO, 2003). Para estudos de degradação, pode-se considerar que as manchas nos revestimentos em argamassa de fachadas podem ocorrer por três mecanismos de degradação: molhagem não uniforme do revestimento, desenvolvimento de micro-organismos biológicos e acúmulo de sujeiras.

As manchas devido à ação de micro-organismos são causadas pelo desenvolvimento de sujidade biológica e surgem quando existem condições ambientais propícias. Essas manchas estão normalmente associadas à fixação e desenvolvimento de micro-organismos como fungos, musgos e algas, os quais formam manchas escuras de diferentes tonalidades (QUINTELA, 2006). Para que ocorra a adesão e o desenvolvimento dos micro-organismos é necessário que se verifiquem algumas condicionantes físico-químicas e ambientais, as quais se destacam: pH do suporte, umidade, temperatura e exposição ao sol.

A ação do vento, da chuva dirigida e/ou da chuva ácida podem depositar partículas de fuligem e poeiras na superfície da fachada. Estas partículas possuem origem na poluição atmosférica, nos solos ou decorrem da atividade humana, sendo transportadas pelo vento ou dissolvidas na água da chuva. A incidência de água da chuva é maior sobre as partes mais altas dos edifícios. Por ação da gravidade, a água tende a escorrer pela fachada, promovendo o arraste de partículas depositadas. A água segue caminhos preferenciais em função de detalhes construtivos, originando o acúmulo das partículas que arrasta em suspensão ou, em certos casos, proporcionando uma limpeza do revestimento (QUINTELA, 2006).

Caso o processo de secagem do revestimento seja ineficiente, o teor de umidade manter-se-á elevado por períodos de tempo prolongados, criando condições adequadas ao desenvolvimento de micro-organismos (JORNE, 2010) e favorecendo a molhagem não uniforme. Situações prolongadas e repetidas de escoamento de água pela envoltória do edifício podem levar ao aparecimento de fenômenos de colonização biológica, iniciar um processo de deterioração mais profundo através da erosão da argamassa ou originar perdas de aderência (GASPAR, 2009). A ocorrência de manchas pode afetar a durabilidade das fachadas não apenas na função estética, mas também funcional, dependendo da propagação da anomalia.

2.7.6 Descolamento da pintura

O descolamento da pintura pode ocorrer por meio da perda de aderência por degradação e enrijecimento da película. O ingresso de água no substrato por fissuras causa perda de aderência e conseqüentemente a pulverulência é outro mecanismo pelo qual ocorre descolamento da pintura.

A perda de aderência da pintura ao revestimento em argamassa ocorre pela ação continuada da radiação ultravioleta que provoca quebra das ligações poliméricas da pintura, assim, o ligante (resina) - material polimérico que constitui a tinta – é degradado, deixando de cumprir uma de suas funções que é a aderência à base (CHAI, 2011; MARQUES, 2013). Outra consequência da degradação da resina é o enrijecimento da película, uma vez que a resina também é responsável por sua flexibilidade. As variações de temperatura sobre a pintura contribuem para o seu desgaste devido aos esforços gerados por meio das variações dimensionais (CHAI, 2011), ocasionando perda de aderência por degradação e enrijecimento da película.

A estabilidade dimensional dos polímeros é alterada pela variação de umidade, pois a água absorvida aumenta o volume do material (MANO, 1991). A remoção da água pode acarretar o aparecimento de vazios e microfraturas (MANO, 1991). A chuva dirigida pode atuar como agente coadjuvante do mecanismo através do efeito da variação de umidade.

O ingresso de água no substrato por fissuras gera esforços internos de expansão na argamassa que, conseqüentemente, quebram ligações moleculares da película (devido aos esforços que argamassa induz na pintura) e também desagregam os componentes da argamassa, causando perda de aderência na pintura e pulverulência

na argamassa, respectivamente. Por consequência, ocorre o descolamento da pintura.

A tendência para o descolamento da pintura é maior em revestimentos fissurados por variações dimensionais entre o suporte e a película, pois essa anomalia favorece a entrada de água (MATEUS, 2004; LOPES, 2008). A incidência cumulativa da radiação solar com incremento da fissuração e descolamento, bem como os ciclos de umidificação e secagem, por induzirem o ingresso de água no substrato (argamassa), contribuem na propagação do descolamento da pintura.

2.7.7 Fissura da pintura

A fissura da pintura ocorre por dois mecanismos: degradação polimérica com enrijecimento da película e deformação excessiva do substrato excedendo elasticidade da pintura. A radiação solar ultravioleta degrada o constituinte polimérico da película, afetando a elasticidade. O surgimento de fissuras ocorre através das variações dimensionais induzidas pela temperatura na película enrijecida. Esforços e deformações da estrutura, atuando juntamente com a radiação solar e a temperatura, conduzem a deformação excessiva da argamassa que, por sua vez, excedem a capacidade de expansão e contração da pintura, fazendo com que a película fissure.

A chuva dirigida pode atuar como agente coadjuvante dos mecanismos descritos, por afetar a estabilidade dimensional do material, como descreve a seção 2.7.6. O aumento da área degradada da pintura por fissura ocorre devido a incidência cumulativa da radiação solar e ao incremento de fissuração na argamassa. Além disso, a restrição de deformações de natureza térmica ou mecânica induz esforços de tração cíclicos que também incrementam a fissuração da pintura.

A fissura da pintura condiciona a capacidade de impermeabilização do revestimento em argamassa, afeta o desempenho higrotérmico, a estética e a durabilidade das fachadas (ESTRELA; VEIGA; HENRIQUES, 2009). Essa anomalia pode acelerar o processo de degradação dos revestimentos, reduzindo a durabilidade, pois permite a entrada de ar e de água.

2.7.8 Bolha na pintura

As infiltrações de água do substrato de argamassa podem causar bolhas na pintura. A água presente nos poros da argamassa, induzida por fenômenos de secagem, pode

migrar para a interface argamassa-pintura, deformando a película para o exterior (deformação convexa) a partir de uma perda de aderência localizada (RODRIGUES *et al*, 2005). Essa deformação é facilitada pelas propriedades da película que causam a retenção de ar ou umidade, formando a bolha (CHAI, 2011). Apesar de ser menos provável, esse mecanismo de formação das bolhas também pode ter a chuva dirigida como agente coadjuvante.

A cristalização de sais da base causa o descolamento da pintura é outro mecanismo que leva ao surgimento das bolhas. As bolhas ocorrem em uma fase antecedente ao descolamento da pintura. A propagação das bolhas ocorre com a baixa permeabilidade ao vapor d'água da película de pintura e ciclos de umidificação e secagem. A película de pintura, ou, de uma forma geral, os revestimentos com baixa permeabilidade ao vapor de água e elevada impermeabilidade à água têm maior tendência para apresentarem bolhas, pois criam uma barreira à saída da umidade, provocando a permanência prolongada desta (CHAI, 2011).

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa amplia a base de dados desenvolvida pelos estudos de Macêdo (2017) e Santos (2018) referente à inspeção de edifícios em condições reais de uso e de exposição localizados em Brasília, adicionando 29 amostras. Toda a base de dados pertence ao Projeto “Degradação, mensuração e modelação” do PECC/UnB. O método de obtenção desses dados, que permite quantificar a degradação de fachadas, é proposto por Silva (2014).

A metodologia deste estudo inclui as seguintes etapas: investigação de campo, mapeamento de danos, caracterização da amostragem, quantificação e investigação da degradação. O detalhamento das etapas citadas está apresentado na Figura 3.1.

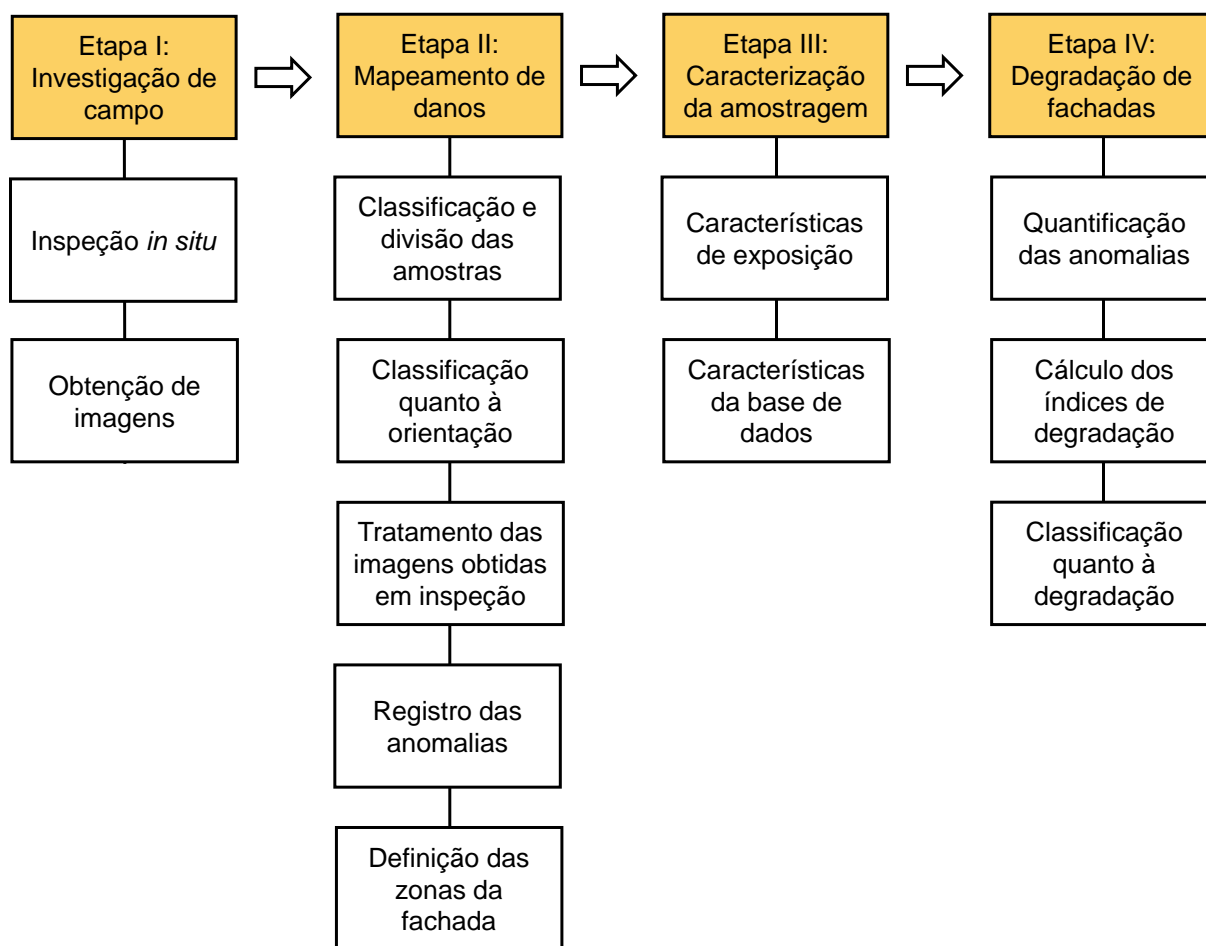


Figura 3.1 - Etapas da metodologia proposta.

O Quadro 3.1 descreve os elementos de análise e as variáveis independentes consideradas neste estudo de acordo com o grupo de análise. A fim de quantificar a ocorrência de degradação com e sem distinção das anomalias, para se obter uma análise global e específica, são definidos dois grupos de análise mostrados no

Quadro 3.1. Com relação aos elementos de análise apresentados, são estabelecidas as anomalias, zonas da fachada e orientação para investigar a degradação na fachada.

Quadro 3.1 - Elementos de análise e variáveis independentes.

Grupos de análise	Elementos de análise	Variáveis dependentes
I. Quantificação e gravidade da degradação	Anomalias (fissura, descolamento, pulverulência, eflorescência, manchas, bolhas, descolamento e fissura da pintura), Zonas da fachada e Orientação.	FD , FDz e FDw
II. Quantificação e gravidade das anomalias	Anomalias, Zonas da fachada e Orientação.	$FD_{anomalia}$, FDz e FDw

Os índices de degradação que constituem as variáveis dependentes são o Fator de Danos (FD), Fator de Danos da Anomalia ($FD_{anomalia}$) e o Fator de Danos da Zona (FDz), os quais são indicadores que determinam a frequência de ocorrência ou a incidência de danos nas amostras e nas zonas de fachada; e o Fator de Danos Ponderado (FDw), empregado para determinar a gravidade da degradação nas zonas de fachada.

3.1 Investigação de campo

A investigação de campo consiste em inspeções *in situ* para a obtenção de imagens de alta resolução que possibilitam a identificação das anomalias, da cor e da textura da superfície da fachada. A coleta de informação dimensional de elementos da fachada é realizada, a fim de permitir o dimensionamento em escala real do mapeamento de danos.

3.2 Mapeamento de danos

3.2.1 Classificação e divisão das amostras

As fachadas são diferenciadas em dois tipos de elementos arquitetônicos: empenas e prumadas. As empenas correspondem às fachadas laterais do edifício, geralmente

em menor dimensão de área, e as prumadas correspondem às fachadas frontais. Como a empena do edifício não possui juntas de movimentação vertical nem descontinuidade do plano, nos edifícios inspecionados, é considerada como uma única amostra.

Na investigação da degradação, os índices ponderam área de danos e área total da amostra, sendo assim áreas totais muito extensas ou pequenas podem prejudicar a representatividade dos danos. Para eliminar esse efeito, o Método de Mensuração da Degradação (MMD) implementa a subdivisão da fachada em amostras. Cada amostra é estudada individualmente e sua área deve estar entre 50 e 300 m² (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021). A Figura 3.2 ilustra um exemplo da divisão de uma fachada em amostras e os tipos de elementos arquitetônicos.

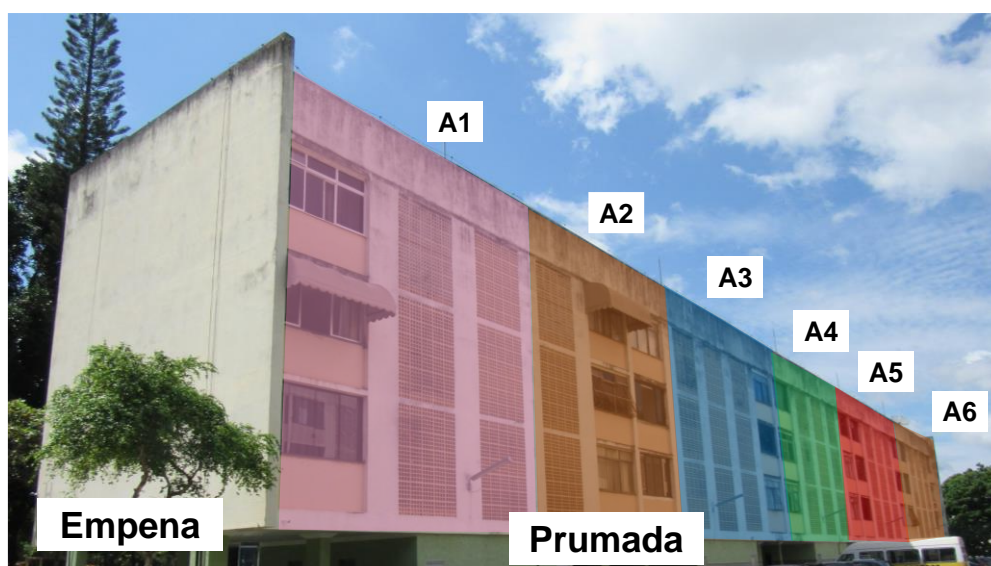


Figura 3.2 – Tipos de elementos arquitetônicos e subdivisão da fachada em amostras.

Este procedimento de divisão possibilita a criação de amostras mais homogêneas para facilitar a avaliação da degradação (PIAZZAROLLO, 2019). A divisão das amostras deve seguir as instruções indicadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Instruções para divisão das amostras de fachadas (PIAZZAROLLO, 2019).

<p>Onde fazer a divisão</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Em juntas de movimentações verticais • Em descontinuidades. • Onde a fachada é interrompida por reentrâncias ou por uma quebra no plano por avanços.
<p>Instruções para a divisão das amostras</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uma amostra não deve apresentar diferenças de orientação em sua área. • Caso exista uma reentrância no edifício que se estenda por todos os andares, deve-se dividir as fachadas nessa região em amostras diferentes, de acordo com as suas orientações. • Elementos revestidos do prédio que se projetam para fora do plano das fachadas, como sacadas, devem ter os seus lados contabilizados em amostras.

3.2.2 Classificação das amostras quanto à orientação

A orientação das amostras das fachadas é determinada em função do azimute e classificada em uma das quatro principais orientações solares: Norte, Sul, Leste e Oeste. O agrupamento das fachadas nessas orientações principais é realizado de acordo com os ângulos mostrados na Figura 3.3. Esse método de classificação é aplicado em diferentes estudos (GARRIDO; PAULO; BRANCO, 2012; SILVA, 2014; SANTOS, 2018).

Consideram-se como orientadas a Norte as fachadas com orientação compreendida entre 315° e 44° , a Sul as fachadas orientadas entre 135° e 224° , a Leste as fachadas orientadas entre 45° e 134° , e a Oeste as fachadas orientadas entre 225° e 314° .

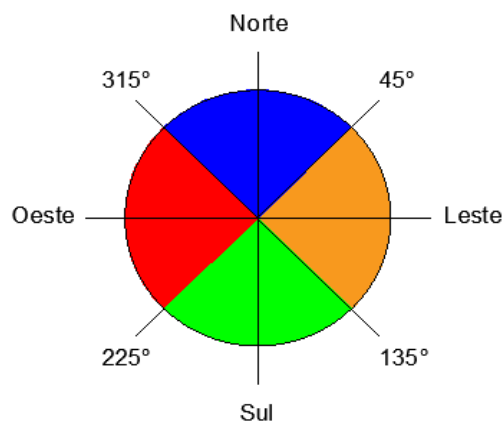


Figura 3.3 - Sistema de orientação adotado (adaptado de GARRIDO; PAULO; BRANDO, 2012).

3.2.3 Tratamento das imagens obtidas em inspeção

As amostras de fachada são digitalizadas em imagens de alta resolução. É necessário que as imagens sejam ortogonalizadas para permitir a quantificação das áreas degradadas, da área das zonas da fachada e área da amostra. O tratamento das imagens consiste no desenvolvimento das seguintes etapas:

- Ortogonalização das imagens parciais da fachada no programa Photoshop 6.0;
- Reconstrução, ou montagem, da fachada no programa Autocad 2019;
- Dimensionamento da fachada em escala real com base na informação dimensional obtida em inspeção *in situ* também no programa Autocad 2019.

3.2.4 Registro das anomalias

O método empregado neste estudo, MMD, permite quantificar a extensão da degradação nas fachadas através do mapeamento de danos em razão do procedimento descrito na seção 3.2.3. Neste estudo, as anomalias investigadas são as mais relevantes para o sistema de revestimento em argamassa, já observadas nos estudos de Santos *et al.* (2018), Bauer *et al.* (2020) e Bauer, Souza e Mota (2021). Os estudos citados servem como base para essa definição das anomalias. O Quadro 3.3 apresenta as anomalias investigadas.

Quadro 3.3 - Classificação e denominação das anomalias.

Camada	Anomalias	Denominação
Argamassa	• Descolamento	De.A
	• Fissura	Fi.A
	• Pulverulência (desagregação)	Pu.A
	• Eflorescência	Ef.A
	• Mancha	Ma.A
Pintura	• Descolamento	De.P
	• Fissura	Fi.P
	• Bolha	Bo.P

3.2.5 Definição das zonas da fachada

As amostras de fachada são subdivididas em cinco zonas para investigar a existência de zonas mais críticas em relação à ocorrência e gravidade das anomalias. Essa divisão é semelhante à realizada por Souza (2016) ao investigar fachadas com revestimento cerâmico com base nas classificações de Gaspar e De Brito (2005a) e Silva (2014).

A Figura 3.4 ilustra as cinco zonas, a saber: paredes contínuas (PC), aberturas (AB), cantos e extremidades (CE), transição de pavimentos (TP) e topo (TO). As zonas da fachada permitem identificar e analisar a existência de zonas com maior ocorrência de anomalias. No Quadro 3.4 estão definidas as características das zonas das amostras de fachada.

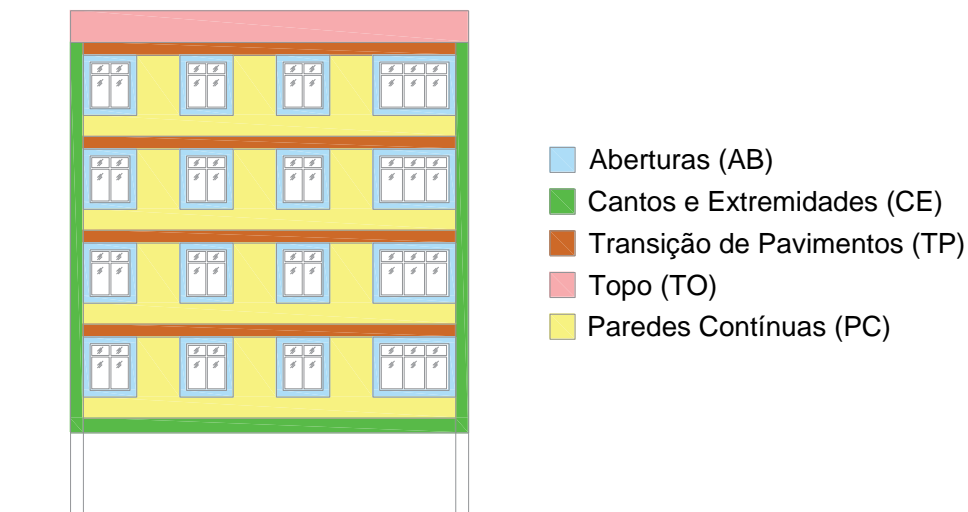


Figura 3.4 - Definição das zonas das fachadas (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021).

Quadro 3.4 - Definição das zonas das fachadas.

Zona	Descrição
PC – Paredes Contínuas	Áreas contínuas (alvenaria e painéis).
AB – Aberturas	Áreas em torno de aberturas (portas e janelas).
CE – Cantos e Extremidades	Áreas de contorno do plano de fachada, extremidades e discontinuidades.
TP – Transição de Pavimentos	Áreas entre os pavimentos.
TO - Topo	Área superior no topo da fachada.

3.3 Caracterização da amostragem

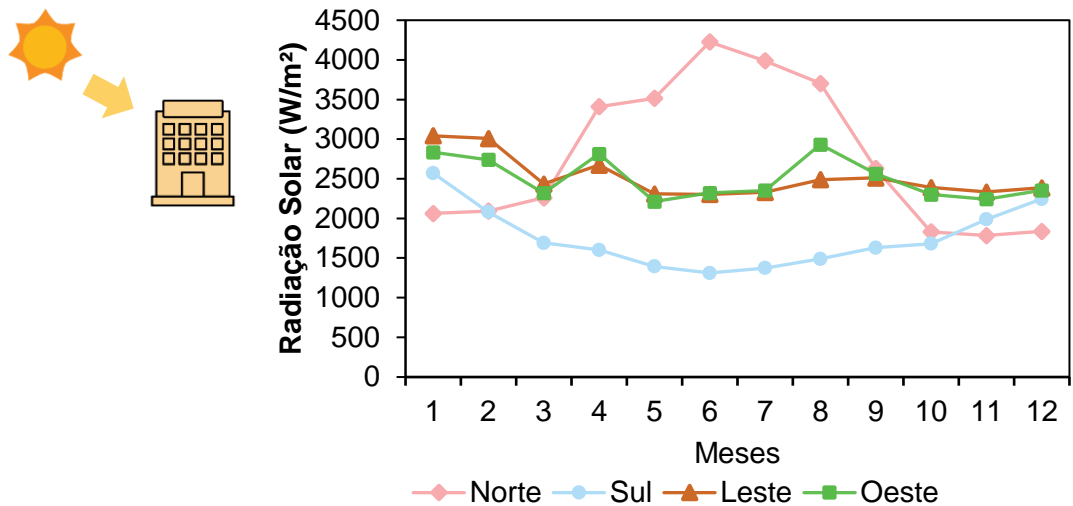
3.3.1 Características de exposição

Outra importante particularidade da amostra diz respeito ao clima. De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Brasília é caracterizado como Tropical de Altitude (BAUER *et al.*, 2020; MACIEL, 2002). Segundo o zoneamento bioclimático brasileiro proposto pela NBR 15220-3 (2005), que agrupa climas semelhantes, Brasília se localiza na zona bioclimática 4.

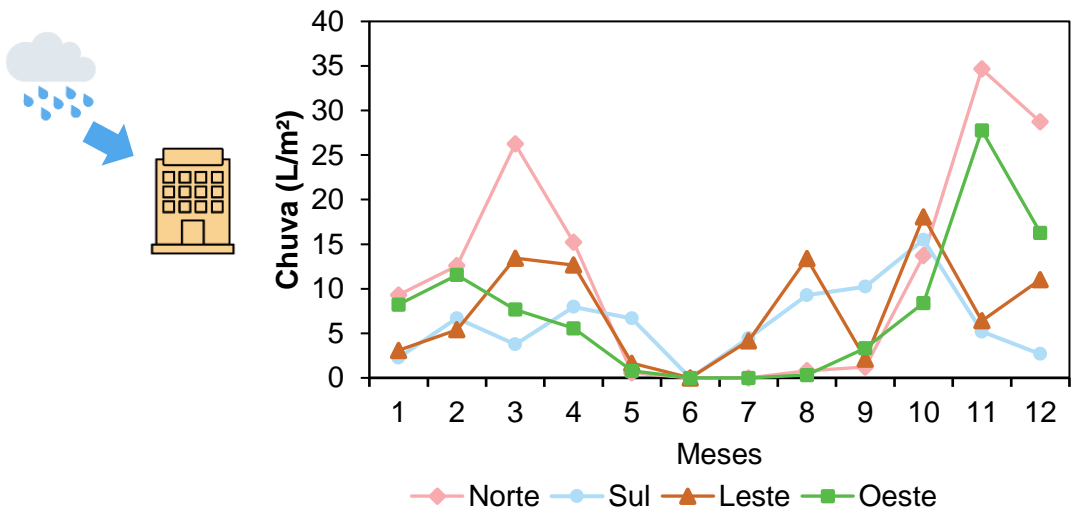
Para uma caracterização detalhada e precisa do clima local é importante conhecer a distribuição ao longo do ano de dados climáticos relevantes para os edifícios, como a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação e a umidade relativa (FEILDEN,

2003). Dentre as variáveis citadas, a presente pesquisa considera a radiação solar e a chuva dirigida. Para a caracterização do clima, neste estudo, recorre-se a simulação higrômica a partir de um arquivo TMY (RORIZ, 2012), que é um ano climático típico com 8760 horas, configurado para simulação computacional. Esse arquivo, representativo de Brasília, é inserido no WUFI Pro 5.3, software de simulação utilizado.

A Figura 3.5 indica em (a) os valores médios mensais da radiação total e em (b) os valores totais da chuva dirigida ao longo do ano em Brasília obtidos por simulação. A radiação solar total é composta pelas três parcelas de radiação: direta, difusa e refletida. Ao observar os valores da radiação e da chuva dirigida, identifica-se dois períodos distintos: chuvoso (outubro a abril) e seco (maio a setembro).



(a)



(b)

Figura 3.5 - (a) valores médios mensais da radiação solar total e (b) valores totais da chuva dirigida ao longo do ano em Brasília.

Constata-se que a fachada Norte recebe alta incidência de radiação solar principalmente no período de abril a setembro. No entanto, a fachada Sul é a que recebe menos radiação ao longo do ano. Já as fachadas Leste e Oeste recebem radiação solar em taxas similares ao longo do ano.

A incidência de chuva dirigida é diferenciada ao longo do ano. Em termos anuais, as fachadas Norte e Oeste são as que recebem maior incidência de chuva dirigida. Isso torna-se evidente no período chuvoso, e esse comportamento pode ser explicado pela direção de ventos predominantes durante as precipitações. Entre os meses de maio a setembro, no período seco, as chuvas dirigidas que ocorrem são predominantes nas orientações Sul e Leste.

3.3.2 Características da base de dados

As amostras de fachada investigadas neste estudo fazem parte da base de dados desenvolvida no projeto “Degradação, mensuração e modelação”. Todas as amostras da referida base de dados são de edifícios localizados na cidade de Brasília, no Distrito Federal. O Apêndice A apresenta a identificação das amostras.

Os edifícios de Brasília possuem particularidades em sua arquitetura, onde os edifícios residenciais do Plano Piloto apresentam critérios de implantação, forma e tamanho similares (BRAGA; AMORIM, 2004; SOUZA *et al.*, 2018b). Dessa forma, os edifícios seguem um padrão arquitetônico ocorrendo também uma padronização da tecnologia construtiva (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021). Essa uniformização permite a redução do efeito de variáveis intrínsecas aos edifícios e permite o estabelecimento de padrões de comportamento comparáveis (SILVA, 2014). Consequentemente, torna-se possível comparar edifícios de idades diferenciadas, uma vez que existe uma expressiva padronização construtiva.

A seleção dos edifícios a analisar é determinada em função das principais características construtivas e de exposição. Para efeito, explora-se edifícios com vedação vertical em alvenaria de blocos cerâmicos com fachadas revestidas em argamassa e pintura, de acordo com a listagem no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Características do conjunto estudado.

Localização	Plano Piloto, Brasília - Distrito Federal.
Idade	Entre 21 e 60 anos.
Características	Edifícios de até 7 pavimentos, onde o primeiro pavimento é o pilotis. Edifícios de caráter residencial, com implantação isolada, sistema estrutural em concreto armado, vedações em alvenaria de tijolos cerâmicos e fachadas revestidas em argamassa e pintura.

O conjunto de amostras em estudo possui 10.694,50 m² de área de fachada, abrangendo 75 amostras com idades entre 21 e 60 anos. A Figura 3.6 apresenta as distribuições dos números de amostras em função da idade, do elemento construtivo e da orientação. Referente à idade, 25 amostras do conjunto apresentam idades entre

21 e 35 anos, 27 amostras têm de 36 a 50 anos e 23 amostras têm entre 51 e 60 anos. Com relação ao tipo de elemento construtivo, as amostras são principalmente do tipo prumada (64) em virtude da horizontalidade dos edifícios do Plano Piloto de Brasília. No que se refere à orientação, a maior parte das amostras são Leste (31) e Oeste (33).

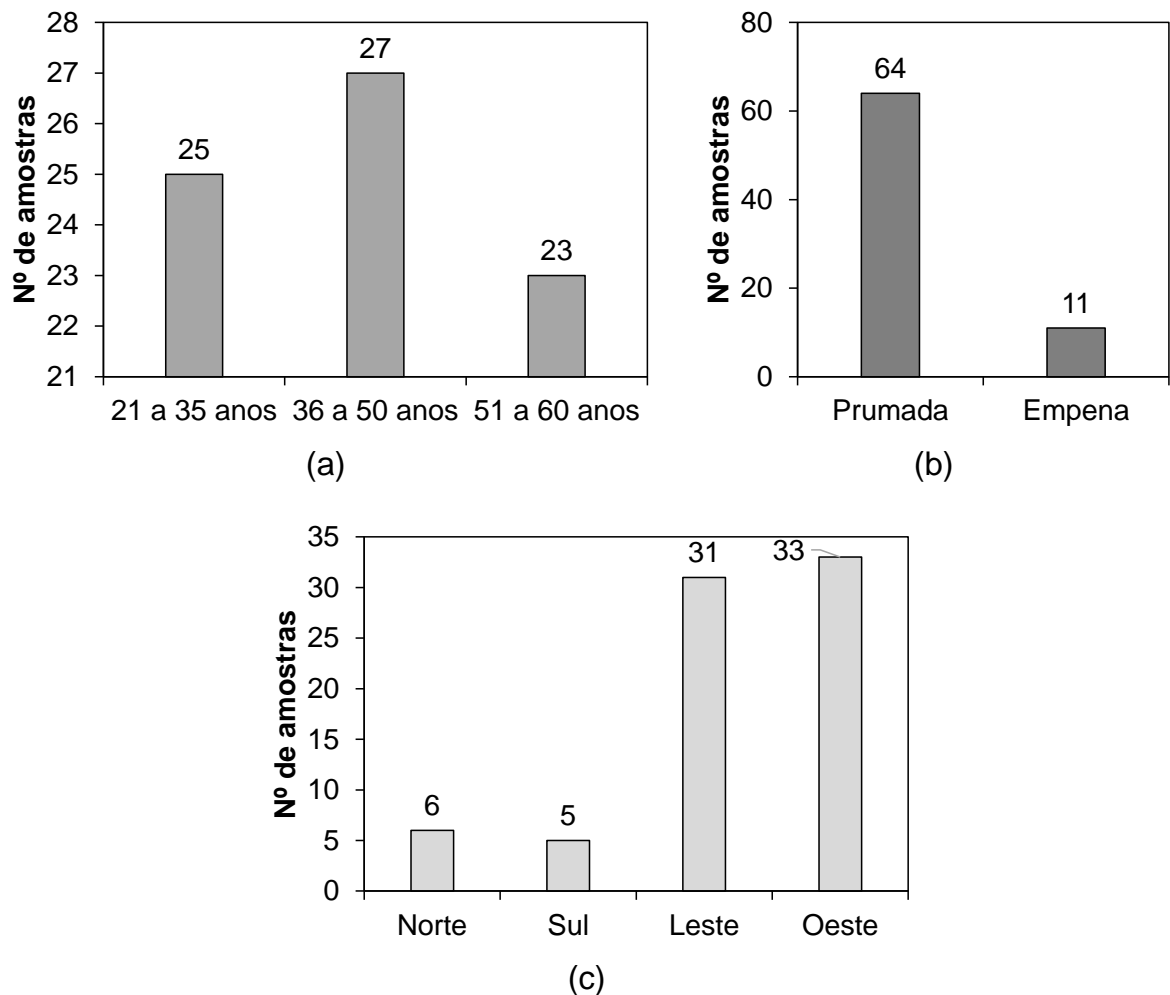


Figura 3.6 - Número de amostras por (a) idade, (b) tipo de elemento construtivo e (c) orientação.

A área das zonas pode auxiliar na investigação entre agentes de degradação, mecanismos e ocorrência de anomalias. A Tabela 3.1 apresenta o percentual médio da área das zonas em relação ao total de amostras da base de dados investigada neste estudo. Observa-se que a zona PC apresenta maior percentual de área seguido da zona AB. O topo (TO) é a zona com menor ocorrência de área.

Tabela 3.1 - Percentual médio de ocorrência de cada zona na amostragem.

Zona	Percentual na amostragem
PC – Paredes Contínuas	37%
AB – Aberturas	28%
CE – Cantos e Extremidades	13%
TP – Transição de Pavimentos	12%
TO – Topo	10%

3.4 Degradação de fachadas

3.4.1 Quantificação das anomalias

A quantificação das áreas degradadas é efetuada através da sobreposição de uma malha com unidades nas dimensões de 0,50m x 0,50m ao mapeamento da amostra em escala, como estabelecido pelo Método de Mensuração da Degradação (SILVA, 2014; SOUZA, 2016; SANTOS, 2018). Na Figura 3.7, apresenta-se um exemplo de sobreposição da malha ao mapeamento, cujo ponto inicial de sobreposição é o ponto inferior esquerdo do mapeamento.

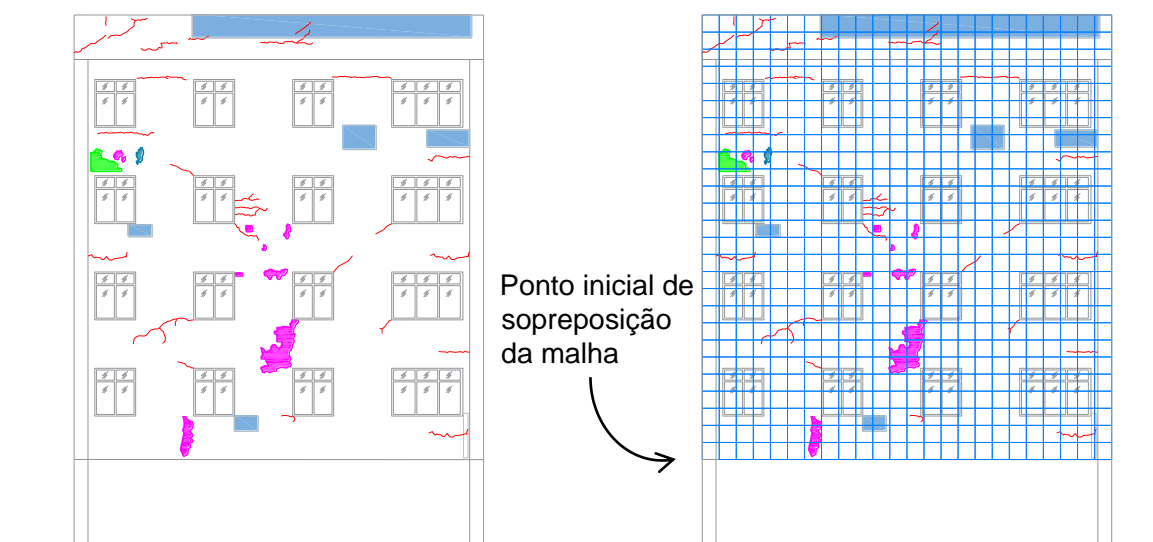


Figura 3.7 - Exemplo de sobreposição da malha ao mapeamento definido pelo MMD.

Após a sobreposição da malha, são definidos os andares e as zonas constituintes da fachada e são quantificadas as unidades de malha que apresentam anomalias. Deste modo, as anomalias que ocorrem em cada zona são identificadas e quantificadas. A seção 3.2.4 define as anomalias investigadas.

3.4.2 Cálculo dos índices de degradação

A degradação das amostras é quantificada através de índices que permitem a investigação da incidência e da gravidade da degradação nas fachadas.

O Fator de Danos (FD) é um indicador geral da degradação e está associado à relação entre a área degradada e a área total da amostra. Esse indicador é empregado para quantificar a degradação em termos globais. A quantificação das áreas degradadas, geralmente, é feita por anomalias, como expresso na Equação 3.1.

$$FD = \frac{\sum Ax}{A} = \frac{A_{De.A} + A_{Fi.A} + A_{Pu.A} + A_{Ef.A} + A_{Ma.A} + A_{De.P} + A_{Fi.P} + A_{Bo.P}}{A} \quad (3.1)$$

Onde:

FD é o Fator de Danos;

Ax é a área degradada por determinada anomalia em m^2 (De.A, Fi.A, Pu.A, Ef.A, Ma.A, De.P, Fi.P e Bo.P); e

A é a área total da amostra em m^2 ;

O FD também pode ser calculado especificamente para cada anomalia, sendo denominado por Fator de Danos da Anomalia ($FD_{anomalia}$), conforme a Equação 3.2.

$$FD_{anomalia} = \frac{A_{Danomalia}}{A} \quad (3.2)$$

Onde:

$FD_{anomalia}$ é o Fator de Danos da Anomalia;

$A_{Danomalia}$ é a área danificada por determinada anomalia em m^2 ; e

A é a área total da amostra em m^2 ;

A soma dos $FD_{anomalia}$ corresponde ao FD (Equação 3.1).

Para o estudo das zonas da fachada, determina-se o Fator de Danos da Zona (FDz). O indicador FDz quantifica a degradação e a incidência de anomalias por zona permitindo identificar quais as zonas mais degradadas. Esse índice é calculado para cada zona da amostra. A Equação 3.3 indica como é calculado o FDz .

$$FDz = \frac{Adz}{A} \quad (3.3)$$

Onde:

FDz é o Fator de Danos da Zona;

Adz é a área degradada da zona em m^2 ; e

A é área total da amostra, também em m^2 .

A investigação da gravidade da degradação para as zonas é determinada pelo Fator de Danos Ponderado (FDw). O FDw é obtido pelo quociente entre a área degradada da zona e a área da zona na amostra conforme a Equação 3.4. Esse indicador também é calculado para cada zona da amostra.

$$FDw = \frac{Adz}{Az} \quad (3.4)$$

Onde:

FDw é o Fator de Danos Ponderado;

Adz é a área degradada da zona em análise, em m^2 ; e

Az é área total da zona na amostra, também em m^2 .

3.4.3 Classificação das amostras quanto à degradação

O processo de degradação pode ser dividido em dois estágios: iniciação e propagação. Na iniciação, o desenvolvimento da deterioração é direcionado pelos mecanismos causadores das anomalias. Na propagação se tem os efeitos dos agentes de degradação modificando os mecanismos e agravando a degradação (Quadro 2.6).

O conjunto total de amostras apresenta uma tendência de crescimento da degradação com a idade. No entanto, esse padrão não é claramente evidenciado pois existem outros fatores, para além do tempo de exposição aos agentes de degradação (idade), que influenciam os mecanismos de degradação. Esses fatores, conforme já referido, podem estar relacionados às definições do projeto e construção, ao uso e a manutenção, por exemplo.

A incidência de degradação nas amostras é quantificada pelo Fator de Danos (*FD*). Ao analisar a base de dados, constata-se que essencialmente todos os valores de *FD* das amostras de edifícios mais jovens estão abaixo de 0,60. Além disso, esse valor de *FD* corresponde ao valor médio de *FD* da base de dados. Diante do exposto, é coerente investigar a degradação das amostras em função da incidência de degradação dada pelo *FD*. Essa caracterização permite um entendimento mais preciso dos fatores e mecanismos que causam a degradação. Para isso, as amostras são classificadas de acordo com intervalos de *FD* em: Iniciação da degradação e Propagação da degradação. Os intervalos considerados são:

- *FD* até 0,60 – Iniciação da degradação;
- *FD* acima de 0,60 – Propagação da degradação.

O número de amostras de cada fase de degradação em função da idade e da orientação estão indicados respectivamente nas Tabelas 3.2 e 3.3. Observa-se que do total de 75 amostras, 57 são consideradas como amostras em iniciação da degradação e 18 como amostras em propagação da degradação. Quanto ao número de amostras por orientação, nota-se que, nas duas fases de degradação, a quantidade de amostras de orientação norte e sul é similar, assim como o número de amostras de orientação leste e oeste.

Tabela 3.2 - Número de amostras em função da fase de degradação e da idade.

Idade	Iniciação da degradação	Propagação da degradação	Dados gerais
21 a 35 anos	24	1	25
36 a 50 anos	15	12	27
51 a 60 anos	18	5	23
Total	57	18	75

Tabela 3.3 - Número de amostras de fase de degradação e da orientação.

Orientação	Iniciação da degradação	Propagação da degradação	Dados gerais
Norte	4	2	6
Sul	5	-	5
Leste	26	5	31
Oeste	22	11	33
Total	57	18	75

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos são apresentados e discutidos em duas análises: incidência e gravidade da degradação e incidência e gravidade das anomalias. Os indicadores de degradação empregados permitem desenvolver estas análises com a perspectiva de traduzir a degradação e as anomalias quantificadas em termos de comportamentos os quais podem explicar as principais tendências que condicionam a degradação de fachadas.

4.1 Análise I – Incidência e gravidade da degradação

Nesta análise, quantifica-se a degradação por orientação e nas zonas. Os resultados obtidos são apresentados para os dados gerais e para as amostras em iniciação e em propagação da degradação.

4.1.1 Incidência da degradação por orientação solar

A orientação solar da fachada (N, S, L e O) conduz a diferenciações sobre a atuação particular dos fatores de degradação climáticos, tais como a chuva dirigida e a radiação solar. A investigação que se apresenta busca identificar tendências de degradação frente a estas ações, de forma direta ou sinérgica em relação a incidência dos agentes e aos mecanismos de degradação. A degradação em função da orientação solar é quantificada por meio de um dos principais índices do MMD, o Fator de Danos (FD).

a) Dados gerais

A orientação é um importante fator que influencia na degradação das fachadas, como mostra a Figura 4.1. Observa-se que a orientação norte é a mais degradada em relação às outras orientações de fachada. Em contrapartida, a fachada de orientação sul apresenta-se como a orientação menos degradada, com $FD_{\text{médio}}$ igual a 0,21. Os valores de $FD_{\text{médio}}$ das fachadas leste e oeste são similares.

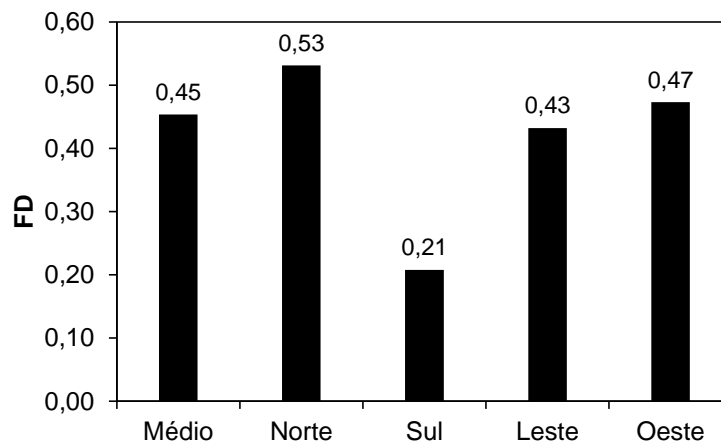


Figura 4.1 - Valores médios de FD (dados gerais).

O Quadro 4.1 mostra a hierarquização das fachadas de acordo com os resultados obtidos da quantificação da degradação do conjunto total de dados (dados gerais). Essa hierarquização demonstra influência de fatores de degradação, como a radiação e chuva dirigida, aos quais a fachada N é mais fortemente exposta, em relação às outras orientações, originando mecanismos de degradação.

Quadro 4.1 - Hierarquização das fachadas de acordo com a ocorrência da degradação (dados gerais).

	Fachadas
1	Norte
2	Oeste
3	Leste
4	Sul
Em ordem decrescente.	

b) Iniciação e Propagação da degradação

A análise em evidência aponta resultados distintos para a iniciação e propagação da degradação, em termos de grandeza do indicador de degradação e da orientação mais suscetível à degradação. Os valores médios de *FD* para cada orientação de fachada e o valor médio das amostras estão apresentados na Figura 4.2.

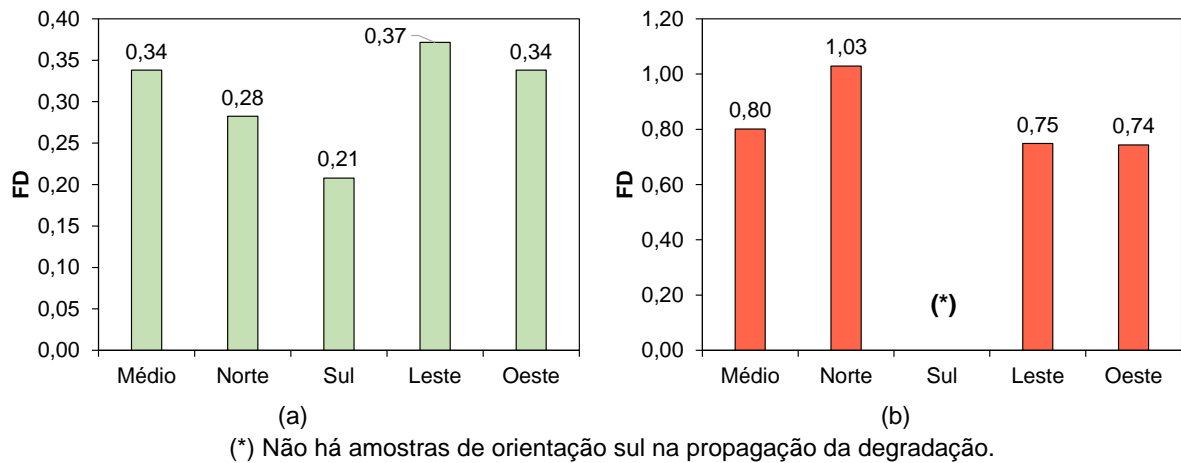


Figura 4.2 - Valores médios de FD: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

Observa-se que o valor médio do Fator de Danos das amostras na propagação da degradação (0,80) é mais de duas vezes superior a esse valor na iniciação (0,34). Esse resultado é coerente devido ao efeito cumulativo dos fatores de degradação e das condições de exposição do edifício ao longo da vida útil.

Com relação às amostras em iniciação da degradação, Figura 4.2 (a), observa-se que as orientações L e O são as mais deterioradas comparando-se com as outras orientações de fachada. Por outro lado, a orientação S é a menos degradada, com $FD_{\text{médio}}$ igual a 0,21. Como mostra a Figura 4.2 (b), para as amostras em propagação da degradação, a orientação norte apresenta o maior índice de degradação. Os valores de $FD_{\text{médio}}$ das fachadas leste e oeste são similares.

É interessante observar que tanto na iniciação como na propagação da degradação, existe diferença entre dois grupos, a saber: orientações N/S e orientações L/O (Figura 4.2). Porém, o comportamento é distinto em cada fase de degradação. Na iniciação da degradação, as orientações N/S têm $FD_{\text{médio}}$ inferior ao $FD_{\text{médio}}$ geral e as orientações L/O apresentam $FD_{\text{médio}}$ superior ao $FD_{\text{médio}}$ geral. Em contrapartida, na propagação, o comportamento é oposto.

A hierarquização das fachadas de acordo com os resultados obtidos da quantificação da degradação é mostrada no Quadro 4.2. Os resultados obtidos para o conjunto total de dados (dados gerais) evidenciam a fachada N como a mais deteriorada (Quadro 4.1). Entretanto, na iniciação da degradação não é possível evidenciar uma tendência, as orientações mais degradadas são L e O. Somente na propagação a fachada N é a mais crítica em termos de degradação.

Quadro 4.2 - Hierarquização das fachadas de acordo com a ocorrência da degradação.

	Fachadas	
	Iniciação da degradação	Propagação da degradação
1	Leste	Norte
2	Oeste	Leste
3	Norte	Oeste
4	Sul	-
Em ordem decrescente.		

4.1.2 Análise da incidência e da gravidade da degradação nas zonas

O estudo que se apresenta busca caracterizar a incidência e a gravidade da degradação em cada uma das cinco zonas investigadas. Os índices FDz e FDw indicam, respectivamente, a incidência da degradação e a gravidade da degradação nas zonas. Esses índices são calculados de acordo com as Equações 3.2 e 3.3.

a) Dados gerais

Para os dados gerais, são apresentados na Figura 4.3 os valores médios de FDz associados a cada zona e a distribuição percentual desses valores que permitem analisar a incidência da degradação nas zonas. Observa-se que a maior incidência de degradação ocorre em PC (0,14; 30,60%) e a menor em CE (0,03; 7,67%). O valor de FDz da zona PC é mais de quatro vezes superior ao valor da zona CE. As zonas AB, TO e TP têm incidência de degradação similar.

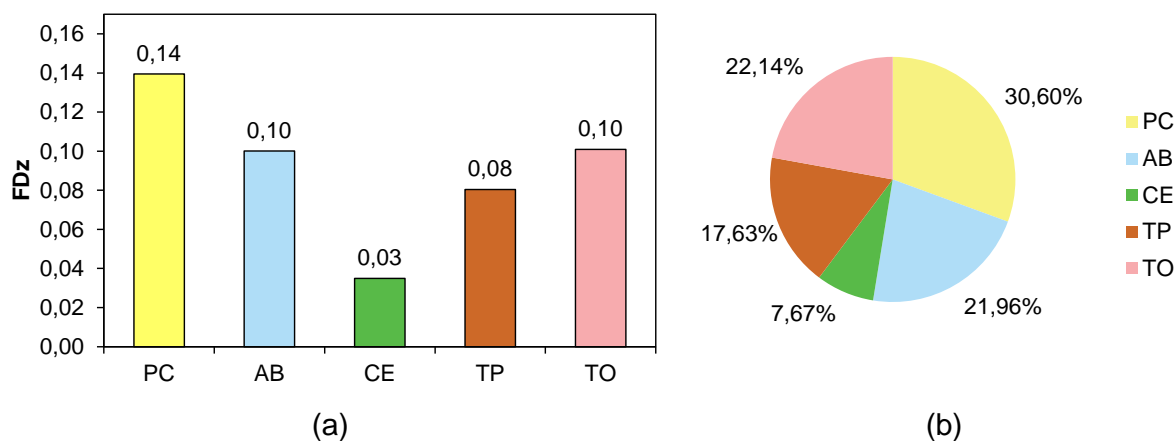


Figura 4.3 – Incidência da degradação nas zonas: (a) Valores médios de FDz ; e (b) Distribuição percentual dos valores médios de FDz (dados gerais).

A Figura 4.4 apresenta os valores médios de *FDw*, que quantificam a gravidade da degradação nas zonas, e a distribuição percentual desses valores. Na análise da gravidade, nota-se que TO (1,08; 40,39%) é a zona com maior gravidade da degradação, chegando a ser mais de duas vezes superior à gravidade de PC, zona que possui maior incidência de degradação (Figura 4.3).

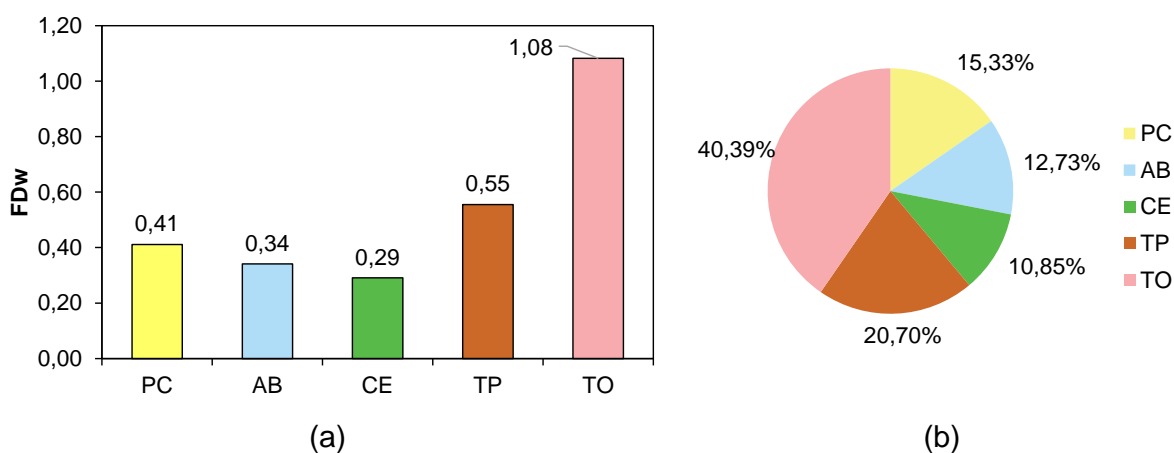


Figura 4.4 – Gravidade da degradação nas zonas: (a) Valores médios de *FDw*; e (b) Distribuição percentual dos valores médios de *FDw* (dados gerais).

A hierarquização das zonas da fachada tanto em termos de incidência como de gravidade da degradação, seguindo a ordem decrescente, é mostrada no Quadro 4.3. É evidenciado que embora a zona PC tenha maior incidência de degradação, é somente a terceira zona em termos de gravidade. Dentre as cinco zonas estudadas, CE possui menor incidência e menor gravidade da degradação.

Quadro 4.3 - Hierarquização das zonas da fachada de acordo com a incidência e a gravidade da degradação (dados gerais).

	Zonas	
	Incidência (<i>FDz</i>)	Gravidade (<i>FDw</i>)
1	PC	TO
2	TO	TP
3	AB	PC
4	TP	AB
5	CE	CE
Em ordem decrescente.		

b) Iniciação e Propagação da degradação

Considerando as amostras em iniciação e em propagação da degradação, são obtidos os valores médios de FDz apresentados na Figura 4.5, permitindo avaliar a incidência da degradação. Na iniciação da degradação, observa-se que PC e TO são as zonas com maior incidência de degradação, tendo valores de FDz similares. Por outro lado, na propagação, a ocorrência de degradação é predominante na zona PC. CE é a zona de menor incidência de degradação, tanto na iniciação como na propagação. É interessante observar o elevado aumento nos valores de FDz em PC, AB e TP. Esses valores na propagação são de duas a três vezes superiores aos valores na iniciação da degradação.

Na iniciação e na propagação, a incidência de degradação em AB é relevante quando comparada com a zona de maior incidência. A Figura 4.5 permite evidenciar que a incidência de degradação em TO permanece igual na iniciação e na propagação da degradação. Ao contrário de TO, nas demais zonas a ocorrência de degradação aumenta na propagação. O valor de FDz em TP na propagação é mais de três vezes superior a esse valor na iniciação, indicando que a evolução da degradação nessa zona é crítica.

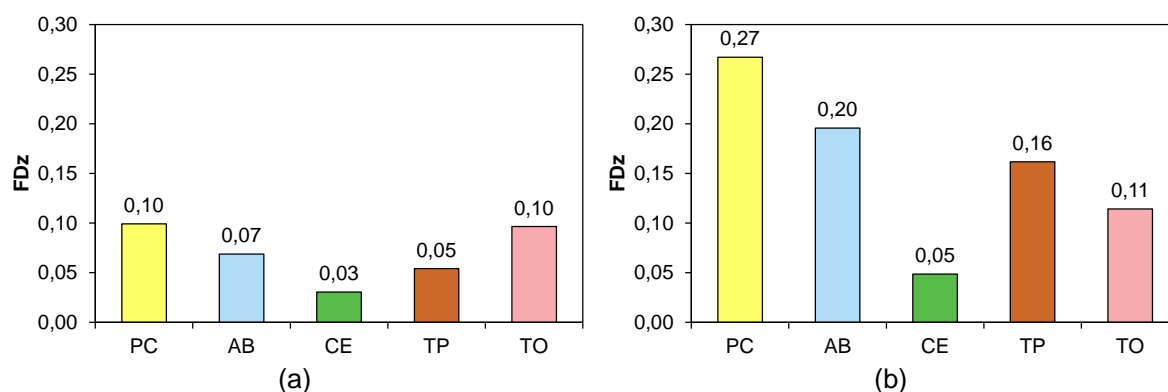


Figura 4.5 – Incidência da degradação: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

A gravidade das zonas é apresentada na Figura 4.6 através do indicador FDw . Os valores médios deste indicador estão exibidos para a iniciação e propagação da degradação. Em todas as zonas, a gravidade da degradação é maior na propagação. Observa-se que, tanto na iniciação como na propagação, TO e TP são as zonas com maior gravidade da degradação e CE a zona de menor gravidade. Na Figura 4.6 (b), se evidencia que na propagação, onde ocorre o incremento da degradação, os valores

superiores a unidade de FDw em TO e TP apontam que há sobreposição da degradação nestas zonas.

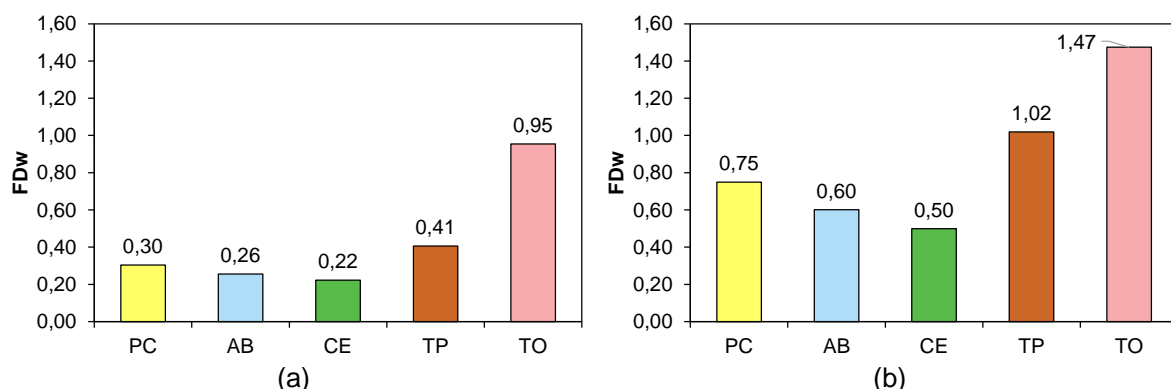


Figura 4.6 - Gravidade da degradação nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

O Quadro 4.4 mostra a hierarquização da incidência e da gravidade da degradação nas zonas. A zona da fachada mais crítica em termos de incidência é a zona PC, na iniciação e na propagação da degradação. Com relação a hierarquização da gravidade da degradação nas zonas, nota-se que a ordem é semelhante para a iniciação e propagação, sendo mais crítica em TO.

Quadro 4.4 - Hierarquização das zonas da fachada de acordo com a incidência e a gravidade da degradação.

	Zonas			
	Iniciação da degradação		Propagação da degradação	
	Incidência (FDz)	Gravidade (FDw)	Incidência (FDz)	Gravidade (FDw)
1	PC	TO	PC	TO
2	TO	TP	AB	TP
3	AB	PC	TP	PC
4	TP	AB	TO	AB
5	CE	CE	CE	CE
Em ordem decrescente.				

4.2 Análise II – Incidência e gravidade das anomalias

Na análise II, a fim de entender como as diferentes anomalias se distribuem ao longo da fachada e a gravidade das anomalias para as zonas, sendo considerada também

a orientação, calcula-se a ocorrência de cada anomalia por orientação e por zona, bem como a gravidade das anomalias por zona de ocorrência.

4.2.1 Incidência das anomalias investigadas

A análise da ocorrência das anomalias caracteriza as diferentes tipologias observadas na amostra, exibindo padrões gerais nos quais estas anomalias se distribuem. As anomalias investigadas referem-se ao Descolamento (De.A), Fissura (Fi.A), Pulverulência (Pu.A), Eflorescência (Ef.A), Manchas (Ma.A), Descolamento da pintura (De.P), Fissura da pintura (Fi.P) e Bolha na pintura (Bo.P), como se apresenta no Quadro 3.3. Os resultados são obtidos através do índice $FD_{anomalia}$.

a) Dados gerais

Fissura é a anomalia que mais ocorre nos revestimentos em argamassa. Os valores médios de $FD_{anomalia}$ estão apresentados na Figura 4.7. O valor mais alto de incidência é de 0,25, correspondente à fissura. Em contraposição, a pulverulência, o descolamento e a eflorescência aparecem com valores baixos. Observa-se que depois da fissura, a anomalia de maior ocorrência são as manchas, com o valor médio de 0,15.

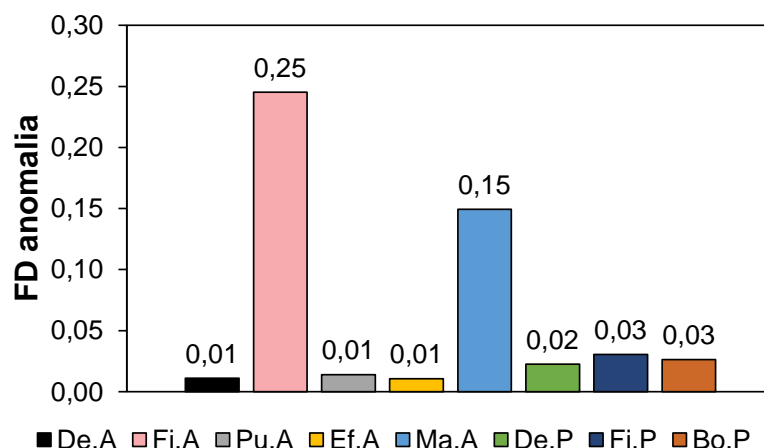


Figura 4.7 – Valores médios de $FD_{anomalia}$ (dados gerais).

O Quadro 4.5 mostra a ordem decrescente de ocorrência das anomalias em função dos valores médios de $FD_{anomalia}$ que se apresentam na Figura 4.7. Observa-se que depois da fissura e das manchas, as anomalias de pintura são mais relevantes para os revestimentos em argamassa pintados.

Quadro 4.5 - Hierarquização das anomalias nas fachadas (dados gerais).

	Anomalias
1	Fissura (Fi.A)
2	Manchas (Ma.A)
3	Fissura na pintura (Fi.P)
4	Bolha na pintura (Bo.P)
5	Descolamento na pintura (De.P)
6	Pulverulência (Pu.A)
7	Descolamento (De.A)
8	Eflorescência (Ef.A)
Em ordem decrescente.	

b) Iniciação e Propagação da degradação

Considerando a quantificação das anomalias nas amostras em iniciação e em propagação da degradação, obtém-se os valores médios de $FD_{anomalia}$ apresentados na Figura 4.8. Observa-se que embora a tendência de incidência das anomalias seja semelhante, a ordem de grandeza da degradação na iniciação é diferente da propagação. Todas as anomalias apresentam maior valor de $FD_{anomalia}$ na propagação do que na iniciação da degradação.

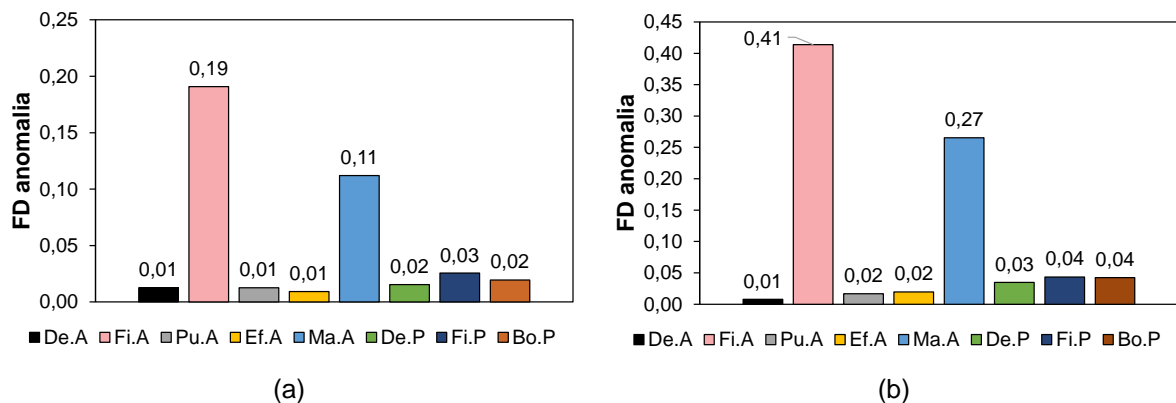


Figura 4.8 – Valores médios de $FD_{anomalia}$: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

Tanto na fase de iniciação como na propagação da degradação, a fissura é a anomalia que mais ocorre nas fachadas argamassadas, Figura 4.8. Em oposição, o descolamento aparece com valores baixos, demonstrando não ser uma anomalia dominante na amostra.

De forma análoga à tendência global das amostras, tanto na iniciação como na propagação da degradação, depois da fissura, manchas apresentam a maior ocorrência. As menores áreas degradadas nas amostras por descolamento, pulverulência e eflorescência talvez indiquem que estas anomalias, embora afetem a durabilidade, possuem menor relevância no processo de degradação dos revestimentos em argamassa. O Quadro 4.6 mostra a ordem de ocorrência das anomalias, conforme os valores médios de $FD_{anomalia}$ que se apresenta na Figura 4.8.

Quadro 4.6 - Hierarquização das anomalias nas fachadas.

	Anomalias	
	Iniciação da degradação	Propagação da degradação
1	Fissura (Fi.A)	Fissura (Fi.A)
2	Manchas (Ma.A)	Manchas (Ma.A)
3	Fissura na pintura (Fi.P)	Fissura na pintura (Fi.P)
4	Bolha na pintura (Bo.P)	Bolha na pintura (Bo.P)
5	Descolamento na pintura (De.P)	Descolamento na pintura (De.P)
6	Descolamento (De.A)	Eflorescência (Ef.A)
7	Pulverulência (Pu.A)	Pulverulência (Pu.A)
8	Eflorescência (Ef.A)	Descolamento (De.A)
Em ordem decrescente.		

Evidencia-se que dentre as anomalias investigadas, depois de fissura e manchas, as anomalias de pintura são igualmente relevantes tanto na iniciação como na propagação da degradação. A fissura na pintura (Fi.P) se destaca ligeiramente em termos de incidência devido à maior sensibilidade da película aos efeitos da radiação e das variações de temperatura, quando comparada com as demais anomalias de pintura.

4.2.2 Análise da incidência das anomalias em função da orientação solar

A ação dos fatores de degradação sobre as fachadas é diferenciada em função da orientação cardinal, assim, cada orientação de fachada proporciona um microclima específico. Como esses fatores influenciam os mecanismos de degradação, processos pelos quais as anomalias se desenvolvem, nesta investigação se busca evidenciar tendências de degradação frente a estas ações. A incidência de anomalias por orientação cardinal é quantificada através do Fator de Danos da anomalia

($FD_{anomalia}$), que avalia a extensão da área danificada por determinada anomalia em relação à área da amostra.

a) Dados gerais

A quantificação da incidência de anomalias em função da orientação cardinal para os dados gerais é apresentada por meio do valor de $FD_{anomalia}$ na Figura 4.9. É possível evidenciar tendências de ocorrência de anomalias para o conjunto total de dados. Nota-se que em todas as orientações de fachada a ocorrência de fissuras (Fi.A) se apresenta elevada, porém a fachada oeste tem o maior valor de $FD_{anomalia}$, indicando uma incidência maior nesta fachada.

Na fachada norte, tem-se a maior ocorrência de manchas (Ma.A), fissura (Fi.P) e bolha na pintura (Bo.P). De modo geral, para todas as orientações, observa-se nitidamente que existem anomalias de maior incidência, como é o caso das fissuras, manchas, bolha e fissura da pintura.

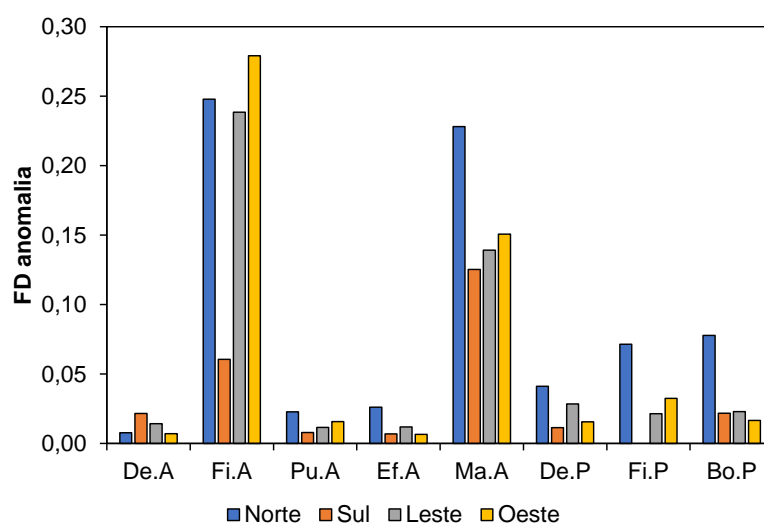


Figura 4.9 – $FD_{anomalia}$ em função da orientação (dados gerais).

O Quadro 4.7 mostra a classificação de $FD_{anomalia}$ por orientação para os dados gerais. Observa-se que para todas as orientações fissura e manchas são as anomalias de maior ocorrência. Nota-se, ainda, que para todas as orientações apresentam-se anomalias de pintura entre as cinco patologias de maior ocorrência.

Quadro 4.7 – Hierarquização de $FD_{anomalia}$ por orientação (dados gerais).

	Anomalias			
	Norte	Sul	Leste	Oeste
1	Fi.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A
2	Ma.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
3	Bo.P	Bo.P	De.P	Fi.P
4	Fi.P	De.A	Bo.P	Bo.P
5	De.P	De.P	Fi.P	Pu.A
6	Ef.A	Pu.A	De.A	De.P
7	Pu.A	Ef.A	Ef.A	De.A
8	De.A	Fi.P	Pu.A	Ef.A
Em ordem decrescente.				

b) Iniciação e Propagação da degradação

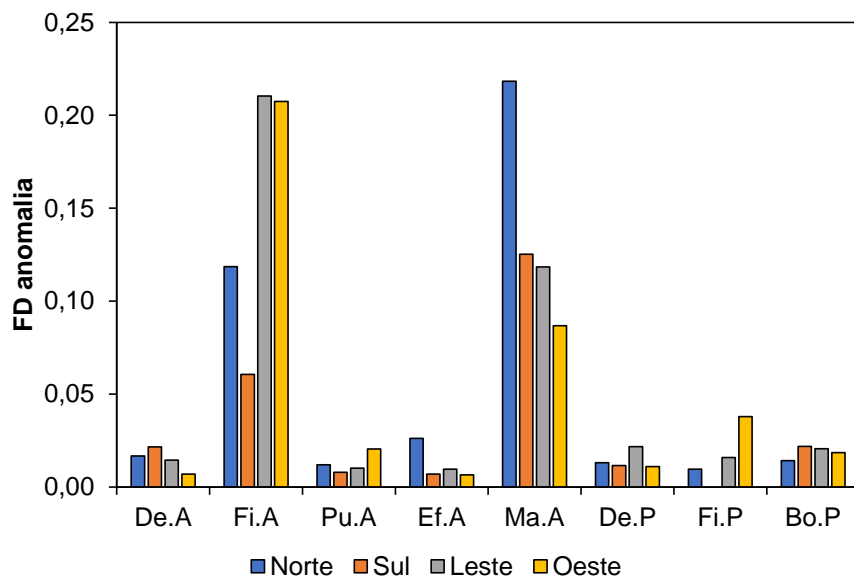
Para as amostras em fase de iniciação e de propagação da degradação, são obtidos os valores de $FD_{anomalia}$ em função da orientação apresentados na Figura 4.10. As anomalias de maior ocorrência em cada orientação de fachada são evidenciadas.

Observa-se que tanto na fase de iniciação da degradação como na fase de propagação, as anomalias mais relevantes são fissuras e manchas, com comportamentos evidentemente distintos em função da orientação. Entretanto, esses comportamentos são mais diferenciados na iniciação do que na propagação da degradação, onde os valores de $FD_{anomalia}$ para fissuras e manchas não variam significativamente nas orientações. Comparando os resultados em análise (Figura 4.10), é possível constatar que a relevância da orientação é menor com um nível de degradação alto (propagação).

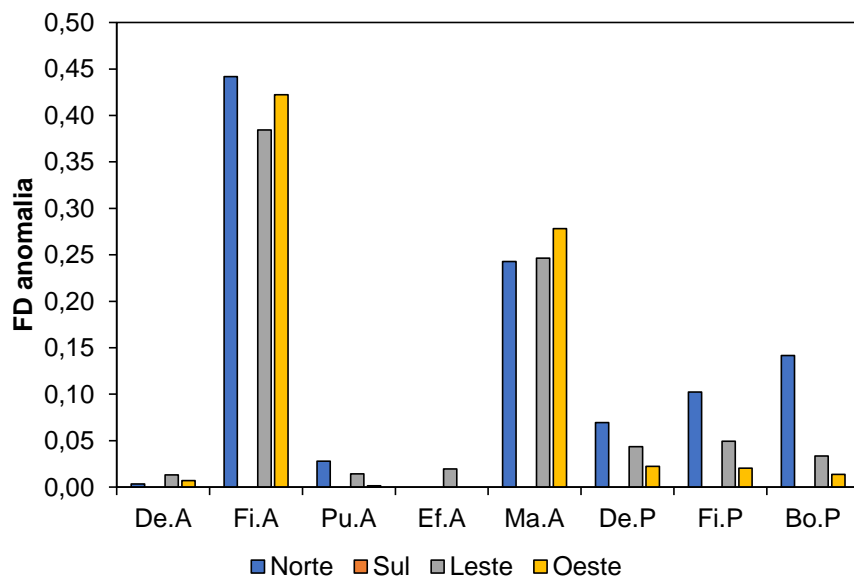
Os mais elevados valores de $FD_{anomalia}$ ocorrem na fachada norte para manchas, na iniciação, e na mesma fachada para fissuras, na propagação da degradação, como se observa na Figura 4.10 (a) e (b), respectivamente. Em todas as orientações, observa-se que os valores para a fissura e para as manchas se mostram incrementados na fase de propagação. É interessante notar que considerando o $FD_{anomalia}$ da fissura na fachada N, esse valor na propagação é aproximadamente quatro vezes maior do que na iniciação.

Na iniciação da degradação, Figura 4.10 (a), a incidência de fissura nas fachadas leste e oeste é mais elevada. Em contrapartida, a maior incidência de manchas ocorre predominantemente na orientação N. Na propagação da degradação, como mostra a Figura 4.10 (b), o $FD_{anomalia}$ aponta que a incidência de fissuras e de manchas é convergente nas orientações investigadas, com predominância da orientação norte para fissuras e da orientação oeste para manchas.

As anomalias de pintura (De.P, Fi.P e Bo.P) mostram incremento considerável na fase de propagação da degradação em todas as orientações de fachada investigadas. Entretanto, é na fachada norte que as anomalias de pintura se mostram mais incrementadas na propagação.



(a)



(b)

Figura 4.10 - $FD_{anomalia}$ em função da orientação:
(a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

O Quadro 4.8 mostra a classificação de $FD_{anomalia}$ por orientação para as duas fases da degradação investigadas. Na iniciação e na propagação, observa-se que para todas as orientações, fissuras e manchas são as anomalias de maior incidência. Por outro lado, para as orientações investigadas, as anomalias de menor incidência são Fi.P, Ef.A e Pu.A, na iniciação, e Ef.A, De.A e Pu.A, na propagação.

Quadro 4.8 - Hierarquização de $FD_{anomalia}$ por orientação.

	Anomalias							
	Iniciação da degradação				Propagação da degradação			
	Norte	Sul	Leste	Oeste	Norte	Sul	Leste	Oeste
1	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Fi.A		Fi.A	Fi.A
2	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A	Ma.A		Ma.A	Ma.A
3	Ef.A	Bo.P	De.P	Fi.P	Bo.P		Fi.P	De.P
4	De.A	De.A	Bo.P	Pu.A	Fi.P		De.P	Fi.P
5	Bo.P	De.P	Fi.P	Bo.P	De.P		Bo.P	Bo.P
6	De.P	Pu.A	De.A	De.P	Pu.A		Ef.A	De.A
7	Pu.A	Ef.A	Pu.A	De.A	De.A		Pu.A	Pu.A
8	Fi.P	Fi.P	Ef.A	Ef.A	Ef.A		De.A	Ef.A
Em ordem decrescente.								

4.2.3 Análise da incidência e da gravidade das anomalias nas zonas

O estudo da ocorrência de anomalias associado às zonas permite caracterizar a incidência e a gravidade das anomalias nas cinco zonas investigadas. Deste modo, os indicadores FDz e FDw apontam, respectivamente, a incidência e a gravidade das anomalias nas zonas.

a) Dados gerais

Considerando os dados gerais, os valores médios de FDz subdivididos nas respectivas anomalias são apresentados na Figura 4.11. É possível evidenciar comportamentos preferenciais de ocorrência de anomalias em cada zona.

Fissuras e manchas são as anomalias de maior incidência em todas as zonas da fachada, como observa-se na Figura 4.11. Nas zonas PC, AB e CE, fissura é a anomalia de maior incidência. Por outro lado, nas zonas TP e TO manchas têm maior incidência. Observa-se que em relação às anomalias de pintura (De.P, Fi.P e Bo.P), a predominância ocorre para PC, seguida de TO. Os resultados mostram fissura na zona PC como a maior incidência (FDz).

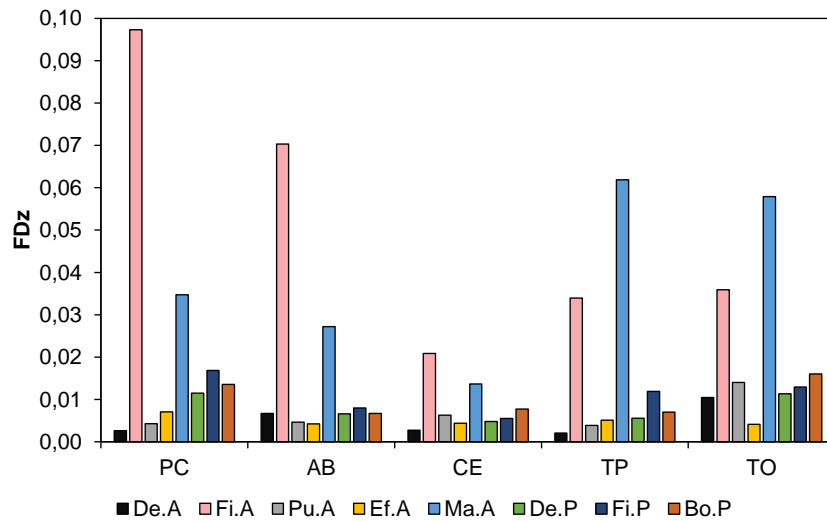


Figura 4.11 - Incidência das anomalias nas zonas (dados gerais).

A gravidade das anomalias, quantificada pelo FDw , é apresentada na Figura 4.12, observando as anomalias e as respectivas zonas da fachada. Como mostra a Figura 4.12, se verifica um ordenamento da gravidade das anomalias distinto para cada zona.

Com relação à gravidade, manchas na zona TO é a combinação anomalia-zona mais crítica. Para a fissura, observa-se maior gravidade desta anomalia nas zonas TO, PC e TP. A gravidade da fissura em TO é mais de duas vezes superior à zona de menor gravidade desta anomalia (CE). Embora para TP e TO fissura não seja a anomalia mais grave, tem valor de FDw que se aproxima das manchas. Como nas demais zonas fissura é evidentemente a anomalia de maior gravidade, ao se analisar o conjunto de anomalias, a fissura tem relevância.

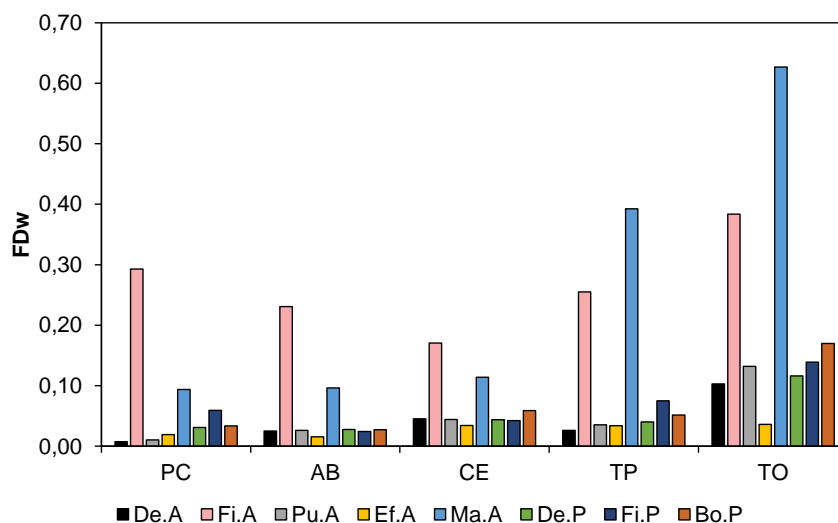


Figura 4.12 - Gravidade das anomalias nas zonas (dados gerais).

Além de fissuras e manchas, as anomalias de pintura (De.P, Fi.P e Bo.P) são mais graves em TO, Figura 4.12. Do mesmo modo, a gravidade do descolamento (De.A) e da pulverulência (Pu.A) é bastante elevada em TO, quando comparada às outras zonas. A gravidade do descolamento na zona TO é duas ou quatro vezes maior do que nas zonas CE, AB e TP. De modo semelhante, a pulverulência é quatro ou cinco vezes mais grave em TO do que nas zonas TP e AB.

É interessante observar que na análise da incidência (FDz) a ocorrência das anomalias nas zonas tem relativamente um mesmo padrão geral de comportamento, com maiores incidências nas zonas PC, TP e TO, Figura 4.11. Entretanto, na análise da gravidade (FDw) tem-se que, para todas as anomalias, TO é a zona mais grave, Figura 4.12.

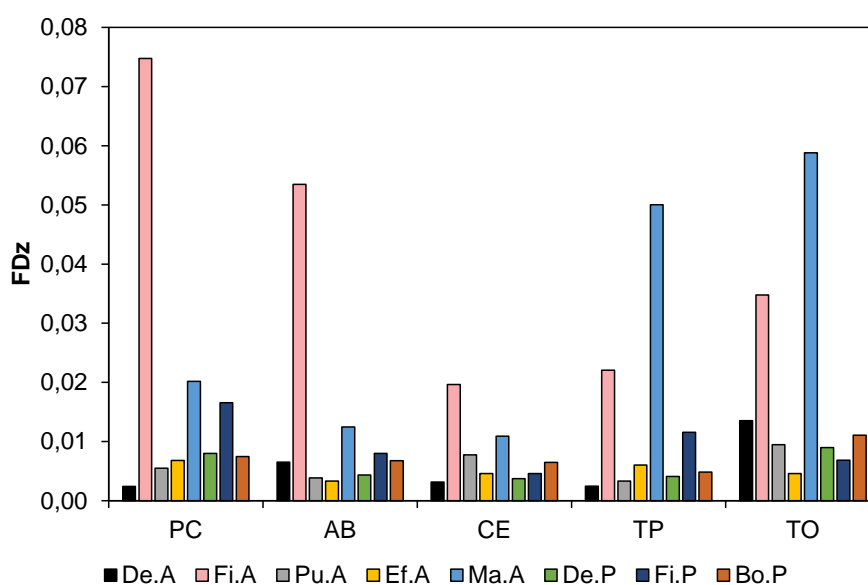
A ordem das anomalias em termos da incidência e da gravidade da degradação nas zonas é mostrada no Quadro 4.9, seguindo a ordem decrescente. Fissura é a anomalia de maior incidência e de maior gravidade para as zonas PC, AB e CE. Por outro lado, manchas é a anomalia mais incidente e mais grave para as zonas TP e TO. Como mostra o Quadro 4.9, descolamento na argamassa e eflorescência são as anomalias de menor incidência e de menor gravidade para as zonas.

Quadro 4.9 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (dados gerais).

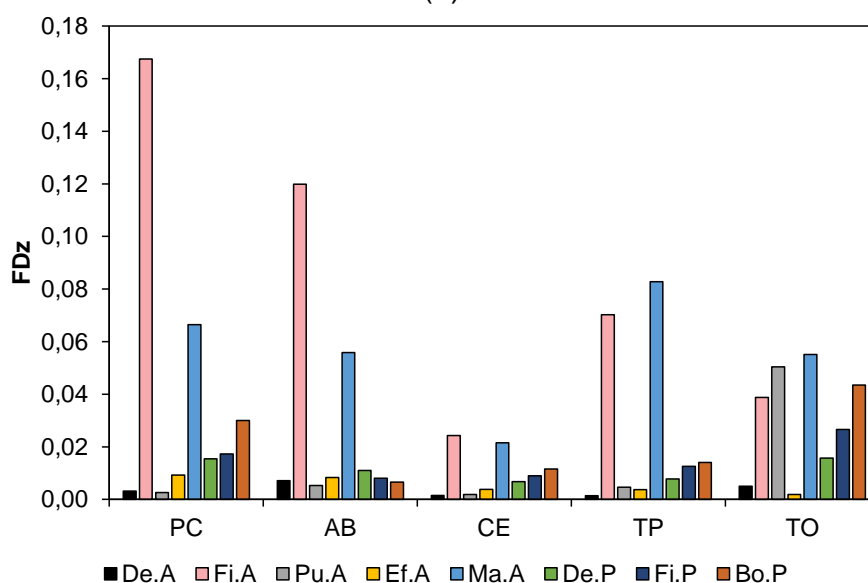
	Anomalias									
	Incidência (FDz)					Gravidade (FDw)				
	PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
2	Ma.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A
3	Fi.P	Fi.P	Bo.P	Fi.P	Bo.P	Fi.P	De.P	Bo.P	Fi.P	Bo.P
4	Bo.P	Bo.P	Pu.A	Bo.P	Pu.A	Bo.P	Bo.P	De.A	Bo.P	Fi.P
5	De.P	De.A	Fi.P	De.P	Fi.P	De.P	Pu.A	Pu.A	De.P	Pu.A
6	Ef.A	De.P	De.P	Ef.A	De.P	Ef.A	De.A	De.P	Pu.A	De.P
7	Pu.A	Pu.A	Ef.A	Pu.A	De.A	Pu.A	Fi.P	Fi.P	Ef.A	De.A
8	De.A	Ef.A	De.A	De.A	Ef.A	De.A	Ef.A	Ef.A	De.A	Ef.A
Em ordem decrescente.										

b) Iniciação e Propagação da degradação

A incidência e a gravidade das anomalias nas zonas são investigadas em função da fase de degradação das amostras de fachada. Na Figura 4.13, são apresentados os resultados, que correspondem à média dos valores de FDz , para cada fase de degradação. De forma análoga à tendência global das amostras, observa-se que tanto na fase de iniciação como na fase de propagação, fissuras e manchas são as anomalias de maior incidência em todas as zonas, Figura 4.13. Além disso, na propagação da degradação, a incidência de pulverulência e de bolhas é elevada na zona TO.



(a)



(b)

Figura 4.13 - Incidência das anomalias nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

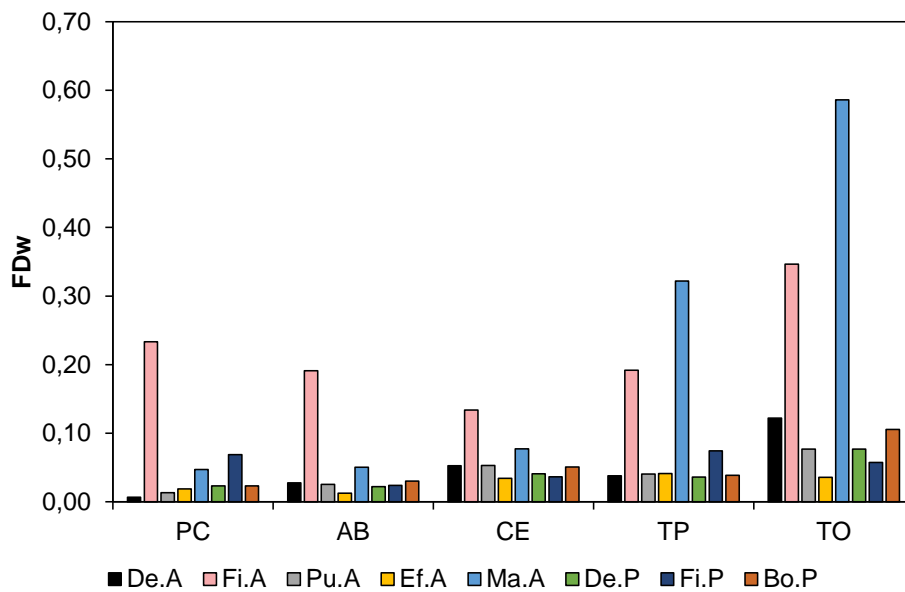
Para a iniciação e propagação, os resultados indicam que a combinação anomalia-zona mais crítica é fissura na zona PC (Figura 4.13). Em termos de grandeza dos valores médios de FDz , verifica-se que as fissuras e as manchas apresentam considerável aumento da incidência, principalmente nas zonas PC e AB. De tal modo que, na fase de propagação, a incidência dessas anomalias em PC é mais de duas vezes maior do que na iniciação da degradação. Este comportamento também é observado na zona AB.

Na iniciação, a incidência das anomalias de pintura (De.P, Fi.P e Bo.P) é semelhante em todas as zonas. Porém, na propagação, é evidente as maiores incidências dessas anomalias nas zonas PC e TO. Além disso, observa-se que na propagação a incidência de pulverulência em TO é mais de quatro vezes maior do que na iniciação.

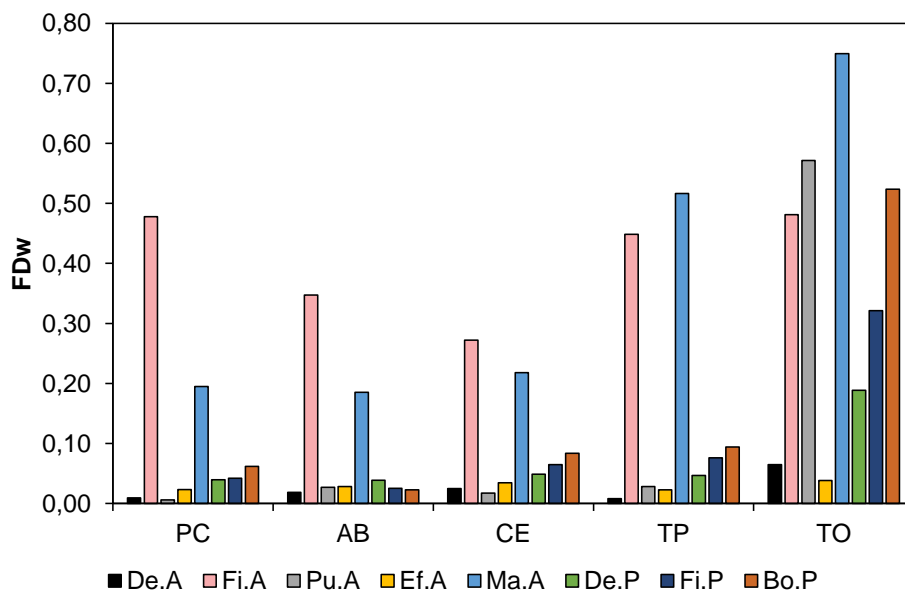
A gravidade das anomalias para as zonas é outra análise que permite relevantes constatações no estudo da degradação. Os valores médios de FDw , que quantificam a gravidade das anomalias nas zonas, são apresentados na Figura 4.14.

Tanto na iniciação como na propagação, manchas na zona TO é a combinação anomalia-zona mais crítica em termos de gravidade da degradação. Na fase de iniciação, Figura 4.14 (a), verifica-se a maior gravidade da fissura nas zonas TO. Em contrapartida, na propagação da degradação, os valores de FDw para a fissura são similares e os mais elevados nas zonas PC, TP e TO, sendo ligeiramente superiores a AB e CE. As manchas apresentam maior gravidade em TO e TP nas duas fases de degradação estudadas.

Na Figura 4.14 (b), observa-se predominantemente um aumento da gravidade das anomalias na zona TO, evidenciando essa zona como a mais grave para todas as anomalias. Ainda, ao analisar a zona TO, na fase de propagação, é interessante observar que fissura da pintura e bolha na pintura se mostram como anomalias de gravidade tão elevada quanto a gravidade da fissura nesta zona.



(a)



(b)

Figura 4.14 - Gravidade das anomalias nas zonas: (a) Iniciação da degradação; e (b) Propagação da degradação.

A classificação das anomalias em termos da incidência e da gravidade da degradação nas zonas é mostrada no Quadro 4.10 para a iniciação da degradação e no Quadro 4.11 para a propagação da degradação. Fissura é a anomalia mais incidente em PC, AB e CE. Já as manchas são as anomalias de maior ocorrência de incidência em TP e TO. Essas tendências são observadas nas duas fases da degradação. Fissuras e manchas alternam entre a primeira e a segunda anomalia de maior incidência nas zonas, exceto na zona TO na propagação, na qual a pulverulência é a segunda anomalia de maior ocorrência.

De modo semelhante, as anomalias de maior incidência nas zonas são também as mais graves para as zonas. Tanto na iniciação como na propagação, fissuras e manchas são as anomalias mais graves em todas as zonas, exceto em PC na iniciação da degradação e em TO na propagação, nas quais a segunda anomalia mais crítica é, respectivamente, a fissura da pintura e a pulverulência. Na iniciação, De.A, Pu.A, Ef.A, De.P e Fi.P são as anomalias menos incidentes e de menor gravidade (Quadro 4.10). Já na propagação De.A, Pu.A, Ef.A e Bo.P têm menor incidência e gravidade para as zonas (Quadro 4.11).

Quadro 4.10 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (iniciação da degradação).

	Iniciação da degradação									
	Incidência (<i>FDz</i>)					Gravidade (<i>FDw</i>)				
	PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
2	Ma.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Fi.P	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A
3	Fi.P	Fi.P	Pu.A	Fi.P	De.A	Ma.A	Bo.P	Pu.A	Fi.P	De.A
4	De.P	Bo.P	Bo.P	Ef.A	Bo.P	De.P	De.A	De.A	Ef.A	Bo.P
5	Bo.P	De.A	Fi.P	Bo.P	Pu.A	Bo.P	Pu.A	Bo.P	Pu.A	Pu.A
6	Ef.A	De.P	Ef.A	De.P	De.P	Ef.A	Fi.P	De.P	Bo.P	De.P
7	Pu.A	Pu.A	De.P	Pu.A	Fi.P	Pu.A	De.P	Fi.P	De.A	Fi.P
8	De.A	Ef.A	De.A	De.A	Ef.A	De.A	Ef.A	Ef.A	De.P	Ef.A

Em ordem decrescente.

Quadro 4.11 - Hierarquização das anomalias de acordo com a incidência e a gravidade da degradação nas zonas (propagação da degradação).

	Propagação da degradação									
	Incidência (<i>FDz</i>)					Gravidade (<i>FDw</i>)				
	PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
2	Ma.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Pu.A	Ma.A	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Pu.A
3	Bo.P	De.P	Bo.P	Bo.P	Bo.P	Bo.P	De.P	Bo.P	Bo.P	Bo.P
4	Fi.P	Ef.A	Fi.P	Fi.P	Fi.A	Fi.P	Ef.A	Fi.P	Fi.P	Fi.A
5	De.P	Fi.P	De.P	De.P	Fi.P	De.P	Pu.A	De.P	De.P	Fi.P
6	Ef.A	De.A	Ef.A	Pu.A	De.P	Ef.A	Fi.P	Ef.A	Pu.A	De.P
7	De.A	Bo.P	Pu.A	Ef.A	De.A	De.A	Bo.P	De.A	Ef.A	De.A
8	Pu.A	Pu.A	De.A	De.A	Ef.A	Pu.A	De.A	Pu.A	De.A	Ef.A

Em ordem decrescente.

4.3 Síntese dos resultados obtidos

Neste capítulo, apresenta-se a síntese dos resultados das análises realizadas através da investigação dos indicadores de degradação do Método de Mensuração da Degradação (MMD). Os resultados permitem quantificar e analisar a degradação de amostras de fachadas, considerando a orientação, as zonas da fachada e as anomalias.

Para cada análise, os resultados são obtidos para o conjunto total de dados (dados gerais), obtendo-se uma tendência global, e para as duas fases investigadas, que são a iniciação e a propagação da degradação. As investigações possibilitam discutir a influência dos agentes climáticos de degradação e dos mecanismos de degradação nas fachadas revestidas por argamassa de edifícios em Brasília.

Com relação à Análise I, que investiga a incidência e a gravidade da degradação, a constatação geral é a de que as tendências de comportamento da degradação são diferenciadas em função da orientação, das zonas e da fase do processo de degradação observada nas amostras.

A degradação nas fachadas em função da orientação é investigada por meio do índice *FD*. O Quadro 4.12 mostra que, para os dados gerais, a fachada Norte é a mais crítica em relação à degradação. Na iniciação da degradação as fachadas Leste e Oeste são as mais degradadas, porém, com a continuação da degradação, a fachada Norte é a mais degradada, seguida da fachada Leste.

Quadro 4.12 – Orientações de fachada mais críticas em relação à degradação.

			Dados gerais	Fase da degradação	
				Iniciação da degradação	Propagação da degradação
<i>FD</i>	+	1	Norte	Leste	Norte
	↓	2	Oeste	Oeste	Leste
	-				

A partir dessa análise preliminar da degradação em função da orientação solar é possível constatar que existe uma tendência de comportamento que pode ensejar que talvez parte da degradação possa ser explicada pelas variáveis associadas à orientação. Nesse escopo, se enquadram os agentes climáticos de degradação e os

mecanismos por eles influenciados. Em relação a diferenciação de comportamento na iniciação/propagação da degradação, esta pode ser explicada pela diferença entre os mecanismos de origem e de propagação da degradação (Tabela 2.10).

A investigação da degradação nas zonas aponta PC como a zona de maior incidência da degradação, por outro lado, TO é a zona mais crítica em termos de gravidade da degradação. Esses resultados são observados tanto na fase inicial como na continuação da degradação, como mostra o Quadro 4.13.

Quadro 4.13 – Zonas mais críticas em relação à incidência (*FDz*) e gravidade (*FDw*) da degradação.

			Dados gerais	Fase da degradação	
				Iniciação da degradação	Propagação da degradação
<i>FDz</i>	+	1	PC	PC	PC
	↓	2	TO	TO	AB
<i>FDw</i>	+	1	TO	TO	TO
	↓	2	TP	TP	TP

Os resultados observados convergem com o estudo de Santos (2018), que também investiga fachadas em argamassa em edifícios de Brasília, no qual aponta PC como a zona de maior incidência de degradação e TO como a zona de maior gravidade da degradação. A elevada incidência de degradação em PC, AB e TO indica a vulnerabilidade dessas zonas à ocorrência de degradação. A maior incidência de degradação nas zonas PC pode estar relacionada com os grandes panos de fachada característicos desta zona que têm maiores probabilidades de ocorrência de degradação devido a esses apresentarem módulos de deformações mais elevados e esforços internos prejudiciais (SILVESTRE; DE BRITO, 2010; SILVA, 2014).

Além disso, a proporção de áreas entre as zonas pode influenciar os valores de *FDz*. Zonas com maior área são mais expostas aos agentes de degradação climáticos, influenciando na ocorrência de degradação. PC e AB, que possuem as maiores áreas nas amostras (Tabela 3.1), são mais expostas aos agentes, tendo maior ocorrência de degradação. No entanto, a vulnerabilidade de TO pode estar relacionada com seu

posicionamento na fachada, sendo mais exposta aos agentes climáticos, particularmente a radiação e a chuva dirigida. Além disso, TO também sofre pela ação de lajes de cobertura e telhados que podem levar a movimentações mais críticas nessa zona, ocasionando anomalias como fissuras.

Embora PC seja a zona de maior incidência de degradação, nas duas fases da degradação investigadas, TO e TP são as zonas mais críticas em termos de gravidade da degradação. Observa-se que a gravidade da degradação não está diretamente relacionada com a extensão da área degradada das zonas, mas depende da proporção entre a área degradada na zona e a área total da zona em cada amostra estudada (Equação 3.3).

A gravidade da degradação na zona TO pode ser associada, dentre outros agentes, à ação direta da chuva dirigida, a qual atinge principalmente a parte superior e as laterais da fachada (BLOCKEN; DEROME; CARMELIET, 2013; POYASTRO, 2011; VALLEJO, 1990). Outro fator de atuação importante é a radiação solar, pois os ciclos diários de incidência de radiação conduzem a variações térmicas que geram deformações e esforços no revestimento da fachada. Em TO, os ciclos de umidificação e secagem ocorrem de forma diferenciada das demais zonas, sendo mais intensos.

Em relação à gravidade da degradação na zona TP, esta pode estar relacionada com o comportamento diferenciado, no que se refere às movimentações, da alvenaria e da estrutura frente às solicitações térmicas e estruturais. Já que cada material responde de forma distinta em relação a esforços e deformações, e em TP esses elementos estão em contato direto, induzindo esforços internos capazes de conduzir à degradação do revestimento.

A Análise II investiga a incidência e a gravidade das anomalias nos revestimentos em argamassa de fachadas. O Quadro 4.14 aponta, com base nos valores médios de $FD_{anomalia}$, as anomalias de maior ocorrência nos revestimentos em argamassa das amostras investigadas. Fissura é a anomalia mais crítica, seguida das manchas, independente do conjunto de amostras estudado. Esse resultado converge com o observado por Flores-Colen *et al.* (2009) e Santos *et al.* (2018), que apresentam a fissura e manchas como as principais patologias observadas nas fachadas em argamassa.

Quadro 4.14 - Anomalias de maior ocorrência nos revestimentos em argamassa de fachadas.

			Dados gerais	Fase da degradação	
				Iniciação da degradação	Propagação da degradação
$FD_{anomalia}$	+	1	Fissura (Fi.A)	Fissura (Fi.A)	Fissura (Fi.A)
	↓ -	2	Manchas (Ma.A)	Manchas (Ma.A)	Manchas (Ma.A)

A elevada ocorrência de fissuras na iniciação mostra uma forte suscetibilidade aos efeitos de esforços cíclicos e concentrados, procedentes principalmente da alvenaria e tendo por causa variações periódicas de temperaturas e umidade. Os efeitos cíclicos de molhagem e secagem, bem como de esforços e deformações incrementam a propagação das fissuras (FLORES-COLEN *et al.*, 2016).

Em relação às manchas, como observa-se no Quadro 2.6, os principais mecanismos de desenvolvimento desta anomalia são associados à presença de água, sobretudo à incidência de chuva dirigida. Os efeitos de secagem são agentes coadjuvantes aos processos. Os mecanismos que conduzem a propagação da degradação por manchas são os ciclos de molhagem e secagem, a presença de poluentes atmosféricos e o incremento do crescimento de micro-organismos.

A investigação da incidência de anomalias por orientação solar aponta fissura e manchas como as anomalias de maior incidência em todas as orientações de fachada, como observa-se no Quadro 4.15. É possível verificar essa tendência tanto na análise dos dados gerais, como no estudo das fases de degradação investigadas.

Quadro 4.15 - Anomalias de maior ocorrência nos revestimentos em argamassa por orientação cardinal.

					Norte	Sul	Leste	Oeste
Dados gerais		$FD_{anomalia}$	+	1	Fi.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A
			↓	2	Ma.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
Fase da degradação	Iniciação da degradação	$FD_{anomalia}$	+	1	Ma.A	Ma.A	Fi.A	Fi.A
			↓	2	Fi.A	Fi.A	Ma.A	Ma.A
	Propagação da degradação	$FD_{anomalia}$	+	1	Fi.A	-	Fi.A	Fi.A
			↓	2	Ma.A	-	Ma.A	Ma.A
			-					

Para as fachadas N, L e O, fissura é a anomalia de maior ocorrência; para a fachada S, manchas têm maior ocorrência. Na análise da iniciação da degradação, para a fachada norte, manchas é a anomalia de maior incidência. Com a continuação da degradação, fissura é a patologia mais incidente nessa fachada. Tanto na iniciação como na propagação da degradação, nas fachadas L e O, fissura é anomalia mais crítica em termos de ocorrência, Quadro 4.15.

A orientação das fachadas tem significativa influência na incidência dos agentes climáticos de degradação, que, por mecanismos específicos, conduzem o surgimento das anomalias. Os mecanismos são vinculados às definições de projeto e construção (CAVALAGLI *et al.*, 2019). Além disso, a exposição aos agentes não indica de forma direta a ocorrência da degradação. A degradação deriva de diferentes agentes, mecanismos e fatores, não sendo possível elencar diretamente um ou outro para explicar todo o fenômeno (BAUER; SOUZA; MOTA, 2021). Deve-se ainda observar que os agentes responsáveis pelos mecanismos de propagação das anomalias podem ser frequentemente distintos dos agentes de origem (Quadro 2.6).

A incidência e a gravidade das anomalias nas zonas também são investigadas. Na análise geral, bem como na iniciação e na propagação da degradação, para as zonas PC, AB e CE, fissura é a anomalia mais crítica (principal) em termos de incidência e de gravidade da degradação; já para TP e TO, manchas é a anomalia de maior incidência e de maior gravidade (principal) nessas zonas, Quadro 4.16. Nas três

análises, para as zonas investigadas, as anomalias de pinturas se evidenciam como anomalias secundárias, tanto para análise de incidência como também para a gravidade da degradação.

Quadro 4.16 - Anomalias de maior incidência e de maior gravidade para as zonas.

		Zona	<i>FDz</i>		<i>FDw</i>	
			Anomalia		Anomalia	
			Princip.	Secundária	Princip.	Secundária
Dados gerais		PC	Fi.A	Ma.A, Fi.P	Fi.A	Ma.A, Fi.P
		AB				Ma.A, De.P
		CE				Ma.A, Bo.P
		TP	Ma.A	Fi.A, Fi.P	Ma.A	Fi.A, Fi.P
		TO		Fi.A, Bo.P		Fi.A, Bo. P
Fase da degradação	Iniciação da degradação	PC	Fi.A	Ma.A, Fi.P	Fi.A	Fi.P, Ma.A
		AB		Ma.A, Fi.P		Ma.A, Bo.P
		CE		Ma.A, Pu.A		Ma.A, Pu.A
		TP	Ma.A	Fi.A, Fi.P	Ma.A	Fi.A, Fi.P
		TO		Fi.A, De.A		Fi.A, De.A
	Propagação da degradação	PC	Fi.A	Ma.A, Bo.P	Fi.A	Ma.A, Bo.P
		AB		Ma.A, De.P		Ma.A, De.P
		CE		Ma.A, Bo.P		Ma.A, Bo.P
		TP	Ma.A	Fi.A, Bo.P	Ma.A	Fi.A, Bo.P
		TO		Pu.A, Bo.P		Pu.A, Bo.P

A incidência e a gravidade da degradação por fissura em PC podem estar associadas ao confinamento da zona, que, em geral apresenta restrições em seu perímetro que limitam a dissipação ou a acomodação das deformações (SILVA, 2014). Nas zonas AB e CE as fissuras são críticas principalmente devido à concentração de esforços existentes devido à descontinuidade do sistema de revestimento em virtude da localização dessas zonas.

A criticidade das manchas em termos de incidência e de gravidade da degradação em TO é explicada pela elevada exposição a ciclos de umidificação e secagem dessa zona, em virtude de seu posicionamento na fachada. TO apresenta condição de

exposição mais crítica quando comparada com as demais zonas. Na zona TP, os mecanismos de degradação por manchas são influenciados por definição de projeto. Elementos estéticos existentes nas fachadas proporcionam a ocorrência de manchas em TP, principalmente, por acúmulo de sujeiras e desenvolvimento de micro-organismos biológicos.

Com base nas investigações que se apresentam, o Quadro 4.17 mostra as combinações mais críticas para a iniciação e a propagação da degradação por meio de ponderação entre incidência e gravidade.

Quadro 4.17 - Combinações anomalia-zona-orientação mais críticas para as duas fases da degradação.

		Fase da degradação	
		Iniciação da degradação	Propagação da degradação
+ ↓ -	1	Manchas-TO-Norte	Manchas-TO-Norte*
	2	Fissura-TO-Leste/Oeste	Fissura-PC- Norte*
	3	Fissura-PC-Leste/Oeste	Fissura-TO-Norte*
	4	Anomalias de pintura-TO-Oeste*	Anomalias de pintura-TO-Norte
(*) Combinação crítica de modo semelhante nas demais orientações.			

Deve-se observar que embora a anomalia mais relevante para o revestimento em argamassa seja a fissura, manchas é a patologia que primeiramente se apresenta nas combinações mais críticas. Ainda, observa-se que com a continuação da degradação não há orientação preferencial para as combinações mais críticas associadas às manchas e à fissura. A influência da orientação diminui na propagação da degradação.

As investigações que se apresentam permitem constatar que os mecanismos de iniciação e de propagação da degradação são distintos e se desenvolvem de forma diferente ao longo da fachada, sendo fortemente influenciados pela incidência dos agentes de degradação climáticos. A análise dos mecanismos e das tendências de degradação nas zonas devem ser consideradas nos projetos e nas ações de manutenção com vistas a alcançar a vida útil prevista em projeto.

5 CONCLUSÕES

Ao incidirem sobre os edifícios, os agentes de degradação dão origem a mecanismos de degradação que conduzem ao desenvolvimento de anomalias as quais reduzem o desempenho dos sistemas das edificações. Como a degradação é um processo complexo devido à ação sinérgica entre os agentes de degradação, a obtenção de dados de degradação por inspeção *in situ* é vantajosa por fornecer uma correlação direta entre o estado dos sistemas, o ambiente de exposição e o uso do edifício.

A aplicação das etapas de mapeamento e quantificação das áreas degradadas do Método de Mensuração da Degradação (MMD) mostra-se eficiente tanto para avaliar a incidência e a gravidade da degradação, em uma análise global sem distinção das anomalias, como para analisar as anomalias por zona da fachada. Todos os resultados obtidos se referem à base de dados utilizada, a qual é composta por amostras de fachadas de edifícios em Brasília/DF.

A presente investigação identifica comportamentos de degradação das fachadas em duas fases: iniciação da degradação e propagação da degradação. Assim, é possível enumerar as seguintes conclusões:

- As fachadas leste e norte, respectivamente, são as mais críticas em relação à degradação nas fases de iniciação e de propagação da degradação. Essa constatação pode estar relacionada com o efeito das variações dimensionais devido à incidência de radiação solar e da temperatura e aos ciclos de umidificação e secagem.
- A maior incidência de degradação ocorre na zona de paredes contínuas (PC) nas duas fases de degradação. Essa constatação está relacionada com o fato de que PC é a zona de maior área nas amostras, assim, mais exposta aos agentes de degradação que dão origem aos mecanismos de degradação e a característica restrição de deformações existente nessa zona.
- A gravidade da degradação é incrementada na fase da propagação em todas as zonas, principalmente na zona TO, que se apresenta como a zona mais crítica em relação à gravidade da degradação (*FDw*), evidenciando a sobreposição das anomalias nessa zona. Transição de pavimentos (TP) é a segunda zona mais crítica em relação à gravidade da degradação, nas duas fases da degradação. A zona de cantos e extremidades (CE) é a zona menos

crítica em termos de incidência e de gravidade tanto na iniciação como na propagação da degradação.

- Com relação a análise da incidência de anomalias, fissura é a anomalia mais crítica nos revestimentos em argamassa, seguida das manchas. Em contraposição ao que ocorre nas fachadas dos edifícios vernaculares, a eflorescência não é uma anomalia crítica no revestimento em argamassa.
- Considerando a incidência de anomalias por orientação, na iniciação, a fissura tem o maior valor de FDz na fachada leste e as manchas na fachada norte. Na iniciação, manchas têm maior ocorrência nas fachadas norte e sul. Na propagação da degradação, fissura é a anomalia mais crítica em todas as orientações. As anomalias de pintura apresentam-se incrementadas na propagação e em incidências mais elevadas na orientação norte.
- No que se refere a incidência e a gravidade das anomalias nas zonas, tanto na iniciação como na propagação da degradação, as anomalias mais incidentes e mais graves são as fissuras nas zonas PC, AB e CE e as manchas nas zonas TP e TO. Na propagação da degradação, com exceção das fissuras, todas as anomalias têm valor de FDw mais elevado na zona TO. Isso aponta que, exceto as fissuras, na propagação todas as anomalias são mais graves em TO.
- Constata-se que a zona mais crítica da fachada dos edifícios é o topo (TO), seguido por paredes contínuas (PC), transição de pavimentos (TP), aberturas (AB) e cantos e extremidades (CE).

A contribuição do desempenho dos revestimentos de fachada, assim como de outros elementos construtivos, é decisiva a fim de garantir níveis adequados de desempenho global do edifício durante a sua vida útil. Isso relacionado ao desempenho na vida útil tanto em termos da resistência à ação dos agentes de degradação em serviço como em relação à estética. O estudo permite observar que a especificação de argamassas de revestimento deve também contemplar critérios de desempenho considerando as condições de exposição com vistas a redução da fissuração e a diminuição da suscetibilidade às manchas.

5.1 Sugestões para desenvolvimentos futuros

Os resultados obtidos pela presente dissertação podem ser ampliados através da continuação das inspeções e avaliações de edifícios. Consideram-se úteis as seguintes possibilidades para desenvolvimentos futuros:

- Ampliação da base de dados, através da inspeção e avaliação de outros edifícios de acordo com a metodologia de obtenção de dados de degradação do Método de Mensuração da Degradação.
- Ampliar o estudo das fases de degradação considerando outras variáveis como idade e elemento construtivo.
- Associar as tendências de degradação ao desenvolvimento de planos de manutenção.
- Aplicar o estudo das fases de degradação na investigação de sistemas de revestimento cerâmico.
- Desenvolver aplicativos que auxiliem na obtenção do mapeamento com rapidez.

REFERÊNCIAS

ADDESSI, D.; GATTA, C.; MARFIA, S.; SACCO, E. Multiscale analysis of in-plane masonry walls accounting for degradation and frictional effects. **International Journal for Multiscale Computational Engineering**, v.18, n.2, 2020.

ANSI/ASHRAE - American National Standards Institute & American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers. **ANSI/ASHRAE 160 - Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings**. Atlanta, 2009.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **Handbook 2009 - Fundamentals**. Atlanta, 2009.

ASTM E 632-81. **Standard Practice for Developing Accelerated Tests to a Prediction of the service Life of Building Components and Materials**. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 6p, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 15220-3** Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2015.

BASTOS, P. K. X. **Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas de revestimento**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civi e Urbana, 2001.

BARREIRA, E.; DE FREITAS, V.P. Evaluation of Surface Humidification of Exterior Insulation and Finish Systems. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, 30(2), 2016.

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

BAUER E; CASTRO E. K; LEAL F. E; ANTUNES G. R. Identification and quantification of failure modes of new buildings façades in Brasília. In: 12th DBMC – International Conference on Durability of Buildings Materials and Components, **Anais...** Porto, Portugal, pp. 1089-1096, 2011.

BAUER, E.; KRAUS, E.; SILVA, M. N. B.; ZANONI, V.A.G. **Evaluation of Damage of Building Facades in Brasília.** 13th DBMC – International Conference on Durability of Buildings Materials and Components, São Paulo, Brazil, pp. 535–542, 2014;

BAUER, E. Novas aplicações no estudo da degradação, patologia e previsão de vida útil dos edifícios. II Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. **Anais...** Belém-PA. Abril de 2016.

BAUER, E.; SOUZA, J. S.; MOTA, L. M. G. Degradação de fachadas revestidas em argamassas nos edifícios de Brasília, Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.21, n.4, p.23-43, 2021.

BAUER, E.; SOUZA, J. S.; PIAZZAROLLO, C. B. Application of the Degradation Measurement Method in the Study of Facade Service Life. **In book: Building Pathology, Durability and Service Life**, 2020.

BAUER, E.; PIAZZAROLLO, C.B.; SOUZA, J.S; SANTOS, D. G. Relative importance of pathologies in the severity of facade degradation, **J. Build. Pathol. Rehabil.**, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2020.

BAUER, E. **Resistência a penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos: uma análise de desempenho.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil / UFRGS, Porto Alegre, 1987.

BISENIECE, E.; FREIMANIS, R.; PURVINS, R.; GRAVELSINS, A.; PUMPURS, A.; BLUMBERGA, A. Study of hygrothermal processes in external walls with internal insulation. **Environmental and Climate Technologies**, v. 22, pp.22-41, 2018.

BEASLEY, K. J. Building façade failure risk assessment, **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 28, n. 5. pp 1-14, 2014.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. A review of wind-driven rain research in buildings science. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, v. 92, pp. 1079-1130, 2004.

BLOCKEN, B.; CARMELIET, J. Overview of three state-of-the-art wind-driven rain assessment models and comparison based on model theory. **Building and Environmental**. v. 45, pp. 691–703, 2010.

BLOCKEN, B.; DEROME, J.; CARMELIET, J. Rainwater runoff from building facades: a review. **Building and Environment**, pp.339-361, 2013.

BOLDO, P. **Avaliação Quantitativa de Estruturas de Concreto Armado de Edificações no Âmbito do Exército Brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

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

BOTELHO, P. **Argamassas Tradicionais em Suportes de Alvenaria Antiga: Comportamento em termos de Aderência e Durabilidade**. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 183 p, 2003.

BRAGA, D. K., E AMORIM, C. N. Conforto térmico em edifícios residenciais do Plano Piloto de Brasília. I Conferência Latino-Americana de Construções Sustentáveis e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. **Anais...**São Paulo, 2004.

BRITISH STANDARD INSTITUTION. **BS 8104** Code of practice for assessing exposure of walls to wind driven rain. London, 1992.

_____. **BS ISO 15686-1**: Buildings and constructed assets — Service life planning. Part 1: General principles and framework. London, 2011.

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

_____. **BS EN ISO 15927-3**: Hygrothermal performance of buildings - Calculation and presentation of climatic data. Part 3: Calculation of a driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data, 2009.

_____. **BS EN ISO15927-4**: Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data. Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling. BS EN ISO, 2005.

CARNICERO, J.A.; AUSÍN, M.C; WIPER, M.P. Non-parametric copulas for circular–linear and circular–circular data: an application to wind directions. **Stoch Environ Res Risk Assess**, v.27, pp. 1991–2002, 2013.

CASTRO, E. K. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

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

CERQUEIRA, M. B. S. **Avaliação da Degradação de Fachadas - Estudo de Caso em Salvador - BA**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador, 2018.

CHAI, C. V. V. C. **Previsão da vida útil de revestimentos de superfícies pintadas em paredes exteriores**. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

CHONG, W.-K.; LOW, S.-P. Latent building defects: causes and design strategies to prevent them, **J. Perform. Constr. Facil.** 20 (3), pp. 213–221, 2006.

COELHO, G. B. A.; HENRIQUES, F. M. A. Influence of driving rain on the hygrothermal behavior of solid brick walls. **Journal of Building Engineering**, v. 7, p. 121–132, 2016.

CÓIAS, V. **Inspeções e ensaios na reabilitação de edifícios**. 2 ed. IST Press: Lisboa. 2009.

COSTA, S. F.; NOVAK, A. C. A.; GRABOIS, T. M.; SILVOSO, M. M.; VARELA, W. D. Evolução dos sintomas patológicos no edifício Jorge Machado Moreira. In: V CIRMARE - Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios. **Anais...** Rio de Janeiro, 2020.

CIB - "**Working with the Performance Approach in Building**". CIB W60. CIB Report. Publication 64. Rotterdam: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), 30p ,1982.

COUTINHO, H. M. S. **Relação entre a forma urbana e a radiação solar em edifícios**. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2018.

DANIOTTI, B.; IACONO, P. Evaluating the service life of external walls: a comparison between long-term and short-term exposure. In: 10DBMC. **Proceedings...** pp. 269-276, 2005.

DAVIES, H.; WYATT, D. Appropriate use of the ISO 15686-1 factor method for durability and service life prediction. **Building Research and Information**. v. 32. n. 6. pp. 552-553, 2004.

DELGADO, J.M.P.Q.; RAMOS, N.M.M.; BARREIRA, E.; FREITAS, V.P. A critical review of hygrothermal models used in porous building materials. **Journal of Porous Media**, v. 13, n. 3, pp. 221–230, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN EN 15026** Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation. CEN, Brussels, Belgium, 2007.

DIAS, J. L.; SILVA, A.; CHAI, C.; GASPAS, P. L.; DE BRITO, J. Neural networks applied to service life prediction of exterior painted surfaces. **Build. Res. Inf.**, v. 42, n. 3, pp. 371–380, 2014.

DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA**. Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 160p, 2008.

DORNELLES, K. A.; RORIZ, M. Influência das tintas imobiliárias sobre o desempenho térmico e energético de edificações. X Congresso Internacional de Tintas. **Anais...** São Paulo, 2007.

DUARTE, R.; FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J.; HAWREEN, A. Variability of in-situ testing in wall coating systems - Karsten tube and moisture meter techniques. **Journal of Building Engineering**, v. 27, 2020.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. USA: Wiley, 1980.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency), **Moisture control. Guidance for building design, construction and maintenance, Indoor Air Quality (IAQ)**, U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2013. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/moisture-control.pdf>, Acesso em: 04 de março de 2021.

ESQUIVEL, J. F. T. **Avaliação da influência do choque térmico na aderência dos revestimentos de argamassa**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ESTEVES, T.; FLORES-COLEN, I.; SILVA, C. Inspection and Numerical Modeling of Cracking in Existing Nonbearing Walls, **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 32 (4), 2018.

FEILDEN, B. **Conservation of historic building**. 3. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 181p, 2003.

FIB. Strategies for testing and assessment of concrete structure. **CEB Bulletin**, n.243, 1998.

FRACINETE JR, P.; SOUZA, J. S.; ZANONI, V. A. G.; SILVA, M. N. B.; BAUER, E. Relação entre a degradação de fachadas e a incidência de chuva Dirigida e temperatura - estudo de caso para os edifícios de Brasília-Brasil. In: CONPAT 2015. **Anais...Lisboa**, 2015.

FREITAS, A. S. S. L. A. **Avaliação do comportamento higrotérmico de revestimentos exteriores de fachadas devido à acção da chuva incidente**. Dissertação de mestrado. Universidade do Porto, Porto, 2011.

FREITAS, J.G. **A influência das condições climáticas na durabilidade dos revestimentos de fachada: Estudo de caso na cidade de Goiânia-GO**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012, 197 p.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J.; FREITAS, V. Stains in facades' rendering - Diagnosis and maintenance techniques' classification, **Construction and Building Materials**, v. 22, p.211–221, 2008.

FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J.; FREITAS, V. P. **Methodology for in-service performance assessment of rendering facades for predictive maintenance**. TG75, W014, W080, W083 and W086, pp. 388, 2009.

FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J.; FREITAS, V.; HAWREEN, A. Reliability of in-situ diagnosis in external wall renders, **Construction and Building Materials**, v. 252, p. 119079, 2020.

FLORES-COLEN, I.; SILVA, L.; DE BRITO, J.; FREITAS, V. P. Drying index for in-service physical performance assessment of renders. **Construction and Building Materials**, v. 112, p. 1101-1109, 2016.

FLORES-COLEN, I.; BRITO, J. **Premature stains in façades of recent buildings**. CIB/W87, Lisboa, pp. 311-320, 2003.

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

FU, YU-FANG. **Thermal stresses and associated damage in concrete at elevated temperatures**. Doctoral Thesis - The Hong Kong Polytechnic University. Department of Civil & Structural Engineering. Hong Kong, 2003.

GALBUSERA, M. M. **Application of the factor method to the prediction of the service life of ceramic external wall claddings**. Tese de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2013.

GALBUSERA, M. M.; DE BRITO, J.; SILVA, A. Application of the factor method to the prediction of the service life of ceramic external wall cladding. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, 29(3), 2014.

GALVÃO, J. M. P. **Técnicas de ensaio in-situ para avaliação do comportamento mecânico de rebocos em fachadas - Esclerómetro e ultra-sons**. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

GALVÃO, J.; DUARTE, R.; FLORES-COLEN, I.; DE BRITO, J.; HAWREEN, A. Non-destructive mechanical and physical in-situ testing of rendered walls under natural exposure. **Construction and Building Materials**, v. 230, 2020.

GARRIDO, M. A.; PAULO, P. V.; BRANCO, F. A. Service life prediction of façade paint coatings in old buildings. **Construction and Building Materials**, 2012.

GASPAR, P.; SANTOS, A. “**Cost of defects during the lifetime of a construction**”, CIB/W87 Lisbon, pp. 281-290, 2003.

GASPAR, P. L.; DE BRITO, J. Mapping defect sensitivity in external mortar renders. **Construction and Building Materials**, v. 19, pp. 571–578, 2005a.

GASPAR, P. L.; DE BRITO, J. Modelo de degradação de rebocos. **Revista Engenharia Civil**. Universidade do Minho, v.24, pp. 17-27, 2005b.

GASPAR, P. L.; DE BRITO, J. **Assessment of the overall degradation level of an element, based on field data**. In: 10DBMC International Conférence On Durability of Building Materials and Components. Lyon, France, 2005c.

GASPAR P. L., DE BRITO J. Limit states and service life of cement renders on façades. **Journal of Materials in Civil Engineering**, 23 (10), pp. 1396-1404, 2011.

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 de Doutoramento. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

GHIASSI, B.; LOURENÇO, P. B. (Eds.). **Long-term Performance and Durability of Masonry Structures: Degradation Mechanisms**. Health Monitoring and Service Life Design. Woodhead Publishing, 2018.

GIONGO, M.; PADARATZ, I. J.; LAMBERTS, R. Determinação da exposição à chuva dirigida em Florianópolis, SC: índices de chuva dirigida e métodos semi-empíricos. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 1, p. 7- 23, Porto Alegre, 2011.

GONÇALVES, T. D.; PEL, L.; RODRIGUES, J. D. Influence of paints on drying and salt distribution processes in porous building materials. **Construction and Building Materials**, 23, pp. 1751-1759, 2009.

GONÇALVES, T. **Capacidade de Impermeabilização de Revestimentos de Paredes à Base de Ligantes Minerais**. Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 140 p, 1997.

HENRIQUES, F. M. A. Quantification of wind driven rain. An experimental approach. **Building Research and Information**; 20: 295-297, 1992.

HOVDE, P. **Factor methods for service life prediction**. CIB W080/RILEM 175 SLM: Service Life Methodologies Prediction of Service Life for Buildings and Components, Task Group: Performance Based Methods of Service Life Prediction, Trondheim, Norway, 51 p, 2004.

HOVDE, P. J. **Evaluation of the factor method to estimate the service life of building components**. Proceedings of the CIB World Building Congress. v 1, pp. 223-231, 1998.

JAHANI, B.; DINPASHOH, Y.; NAFCHI, A. R. Evaluation and development of empirical models for estimating daily solar radiation. **Renew Sustain Energy**, v. 73, pp. 878-891, 2017.

JERNBERG, P.; LACASSE, M. A.; HAAGENRUD, S.E.; SJÖSTRÖM, C. **Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Building Materials and Components**. Joint CIB W80 / RILEM TC 140 – TSL Committee on Service Life of Building Materials and Components, CIB Report, Publication 295, 2004b.

JERNBERG, P.; SJÖSTRÖM, C.; LACASSE, M. A.; BRANDT, E.; SIEMES, T. Service life and durability research. **Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Buildings and Components**. In: Joint CIB W80/RILEM TC 140— Prediction of service life of building materials and components, CIB publication 295, pp 1.1-1.59, 2004a.

JOHN, V. M.; SATO, N. M. N. Durabilidade de componentes da construção. In: **Coletânea Habitare**. Rio de Janeiro: Miguel Aloysio Sattler e Fernando Oscar Ruttkay Pereira, v. 7, 2006.

JORNE, F.J.F. **Análise do comportamento higrotérmico de soluções construtivas de paredes em regime variável**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2010.

KÜNZEL, H. M. **Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components. One and two dimensional calculation using simple parameters.** Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 65p., 1995.

LACY, R. An index of exposure to driving rain. Garston: **Building Research Station**, Digest n. 23, 1962.

LACY, R. Driving-rain maps and the onslaught of rain on buildings. **Building Research Station**. Garston, England: Department of Scientific and Industrial Research, 1965.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de edificações.** Apostila da disciplina ECV 5161 do LABEEE- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina. 7ª ed. Florianópolis, 2016.

LEE, J. Value Engineering for Defect Prevention on Building Facade, **Journal of Construction Engineering and Management**, v.144 (8), p. 04018069, 2018.

LEIVAS, J.; FONTANA, D.; BERLATO, M.; CARDOSO, L. Variação diária do albedo sobre uma superfície vegetada e sobre um lago na estação experimental da UFRGS-RS. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais...** Aracaju – SE, 2007.

LIMA, A. S.; MENDONÇA, B. C. Patologias de edificação encontradas no Hospital Federal do Andaraí In: V CIRMARE - Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios. **Anais...** Rio de Janeiro, 2020.

LIMA, M. G., MORELLI, F. Mapa Brasileiro de Chuva Dirigida - Algumas Considerações. In: Simpósio Brasileiro Tecnologia de Argamassas. **Anais...** ANTAC: Florianópolis, 2005.

LIMA, M. G.; ESTRELA, P.H.T. Determinação e análise de índices de exposição à chuva dirigida para São José dos Campos - SP com base em dados dos anos de 2008 e 2009. In: XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** ANTA: Canela – RS, 2010.

LIMA, M. G. L.; MORELLI, F.; LENCIONI, J. W. Discussão sobre os parâmetros ambientais de degradação do ambiente construído – Estudos relativos a materiais e sistemas para fachadas. In: VI SBTA – Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. **Anais...** ANTAC: Florianópolis, 2005.

LOPES, C. **Anomalias da cor em revestimentos por pintura em paredes exteriores.** Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 207 p, 2008.

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção estrutural para grandes estoques de edificações: Estudo para inclusão do componente Estrutura do Concreto.** Dissertação de Mestrado em Estruturas, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

MACÊDO, M. S. P. H. **Mensuração da degradação de fachadas em argamassa empregando a inspeção de edifícios.** Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MACIEL, A. A. **Projeto Bioclimático em Brasília: Estudo de Caso em Edifício de Escritórios.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

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

MAGALHÃES, A. C. **Patologia de rebocos antigos.** LNEC, Cadernos de Edifícios, nº 2, Outubro, 2002.

MAGOS, M.; DE BRITO, J.; GASPARGAR, P. L.; SILVA, A. Application of the factor method to the prediction of the service life of external paint finishes on facades, **Materials and Structures**, v. 49 (12), pp. 5209–5225, 2016.

MANO, E.B. **Polímeros como materiais de engenharia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1991.

MATEUS, A. **Sistema de manutenção de edifícios. Patologia de revestimentos exteriores de paredes. Revestimentos de pedra, pintura e ladrilhos cerâmicos.** Projeto Final de Curso em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 100 p, 2004.

MARQUES, F. P. F. M. **Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão.** Dissertação de Mestrado. Instituto Técnico de Lisboa, 2013.

MARQUES, C.; DE BRITO, J.; SILVA, A. Application of the factor method to the service life prediction of ETICS, **International Journal of Strategic Property Management**, v. 22 (3), pp. 204-222, 2018.

MASTERS, L. W.; BRANDT, E. Prediction of service life of building materials and components. **Materials and Structures**, v. 20, 55–77, 1987.

MAZER, W.; SILVA, L. M. R.; LUCAS, E.; SANTOS, F. C. M. Evaluation of pathological manifestations in buildings according to orientation geographic. **Revista ALCONPAT**, 6(2), 2016. 145-156 pp.

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

MELO JÚNIOR, C. M.; CARASEK, H. Comportamento diferenciado na deterioração de revestimentos em argamassa: influência da chuva dirigida. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. **Anais...Belo Horizonte**, 2011.

MELO JÚNIOR, C. M.; CARASEK, H. Índices de chuva dirigida direcional e análise do nível de umedecimento em fachadas de edifício multipavimentos em Goiânia- GO. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 23-37, 2011.

MENEZES, A.; GOMES, M. G.; FLORES-COLEN, I. In-situ assessment of physical performance and degradation analysis of rendering walls. **Construction and Building Materials**, v. 75, p.283-292, 2015.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. **Concreto – Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994.

MOTA, L.; BAUER, E. Quantificação do transporte de água em fachadas com emprego da simulação higrotérmica. In: REHABEND - Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. **Anais...Granada, Espanha**, 2020.

MOTA, L.; LOPES, A.; BAUER, E. Metodologia de quantificação da degradação de fachadas. In: V CIRMARE - Congresso Internacional na Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios. **Anais...** Rio de Janeiro, 2020.

NASCIMENTO, M. L. M. **Aplicação da Simulação Higrotérmica na Investigação da Degradação de Fachadas de Edifícios**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília. 2016.

NASCIMENTO, M.; BAUER, E.; SOUZA, J.; ZANONI, V. Estudo da degradação por ação de agentes climáticos nas fachadas de edifícios. In: REHABEND - Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management. **Anais...**Burgos, Espanha, 2016a.

NASCIMENTO, M. L. M.; BAUER, E.; SOUZA, J. S.; ZANONI, V. A. G. Wind-driven rain incidence parameters obtained by hygrothermal simulation. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v. 1, 2016b.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

OKAMOTO, P. S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica - Universidade de São Paulo, 2015.

PACHECO, C. P. **Análise das manifestações patológicas nos sistemas de revestimentos externos**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

PAIVA, J.V.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional** [Technical Guide for Housing Rehabilitation], Instituto Nacional de Habitação (INH); Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 2006.

PALHA, F.; PEREIRA, A.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J.D. Effect of water on the degradation of gypsum plaster coatings: inspection, diagnosis, and repair. **J. Perform. Constr. Facil**, v. 26 (4), pp. 424–432, 2012.

PEDRO, E., MAIA, L., ROCHA, M., CHAVES, M. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Pós- graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias, FUMEC, Faculdade de Engenharia e Arquitectura, Belo Horizonte, Brasil, 2002.

PEREIRA, F. D. G. **Influência das Variações de Temperatura no Desempenho de Fachadas de Alvenaria**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 2008.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas**

brasileiro de energia solar. 2ª ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/978851700089>, Acesso em: 16 de março de 2021.

PEREIRA, C.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J. Contribution of humidity to the degradation of façade claddings in current buildings. **Engineering Failure Analysis**, v. 90, p.103-115, 2018.

PEREIRA, C.; SILVA, A.; DE BRITO, J.; SILVESTRE, J. Urgency of repair of building elements: Prediction and influencing factors in façade renders. **Construction and Building Materials**, v. 249, 2020.

PÉREZ-BELLA, J. M.; DOMÍNGUES-HERNÁNDEZ, J.; CANO-SUÑÉN, E.; COZ-DÍAZ, J. J.; RABANAL, F. P. A. On the significance of the climate-dataset time resolution in characterising wind-driven rain and simultaneous wind pressure. Part II: directional analysis. **Stoch Environ Res Risk Assess**, v. 32, pp. 1799-1815, 2018.

PETRUCCI, H. M. C. **A alteração da aparência das fachadas dos edifícios: interação entre as condições ambientais e a forma construída**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 107 p., 2000.

PIAZZAROLLO, C.; BAUER, E. Quantificação dos agentes de degradação e sua associação com a mensuração da degradação – estudo de caso em Brasília-Brasil. In: Construção 2018. **Anais...Porto**, 2018.

PIAZZAROLLO, C. B. **Estudo da evolução e da gravidade da degradação nas diferentes zonas componentes da fachada**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2019.

PIAZZAROLLO, C.; SOUZA, J.; BAUER, E. Análise das anomalias em sistemas de revestimento cerâmico nas diferentes zonas da fachada. In: XIII SBTA – Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais...** ANTAC: Goiânia, 2019.

PINHEIRO, P. I. S. **Aplicação do Método de Mensuração da Degradação (MMD) ao Estudo das Fachadas de Edifícios em Brasília**. Projeto Final. Universidade de Brasília, 2016.

PIRES, R.; DE BRITO, J.; AMARO, B. Statistical survey of the inspection, diagnosis and repair of painted rendered façades. **Struct. Infrastruct. Eng**, v. 11 (5), pp. 605–618, 2015.

POYASTRO, P. C. **Influência da volumetria e das condições de entorno da edificação no manchamento e infiltração de água em fachadas por ação de chuva dirigida**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

QUINTELA, M. B. O. A. **Durabilidade de revestimentos exteriores de parede em reboco monocamada**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 2006.

RAMIREZ, R.; MALJAE, H.; GHIASSI, B.; LOURENÇO, P.; OLIVEIRA, D. Bond behavior degradation between FRP and masonry under aggressive environmental conditions. **Mechanics of Advanced Materials and Structures**, v. 26, p. 6-14, 2019.

RESENDE, M. M.; BARROS, M. M. S. B.; MEDEIROS, J. S. **A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios**. In: Workdur - II Workshop sobre durabilidade das construções, São José dos Campos, 2001.

ROBERTSON, E. **Design for durability - a practical approach**. 8th International Conference on Durability of Buildings Materials and Components (DBMC), Vancouver, Canada, pp. 2107-2117, 1999.

RODRIGUES, M. P.; EUSÉBIO, M. I.; RIBEIRO, A. **Revestimentos por pintura. Defeitos, causas e reparação**. ITPRC 5, LNEC, Lisboa, Portugal, 48 p, 2005.

RORIZ, M. **Arquivos climáticos INMET**. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2012. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-epw>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

RORIZ, V. F.; DORNELLES, K. A.; RORIZ, M. Fatores determinantes da absorção solar de superfícies opacas In: IV ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO

AMBIENTE CONSTRUÍDO. V ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais...** Ouro Preto, 2007.

SÁ, G.; SÁ, J.; DE BRITO, J.; AMARO, B. Statistical survey on inspection, diagnosis and repair of wall renderings. **Journal of Civil Engineering and Management**, v.21, n.5, p. 623-636, 2015.

SANTOS, A. C. **Avaliação do desempenho potencial de duas soluções de revestimentos argamassados em função do risco de formação de fungos emboloradores no interior de edificações na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo, 2019.

SANTOS, D. G. **Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SANTOS, D. G.; MACEDO, M.; SOUZA, J. S.; BAUER, E. Mensuração e distribuição de patologias na degradação de fachadas em argamassa. **Gestão e gerenciamento**. v.8. p.13-17, 2018.

SANTOS, D. G.; ZANONI, V. A. G.; BAUER, E. Aplicação da simulação higrotérmica da chuva dirigida no estudo da absorção de água nas fachadas. In: XII SBTA – Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. **Anais...** ANTAC: São Paulo, 2017.

SANTOS NETTO, C. J. **Análise quantitativa da degradação de fachadas em revestimento cerâmico: Estudo de caso em edifícios de Belém – PA**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2018.

SCARTEZINI, L. M. B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul (RS)**. Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante, Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre. 2006.

SHOHET, I. M.; ROSENFELD, Y.; PUTERMAN, M.; GILBOA, E. **Deterioration patterns for maintenance management - a methodological approach**. Durability of Building Materials and Components, V.2, Ottawa, 1999.

SILVA, A.; DE BRITO, J.; GASPAR, P. Application of the factor method to maintenance decision support for stone cladding. **Automation in Construction**, v. 22, pp. 165–174, 2012.

SILVA, A.; DE BRITO, J.; GASPAR, P. Methodologies for service life prediction of buildings: with a focus on façade claddings. **Springer International Publishing**, Switzerland, 2016.

SILVA, A.; GASPAR, P.L.; DE BRITO, J. Durability of current renderings: a probabilistic analysis. **Automation in Construction**. v. 44. pp.92-102, 2014.

SILVA, A. L. N. P.; NUNES, L. F.; JÚNIOR, A. S. S.; FEITOSA, A. O. Manifestações patológicas presentes nas estruturas de concreto armado: um estudo de caso em hotel do litoral paraibano. In: Congresso de Construção Civil – Construção 2020. **Anais...**Brasília, 2020.

SILVA, L.; FLORES-COLEN, I.; VIEIRA, N.; TIMMONS, A.B. Natural ageing tests to study in-service deferent façade solutions - ETICS and premixed one-coat rendered walls, **J. Civ. Eng. Arch.**, 2016.

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

SILVA, M. N. B.; BAUER, E.; CASTRO, E. K. Avaliação da degradação em sistemas de revestimento cerâmico de fachadas de Brasília. In: I Simpósio de Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento. **Anais...**Coimbra, 2014.

SILVA, M. N. B.; BAUER, E.; CASTRO, E. K.; ZANONI, V. A. G. Distribuição de ocorrência de danos e patologias em fachadas de Brasília – estudo de caso. In: I Simpósio de Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento. **Anais...**Coimbra, 2014.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados Estudo de caso em edifícios em Florianópolis.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

SILVESTRE, J. D.; DE BRITO, J. Inspection and repair of ceramic tiling within a building management system. **Journal of Materials in Civil Engineering.** v. 22, n. 1, pp. 39-48, 2010.

SILVESTRE, J. D.; DE BRITO, J. Ceramic tiling inspection system. **Construction and Building Materials,** v. 23, p. 653–668, 2009.

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

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

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

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

SOUZA, J.; SILVA, A.; DE BRITO, J.; BAUER, E. Application of a graphical method to predict the service life of adhesive ceramic external wall claddings in the city of Brasília, Brazil. **Journal of Building Engineering,** v.19, pp. 1-13, 2018a.

SOUZA, J. S.; SILVA, A.; DE BRITO, J.; BAUER, E. Service life prediction of ceramic tiling systems in Brasília-Brazil using the factor method. **Construction and Building Materials,** v. 192, pp. 38-49, 2018b.

SOUZA, J. S. **Impacto dos fatores de degradação sobre a vida útil de fachadas de edifícios.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2019.

STRAUBE, J. F. Simplified Prediction of Driving Rain on Buildings: ASHRAE 160P and WUFI 4.0. **Building Science Digest** 148, 2010.

STRAUBE, J.F.; BURNETT, E.F.P. Field testing of filled-cavity wall systems. In: Conference Building Envelope Science and Tech. '97. **Proceedings** ... Bath, UK, 1997.

STRAUBE, J.F.; BURNETT, E.F.P. **Simplified prediction of driving rain on buildings**. Proc. of the International Building Physics Conference, Eindhoven, The Netherlands; pp. 375-382, 2000.

STRAUBE, J.; BURNETT, E. Moisture Analysis and Condensation Control in Building Envelopes. **American Society for Testing and Materials**, p. 81–89, 2001.

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

THOMASSON, F. **Les enduits monocouches à base de liants hydrauliques**. Weber & broutin, 1982.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: Pini, 1989.

VALLEJO, F. J. L. **Ensuciamiento de fachadas por contaminación atmosférica; análisis y prevención**. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones, 1990.

VEIGA, M. R. S. **Comportamento de argamassas de revestimento de paredes. Contribuição para o estudo da sua resistência à fendilhação**. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP. Lisboa, LNEC, 1997.

VICENTE, R. **Patologia das paredes de fachada - Estudo do comportamento mecânico das paredes de fachada com correcção exterior das pontes térmicas**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Coimbra, 2002.

VIEIRA, D. G.; OLIVEIRA, R. D.; POGGIALI, F. S. J. Análise das manifestações patológicas presentes em uma habitação parcialmente interdita pela defesa civil no município de Contagem/MG. In: Congresso de Construção Civil – Construção 2020. **Anais**...Brasília, 2020.

WMO. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation**. Geneva: World Meteorological Organization, 2008. (WMO-No. 8)

WUFI Pro 5.3. IBP - Fraunhofer Institute for Building Physics. Holzkirchen, Germany, 2013.

YANG, J.; WANG, Z.; KALOUSH, K. E. Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a 'silver bullet' for mitigating urban heat island? **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.47, pp. 830-843, 2015.

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

ZANONI, V. A. G.; SANCHEZ, J. M. M.; BAUER, E. Chuva dirigida: um estudo da ISO 15927-3 no contexto brasileiro. In: XV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...**Porto Alegre, 2014.

ZANONI, V. A. G.; SÁNCHEZ, J. M. M.; BAUER, E. Avaliação de métodos para quantificação de chuva dirigida nas fachadas das edificações. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 9, n. 2, pp. 122-132. Campinas, São Paulo, 2018.

APÊNDICE A – Identificação e FD Total das amostras

Quadro A.1 - Identificação, edifício, idade, elemento construtivo, orientação e valores de FD total das amostras.

	Amostra	Idade	Elemento construtivo	Orientação	FD - Total
1	A1.PL.1	21	Prumada	Leste	0,27
2	A1.PL.2	21	Prumada	Leste	0,22
3	A1.PL.3	21	Prumada	Leste	0,19
4	A1.PL.4	21	Prumada	Leste	0,24
5	A1.PL.5	21	Prumada	Leste	0,29
6	A1.PL.6	21	Prumada	Leste	0,25
7	A1.PO.1	21	Prumada	Oeste	0,25
8	A1.PO.2	21	Prumada	Oeste	0,31
9	A1.PO.3	21	Prumada	Oeste	0,20
10	A1.PO.4	21	Prumada	Oeste	0,23
11	A1.PO.5	21	Prumada	Oeste	0,23
12	A1.PO.6	21	Prumada	Oeste	0,23
13	A1.EN.1	21	Empena	Norte	0,11
14	A1.ES.1	21	Empena	Sul	0,13
15	A2.PL.1	21	Prumada	Leste	0,41

	Amostra	Idade	Elemento construtivo	Orientação	FD - Total
16	A2.PL.2	21	Prumada	Leste	0,49
17	A2.PL.3	21	Prumada	Leste	0,50
18	A2.PO.1	21	Prumada	Oeste	0,49
19	A2.PO.2	21	Prumada	Oeste	0,57
20	A2.PO.3	21	Prumada	Oeste	0,43
21	A2.EN.1	21	Empena	Norte	1,18
22	A2.ES.1	21	Empena	Sul	0,06
23	A3.PL.1	49	Prumada	Leste	0,58
24	A3.PL.2	49	Prumada	Leste	0,42
25	A3.PL.3	49	Prumada	Leste	0,53
26	A3.PL.4	49	Prumada	Leste	0,45
27	A3.PL.5	49	Prumada	Leste	0,44
28	A3.PL.6	49	Prumada	Leste	0,48
29	A3.PL.7	49	Prumada	Leste	0,62
30	A3.PO.1	49	Prumada	Oeste	0,68
31	A3.PO.2	49	Prumada	Oeste	0,78

	Amostra	Idade	Elemento construtivo	Orientação	FD - Total
32	A3.PO.3	49	Prumada	Oeste	0,66
33	A3.PO.4	49	Prumada	Oeste	0,80
34	A3.PO.5	49	Prumada	Oeste	0,67
35	A3.PO.6	49	Prumada	Oeste	0,71
36	A3.PO.7	49	Prumada	Oeste	0,72
37	A3.EN.1	49	Empena	Norte	0,87
38	A3.ES.1	49	Empena	Sul	0,46
39	A5.PL.1	49	Prumada	Leste	0,53
40	A5.PL.2	49	Prumada	Leste	0,62
41	A5.PL.3	49	Prumada	Leste	0,44
42	A5.PO.1	49	Prumada	Oeste	0,54
43	A5.PO.2	49	Prumada	Oeste	0,80
44	A5.PO.3	49	Prumada	Oeste	0,67
45	A5.EN.1	49	Empena	Norte	0,27
46	A5.ES.1	49	Empena	Sul	0,20
○47	A7.PL.1	52	Prumada	Leste	1,09
○48	A7.PL.2	52	Prumada	Leste	0,81

	Amostra	Idade	Elemento construtivo	Orientação	FD - Total
○49	A7.PO.1	52	Prumada	Oeste	0,81
○50	A7.PO.2	52	Prumada	Oeste	0,88
○51	A8.PL.1	60	Prumada	Leste	0,61
○52	A8.PL.2	60	Prumada	Leste	0,35
○53	A8.PO.1	60	Prumada	Oeste	0,12
○54	A8.PO.2	60	Prumada	Oeste	0,18
○55	A8.PO.3	60	Prumada	Oeste	0,18
○56	A8.PO.4	60	Prumada	Oeste	0,20
○57	A8.ES.1	60	Empena	Sul	0,20
○58	A8.EN.1	60	Empena	Norte	0,57
○59	A9.PO.1	44	Prumada	Oeste	0,21
○60	A9.PO.2	44	Prumada	Oeste	0,13
○61	A10.PL.1	35	Prumada	Leste	0,43
○62	A10.PL.2	35	Prumada	Leste	0,30
○63	A10.EN.1	35	Empena	Norte	0,18
○64	A11.PO.1	44	Prumada	Oeste	0,44
○65	A12.PL.1	52	Prumada	Leste	0,33

	Amostra	Idade	Elemento construtivo	Orientação	FD - Total
○66	A12.PL.2	52	Prumada	Leste	0,34
○67	A12.PL.3	52	Prumada	Leste	0,26
○68	A12.PL.4	52	Prumada	Leste	0,32
○69	A12.PL.5	52	Prumada	Leste	0,35
○70	A12.PL.6	52	Prumada	Leste	0,27
○71	A12.PO.1	52	Prumada	Oeste	0,53
○72	A12.PO.2	52	Prumada	Oeste	0,48
○73	A12.PO.3	52	Prumada	Oeste	0,44
○74	A12.PO.4	52	Prumada	Oeste	0,59
○75	A12.PO.5	52	Prumada	Oeste	0,46
○ amostras adicionadas pela presente pesquisa à base de dados do projeto DMM.					

APÊNDICE B – Valores de *FDz* e *FDw* das amostras

Quadro B.1 - Valores de *FDz* e *FDw* das amostras.

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,050	0,039	0,050	0,006	0,122	0,146	0,173	0,213	0,167	0,777
2	A1.PL.2	0,072	0,045	0,036	0,003	0,060	0,207	0,198	0,154	0,083	0,384
3	A1.PL.3	0,065	0,038	0,042	0,007	0,042	0,187	0,167	0,178	0,208	0,268
4	A1.PL.4	0,077	0,052	0,032	0,003	0,073	0,224	0,228	0,136	0,083	0,464
5	A1.PL.5	0,090	0,056	0,055	0,007	0,080	0,260	0,247	0,231	0,208	0,509
6	A1.PL.6	0,093	0,032	0,041	0,004	0,079	0,268	0,142	0,172	0,125	0,500
7	A1.PO.1	0,052	0,059	0,053	0,006	0,076	0,150	0,259	0,225	0,167	0,482
8	A1.PO.2	0,067	0,056	0,065	0,017	0,109	0,195	0,247	0,272	0,500	0,696
9	A1.PO.3	0,058	0,052	0,038	0,004	0,049	0,167	0,228	0,160	0,125	0,313
10	A1.PO.4	0,076	0,059	0,050	0,004	0,041	0,220	0,259	0,213	0,125	0,259
11	A1.PO.5	0,058	0,055	0,045	0,004	0,067	0,167	0,241	0,189	0,125	0,429
12	A1.PO.6	0,055	0,059	0,036	0,004	0,077	0,159	0,259	0,154	0,125	0,491
13	A1.EN.1	0,006	-	0,006	-	0,098	0,010	-	0,039	-	0,904
14	A1.ES.1	0,012	-	-	0,012	0,106	0,021	-	-	0,091	0,981

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	0,148	0,087	0,044	0,018	0,109	0,361	0,295	0,326	0,414	0,914
16	A2.PL.2	0,189	0,095	0,040	0,021	0,144	0,461	0,325	0,293	0,483	1,210
17	A2.PL.3	0,174	0,144	0,023	0,022	0,141	0,425	0,490	0,174	0,517	1,185
18	A2.PO.1	0,167	0,110	0,066	0,016	0,135	0,407	0,375	0,489	0,379	1,136
19	A2.PO.2	0,195	0,119	0,059	0,023	0,174	0,475	0,405	0,435	0,552	1,469
20	A2.PO.3	0,223	0,112	0,034	0,020	0,039	0,546	0,440	0,227	0,414	0,284
21	A2.EN.1	0,489	-	0,124	0,216	0,355	0,809	-	0,797	1,431	4,024
22	A2.ES.1	0,031	0,017	0,002	0,008	-	0,051	0,250	0,013	0,056	-
23	A3.PL.1	0,091	0,155	0,017	0,153	0,167	0,311	0,375	0,371	1,009	1,750
24	A3.PL.2	0,083	0,092	0,010	0,154	0,084	0,242	0,247	0,229	1,035	0,903
25	A3.PL.3	0,103	0,152	0,021	0,126	0,130	0,351	0,369	0,457	0,826	1,361
26	A3.PL.4	0,171	0,182	0,003	0,019	0,077	0,424	0,488	0,111	0,133	1,389
27	A3.PL.5	0,096	0,097	0,017	0,142	0,085	0,280	0,260	0,371	0,957	0,917
28	A3.PL.6	0,083	0,087	0,013	0,157	0,138	0,284	0,212	0,286	1,035	1,444
29	A3.PL.7	0,195	0,137	0,014	0,161	0,110	0,572	0,368	0,314	1,087	1,181
30	A3.PO.1	0,168	0,184	0,013	0,190	0,122	0,572	0,446	0,286	1,252	1,278

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
31	A3.PO.2	0,301	0,347	0,006	0,065	0,063	0,786	0,879	0,222	0,467	1,139
32	A3.PO.3	0,150	0,142	0,026	0,207	0,132	0,439	0,382	0,571	1,391	1,417
33	A3.PO.4	0,324	0,341	0,005	0,073	0,060	0,802	0,913	0,167	0,522	1,083
34	A3.PO.5	0,164	0,161	0,026	0,168	0,152	0,481	0,434	0,571	1,130	1,639
35	A3.PO.6	0,135	0,194	0,030	0,222	0,123	0,459	0,471	0,657	1,461	1,292
36	A3.PO.7	0,186	0,190	0,039	0,210	0,090	0,524	0,523	0,800	1,367	1,164
37	A3.EN.1	0,422	0,073	0,070	0,185	0,124	0,674	1,255	0,701	1,400	1,479
38	A3.ES.1	0,174	0,054	0,034	0,081	0,111	0,278	0,922	0,345	0,617	1,329
39	A5.PL.1	0,103	0,152	0,021	0,126	0,130	0,351	0,369	0,457	0,826	1,361
40	A5.PL.2	0,224	0,241	0,002	0,057	0,094	0,585	0,655	0,056	0,343	1,694
41	A5.PL.3	0,096	0,097	0,017	0,142	0,085	0,280	0,260	0,371	0,957	0,917
42	A5.PO.1	0,135	0,116	0,024	0,173	0,093	0,459	0,282	0,514	1,139	0,972
43	A5.PO.2	0,324	0,341	0,005	0,073	0,060	0,847	0,929	0,167	0,435	1,083
44	A5.PO.3	0,164	0,161	0,026	0,168	0,152	0,481	0,434	0,571	1,130	1,639
45	A5.EN.1	0,080	0,017	0,014	0,087	0,069	0,128	0,294	0,135	0,551	1,250
46	A5.ES.1	0,057	0,023	0,011	0,049	0,055	0,092	0,392	0,112	0,312	1,000

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
47	A7.PL.1	0,464	0,266	0,064	0,230	0,062	1,359	0,797	0,586	1,386	1,269
48	A7.PL.2	0,376	0,144	0,092	0,149	0,053	0,944	0,523	0,781	0,920	1,115
49	A7.PO.1	0,299	0,179	0,087	0,183	0,061	1,080	0,526	0,583	1,008	1,189
50	A7.PO.2	0,346	0,189	0,109	0,172	0,064	1,411	0,538	0,629	0,961	1,278
51	A8.PL.1	0,076	0,036	0,135	0,183	0,176	0,667	0,153	0,526	0,653	1,586
52	A8.PL.2	0,072	0,014	0,074	0,104	0,090	0,617	0,059	0,286	0,373	0,807
53	A8.PO.1	0,018	-	0,007	0,018	0,077	0,139	-	0,024	0,088	1,000
54	A8.PO.2	0,022	0,004	0,011	0,073	0,073	0,167	0,013	0,036	0,351	0,952
55	A8.PO.3	0,033	0,033	0,011	0,040	0,066	0,250	0,118	0,036	0,193	0,857
56	A8.PO.4	0,033	0,011	0,018	0,048	0,088	0,250	0,039	0,060	0,228	1,143
57	A8.ES.1	0,087	-	0,018	0,042	0,053	0,131	-	0,130	0,296	1,000
58	A8.EN.1	0,362	-	0,040	0,069	0,100	0,563	-	0,304	0,537	1,050
59	A9.PO.1	0,061	0,050	0,022	0,036	0,039	0,189	0,189	0,105	0,278	0,500
60	A9.PO.2	0,045	0,017	0,017	0,024	0,024	0,131	0,069	0,088	0,194	0,318
61	A10.PL.1	0,121	0,064	0,046	0,061	0,136	0,362	0,295	0,206	0,472	1,462
62	A10.PL.2	0,104	0,045	0,045	0,041	0,063	0,378	0,171	0,190	0,306	0,654

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
63	A10.EN.1	0,127	0,014	0,008	0,032	-	0,226	0,175	0,063	0,211	-
64	A11.PO.1	0,168	0,159	0,038	0,024	0,048	1,094	0,434	0,182	0,156	0,417
65	A12.PL.1	0,083	0,067	0,008	0,048	0,119	0,231	0,254	0,083	0,273	1,154
66	A12.PL.2	0,113	0,049	0,030	0,068	0,075	0,417	0,141	0,258	0,409	0,769
67	A12.PL.3	0,107	0,041	-	0,037	0,067	0,302	0,155	-	0,227	0,692
68	A12.PL.4	0,096	0,036	0,032	0,068	0,092	0,286	0,130	0,267	0,386	0,958
69	A12.PL.5	0,123	0,054	0,022	0,051	0,101	0,370	0,183	0,188	0,318	1,077
70	A12.PL.6	0,043	0,020	0,020	0,055	0,129	0,131	0,063	0,185	0,341	1,375
71	A12.PO.1	0,096	0,119	0,044	0,113	0,157	0,418	0,347	0,302	0,635	1,533
72	A12.PO.2	0,117	0,048	0,026	0,108	0,182	0,466	0,133	0,231	0,625	1,750
73	A12.PO.3	0,080	0,076	0,040	0,067	0,178	0,409	0,187	0,346	0,375	1,667
74	A12.PO.4	0,198	0,078	0,034	0,112	0,164	0,793	0,214	0,308	0,650	1,583
75	A12.PO.5	0,114	0,074	0,043	0,077	0,151	0,420	0,237	0,302	0,442	1,500

APÊNDICE C - Valores de $FD_{anomalia}$ das amostras

Quadro C.1 – Valores de $FD_{anomalia}$.

	Amostra	FD De.A	FD Fi.A	FD Pu.A	FD Ef.A	FD Ma.A	FD De.P	FD Fi.P	FD Bo.P
1	A1.PL.1	0,010	0,063	0,020	-	0,167	-	0,008	-
2	A1.PL.2	0,007	0,130	0,008	-	0,053	-	0,010	0,007
3	A1.PL.3	-	0,128	-	-	0,066	-	-	-
4	A1.PL.4	0,013	0,178	0,003	-	0,043	-	-	-
5	A1.PL.5	0,003	0,227	-	-	0,058	-	-	-
6	A1.PL.6	-	0,135	-	0,003	0,111	-	-	-
7	A1.PO.1	0,003	0,140	-	0,020	0,076	0,004	0,001	0,001
8	A1.PO.2	0,014	0,188	0,006	0,006	0,086	0,008	0,006	0,001
9	A1.PO.3	-	0,139	-	-	0,056	-	0,004	0,001
10	A1.PO.4	-	0,174	-	-	0,056	-	-	-
11	A1.PO.5	0,003	0,146	-	0,004	0,074	0,001	-	-
12	A1.PO.6	-	0,158	-	0,001	0,066	0,006	-	-
13	A1.EN.1	0,017	-	-	-	0,094	-	-	-
14	A1.ES.1	0,027	0,012	0,006	-	0,085	-	-	-
15	A2.PL.1	0,001	0,305	0,003	-	0,076	0,013	-	0,007

	Amostra	FD De.A	FD Fi.A	FD Pu.A	FD Ef.A	FD Ma.A	FD De.P	FD Fi.P	FD Bo.P
16	A2.PL.2	0,007	0,328	-	-	0,088	0,029	0,010	0,025
17	A2.PL.3	0,012	0,314	0,016	-	0,094	0,041	0,006	0,022
18	A2.PO.1	0,003	0,367	0,028	-	0,057	-	0,007	0,032
19	A2.PO.2	0,006	0,355	0,028	-	0,087	0,038	0,015	0,043
20	A2.PO.3	0,009	0,388	-		0,029	0,002	-	0,002
21	A2.EN.1	0,002	0,519	0,050	-	0,032	0,124	0,193	0,265
22	A2.ES.1	-	0,040	0,010	-	0,008	-	-	-
23	A3.PL.1	0,029	0,300	-	0,003	0,193	0,008	0,008	0,042
24	A3.PL.2	0,001	0,211	-	0,003	0,202	-	-	0,006
25	A3.PL.3	0,040	0,294	-	-	0,177	-	0,011	0,011
26	A3.PL.4	0,002	0,327	-	-	0,097	0,006	-	0,020
27	A3.PL.5	0,023	0,209	-	-	0,190	-	-	0,014
28	A3.PL.6	0,007	0,231	-	-	0,238	0,003	-	-
29	A3.PL.7	0,027	0,367	-	-	0,222	0,001	-	-
30	A3.PO.1	0,004	0,333	-	-	0,286	0,026	0,013	0,015
31	A3.PO.2	0,026	0,505	-	-	0,196	0,011	-	0,045

	Amostra	FD De.A	FD Fi.A	FD Pu.A	FD Ef.A	FD Ma.A	FD De.P	FD Fi.P	FD Bo.P
32	A3.PO.3	0,005	0,335	-	-	0,317	-	-	-
33	A3.PO.4	0,003	0,511	-	-	0,245	0,023	0,012	0,008
34	A3.PO.5	0,004	0,417	-	-	0,209	0,023	0,018	-
35	A3.PO.6	0,003	0,405	-	-	0,294	0,004	-	-
36	A3.PO.7	0,011	0,358	-	-	0,344	-	-	0,003
37	A3.EN.1	0,005	0,365	0,006	-	0,454	0,015	0,011	0,018
38	A3.ES.1	0,016	0,208	-	-	0,231	0,001	-	-
39	A5.PL.1	0,040	0,294	-	-	0,177	-	0,011	0,011
40	A5.PL.2	0,011	0,448	0,008	-	0,079	0,019	-	0,054
41	A5.PL.3	0,023	0,209	-	-	0,190	-	-	0,014
42	A5.PO.1	0,019	0,263	-	-	0,230	0,016	0,003	0,011
43	A5.PO.2	0,003	0,511	-	-	0,245	0,023	0,012	0,008
44	A5.PO.3	0,004	0,417	-	-	0,209	0,023	0,018	-
45	A5.EN.1	-	0,056	-	-	0,202	0,005	-	0,005
46	A5.ES.1	-	0,006	-	0,007	0,140	0,022	-	0,022
47	A7.PL.1	-	0,521	0,017	0,019	0,336	0,081	0,102	0,011
48	A7.PL.2	-	0,348	0,018	0,020	0,258	0,105	0,029	0,035

	Amostra	FD De.A	FD Fi.A	FD Pu.A	FD Ef.A	FD Ma.A	FD De.P	FD Fi.P	FD Bo.P
49	A7.PO.1	-	0,450	0,001	-	0,320	0,034	-	0,004
50	A7.PO.2	-	0,405	-	-	0,395	0,032	0,049	-
51	A8.PL.1	0,002	0,239	-	-	0,338	0,011	0,017	-
52	A8.PL.2	-	0,121	-	-	0,227	-	0,006	-
53	A8.PO.1	0,004	0,066	-	-	0,051	-	-	-
54	A8.PO.2	0,004	0,095	-	-	0,077	0,007	-	-
55	A8.PO.3	-	0,128	-	-	0,051	0,004	-	-
56	A8.PO.4	-	0,117	-	-	0,081	-	-	-
57	A8.ES.1	-	0,037	-	-	0,163	-	-	-
58	A8.EN.1	-	0,119	0,012	0,026	0,360	0,021	0,010	0,024
59	A9.PO.1	-	0,158	-	-	0,047	-	0,004	-
60	A9.PO.2	-	0,084	-	-	0,045	-	-	-
61	A10.PL.1	-	0,179	-	-	0,150	-	0,014	0,086
62	A10.PL.2	-	0,219	-	-	0,056	-	0,019	0,004
63	A10.EN.1	-	0,181	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	-	0,240	-	0,005	0,019	0,010	0,091	0,072
65	A12.PL.1	-	0,202	-	0,008	0,071	-	0,024	0,020

	Amostra	FD De.A	FD Fi.A	FD Pu.A	FD Ef.A	FD Ma.A	FD De.P	FD Fi.P	FD Bo.P
66	A12.PL.2	-	0,185	-	0,004	0,075	0,015	0,057	-
67	A12.PL.3	-	0,067	0,011	0,019	0,067	0,059	0,033	-
68	A12.PL.4	-	0,263	-	-	0,048	0,012		-
69	A12.PL.5	-	0,188	-	0,029	0,087	0,033	0,014	-
70	A12.PL.6	-	0,160	-	-	0,078	0,020	0,008	-
71	A12.PO.1	-	0,297	-	0,003	0,123	0,007	0,099	-
72	A12.PO.2	-	0,255	-	-	0,126	0,026	0,074	-
73	A12.PO.3	-	0,218	-	-	0,142	-	0,080	-
74	A12.PO.4	-	0,336	-	-	0,164	-	0,086	-
75	A12.PO.5	-	0,251	-	-	0,167	0,013	0,023	0,003

APÊNDICE D - Valores de *FDz* e *FDw* das amostras por anomalia

Descolamento da argamassa (De.A)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,001	0,006	0,001	0,001	-	0,004	0,025	0,006	0,042	-
2	A1.PL.2	0,003	0,004	-	-	-	0,008	0,019	-	-	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	0,004	0,007	0,001	-	-	0,012	0,031	0,006	-	-
5	A1.PL.5	0,003	-	-	-	-	0,008	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A1.PO.1	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-	0,009
8	A1.PO.2	0,001	0,004	0,004	0,004	-	0,004	0,019	0,018	0,125	-
9	A1.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,018
12	A1.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	A1.EN.1	-	-	-	-	0,017	-	-	-	-	0,154
14	A1.ES.1	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	0,250

Descolamento da argamassa (De.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	-	0,001	-	-	-	-	0,005	-	-	-
16	A2.PL.2	0,001	0,006	-	-	-	0,004	0,020	-	-	-
17	A2.PL.3	-	0,012	-	-	-	-	0,040	-	-	-
18	A2.PO.1	-	0,001	0,001	-	-	-	0,005	0,011	-	-
19	A2.PO.2	0,006	-	-	-	-	0,014	-	-	-	-
20	A2.PO.3	0,002	0,005	0,002	-	-	0,004	0,020	0,011	-	-
21	A2.EN.1	-	-	0,002	-	-	-	-	0,014	-	-
22	A2.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	A3.PL.1	0,003	0,003	-	-	0,024	0,009	0,006	-	-	0,250
24	A3.PL.2	-	-	-	0,001	-	-	-	-	-	-
25	A3.PL.3	0,001	0,013	0,001	0,001	0,022	0,005	0,032	0,029	0,009	0,236
26	A3.PL.4	-	0,002	-	-	-	-	0,004	-	-	-
27	A3.PL.5	-	0,014	0,008	-	0,001	-	0,038	0,171	-	0,014
28	A3.PL.6	0,001	0,005	-	-	-	0,005	0,013	-	-	-
29	A3.PL.7	0,005	0,010	-	0,001	0,010	0,015	0,028	-	0,009	0,111

Descolamento da argamassa (De.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	0,001	0,003	-	-	-	0,005	0,006	-	-	-
31	A3.PO.2	-	0,020	-	-	0,006	-	0,051	-	-	0,111
32	A3.PO.3	-	0,001	-	0,001	0,003	-	0,003	-	0,009	0,028
33	A3.PO.4	-	0,003	-	-	-	-	0,008	-	-	-
34	A3.PO.5	0,003	-	0,001	-	-	0,008	-	0,029	-	-
35	A3.PO.6	-	-	0,001	0,001	-	-	-	0,029	0,009	-
36	A3.PO.7	0,004	0,006	-	-	0,001	0,012	0,016	-	-	0,018
37	A3.EN.1	-	-	-	-	0,005	-	-	-	-	0,055
38	A3.ES.1	0,005	0,010	0,001	-	-	0,007	0,176	0,011	-	-
39	A5.PL.1	0,001	0,013	0,001	0,001	0,022	0,005	0,032	0,029	0,009	0,236
40	A5.PL.2	-	0,011	-	-	-	-	0,029	-	-	-
41	A5.PL.3	-	0,014	0,008	-	0,001	-	0,038	0,171	-	0,014
42	A5.PO.1	0,001	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,010	0,114	0,026	0,042
43	A5.PO.2	-	0,003	-	-	-	-	0,008	-	-	-
44	A5.PO.3	0,003	-	0,001	-	-	0,008	-	0,029	-	-

Descolamento da argamassa (De.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	A5.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	A7.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	A7.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	A7.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	A7.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	A8.PL.1	-	-	-	0,002	-	-	-	-	0,007	-
52	A8.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	0,004	-	-	-	-	0,018	-
54	A8.PO.2		0,004	-	-	-	-	0,013	-	-	-
55	A8.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	A9.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Descolamento da argamassa (De.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	A10.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	A12.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	A12.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	A12.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	A12.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	A12.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	A12.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	A12.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	A12.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	A12.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	A12.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Descolamento da argamassa (De.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fissura na argamassa (Fi.A)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,025	0,013	0,018	0,001	0,006	0,073	0,056	0,077	0,042	0,036
2	A1.PL.2	0,050	0,034	0,024	0,001	0,021	0,146	0,148	0,101	0,042	0,134
3	A1.PL.3	0,058	0,036	0,024	0,007	0,003	0,167	0,160	0,101	0,208	0,018
4	A1.PL.4	0,073	0,041	0,031	0,003	0,031	0,211	0,179	0,130	0,083	0,196
5	A1.PL.5	0,087	0,056	0,045	0,007	0,032	0,252	0,247	0,189	0,208	0,205
6	A1.PL.6	0,074	0,029	0,027	0,004	-	0,215	0,130	0,112	0,125	-
7	A1.PO.1	0,048	0,043	0,029	0,006	0,014	0,138	0,191	0,124	0,167	0,089
8	A1.PO.2	0,058	0,036	0,045	0,013	0,036	0,167	0,160	0,189	0,375	0,232
9	A1.PO.3	0,055	0,035	0,022	0,004	0,022	0,159	0,154	0,095	0,125	0,143
10	A1.PO.4	0,067	0,053	0,038	0,004	0,011	0,195	0,235	0,160	0,125	0,071
11	A1.PO.5	0,048	0,041	0,025	0,004	0,028	0,138	0,179	0,107	0,125	0,179
12	A1.PO.6	0,052	0,041	0,024	0,004	0,038	0,150	0,179	0,101	0,125	0,241
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	0,012	-	-	-	-	0,021	-	-	-	-

Fissura na argamassa (Fi.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	0,144	0,082	0,031	0,018	0,031	0,350	0,280	0,228	0,414	0,259
16	A2.PL.2	0,177	0,079	0,023	0,015	0,034	0,432	0,270	0,174	0,345	0,284
17	A2.PL.3	0,154	0,101	0,019	0,016	0,023	0,375	0,345	0,141	0,379	0,198
18	A2.PO.1	0,167	0,109	0,032	0,016	0,043	0,407	0,370	0,239	0,379	0,358
19	A2.PO.2	0,182	0,097	0,034	0,015	0,028	0,443	0,330	0,250	0,345	0,235
20	A2.PO.3	0,219	0,107	0,032	0,020	0,009	0,538	0,420	0,216	0,414	0,062
21	A2.EN.1	0,265	-	0,057	0,124	0,074	0,438	-	0,365	0,819	0,833
22	A2.ES.1	0,023	0,013	0,002	0,002	-	0,038	0,194	0,013	0,014	-
23	A3.PL.1	0,069	0,120	0,003	0,040	0,069	0,234	0,292	0,057	0,261	0,722
24	A3.PL.2	0,058	0,072	0,009	0,035	0,036	0,170	0,194	0,200	0,235	0,389
25	A3.PL.3	0,083	0,112	0,011	0,029	0,058	0,284	0,272	0,229	0,191	0,611
26	A3.PL.4	0,157	0,128	-	0,019	0,023	0,389	0,343	-	0,133	0,417
27	A3.PL.5	0,075	0,070	0,006	0,030	0,028	0,220	0,188	0,143	0,200	0,306
28	A3.PL.6	0,056	0,060	0,007	0,044	0,066	0,189	0,144	0,143	0,287	0,694
29	A3.PL.7	0,164	0,099	0,003	0,053	0,048	0,481	0,267	0,057	0,357	0,514

Fissura na argamassa (Fi.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	0,110	0,104	0,003	0,069	0,048	0,374	0,253	0,057	0,452	0,500
31	A3.PO.2	0,198	0,231	0,005	0,042	0,029	0,516	0,586	0,167	0,300	0,528
32	A3.PO.3	0,111	0,089	0,016	0,072	0,047	0,326	0,240	0,343	0,487	0,500
33	A3.PO.4	0,210	0,221	0,005	0,048	0,028	0,519	0,591	0,167	0,344	0,500
34	A3.PO.5	0,132	0,123	0,022	0,075	0,066	0,386	0,330	0,486	0,504	0,708
35	A3.PO.6	0,094	0,128	0,021	0,097	0,065	0,320	0,311	0,457	0,635	0,681
36	A3.PO.7	0,130	0,103	0,020	0,071	0,035	0,365	0,283	0,400	0,459	0,455
37	A3.EN.1	0,221	0,024	0,022	0,062	0,036	0,353	0,412	0,218	0,470	0,425
38	A3.ES.1	0,095	0,029	0,017	0,031	0,036	0,152	0,490	0,172	0,235	0,425
39	A5.PL.1	0,083	0,112	0,011	0,029	0,058	0,284	0,272	0,229	0,191	0,611
40	A5.PL.2	0,165	0,188	0,002	0,051	0,042	0,431	0,513	0,056	0,306	0,750
41	A5.PL.3	0,075	0,070	0,006	0,030	0,028	0,220	0,188	0,143	0,200	0,306
42	A5.PO.1	0,103	0,073	0,008	0,050	0,029	0,351	0,176	0,171	0,330	0,306
43	A5.PO.2	0,210	0,221	0,005	0,048	0,028	0,548	0,601	0,167	0,287	0,500
44	A5.PO.3	0,132	0,123	0,022	0,075	0,066	0,386	0,330	0,486	0,504	0,708

Fissura na argamassa (Fi.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	0,021	0,007	0,002	0,013	0,014	0,033	0,118	0,022	0,080	0,250
46	A5.ES.1	0,005	-	-	0,001	-	0,007	-	-	0,007	-
47	A7.PL.1	0,253	0,121	0,023	0,115	0,009	0,740	0,362	0,207	0,693	0,192
48	A7.PL.2	0,184	0,053	0,042	0,063	0,006	0,463	0,195	0,359	0,386	0,115
49	A7.PO.1	0,197	0,091	0,046	0,110	0,006	0,711	0,267	0,306	0,606	0,108
50	A7.PO.2	0,182	0,094	0,057	0,069	0,003	0,743	0,267	0,331	0,383	0,056
51	A8.PL.1	0,057	0,023	0,071	0,023	0,065	0,500	0,097	0,274	0,082	0,586
52	A8.PL.2	0,059	0,010	0,041	0,012	-	0,500	0,042	0,158	0,042	-
53	A8.PO.1	0,018	-	0,004	0,004	0,040	0,139	-	0,012	0,018	0,524
54	A8.PO.2	0,022	-	-	0,026	0,048	0,167	-	-	0,123	0,619
55	A8.PO.3	0,033	0,033	0,007	0,015	0,040	0,250	0,118	0,024	0,070	0,524
56	A8.PO.4	0,033	0,011	0,011	0,029	0,033	0,250	0,039	0,036	0,140	0,429
57	A8.ES.1	0,029	-	-	0,008	-	0,044	-	-	0,056	-
58	A8.EN.1	0,095	-	0,017	0,005	0,002	0,148	-	0,125	0,037	0,025
59	A9.PO.1	0,061	0,047	0,022	0,004	0,025	0,189	0,176	0,105	0,028	0,318

Fissura na argamassa (Fi.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	0,038	0,017	0,010	0,007	0,010	0,111	0,069	0,053	0,056	0,136
61	A10.PL.1	0,071	0,039	0,007	0,011	0,050	0,213	0,180	0,032	0,083	0,538
62	A10.PL.2	0,089	0,037	0,037	0,030	0,026	0,324	0,143	0,159	0,222	0,269
63	A10.EN.1	0,127	0,014	0,008	0,032	-	0,226	0,175	0,063	0,211	-
64	A11.PO.1	0,091	0,058	0,019	0,024	0,048	0,594	0,158	0,091	0,156	0,417
65	A12.PL.1	0,060	0,048	0,004	0,044	0,048	0,165	0,179	0,042	0,250	0,462
66	A12.PL.2	0,075	0,042	0,019	0,049	-	0,278	0,120	0,161	0,295	-
67	A12.PL.3	0,030	0,015	-	0,022	-	0,083	0,056	-	0,136	-
68	A12.PL.4	0,096	0,032	0,028	0,068	0,040	0,286	0,116	0,233	0,386	0,417
69	A12.PL.5	0,091	0,043	0,007	0,033	0,014	0,272	0,146	0,063	0,205	0,154
70	A12.PL.6	0,023	0,016	0,020	0,051	0,051	0,071	0,050	0,185	0,317	0,542
71	A12.PO.1	0,058	0,099	0,038	0,058	0,044	0,254	0,287	0,256	0,327	0,433
72	A12.PO.2	0,065	0,026	0,017	0,069	0,078	0,259	0,072	0,154	0,400	0,750
73	A12.PO.3	0,040	0,058	0,018	0,031	0,071	0,205	0,143	0,154	0,175	0,667
74	A12.PO.4	0,142	0,073	0,013	0,047	0,060	0,569	0,202	0,115	0,275	0,583

Fissura na argamassa (Fi.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	0,087	0,057	0,030	0,027	0,050	0,321	0,183	0,209	0,154	0,500

Pulverulência (Pu.A)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,007	0,001	0,004	0,001	0,006	0,020	0,006	0,018	0,042	0,036
2	A1.PL.2	0,004	0,003	-	0,001	-	0,012	0,012	-	0,042	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,018
5	A1.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A1.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	A1.PO.2	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	0,036
9	A1.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	A1.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	0,058

Pulverulência (Pu.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,025
16	A2.PL.2	-	-	-	-		-	-	-	-	-
17	A2.PL.3	-	-	-	-	0,016	-	-	-	-	0,136
18	A2.PO.1	-	-	0,015	-	0,013	-	-	0,109	-	0,111
19	A2.PO.2	-	-	0,004	-	0,023	-	-	0,033	-	0,198
20	A2.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	A2.EN.1	-	-	-	-	0,050	-	-	-	-	0,571
22	A2.ES.1	-	0,004	-	0,006	-	-	0,056	-	0,042	-
23	A3.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	A3.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	A3.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	A3.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	A3.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	A3.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	A3.PL.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pulverulência (Pu.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	A3.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	A3.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	A3.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	A3.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	A3.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	A3.PO.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	A3.EN.1	0,002	0,003	-	-	-	0,004	0,059	-	-	-
38	A3.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	A5.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	A5.PL.2	-	0,003	-	0,005	-	-	0,008	-	0,028	-
41	A5.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	A5.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	A5.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	A5.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pulverulência (Pu.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	A5.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	A7.PL.1	0,002	0,008	0,002	0,006	-	0,006	0,023	0,017	0,034	-
48	A7.PL.2	0,004	0,011	-	0,004	-	0,009	0,040	-	0,023	-
49	A7.PO.1	-	0,001	-	-	-	-	0,004	-	-	-
50	A7.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	A8.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	A8.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	A8.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	A8.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	0,007	-	-	0,005	-	0,011	-	-	0,037	-
59	A9.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pulverulência (Pu.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	A10.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	A12.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	A12.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	A12.PL.3	0,004	0,007	-	-	-	0,010	0,028	-	-	-
68	A12.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	A12.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	A12.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	A12.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	A12.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	A12.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	A12.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Pulverulência (Pu.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	A1.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A1.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	0,003	-	-	-	-	0,012	-	-	-
7	A1.PO.1	-	0,003	0,004	-	0,013	-	0,012	0,018	-	0,080
8	A1.PO.2	0,001	0,001	-	-	0,003	0,004	0,006	-	-	0,018
9	A1.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	0,001	0,003	-	-	-	0,004	0,012	-	-	-
12	A1.PO.6	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-	-
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	A2.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	A2.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	A2.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	A2.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	A2.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	A2.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	A2.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	A3.PL.1	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,028
24	A3.PL.2	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,028
25	A3.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	A3.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	A3.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	A3.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	A3.PL.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	A3.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	A3.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	A3.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	A3.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	A3.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	A3.PO.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	A3.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	A3.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	A5.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	A5.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	A5.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	A5.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	A5.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	A5.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	A5.ES.1	0,005	-	0,002	-	-	0,007	-	0,022	-	-
47	A7.PL.1	-	0,008	0,004	0,006	0,002	-	0,023	0,034	0,034	0,038
48	A7.PL.2	0,009	0,009	-	0,002	-	0,023	0,034	-	0,011	-
49	A7.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	A7.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	A8.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	A8.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	A8.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	A8.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	0,017	-	-	0,007	0,002	0,026	-	-	0,056	0,025
59	A9.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	A10.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	0,005	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-
65	A12.PL.1	-	0,008	-	-	-	-	0,030	-	-	-
66	A12.PL.2	0,004	-	-	-	-	0,014	-	-	-	-
67	A12.PL.3	0,011	0,004	-	0,004	-	0,031	0,014	-	0,023	-
68	A12.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	A12.PL.5	0,011	0,004	0,007	0,007		0,033	0,012	0,063	0,045	-
70	A12.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	A12.PO.1	-	0,003	-	-	-	-	0,010	-	-	-
72	A12.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	A12.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	A12.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Eflorescência (Ef.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Manchas (Ma.A)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,015	0,020	0,024	0,001	0,107	0,045	0,086	0,101	0,042	0,679
2	A1.PL.2	0,007	0,001	0,006	-	0,039	0,020	0,006	0,024	-	0,250
3	A1.PL.3	0,007	0,001	0,018	-	0,039	0,020	0,006	0,077	-	0,250
4	A1.PL.4	-	0,004	-	-	0,039	-	0,019	-	-	0,250
5	A1.PL.5	-	-	0,010	-	0,048	-	-	0,041	-	0,304
6	A1.PL.6	0,018	-	0,014	-	0,079	0,053	-	0,059	-	0,500
7	A1.PO.1	0,003	0,007	0,018	-	0,048	0,008	0,031	0,077	-	0,304
8	A1.PO.2	0,006	0,013	0,014	-	0,053	0,016	0,056	0,059	-	0,339
9	A1.PO.3	0,003	0,015	0,015	-	0,022	0,008	0,068	0,065	-	0,143
10	A1.PO.4	0,008	0,006	0,013	-	0,029	0,024	0,025	0,053	-	0,188
11	A1.PO.5	0,008	0,011	0,020	-	0,035	0,024	0,049	0,083	-	0,223
12	A1.PO.6	0,003	0,015	0,011	-	0,036	0,008	0,068	0,047	-	0,232
13	A1.EN.1	0,006	-	0,006	-	0,081	0,010	-	0,039	-	0,750
14	A1.ES.1	-	-	-	0,012	0,073	-	-	-	0,091	0,673

Manchas (Ma.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	0,001	0,001	0,013	-	0,060	0,004	0,005	0,098	-	0,506
16	A2.PL.2	0,009	0,007	0,003	-	0,069	0,021	0,025	0,022	-	0,580
17	A2.PL.3	0,015	0,016	0,001	0,003	0,059	0,036	0,055	0,011	0,069	0,494
18	A2.PO.1	-	-	-	-	0,057	-	-	-	-	0,481
19	A2.PO.2	0,004	0,010	0,009	-	0,063	0,011	0,035	0,065	-	0,531
20	A2.PO.3	-	-	-	-	0,029	-	-	-	-	0,210
21	A2.EN.1	-	-	-	-	0,032	-	-	-	-	0,357
22	A2.ES.1	0,008	-	-	-	-	0,013	-	-	-	-
23	A3.PL.1	0,017	0,026	0,007	0,083	0,060	0,059	0,064	0,143	0,548	0,625
24	A3.PL.2	0,022	0,019	0,001	0,114	0,045	0,064	0,052	0,029	0,765	0,486
25	A3.PL.3	0,016	0,021	0,007	0,085	0,049	0,054	0,051	0,143	0,557	0,514
26	A3.PL.4	0,008	0,043			0,046	0,019	0,116			0,833
27	A3.PL.5	0,018	0,009	0,003	0,111	0,049	0,053	0,024	0,057	0,748	0,528
28	A3.PL.6	0,026	0,022	0,007	0,114	0,069	0,090	0,054	0,143	0,748	0,722
29	A3.PL.7	0,025	0,027	0,012	0,107	0,052	0,072	0,073	0,257	0,722	0,556

Manchas (Ma.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	0,036	0,056	0,011	0,110	0,074	0,122	0,135	0,229	0,722	0,778
31	A3.PO.2	0,063	0,088	0,002	0,015	0,028	0,165	0,223	0,056	0,111	0,500
32	A3.PO.3	0,039	0,052	0,010	0,133	0,083	0,114	0,139	0,229	0,896	0,889
33	A3.PO.4	0,091	0,097	-	0,025	0,032	0,225	0,260	-	0,178	0,583
34	A3.PO.5	0,022	0,034	0,003	0,093	0,058	0,064	0,090	0,057	0,626	0,625
35	A3.PO.6	0,038	0,066	0,008	0,123	0,058	0,131	0,160	0,171	0,809	0,611
36	A3.PO.7	0,052	0,079	0,020	0,140	0,054	0,147	0,217	0,400	0,908	0,691
37	A3.EN.1	0,170	0,038	0,045	0,118	0,084	0,271	0,647	0,448	0,896	1,000
38	A3.ES.1	0,075	0,014	0,016	0,050	0,076	0,119	0,235	0,161	0,383	0,904
39	A5.PL.1	0,016	0,021	0,007	0,085	0,049	0,054	0,051	0,143	0,557	0,514
40	A5.PL.2	0,020	0,017	-	0,002	0,040	0,052	0,046	-	0,009	0,722
41	A5.PL.3	0,018	0,009	0,003	0,111	0,049	0,053	0,024	0,057	0,748	0,528
42	A5.PO.1	0,024	0,036	0,008	0,116	0,046	0,081	0,087	0,171	0,765	0,486
43	A5.PO.2	0,091	0,097	-	0,025	0,032	0,238	0,265	-	0,148	0,583
44	A5.PO.3	0,022	0,034	0,003	0,093	0,058	0,064	0,090	0,057	0,626	0,625

Manchas (Ma.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	0,057	0,008	0,011	0,070	0,055	0,092	0,137	0,112	0,442	1,000
46	A5.ES.1	0,025	0,005	0,009	0,046	0,055	0,040	0,078	0,090	0,290	1,000
47	A7.PL.1	0,121	0,083	0,013	0,070	0,049	0,354	0,249	0,121	0,420	1,000
48	A7.PL.2	0,085	0,035	0,033	0,057	0,048	0,213	0,128	0,281	0,352	1,000
49	A7.PO.1	0,091	0,072	0,036	0,072	0,050	0,328	0,211	0,241	0,394	0,973
50	A7.PO.2	0,147	0,071	0,046	0,080	0,050	0,600	0,203	0,266	0,445	1,000
51	A8.PL.1	0,017	0,004	0,061	0,145	0,111	0,150	0,016	0,237	0,517	1,000
52	A8.PL.2	0,008	0,004	0,033	0,092	0,090	0,067	0,017	0,128	0,331	0,807
53	A8.PO.1	-	-	0,004	0,011	0,037	-	-	0,012	0,053	0,476
54	A8.PO.2	-	-	0,011	0,040	0,026	-	-	0,036	0,193	0,333
55	A8.PO.3	-	-	-	0,026	0,026	-	-	-	0,123	0,333
56	A8.PO.4	-	-	0,007	0,018	0,055	-	-	0,024	0,088	0,714
57	A8.ES.1	0,058	-	0,018	0,034	0,053	0,087	-	0,130	0,241	1,000
58	A8.EN.1	0,198	-	0,021	0,045	0,095	0,307	-	0,161	0,352	1,000
59	A9.PO.1	-	-	-	0,032	0,014	-	-	-	0,250	0,182

Manchas (Ma.A) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	0,007	-	0,007	0,017	0,014	0,020	-	0,035	0,139	0,182
61	A10.PL.1	0,004	0,011	0,014	0,036	0,086	0,011	0,049	0,063	0,278	0,923
62	A10.PL.2	-	-	0,007	0,011	0,037	-	-	0,032	0,083	0,385
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	0,014		0,005	-	-	0,094	-	0,023	-	-
65	A12.PL.1	-	-	-	-	0,071	-	-	-	-	0,692
66	A12.PL.2	-	-	-	-	0,075	-	-	-	-	0,769
67	A12.PL.3	-	-	-	-	0,067	-	-	-	-	0,692
68	A12.PL.4	-	-	-	-	0,048	-	-	-	-	0,500
69	A12.PL.5	-	-	-	-	0,087	-	-	-	-	0,923
70	A12.PL.6	-	-	-	-	0,078	-	-	-	-	0,833
71	A12.PO.1	0,007	0,010	-	0,010	0,096	0,030	0,030	-	0,058	0,933
72	A12.PO.2	0,004	0,004	-	0,013	0,104	0,017	0,012	-	0,075	1,000
73	A12.PO.3	-	0,004	0,009	0,022	0,107	-	0,011	0,077	0,125	1,000
74	A12.PO.4	-	0,004	0,013	0,043	0,103	-	0,012	0,115	0,250	1,000

Manchas (Ma.A) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	0,003	0,010	0,013	0,047	0,094	0,012	0,032	0,093	0,269	0,933

Descolamento na pintura (De.P)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	A1.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A1.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A1.PO.1	0,001	0,003	-	-	-	0,004	0,012	-	-	-
8	A1.PO.2	0,001	0,001	-	-	0,006	0,004	0,006	-	-	0,036
9	A1.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	-	-	-	-	0,001	-	-	-	-	0,009
12	A1.PO.6	-	0,001	0,001	-	0,003	-	0,006	0,006	-	0,018
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Descolamento na pintura (De.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	0,003	0,001	-	-	0,007	0,007	0,005	-	-	0,062
16	A2.PL.2	-	0,003	0,004	0,003	0,019		0,010	0,033	0,069	0,160
17	A2.PL.3	0,004	0,012	0,001	0,003	0,021	0,011	0,040	0,011	0,069	0,173
18	A2.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	A2.PO.2	-	0,007	0,004	0,003	0,023	-	0,025	0,033	0,069	0,198
20	A2.PO.3	0,002	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-
21	A2.EN.1	0,044	-	0,011	0,017	0,053	0,073	-	0,068	0,111	0,595
22	A2.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	A3.PL.1	0,001	0,001	0,003	0,003	-	0,005	0,003	0,057	0,017	-
24	A3.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	A3.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	A3.PL.4	-	0,003	0,003	-	-	-	0,008	0,111	-	-
27	A3.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	A3.PL.6	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,028
29	A3.PL.7	0,001	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-

Descolamento na pintura (De.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	0,012	0,009	-	0,005	-	0,041	0,022	-	0,035	-
31	A3.PO.2	0,011	-	-	-	-	0,028	-	-	-	-
32	A3.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	A3.PO.4	0,011	0,012	-	-	-	0,027	0,033	-	-	-
34	A3.PO.5	0,005	0,003	-	-	0,016	0,015	0,007	-	-	0,167
35	A3.PO.6	0,003	-	-	0,001	-	0,009	-	-	0,009	-
36	A3.PO.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	A3.EN.1	0,008	0,005	-	0,002	-	0,013	0,078	-	0,017	-
38	A3.ES.1	-	0,001	-	-	-	-	0,020	-	-	-
39	A5.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	A5.PL.2	0,014	0,002	-	-	0,003	0,036	0,004	-	-	0,056
41	A5.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	A5.PO.1	0,004	0,004	0,001	0,001	0,005	0,014	0,010	0,029	0,009	0,056
43	A5.PO.2	0,011	0,012	-	-	-	0,028	0,034	-	-	-
44	A5.PO.3	0,005	0,003	-	-	0,016	0,015	0,007	-	-	0,167

Descolamento na pintura (De.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	0,001	0,001	-	0,002	-	0,002	0,020	-	0,014	-
46	A5.ES.1	0,011	0,009	-	0,001	-	0,018	0,157	-	0,007	-
47	A7.PL.1	0,030	0,025	0,009	0,015	0,002	0,088	0,073	0,086	0,091	0,038
48	A7.PL.2	0,057	0,026	0,007	0,015	-	0,144	0,094	0,063	0,091	-
49	A7.PO.1	0,011	0,011	0,006	0,001	0,006	0,040	0,032	0,037	0,008	0,108
50	A7.PO.2	0,008	0,014	0,004	0,006	-	0,034	0,040	0,024	0,031	-
51	A8.PL.1	-	-	0,004	0,008	-	-	-	0,015	0,027	-
52	A8.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	A8.PO.2	-	-	-	0,007	-	-	-	-	0,035	-
55	A8.PO.3	-	-	0,004	-	-	-	-	0,012	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	0,014	-	-	0,007	-	0,022	-	-	0,056	-
59	A9.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Descolamento na pintura (De.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	A10.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	0,005	0,005	-	-	-	0,031	0,013	-	-	-
65	A12.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	A12.PL.2	0,008	-	0,008	-	-	0,028	-	0,065	-	-
67	A12.PL.3	0,037	0,015	-	0,004	-	0,104	0,056	-	0,023	-
68	A12.PL.4	-	0,004	0,004	-	0,004	-	0,014	0,033	-	0,042
69	A12.PL.5	0,014	0,004	0,007	0,007	-	0,043	0,012	0,063	0,045	-
70	A12.PL.6	0,012	0,004	-	0,004	-	0,036	0,013	-	0,024	-
71	A12.PO.1	-	0,003	-	0,003	-	-	0,010	-	0,019	-
72	A12.PO.2	0,013	0,004	-	0,009	-	0,052	0,012	-	0,050	-
73	A12.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	A12.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Descolamento na pintura (De.P) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	0,003	0,003	-	-	0,007	0,012	0,011	-	-	0,067

Fissura na pintura (Fi.P)

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	0,001	-	0,003	-	0,004	0,004	-	0,012	-	0,027
2	A1.PL.2	0,001	0,003	0,006	-	-	0,004	0,012	0,024	-	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A1.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A1.PO.1	-	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-
8	A1.PO.2	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	0,036
9	A1.PO.3	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	0,027
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	A1.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fissura na pintura (Fi.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	A2.PL.2	-	-	0,001	0,001	0,007	-	-	0,011	0,034	0,062
17	A2.PL.3	0,001	-	0,001	-	0,003	0,004	-	0,011	-	0,025
18	A2.PO.1	-	-	-	-	0,007	-	-	-	-	0,062
19	A2.PO.2	-	0,001	-	0,003	0,010	-	0,005	-	0,069	0,086
20	A2.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	A2.EN.1	0,069	-	0,023	0,032	0,069	0,115	-	0,149	0,208	0,786
22	A2.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	A3.PL.1	-	0,001	-	0,007	-	-	0,003	-	0,043	-
24	A3.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	A3.PL.3	0,001	0,001	0,001	0,007	-	0,005	0,003	0,029	0,043	-
26	A3.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	A3.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	A3.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	A3.PL.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fissura na pintura (Fi.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
30	A3.PO.1	0,004	0,005	-	0,004	-	0,014	0,013	-	0,026	-
31	A3.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	A3.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	A3.PO.4	0,012	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-
34	A3.PO.5	0,003	0,003	-	-	0,013	0,008	0,007	-	-	0,139
35	A3.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	A3.PO.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	A3.EN.1	0,009	-	-	0,002	-	0,015	-	-	0,017	-
38	A3.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	A5.PL.1	0,001	0,001	0,001	0,007	-	0,005	0,003	0,029	0,043	-
40	A5.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	A5.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	A5.PO.1	-	-	-	-	0,003	-	-	-	-	0,028
43	A5.PO.2	0,012	-	-	-	-	0,032	-	-	-	-
44	A5.PO.3	0,003	0,003	-	-	0,013	0,008	0,007	-	-	0,139

Fissura na pintura (Fi.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	A5.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	A7.PL.1	0,055	0,021	0,009	0,017	-	0,160	0,062	0,086	0,102	-
48	A7.PL.2	0,013	0,006	0,002	0,009	-	0,032	0,020	0,016	0,057	-
49	A7.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	A7.PO.2	0,008	0,010	0,001	0,018	0,011	0,034	0,028	0,008	0,102	0,222
51	A8.PL.1	0,002	0,010	-	0,006	-	0,017	0,040	-	0,020	-
52	A8.PL.2	0,006	-	-	-	-	0,050	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	A8.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	A8.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	0,010	-	-	-	-	0,015	-	-	-	-
59	A9.PO.1	-	0,004	-	-	-	-	0,014	-	-	-

Fissura na pintura (Fi.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	0,007	0,004	0,004	-	-	0,021	0,016	0,016	-	-
62	A10.PL.2	0,011	0,007	-	-	-	0,041	0,029	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	0,034	0,053	0,005	-	-	0,219	0,145	0,023	-	-
65	A12.PL.1	0,012	0,008	0,004	-	-	0,033	0,030	0,042	-	-
66	A12.PL.2	0,026	0,008	0,004	0,019	-	0,097	0,022	0,032	0,114	-
67	A12.PL.3	0,026	-	-	0,007	-	0,073	-	-	0,045	-
68	A12.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	A12.PL.5	0,007	0,004		0,004	-	0,022	0,012	-	0,023	-
70	A12.PL.6	0,008	-	-	-	-	0,024	-	-	-	-
71	A12.PO.1	0,031	0,003	0,007	0,041	0,017	0,134	0,010	0,047	0,231	0,167
72	A12.PO.2	0,035	0,013	0,009	0,017	-	0,138	0,036	0,077	0,100	-
73	A12.PO.3	0,040	0,013	0,013	0,013	-	0,205	0,033	0,115	0,075	-
74	A12.PO.4	0,056	-	0,009	0,022	-	0,224	-	0,077	0,125	-

Fissura na pintura (Fi.P) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	0,017	0,003	-	0,003	-	0,062	0,011	-	0,019	-

Bolha na pintura (Bo.P)

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
1	A1.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	A1.PL.2	0,006	-	0,001	-	-	0,016	-	0,006	-	-
3	A1.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	A1.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	A1.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	A1.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	A1.PO.1	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-	-
8	A1.PO.2	-	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-
9	A1.PO.3	-	0,001	-	-	-	-	0,006	-	-	-
10	A1.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	A1.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	A1.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	A1.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	A1.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bolha na pintura (Bo.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
15	A2.PL.1	-	-	-	-	0,007	-	-	-	-	0,062
16	A2.PL.2	0,001	-	0,007	0,001	0,015	0,004	-	0,054	0,034	0,123
17	A2.PL.3	-	0,003	-	-	0,019	-	0,010	-	-	0,160
18	A2.PO.1	-	-	0,018	-	0,015	-	-	0,130	-	0,123
19	A2.PO.2	0,003	0,003	0,007	0,003	0,026	0,007	0,010	0,054	0,069	0,222
20	A2.PO.3	-	-	-	-	0,002	-	-	-	-	0,012
21	A2.EN.1	0,111	-	0,032	0,044	0,078	0,184	-	0,203	0,292	0,881
22	A2.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	A3.PL.1	0,001	0,003	0,005	0,021	0,012	0,005	0,006	0,114	0,139	0,125
24	A3.PL.2	0,003	-	-	0,004	-	0,008	-	-	0,026	-
25	A3.PL.3	0,001	0,004	0,001	0,004	-	0,005	0,010	0,029	0,026	-
26	A3.PL.4	0,006	0,006	-	-	0,008	0,015	0,017	-	-	0,139
27	A3.PL.5	0,003	0,004	-	0,001	0,006	0,008	0,010	-	0,009	0,069
28	A3.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	A3.PL.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bolha na pintura (Bo.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB	PC	AB
30	A3.PO.1	0,005	0,007	-	0,003		0,018	0,016	-	0,017	-
31	A3.PO.2	0,029	0,008	-	0,008		0,077	0,020	-	0,056	-
32	A3.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	A3.PO.4	-	0,008	-	-	-	-	0,021	-	-	-
34	A3.PO.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	A3.PO.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	A3.PO.7	-	0,003	-	-	-		0,008	-	-	-
37	A3.EN.1	0,011	0,003	0,003	-	-	0,018	0,059	0,034	-	-
38	A3.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	A5.PL.1	0,001	0,004	0,001	0,004	-	0,005	0,010	0,029	0,026	-
40	A5.PL.2	0,025	0,020	-	-	0,009	0,065	0,055	-	-	0,167
41	A5.PL.3	0,003	0,004	-	0,001	0,006	0,008	0,010	-	0,009	0,069
42	A5.PO.1	0,003	-	0,001	0,001	0,005	0,009	-	0,029	0,009	0,056
43	A5.PO.2	-	0,008	-	-	-	-	0,021	-	-	-
44	A5.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bolha na pintura (Bo.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
45	A5.EN.1	0,001	0,001	-	0,002	-	0,002	0,020	-	0,014	-
46	A5.ES.1	0,011	0,009	-	0,001	-	0,018	0,157	-	0,007	-
47	A7.PL.1	0,004	0,002	0,004	0,002	-	0,011	0,006	0,034	0,011	-
48	A7.PL.2	0,024	0,004	0,007	-	-	0,060	0,013	0,063	-	-
49	A7.PO.1	-	0,004	-	-	-	-	0,012	-	-	-
50	A7.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	A8.PL.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	A8.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	A8.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	A8.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	A8.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	A8.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	A8.ES.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	A8.EN.1	0,021	-	0,002	-	-	0,033	-	0,018	-	-
59	A9.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bolha na pintura (Bo.P) - continuação

	Amostra	FDz					FDw				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
60	A9.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	A10.PL.1	0,039	0,011	0,021	0,014	-	0,117	0,049	0,095	0,111	-
62	A10.PL.2	0,004	-	-	-	-	0,014	-	-	-	-
63	A10.EN.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
64	A11.PO.1	0,019	0,043	0,010	-	-	0,125	0,118	0,045	-	-
65	A12.PL.1	0,012	0,004	-	0,004	-	0,033	0,015	-	0,023	-
66	A12.PL.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	A12.PL.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	A12.PL.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
69	A12.PL.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	A12.PL.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	A12.PO.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	A12.PO.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	A12.PO.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	A12.PO.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bolha na pintura (Bo.P) - continuação

	Amostra	<i>FDz</i>					<i>FDw</i>				
		PC	AB	CE	TP	TO	PC	AB	CE	TP	TO
75	A12.PO.5	0,003	-	-	-	-	0,012	-	-	-	-