INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA ÁREA III
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

WILLIAM SILVA MARTINS

PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS PROVENIENTES DE UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – CÂMPUS GOIÂNIA

GOIÂNIA,
2019

INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[X] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: William Silva Martins
Matrícula: 20161011050109
Título do Trabalho: Procedimento para inspeção e diagnóstico de patologias provenientes de umidade em edificações: Estudo de caso no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: [X] Não [ ] Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG:__/__/__
O documento está sujeito a registro de patente? [ ] Sim [X] Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? [ ] Sim [X] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 09 de Dezembro de 2019.

William Silva Martins
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

WILLIAM SILVA MARTINS

PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS PROVENIENTES DE UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – CÂMPUS GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador:

Prof. Dr. Marcus Vinícius A. da Silva Mendes

Coorientador:

Prof. Me. Douglas Pereira da Silva Pitaluga

GOIÂNIA,

2019

M3668p Martins, William Silva.
Procedimento para inspeção e diagnóstico de patologias provenientes de umidade em edificações: estudo de caso no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia / William Silva Martins. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2019.
132 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinícius A. da Silva Mendes.
Coorientador: Prof. Me. Douglas Pereira da Silva Pitaluga.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.
Incluem apêndices e anexos.

1. Edificação - patologias. 2. Infiltrações. 3. Umidade. I. Mendes, Marcus Vinícius A. da Silva (orientador). II. Pitaluga, Douglas Pereira da Silva (coorientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. IV. Título.

CDD 624.17

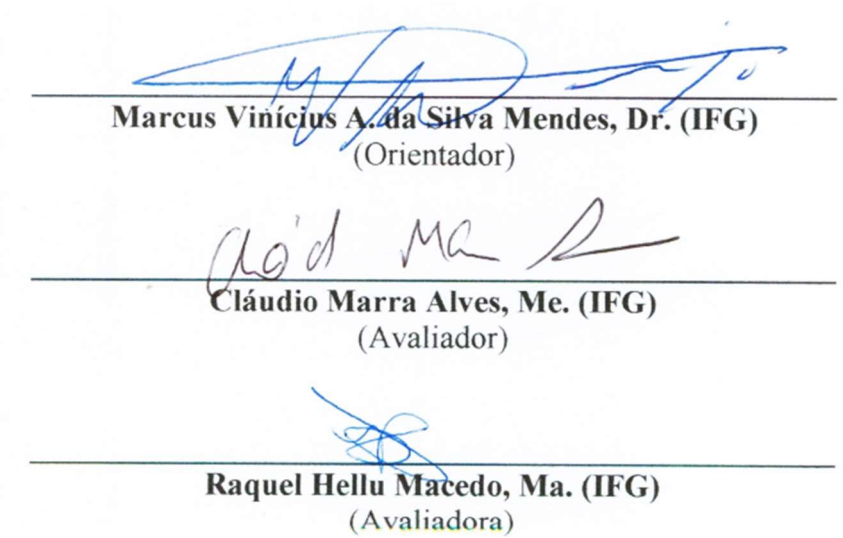
Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva Abreu CRB1/ 2.740
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

WILLIAM SILVA MARTINS

PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS PROVENIENTES DE UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – CÂMPUS GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 09 de Dezembro de 2019.



Marcus Vinícius A. da Silva Mendes, Dr. (IFG)
(Orientador)

Cláudio Marra Alves, Me. (IFG)
(Avaliador)

Raquel Hellu Macedo, Ma. (IFG)
(Avaliadora)

GOIÂNIA,
2019

RESUMO

PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DE PATOLOGIAS PROVENIENTES DE UMIDADE EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – CÂMPUS GOIÂNIA

AUTOR: William Silva Martins
ORIENTADOR: Marcus Vinícius Araújo da Silva Mendes
COORIENTADOR: Douglas Pereira da Silva Pitaluga

Dentre as patologias nas edificações, as provenientes de infiltração e umidade são as mais comuns na construção civil. A umidade age como transporte de agentes agressivos promovendo o surgimento de patologias na edificação que podem comprometer a sua funcionalidade, refletindo em desconforto aos usuários e prejuízos financeiros. Portanto, faz-se necessário se preocupar com as manutenções preventivas nas edificações, bem como a maneira de geri-las. Diante dessa problemática, desenvolveu-se um estudo sobre patologias das construções no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia (IFG – Câmpus Goiânia), localizado no Setor Central, que possui edifícios tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Foram empregados dois métodos de inspeção predial: o Boletim Técnico 06/86 publicado por Lichtenstein e a Norma de Inspeção Predial Nacional, criada pelo IBAPE/SP. Constatou-se vários pontos de descolamento e empolamento da pintura nas alvenarias da fachada, manchas de sujidade próximas às janelas e nos frisos comuns em edifícios de arquitetura art déco. Esse estudo gerou um procedimento prático e sucinto às inspeções prediais no IFG – Câmpus Goiânia com vistas às patologias provenientes de infiltração e umidade, as quais são as mais predominantes. Neste procedimento prático, há fichas de inspeção e a cartilha de condutas que lista as prováveis causas e origens dos danos identificados tornando mais fácil definir a conduta de intervenção mais adequada para cada caso. Por fim, os dados compilados na cartilha podem ser base para um sistema em BIM para a gestão de facilities, integrando as características funcionais de uma edificação e abordando suas patologias, gerando assim a retroalimentação da cartilha.

Palavras-chave: Inspeção predial. Manifestações patológicas. Diagnóstico. Cartilha de condutas.

ABSTRACT

PROCEDURE FOR INSPECTION AND DIAGNOSIS OF PATHOLOGIES FROM MOISTURE IN BUILDINGS: CASE STUDY IN THE FEDERAL INSTITUTE OF GOIÁS - CAMPUS GOIÂNIA

AUTHOR: William Silva Martins
ADVISOR: Marcus Vinícius Araújo da Silva Mendes
CO-ADVISOR: Douglas Pereira da Silva Pitaluga

Among the pathologies in buildings, those from infiltration and humidity are the most common in civil construction. Moisture acts as a transport of aggressive agents promoting the emergence of pathologies in the building that may compromise its functionality, reflecting users discomfort and financial losses. Therefore, it is necessary to worry about preventive maintenance on buildings, as well as how to manage them. Faced with this problem, a study on building pathologies was developed at the Federal Institute of Goiás - Campus Goiânia (IFG - Câmpus Goiânia), located in the Central Sector, which has buildings listed by the Institute of National Historical and Artistic Heritage (IPHAN). Two methods of building inspection were employed: Technical Bulletin 06/86 published by Lichtenstein and the National Building Inspection Standard, created by IBAPE/SP. Several spots of detachment and blistering of the painting were found on the masonry of the façade, dirt stains near the windows and on the common friezes in buildings of art deco architecture. This study generated a practical and succinct procedure for building inspections at IFG - Campus Goiânia with a view to the most prevalent pathologies arising from infiltration and humidity. In this practical procedure, there are inspection sheets and the conduit booklet that lists the probable causes and origins of the damage identified making it easier to define the most appropriate intervention conduct for each case. Finally, the data compiled in the booklet can be the basis for a BIM system for facilities management, integrating the functional characteristics of a building and addressing its pathologies, thus generating the booklet feedback.

Keywords: Building Inspection. Pathological manifestations. Diagnosis. Conduit booklet.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desempenho ao longo do tempo 21
Figura 2 – Fluxograma do procedimento proposto por Lichtenstein (1986) 24
Figura 3 – Fluxograma do método de inspeção IBAPE/SP (2012) 32
Figura 4 – Umidade ascendente por capilaridade 40
Figura 5 – Umidade por precipitação 41
Figura 6 – Umidade por condensação 42
Figura 7 – Crescimento de micro-organismos: algas 43
Figura 8 – Representação esquemática do mecanismo de carbonatação 45
Figura 9 – Evolução esquemática da deterioração de estruturas de concreto por corrosão de armaduras 46
Figura 10 – Eflorescência em viga e laje 47
Figura 11 – Lavagem diferencial: (A) transporte de partículas nos planos das fachadas; (B) depósito de partículas onde o fluxo de água é mais lento; (C) surgimento de áreas lavadas e outras com acúmulo de partículas 48
Figura 12 – Descolamento em placa devido a presença de desmoldante na base (estrutura de concreto) 49
Figura 13 – Linha estilística da *art déco*: *streamline* 52
Figura 14 – Janelas arredondadas que lembram escotilhas náuticas 52
Figura 15 – Volumes geométricos com a presença de janelas de madeira e persianas do tipo enrolar 53
Figura 16 – Esquema de funcionamento da pingadeira 54
Figura 17 – Planta baixa do IFG - Câmpus Goiânia com blocos nomeados e áreas de estudo indicadas 57
Figura 18 – Fachada voltada à Rua 75: bloco 100 58
Figura 19 – Planta baixa da escada de acesso ao pavimento superior do bloco 500 58
Figura 20 – Planta baixa do banheiro masculino próximo à entrada da biblioteca 59
Figura 21 – Fluxograma apresentando a estrutura deste trabalho 63
Figura 22 – Folheto da comemoração de 70 anos (2012) do Batismo Cultural de Goiânia 65
Figura 23 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75 66
Figura 24 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75 66
Figura 25 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75 67

Figura 26 – Descolamento e empolamento da pintura da alvenaria 67
Figura 27 – Descolamento e empolamento da pintura da alvenaria 68
Figura 28 – Descolamento da pintura da laje de cobertura do acesso de estudantes 68
Figura 29 – Manchas de bolor próximas ao solo 69
Figura 30 – Intervenções de pintura realizadas na altura de rodapés 69
Figura 31 – Manchas de sujidade e empolamento da pintura da laje do pavimento superior ao acesso de professores 70
Figura 32 – Manchas de sujidade nos frisos 70
Figura 33 – Telhado do bloco 100, vista para o Leste 71
Figura 34 – Telhado do bloco 100, vista para o Oeste 71
Figura 35 – Telhado duas águas 72
Figura 36 – Acúmulo de água nas calhas 72
Figura 37 – Acúmulo de água nas calhas 73
Figura 38 – Telhas cerâmicas do telhado do bloco 100 73
Figura 39 – Telhas sem o encaixe correto 74
Figura 40 – Telhas danificadas 74
Figura 41 – Telhas danificadas 75
Figura 42 – Vegetação avançando por cima do telhado 75
Figura 43 – Calha coberta por folhas 76
Figura 44 – Calha coberta por folhas e flores 76
Figura 45 – Dreno lateral da cobertura do acesso de estudantes 77
Figura 46 – Laje de cobertura do acesso de estudantes com água acumulada, manchas esbranquiçadas e formação de lodo 78
Figura 47 – Laje de cobertura do acesso ao Teatro com proliferação de lodo 78
Figura 48 – Detalhe esquemático da vala de drenagem com bidim 81
Figura 49 – Visualização da estrutura da escada 84
Figura 50 – Espessura dos degraus 84
Figura 51 – Eflorescência no patamar intermediário 85
Figura 52 – Eflorescência na viga da escada 85
Figura 53 – Exposição das armaduras longitudinais da viga: falha no adensamento do concreto e cobrimento insuficiente 86
Figura 54 – Corrosão de armaduras dos degraus da escada 86
Figura 55 – Detalhe da corrosão de armaduras do degrau de escada 87
Figura 56 – Destacamento do concreto no patamar intermediário 87

Figura 57 – Destacamento do concreto no patamar intermediário 88
Figura 58 – Panorama do patamar intermediário e degraus do lance superior 88
Figura 59 – Reparos nos degraus e alvenaria com descolamento da pintura 89
Figura 60 – Alvenaria da escada com descolamento da pintura, fissuras e manchas de bolor; lance superior 89
Figura 61 – Alvenaria da escada com descolamento da pintura, empolamento, fissuras e manchas de bolor 90
Figura 62 – Alvenaria com descolamento da pintura e fissuras e viga da escada com manchas de sujidade 90
Figura 63 – Alvenaria com descolamento da pintura e viga da escada com manchas de umidade 91
Figura 64 – Umidade das folhas da palmeira para a escada durante precipitação 91
Figura 65 – Percolação da umidade de precipitação para os degraus e patamar intermediário 92
Figura 66 – Informação da data de elaboração do projeto estrutural do bloco 500 93
Figura 67 – Cobertura em policarbonato 94
Figura 68 – Solução alcoólica de fenolftaleína 1% 95
Figura 69 – Materiais usados no ensaio de verificação da carbonatação 96
Figura 70 – Indicação de pH com o uso de fenolftaleína em concreto com 7 dias de idade 96
Figura 71 – Limpeza dos locais e aplicação da solução de fenolftaleína com a trincha 97
Figura 72 – Verificação de carbonatação na face inferior da viga lateral direita 98
Figura 73 – Verificação de carbonatação na face inferior da viga lateral direita 98
Figura 74 – Verificação de carbonatação na face lateral da viga à esquerda 99
Figura 75 – Verificação de carbonatação no patamar intermediário 99
Figura 76 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus 100
Figura 77 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus 100
Figura 78 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus 101
Figura 79 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus 101
Figura 80 – Forro de gesso e lavatórios 105
Figura 81 – Manchas amareladas e danos de infiltração no forro de gesso, acima dos lavatórios 105
Figura 82 – Forro de gesso com rebaixos para a passagem de tubulações 106
Figura 83 – Danos de infiltração no forro de gesso com passagem de tubulação sanitária 106
Figura 84 – Danos de infiltração no forro de gesso com passagem de tubulação sanitária 107
Figura 85 – Empolamento da pintura e manchas de bolor em alvenaria e piso 107

Figura 86 – Fissuras nas paredes e eflorescência no pilar 108
Figura 87 – Entorno do acesso ao sanitário 108
Figura 88 – Manchas de umidade e empolamento da pintura em alvenaria e teto 109
Figura 89 – Manchas de umidade e empolamento da pintura no teto 109
Figura 90 – Manchas de umidade entorno do sanitário 110
Figura 91 – Ático entre laje de cobertura e laje em arco / umidade presente na laje em arco 111
Figura 92 – Redes pluviais e exposição da alvenaria 112
Figura 93 – Grelha próxima à junta de dilatação no pavimento superior 113
Figura 94 – Tubo danificado com vazamento durante precipitação / manchas de umidade na alvenaria 113
Figura 95 – Alvenaria sem proteção em contato com o tubo danificado 114
Figura 96 – Ficha de Inspeção 119
Figura 97 – Cartilha de Condutas 123
Figura 98 – Cartilha de Condutas 124

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Comparação dos métodos quanto à abrangência 117
Tabela 2 – Comparação dos métodos quanto à especificidade 118

Quadro 1 – Agentes de deterioração dos edifícios 28
Quadro 2 – Patologia das estruturas 121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BIM	*Building Information Modeling*
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CREA	Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia
GAAM	Gerência de Apoio Administrativo e Manutenção
IBAPE	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia
IFG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
NBR	Norma Técnica
PCD	Pessoa Com Deficiência
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PMOC	Plano de Manutenção e Operação e Controle
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
RIA	Relatório de Inspeção Anual de Elevadores
RRT	Registro de Responsabilidade Técnica
SPDA	Sistema de Proteção a Descargas Atmosféricas
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 OBJETIVOS 17
1.1.1 Objetivo geral 17
1.1.2 Objetivos específicos 17
1.2 JUSTIFICATIVA 17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 19
2.1 VIDA ÚTIL 19
2.2 DESEMPENHO 19
2.3 DURABILIDADE 20
2.4 MANUTENÇÃO 20
2.4.1 Manutenção Preventiva 21
2.4.2 Manutenção Corretiva 22
2.4.3 Manutenção Preditiva 22
2.5 INSPEÇÃO 22
2.5.1 Tipos de inspeção 23
2.6 MÉTODOS DE INSPEÇÃO PREDIAL 24
2.6.1 Método 1 – Boletim Técnico 06/86: LICHTENSTEIN (1986) 24
2.6.1.1 Levantamento de subsídios para o entendimento do problema 25
2.6.1.2 O diagnóstico da situação: requisitos para a intervenção 27
2.6.1.3 A definição da conduta a ser adotada 29
2.6.1.4 A retroalimentação do processo 30
2.6.2 Método 2 – Norma de Inspeção Predial Nacional: IBAPE/SP (2012) 31
2.6.2.1 Método da inspeção predial 32
2.6.2.2 Classificação quanto ao nível da inspeção 33
2.6.2.3 Documentação 33
2.6.2.4 Listagem de verificação 35
2.6.2.5 Classificação das anomalias e falhas 35
2.6.2.6 Classificação do grau de risco 36
2.6.2.7 Definição de prioridades 36
2.6.2.8 Avaliação da manutenção e uso 37
2.6.2.9 Tópicos essenciais do laudo 38
2.6.2.10 Responsabilidades 39

2.7 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PROVENIENTES DE INFILTRAÇÃO E UMIDADE 39
2.7.1 Origem da umidade nas edificações 40
2.7.1.1 Umidade por capilaridade e percolação 40
2.7.1.2 Umidade por precipitação 41
2.7.1.3 Umidade de condensação 42
2.7.1.4 Umidade acidental 42
2.7.2 Danos causados pela infiltração e umidade 43
2.7.2.1 Bolor ou mofo 43
2.7.2.2 Carbonatação do concreto 44
2.7.2.3 Corrosão de armadura 45
2.7.2.4 Lixiviação e eflorescência 46
2.7.2.5 Sujidade 47
2.7.2.6 Descolamento, empolamento e vesículas 48
2.8 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RELAÇÃO ÀS ETAPAS DE PRODUÇÃO E USO DAS EDIFICAÇÕES 49
2.8.1 Fase de projeto 49
2.8.2 Especificações de materiais 50
2.8.3 Dosagem ou traço 50
2.8.4 Fase de execução 51
2.8.5 Uso, operação e manutenção 51
2.8.6 Fatores externos 51
2.9 EDIFÍCIO DE CONCEPÇÃO *ART DÉCO* 51
2.9.1 Detalhes propícios ao surgimento de patologias 54
3 METODOLOGIA 56
3.1 INSPEÇÃO VISUAL 59
3.2 PROJETOS, DOCUMENTOS E HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES 60
3.3 DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS E ORIGENS 60
3.4 DEFINIÇÃO DA CONDUTA 60
3.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE INSPEÇÃO 61
3.6 FICHAS DE INSPEÇÃO 61
3.7 CARTILHA DE CONDUTAS 62
3.8 FLUXOGRAMA 62

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 64
4.1 INSPEÇÃO PREDIAL DAS ÁREAS DE ESTUDO 64
4.1.1 Bloco 100 (Tombado pelo IPHAN) 64
4.1.2 Escada de concreto armado 83
4.1.3 Sanitário masculino 104
4.2 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS EMPREGADOS 116
4.2.1 Quanto à abrangência 116
4.2.2 Quanto à especificidade 117
4.3 ELABORAÇÃO DAS FICHAS DE INSPEÇÃO 118
4.3.1 Principais itens a serem observados nas vistorias 120
4.4 ELABORAÇÃO DA CARTILHA DE CONDUTAS 122
5 CONCLUSÃO 125
5.1 ESTUDO DE CASO 125
5.2 PROCEDIMENTO PRÁTICO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO 125
5.3 USO EM *SOFTWARE* PARA GESTÃO DE *FACILITIES* 126
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 128
REFERÊNCIAS 129

1 INTRODUÇÃO

Em relação às manifestações patológicas na construção civil, as provenientes de umidade são as mais comuns e tidas como as mais complexas, devido às dificuldades de correções, a diversidade de fenômenos envolvidos e a falta de pesquisas para melhorar a impermeabilização dos materiais empregados (RODRIGUES; JÚNIOR; LIMA, 2016). A umidade age como transporte de agentes agressivos promovendo o surgimento de patologias na edificação que podem comprometer a sua funcionalidade, refletindo em desconforto aos usuários e prejuízos financeiros. O conhecimento das formas de manifestações patológicas por umidade é essencial para identificar as causas, analisar as patologias, e propor as medidas mitigativas necessárias para solucionar o problema.

Segundo Cechinel *et al*. (2011), a umidade nas edificações pode ser manifestada por capilaridade, precipitação pluviométrica, condensação, infiltração e percolação. A ausência de manutenção ou falta da impermeabilização pode permitir que a água penetre em alvenarias e lajes, podendo prejudicar a saúde dos usuários, vida útil da estrutura e parte estética da edificação (HUSSEIN, 2013).

Para tanto, faz-se necessário se preocupar com as manutenções preventivas nas edificações, bem como a maneira de geri-las. Diante dessa problemática, definiu-se desenvolver um estudo sobre patologias provenientes de infiltração e umidade no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás – Câmpus Goiânia (IFG – Câmpus Goiânia), localizado no Setor Central, que possui edifícios tombados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Nesse estudo, investigou-se a origem das patologias e suas prováveis causas a partir da inspeção visual e busca por documentos e históricos de intervenção com a finalidade de propor medidas mitigadoras para os problemas levantados. Cabe destacar que a relevância deste trabalho se deve à necessidade de adotar um procedimento de inspeção predial eficaz que considere os efeitos das manutenções e reformas anteriores como fonte de aquisição dos subsídios necessários para o prognóstico de casos semelhantes. Abrange também, a preocupação com os gastos para os cofres públicos, uma vez que a falta de manutenção em obras públicas faz com que pequenas patologias evoluam para situações insatisfatórias de ambientes insalubres, estruturas comprometidas, alteração estética e alto custo de recuperação.

1.1 OBJETIVOS

Em seguida, serão apresentados os objetivos geral e específicos que permeiam este trabalho para o alcance dos resultados esperados.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor um procedimento prático para as inspeções prediais no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia (IFG – Câmpus Goiânia), tendo em vista as patologias provenientes de infiltração e umidade.

1.1.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, pretende-se:

a) identificar as patologias provenientes de infiltração e umidade por meio de inspeção visual e com auxílio de documentos que constam o histórico de reformas e problemas já identificados;
b) analisar a origem e as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas;
c) apontar a definição de conduta mais conveniente para cada caso estudado;
d) criar fichas de inspeção para nortear o que deve ser observado durante a perícia;
e) criar a cartilha de condutas para indicar e descrever as intervenções recomendadas para cada patologia encontrada;
f) verificar a possibilidade da inserção dos dados obtidos na cartilha de condutas em um *software* de gestão que trata sobre manutenção predial.

1.2 JUSTIFICATIVA

Nas edificações do IFG – Câmpus Goiânia, observa-se diversos pontos prejudicados pela umidade, principalmente nos blocos 100 e 200, que foram construídos na década de 1940 e são tombados pelo IPHAN, até os que foram concebidos em ampliações posteriores. Além disso, verifica-se problemas crônicos nos edifícios tombados em determinadas regiões dos edifícios, os quais não são resolvidos definitivamente devido às regras do IPHAN que limitam às intervenções, assim prejudicando às ações adequadas de manutenção. Ou seja, a falta de eficiência das manutenções em obras públicas e tombadas fazem com que pequenas patologias evoluam para situações mais degradantes, tornando a intervenção corretiva cada vez mais onerosa.

Pelo exposto, faz-se importante a elaboração de um procedimento prático para o levantamento das patologias provenientes de infiltração e umidade no IFG – Câmpus Goiânia, a fim de identificar as causas e origens das manifestações patológicas, bem como na escolha da conduta mais adequada para solucionar o problema. A descrição e a comparação dos métodos de inspeção permitem extrair as informações mais importantes para a concepção de uma inspeção eficiente, com ênfase nos requisitos para o diagnóstico da situação. Cabe destacar, que os dados obtidos com este procedimento devem ser usados para o acompanhamento do funcionamento e desempenho dos diversos sistemas da edificação após a intervenção, assegurando sua retroalimentação.

Este trabalho poderá ser consultado para arbitrar quais serviços serão empregados em cada patologia identificada no Câmpus, tendo em vista as ações corretivas necessárias para eliminar as reais causas do problema na pretensão de manter a edificação em bom estado de conservação e desempenho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Adiante, serão abordados os conceitos gerais e concepções referentes ao levantamento de manifestações patológicas em edificações, alguns exemplos e características das patologias, necessários para o entendimento da definição do tema proposto.

2.1 VIDA ÚTIL

De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), define-se vida útil como o período de tempo decorrido em que um edifício mantém a capacidade funcional para qual foi projetada e construída, se realizados corretamente e periodicamente os processos de manutenção e conservação, especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção. Este manual é elaborado em atendimento à norma NBR 14037 (ABNT, 2014) e é entregue ao usuário para informar as características técnicas da edificação construída, como também descrever procedimentos recomendáveis para a manutenção e assim contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

A vida útil dos sistemas e seus componentes na edificação é o período de tempo em que atendem aos objetivos para os quais foram projetados e construídos, podendo ser definidos a partir da durabilidade, que pode ser presumida pela deterioração progressiva desses elementos com a ação de agentes de degradação (XAVIER, 2010).

A norma ABNT NBR 15575-1:2013 ainda define vida útil de projeto como sendo o período de tempo estimado que é projetado para um sistema atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta mesma norma. Porém, o que compõe a vida útil, além da vida útil de projeto, são as características dos materiais empregados, qualidade da execução e ações anormais do meio ambiente, como alterações climáticas, poluição e também modificações nas edificações vizinhas que podem alterar o comportamento do solo. Todos esses fatores, alinhados a negligências na operação e manutenção da edificação, podem reduzir o tempo de vida útil dos elementos.

2.2 DESEMPENHO

A definição de desempenho é colocada por Melo Júnior (2016) como sendo os requisitos que a edificação deve atender, independente dos materiais e procedimentos usados para a construção. Isto é, relacionar as funções exigidas às edificações e seus sistemas em utilização, e não como são descritas por concepção.

Para estabelecer o desempenho de um material, componente, elemento ou sistema construtivo, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) expõe que comumente é por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos) e métodos de verificação que permitem a mensuração clara do seu cumprimento. Para isso, a norma determina o atendimento ao desempenho em função das exigências dos usuários no que se refere a edifícios habitacionais e seus sistemas. Com base nas exigências dos usuários que a referida norma apresenta, estas são usadas para a elaboração dos requisitos e critérios de desempenho. A nível qualitativo, os requisitos representam o que o usuário espera do edifício em uso. Já a nível quantitativo, os critérios são as especificações que devem ser mensuradas dos requisitos, por meio dos métodos de verificação (SILVA, B., 2013).

2.3 DURABILIDADE

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define durabilidade como a capacidade da edificação em manter-se em serviço, sob condições de uso e manutenção especificadas, ao longo do tempo. A durabilidade pode ser explicada em função do tempo em vida ou em relação à capacidade de resistência aos agentes de degradação, que podem ser: a agressividade do meio ambiente, a interação entre os elementos ao longo do tempo e as propriedades de cada um deles (MELO JÚNIOR, 2016). Para isso, como requisitos de durabilidade, devem ser realizadas as intervenções de manutenção e conservação periodicamente.

Todavia, os edifícios sofrem desgastes resultantes de processos físicos, químicos ou biológicos, consequentes do estado natural do envelhecimento dos elementos. Dessa forma, Xavier (2010) conta que estão propensos a uma deterioração contínua e progressiva com o decorrer do tempo, uma vez que a velocidade de degradação aumenta em função da ação simultânea dos agentes invasivos, sendo necessário a intervenção quando a estrutura começa a perder sua funcionalidade e segurança.

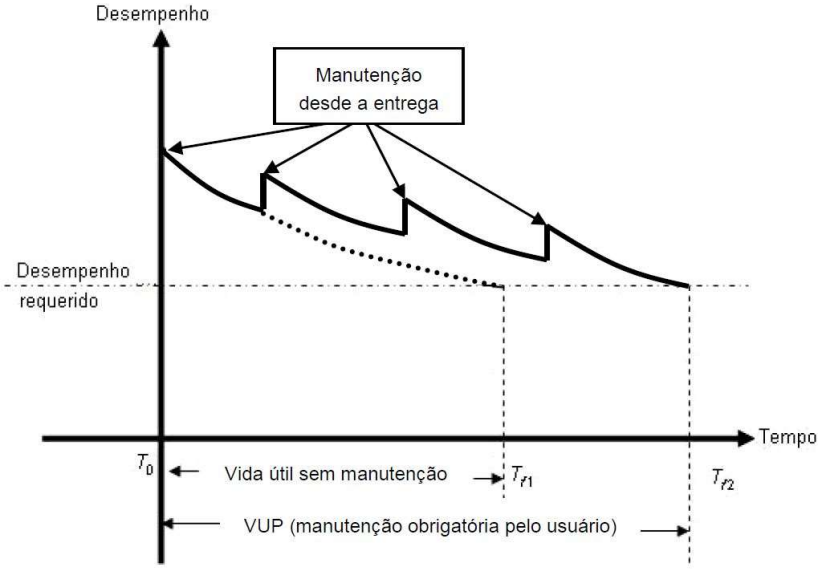
2.4 MANUTENÇÃO

Segundo a norma NBR 5462 (ABNT, 1994), manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Sua finalidade não é somente reparar algum problema, mas também agir antes que eles ocorram e é usada até mesmo como acompanhamento das condições da edificação.

A omissão da necessária atenção para a manutenção pode resultar em edificações retiradas de serviço muito antes de cumprir sua vida útil de projeto, o que gera custos elevados de recuperação ou construção de novas edificações, causando muitos transtornos aos seus usuários. Dessa forma, a manutenção não deve ser feita de forma improvisada, esporádico ou casual, sobretudo deve ser entendida como um serviço técnico planejado e um investimento na preservação do valor patrimonial (ABNT NBR 5674, 2012).

A intervenção na edificação mediante manutenções incide diretamente no desempenho dos elementos com o decorrer do tempo. Na Figura 1, apresentada na NBR 15575-1 (ABNT, 2013), é possível verificar que as manutenções garantem a vida útil de projeto e mantém a edificação em estado de utilização. Para isso, existem alguns tipos de manutenções que serão abordados a seguir.

Figura 1 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT NBR 15575-1:2013

2.4.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é efetuada em intervalos predeterminados e periódicos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento da edificação (ABNT NBR 5462, 1994). Segundo Wyrebski (1997)[1], conforme citado por Dardengo (2010), a manutenção preventiva tem como objetivo prever as falhas antes de acontecerem, de forma a evitar e minimizar a necessidade de manutenção corretiva.

[1] WYREBSKI, J. Manutenção Produtiva Total – um modelo adaptado. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

2.4.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva está diretamente ligada ao aparecimento de manifestações patológicas. A NBR 5462 (ABNT, 1994) define manutenção corretiva como a manutenção efetuada após a ocorrência da incapacidade de um item desempenhar uma função requerida. Dessa forma, os custos para correção são elevados mediante a urgência na realização dos reparos, somando também os materiais e mão de obra envolvidos e custos das perdas.

2.4.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva pode ser entendida como uma atividade de programação das intervenções a partir do acompanhamento sistemático do funcionamento e desempenho dos diversos sistemas da edificação (DARDENGO, 2010; SILVA, B., 2013). Trata-se de um processo que prediz o tempo de vida útil dos componentes dos subsistemas e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado. Assim, é possível determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção num elemento específico de um sistema. De acordo com a norma NBR 5462 (ABNT, 1994), a manutenção preditiva ou controlada permite garantir a qualidade de serviço esperada, baseada na aplicação sistemática de técnicas de análise, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva.

2.5 INSPEÇÃO

Inspeção predial é definida como sendo a análise isolada ou combinada dos requisitos técnicos, de uso e de manutenção da edificação (IBAPE/SP, 2012). De acordo com o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE, através da Norma de Inspeção Predial Nacional (2012), a inspeção predial é uma ferramenta que possibilita a avaliação sistêmica da edificação, classificando as não conformidades quanto a sua origem, grau de risco e recomenda melhorias técnicas para a manutenção das edificações. Conforme Gomide *et al*. (2006) e Melo Júnior (2016), a finalidade das inspeções é a determinação de falhas, patologias e anomalias consequentes do uso, operação ou manutenção que possam impactar em pontos relevantes quanto à vida útil de uma edificação.

.

2.5.1 Tipos de inspeção

Flores-Colen (2009) indica que as técnicas de inspeção podem compreender métodos experimentais e métodos empíricos. Os métodos experimentais de inspeção constituem a utilização de equipamentos nos diversos tipos de ensaios, podendo ser em laboratório ou no local de estudo. Já os métodos empíricos de inspeção são fundamentados na inspeção visual com o auxílio de dados históricos da edificação, como o acesso a projetos executivos e *as built*, especificações de materiais, registros fotográficos, manutenções e intervenções anteriores.

Pormenorizando, as avaliações *in loco* de fachadas são baseadas em inspeções exclusivamente por investigação visual de vários elementos e permite a aquisição do conhecimento para a identificação das anomalias e suas possíveis causas. Por outro lado, Flores-Colen (2009) expõe que o tipo de avaliação *in loco* tem algumas limitações, destacando-se:

a) a subjetividade da avaliação, que depende da experiência do inspetor;
b) as informações do edifício e intervenções anteriores, que podem ser escassas;
c) a ausência de meios de acesso a maiores alturas, conduzindo a inspeções à longa distância.

Continuando com Flores-Colen (2009), a autora também afirma que as inspeções visuais apresentam as seguintes vantagens:

a) o baixo custo quando comparadas à rapidez da execução;
b) a não utilização de equipamentos complexos ou onerosos, assim como de outros meios complementares de diagnóstico (ensaio *in situ*, ensaios em laboratórios, etc.);
c) o aspecto de permitir avaliar a necessidade de recorrer a testes complementares.

Melo Júnior (2016) reitera que a inspeção visual é a etapa principal para o mapeamento de danos, com a utilização de instrumentos que possam auxiliar no trabalho de campo, como: representação em desenho das fachadas a serem vistoriadas; instrumentos de auxílio para visualização (binóculos, lupas, dentre outros), como também trena e nível de bolha; equipamentos de registros por fotografias, etc.

2.6 MÉTODOS DE INSPEÇÃO PREDIAL

Os métodos de inspeção predial podem ser entendidos como a estrutura ou ordenação das etapas de como proceder para diagnosticar as patologias nas edificações. Em seguida, serão abordados dois métodos de inspeção predial que comumente são referenciados nos estudos acerca do tema.

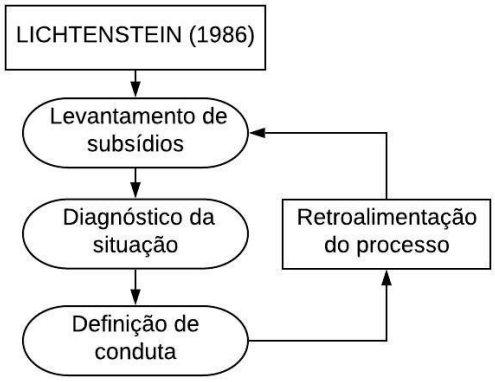
2.6.1 Método 1 – Boletim Técnico 06/86: LICHTENSTEIN (1986)

Lichtenstein (1986) apresenta que há uma quantidade enorme de edifícios com problemas relacionados ao desempenho insatisfatório e que, grande parte desses problemas, podem ser resolvidos desde que recebem uma análise metódica individualizada. Até então não existia um método e um procedimento prático para o diagnóstico de patologias, partindo apenas da experiência prática do profissional, que por ser meramente intuitiva, facilmente sucedia-se em enganos. Quanto à ciência, ele diz que esta requer um pensamento conceitual passível de comunicação e que a abordagem das patologias nas edificações não deve se basear nas intuições pessoais e vivência do técnico envolvido.

Para isso, em 1986, Norberto Blumenfeld Lichtenstein publicou o Boletim Técnico 06/86 intitulado “Patologia das construções: procedimento para diagnóstico e recuperação”, que apresenta um procedimento genérico que pode ser empregado independente da experiência do técnico e da complexidade do problema, composto por três partes distintas: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta.

Apresentado na Figura 2 a seguir, o fluxograma mostra as etapas para o diagnóstico e recuperação de patologias na construção pelo procedimento proposto por Lichtenstein (1986).

Figura 2 – Fluxograma do procedimento proposto por Lichtenstein (1986)



Fonte: Autoria própria

2.6.1.1 Levantamento de subsídios para o entendimento do problema

Nesta fase, a vistoria do local é entendida como o processo em que o profissional procura o maior número de informações através do contato físico, mediante exame minucioso para o levantamento de dados e definição da existência e gravidade do problema patológico, caracterização dos materiais e da anomalia com o uso de instrumentos e dos sentidos humanos e, por fim, registro dos resultados (LICHTENSTEIN, 1986).

A definição da existência da patologia é obtida pela comparação qualitativa do desempenho requerido e o desempenho encontrado, sendo que algumas manifestações permitem constatação visual e imediata, enquanto outras não provocam alterações aparentes nos materiais. A gravidade do problema está relacionada com a existência de risco à segurança do usuário, como o risco de queda da estrutura, por exemplo.

A determinação da extensão do exame é condicionada à propagação dos sintomas na edificação, se estão presentes em vários elementos construtivos ou delimitados por uma área. Ademais, pode-se estender os exames à vizinhança, dados de topografia, vegetação e nível da água no lençol freático; vegetação, características do solo e existência de cortes e aterros.

Para a caracterização dos materiais, o uso dos sentidos humanos é imprescindível e a adoção de equipamentos permite maior capacidade para compreender a patologia. Alguns aparelhos que auxiliam no exame da maioria das patologias são nível d'água, fio de prumo, régua, lupa graduada, termômetro de contato, pacômetro, papel indicador de pH, dilatômetro, hidrômetro elétrico, psicrômetro, entre outros instrumentos menores e mais simples.

Quanto ao registro dos resultados, pode ser feito manualmente através de croquis e indicações em plantas e cortes, associados com fotografias.

Caso não seja possível o diagnóstico da patologia durante a vistoria no local, Lichtenstein (1986) afirma que torna-se necessário o levantamento de subsídios referentes à história do edifício, denominado anamnese. Trata-se dos conhecimentos relacionados com a evolução do problema e o quadro geral de desempenho da edificação ao longo dos anos, assim como o registro de intervenções realizadas. Essas informações podem ser obtidas através de entrevistas com pessoas envolvidas na construção e pela análise de documentos formalizados.

Quanto às entrevistas, são adotadas a fim de obter informações das várias pessoas envolvidas na construção em suas diferentes fases. Porém, há a problemática de que o discurso do entrevistado pode haver omissões ou pronunciar informações distorcidas, com o intuito de

defender seus interesses. No entanto, é recomendável a confirmação dos dados pertinentes por meio de outras fontes.

Já os documentos formalizados podem ser uma importante fonte de esclarecimentos, principalmente os projetos. Não só os projetos como desenhos em plantas, mas também o projeto executivo, caderno de encargos, especificações de materiais e procedimentos de execução e inspeção de serviços. Além disso, muitas vezes há alterações na execução em relação ao projeto e surge a importância de registrar o *as built*. Entretanto, os documentos relativos à fase de uso dos edifícios geralmente são escassos e, no caso de edificações de interesse histórico, também devido ao tempo passado, os registros de obras são raros. Efetivamente, segundo Lichtenstein (1986), os edifícios que apresentam mais problemas patológicos são os que possuem menor quantidade e qualidade de documentos que registrem informações relevantes para o estudo dessas patologias. Alguns documentos formalizados são o diário de obra, ensaios para recebimento de materiais e ferramentas, notas fiscais, contratos de execução de serviços e cronograma físico-financeiro previsto e executado.

Ainda assim, quando os dados obtidos na vistoria do local e na anamnese não forem suficientes para a formação do diagnóstico, são necessários exames complementares. Em alguns casos, mesmo quando o diagnóstico já está elaborado, os exames complementares são prescritos para garantir sua veracidade. Cada exame tem seu objetivo de apresentar a resolução de informações não obtidas pelos sentidos naturais, através de meios físicos, químicos ou biológicos, podendo ser classificados em análises laboratoriais e ensaios *in loco*.

As análises laboratoriais podem ser de caracterização de amostras ou avaliação de desempenho a partir de materiais similares aos usados na obra. Dessa forma, a partir dos ensaios com equipamentos laboratoriais específicos, é possível determinar os valores de propriedades relevantes para o uso do material, como a determinação da densidade, condutibilidade térmica, coeficiente de dilatação e suas propriedades mecânicas quanto à sua geometria. A especificação química do material consiste na identificação quantitativa e qualitativa dos componentes químicos presentes na amostra e que caracteriza a microestrutura do material.

Em suma, nos ensaios de desempenho realizados em laboratório reproduza-se o edifício em estudo utilizando os materiais similares aos usados na obra e, para a analogia, reproduza-se também as condições de exposição que o edifício está submetido (LICHTENSTEIN, 1986).

Por sua vez, os ensaios *in loco* são realizados com equipamento específico no próprio local da obra, se distinguindo daqueles feitos na vistoria inicial por causa do uso dos equipamentos necessários e de sua complexidade e particularidade na realização. De forma geral, os exames complementares são muito úteis e algumas vezes indispensáveis, mas são orientados apenas em objetivos bem específicos, devido seu alto custo e demora.

2.6.1.2 O diagnóstico da situação: requisitos para a intervenção

Diagnóstico pode ser entendido como a explicação científica dos fenômenos ocorridos e seu desenvolvimento. Normalmente, as patologias são provocadas por um conjunto de agentes agressivos, fazendo com que edifícios expostos às mesmas condições apresentem diferentes problemas patológicos, assim como alguns apresentam problemas graves e outros apresentam problemas atenuados. No Quadro 1 a seguir está disposto os agentes de deterioração dos edifícios criada por Lichtenstein (1986). Geralmente, um problema patológico está ligado a um quadro geral de causas, sendo classificadas em causas eficiente e coadjuvantes.

Quadro 1 – Agentes de deterioração dos edifícios

Origem / Natureza	Exterior à Edificação		Interior à Edificação	
	Atmosfera	**Solo**	**Imposto pela Ocupação**	**Consequência da Concepção**
1. Agentes Mecânicos				
1.1 Gravidade	Cargas de neve, de água, de chuva	Pressão do solo, de água	Sobrecarga de utilização	Cargas permanentes
1.2 Forças de deformações impostas	Pressão de gelo, dilatação térmica e higroscópica	Escorregamentos, recalque	Esforços de manobra	Retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3 Energia cinética	Vento, granizo, choques exteriores	-	Choque interiores, abrasão	Impactos de corpo mole
1.4 Vibrações de ruídos	Ruídos exteriores	Sismos, Vibrações exteriores	Ruídos interiores, Vibrações interiores	Ruídos da edificação, Vibrações da edificação
2. Agentes eletromagnéticos				
2.1 Radiação	Radiação Solar	-	Lâmpada, radiação nuclear	Painel radiante
2.2 Eletricidade	Raios	Correntes parasitárias	-	Correntes de distribuição
2.3 Magnetismo	-	-	Campos magnéticos	Campos Magnéticos
3. Agentes térmicos	Reaquecimento, congelamento, choque térmico	Reaquecimento, congelamento	Calor emitido, cigarro	Aquecimento, fogo
4. Agentes químicos				
4.1 Água e solventes	Umidade do ar, condensação, precipitação	Água de supercifície, Água subterrânea	Ações de lavagem com água, condensações, detergentes, álcool	Águas de distruibuição, águas servidas, infiltrações
4.2 Oxidantes	Oxigênio, ozônio, óxidos de nitrogênio	-	Hipoclorito de sódio (água de lavadeira), água oxigenada	Potenciais eletroquímicos positivos
4.3 Redutores	-	Sulfetos	Agentes combustíveis, amônia	Agentes combustíveis, potenciais eletroquímicos negativos
4.4 Ácidos	Ácido carbônico, escremento de pássaros, ácido sulfúrico	Ácido carbônico, Ácidos húmicos	Vinagre, ácido cítrico, ácido carbônico	Ácido sulfúrico, Ácido carbônico
4.5 Bases	-	Cales	Sóda caústica, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio	Soda cáustica, cimentos
4.6 Sais	Névoa salina	Nitratos, fosfatos, cloretos, sulfatos	Cloreto de sódio	Cloreto de cálcio, sulfatos, gesso
4.7 Matérias inertes	Poeira	Calcário, sílica	Gorduras, óleos, tintas e poeira	Gorduras, óleos, poeira, sujeira
5. Agentes biológicos				
5.1 Vegetais	Bactérias, grãos	Bactérias, fungos, cogumelos, raízes	Bactérias, plantas domésticas	-
5.2 Animais	Insetos, pássaros	Roedores, vermes	Animais domésticos	

Fonte: Lichtenstein (1986); reescrito pelo autor

As causas eficientes são as principais, responsáveis pelo aparecimento do problema e provocando alterações nos materiais, comumente ligadas à ação de agentes físicos e biológicos. Já as causas coadjuvantes estão relacionadas com a idade do edifício e a falta de conservação e manutenção. Por fim, as patologias são dinâmicas e estão em constante evolução, sendo assim, o processo de diagnóstico também deve ser dinâmico e alcançar o entendimento do desenvolvimento da patologia e não somente sua situação atual.

Inicialmente, para o processo de elaboração do diagnóstico, podem ser utilizados esquemas de diagnósticos em que os fenômenos são conhecidos e a otimização dos resultados é uma simples questão de aplicação dos conhecimentos. Nestes esquemas, através do quadro

de sintomas, são levantadas as causas, as origens e as possibilidades de reparação dos problemas patológicos (LICHTENSTEIN, 1986).

Assim, cada subsídio coletado deve ser interpretado para compor progressivamente o quadro de entendimento de como trabalha o edifício, como reage aos agentes agressivos e como surgiu e desenvolveu o problema patológico. Este processo pode ser interpretado com um elenco de hipóteses efetivas que visam esclarecer as origens, as causas, a natureza, os mecanismos e os agentes de ocorrências que estejam promovendo a perda no desempenho de um material ou componente construtivo. Assim sendo, o processo de entendimento pode ser descrito como a geração de hipóteses e seu respectivo teste e, o processo de diagnóstico, como a redução da incerteza pelo progressivo levantamento de dados até que se chegue a uma correlação satisfatória entre o problema observado e a hipótese deste problema.

Em outro momento, mesmo após o levantamento dos subsídios, pode-se permanecer as dúvidas e não se consegue elaborar o diagnóstico. Nestes casos, o diagnóstico definitivo pode ser obtido através da resposta do edifício quando submetido a intervenções propostas por um diagnóstico provisório. Em síntese, todo diagnóstico envolve um risco de incorreção, sendo assim, o objetivo final do processo é entendido como a elaboração de um diagnóstico muito provável.

2.6.1.3 A definição da conduta a ser adotada

Após a elaboração do diagnóstico e conhecimento geral do processo patológico, deve-se preparar sua intervenção. A partir do diagnóstico, são concebidas as hipóteses de evolução futura do problema e suas possíveis alternativas de desenvolvimento, conhecidas como prognóstico. Enquanto o diagnóstico é um processo “unitemporal” de avaliação em determinado instante, o prognóstico é um processo “multitemporal”, devendo o profissional prever (com base em determinados parâmetros) a evolução do caso ao longo do tempo.

Lichtenstein (1986) ainda afirma que o prognóstico é baseado em dados fornecidos pelo tipo de patologia, seu estágio de desenvolvimento, características gerais da edificação e condições em que está exposta. Por outro lado, existem patologias que não permitem qualquer tipo de intervenção e, nesses casos, o prognóstico é pessimista quanto à evolução do problema, apontando na inevitável perda do edifício.

Dessa maneira, desenvolvidos o diagnóstico e o prognóstico da situação, avança-se à fase de elaboração das alternativas de possíveis intervenções.

Na fase de avaliação e escolha da conduta, as ações são hierarquizadas de acordo com suas possíveis consequências. A escolha racional representa a série de ações, em vista da incerteza e dos riscos, que atenda da melhor forma os critérios estabelecidos. Sendo assim, a escolha ideal é aquela baseada no melhor custo-benefício, que busca o melhor desempenho possível dentro do menor custo alcançável. Nesta fase, os três parâmetros principais são o grau de incerteza sobre os efeitos, a relação custo-benefício e a disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços.

Toda opção tem associado um grau de incerteza sobre as suas consequências. Portanto, associa-se a cada possível intervenção, uma probabilidade quanto a eficiência do resultado esperado.

Quanto aos custos, independente da causa e natureza do problema patológico, o custo envolvido para resolver o problema somado ao custo da construção original é sempre maior que o custo de uma construção que tivesse um desempenho satisfatório. As alternativas de intervenção devem ser comparadas em termos de custos e de desempenho ao longo do tempo. Assim, uma escolha sensata recai sobre a alternativa que apresente o melhor desempenho possível dentro do menor custo estimado, atendendo a autenticidade e a integridade do patrimônio que se quer preservar.

Por último, após estimado o grau de incerteza e a relação custo-benefício, faz-se necessário a listagem das técnicas de execução e materiais e equipamentos envolvidos na realização das tarefas propostas em cada solução. O nível de qualificação da mão de obra, disponibilidade dos materiais e tecnologia dos equipamentos é um fator de graduação das alternativas de intervenção considerando as carências da Indústria Brasileira da Construção (LICHTENSTEIN, 1986).

2.6.1.4 A retroalimentação do processo

Seguindo da premissa que qualquer intervenção na edificação produz consequências quanto ao seu desempenho, o acompanhamento dos resultados e a comparação entre os efeitos provocados e os esperados, torna-se uma grande fonte de informações que servem de retroalimentação do processo.

Simplificadamente, o processo de resolução de uma patologia pode ser representado como um círculo de “informação-decisão-ação-informação-decisão”, tornando possível dirimir as incertezas inerentes ao diagnóstico e aperfeiçoando cada vez mais as decisões a serem

tomadas. Ademais, a divulgação da história da manifestação patológica e de sua solução configura que o conhecimento técnico e científico não se restrinja ao profissional envolvido, mas sim formalize tais conhecimentos empregados e adquiridos durante o processo de solução do problema patológico. Este registro torna-se a fonte mais segura para a aquisição de subsídios necessários para o diagnóstico de casos semelhantes e a definição da conduta mais eficiente.

No entanto, ocorre que grande parte dos edifícios com problemas não são registrados seguindo uma metodologia científica e individualizada, e outra parte em que os aquisição de subsídios necessários para o diagnóstico de casos semelhantes problemas são solucionados, mas não tem o histórico do tratamento divulgados. Diante disso, são escassos os dados estatísticos a respeito dos problemas patológicos e sobre o seu tratamento.

2.6.2 Método 2 – Norma de Inspeção Predial Nacional: IBAPE/SP (2012)

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) é o órgão federativo da classe formado por profissionais de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, sem fins lucrativos. Seu objetivo é o de reunir os institutos estaduais para a divulgação de informações técnicas com a elaboração de normas e estudos. Desse modo, disponibilizou-se em 2012 a Norma de Inspeção Predial Nacional, baseada em texto normativo da filial do estado de São Paulo e que modifica a versão anterior desta norma para atender à ABNT NBR 5674:2012, ABNT NBR 15575-1:2013 e também para colaborar com a segurança dos edifícios, funcionalidade, manutenção adequada e valorização patrimonial.

A Norma de Inspeção Predial Nacional classifica as não conformidades constatadas nas edificações quanto à origem e grau de risco, indicando orientações técnicas necessárias para a realização da inspeção e propor a melhoria da manutenção dos sistemas construtivos.

No entanto, estes aspectos não são associados diretamente às eventuais patologias que são encontradas em edifícios, tornando-se subjetivo ao profissional responsável pela inspeção avaliar o grau de risco.

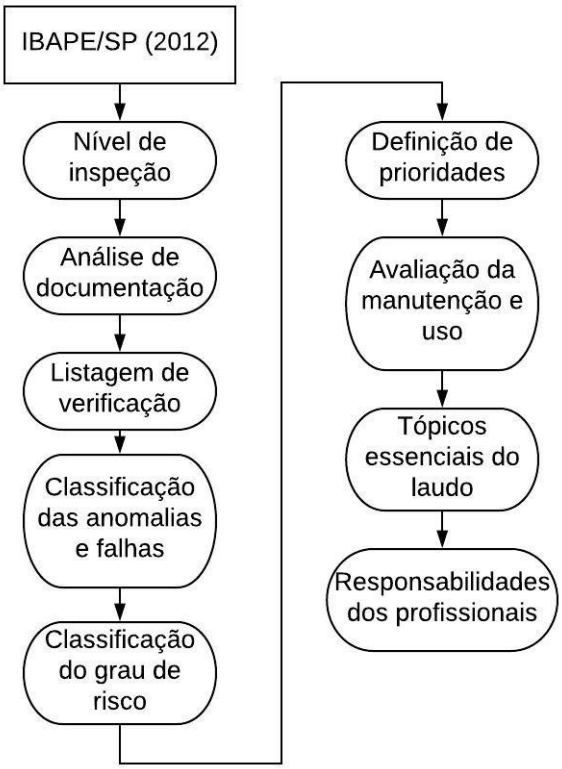
Esta norma fixa as diretrizes, conceitos, procedimentos e critérios relativos à inspeção predial, sendo de responsabilidade e exclusiva competência dos engenheiros e arquitetos, legalmente habilitados pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia - CREAs e Conselhos de Arquitetura e Urbanismo - CAUs. Quanto à inspeção predial, esta norma classifica a sua natureza, institui as terminologias a serem utilizadas, define a

metodologia básica aplicável, estabelece os critérios a serem empregados nos trabalhos e prescreve a diretriz para apresentação de laudos e pareceres técnicos.

2.6.2.1 Método da inspeção predial

O método da inspeção predial a ser empregado consiste na determinação do nível de inspeção; verificação e análise da documentação; obtenção de informações dos usuários e gestores das edificações através de entrevistas e questionários; vistoria dos tópicos constantes na listagem de verificação; classificação das não conformidades com a documentação examinada; classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco; definição de prioridades; avaliação da manutenção e uso; tópicos essenciais do laudo e responsabilidades dos profissionais envolvidos. Apresentado na Figura 3 a seguir, o fluxograma mostra as etapas para a elaboração da inspeção predial pelo método proposto pelo IBAPE/SP (2012).

Figura 3 – Fluxograma do método de inspeção IBAPE/SP (2012)



Fonte: Autoria própria

De acordo com o desenvolvimento dos itens abordados, a inspeção predial deverá ser concebida conforme o tipo da edificação, considerando suas características construtivas, qualidade da documentação existente e nível de inspeção a ser realizado. A concepção da

vistoria tem início com uma entrevista com o responsável da edificação, com abordagem dos aspectos cotidianos do uso e da manutenção do imóvel.

2.6.2.2 Classificação quanto ao nível da inspeção

O IBAPE/SP (2012) classifica os níveis de inspeção predial a partir da complexidade e elaboração de laudo, considerando as características técnicas do edifício, manutenção e operação existentes e a necessidade de envolver profissionais habilitados de mais de uma especialidade. O nível de inspeção é determinado pelo inspetor predial, depois de ponderadas as características observadas na edificação e a finalidade da mesma, sendo classificados em nível 1, nível 2 e nível 3. Basicamente, o nível 1 é a inspeção predial realizada em edifícios com baixa complexidade técnica, empregada em planos de manutenção muito simples ou inexistentes, elaborada por profissional habilitado de uma especialidade técnica. Nível 2 é a inspeção feita em edificações com vários pavimentos e de média complexidade técnica, com sistemas convencionais e padrões construtivos médios, sendo necessário o envolvimento de um ou mais profissionais na elaboração. Por fim, o nível 3 é a inspeção predial executada em edifícios de alta complexidade, com sistemas mais sofisticados e padrões construtivos superiores, contando com vários pavimentos ou sistemas construtivos com automação.

Obrigatoriamente, nesse último nível, têm-se o Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação com as diretrizes da NBR 5674 (ABNT, 2012), envolvendo profissionais de mais de uma especialidade, possuindo plano de manutenção com os procedimentos detalhados e ferramentas de gestão.

2.6.2.3 Documentação

Quanto à documentação, recomenda-se analisar os seguintes documentos administrativos, técnicos e de manutenção e operação da edificação, quando existentes. Os documentos apresentados devem ser adequados pelo inspetor conforme o tipo e a complexidade da edificação e suas instalações e sistemas construtivos. A seguir, são exemplificados os documentos importantes que contenham referências usuais.

a) Administrativa

Instituição, Especificação e Convenção de Condomínio; Regimento Interno do condomínio; Alvará de construção; IPTU; Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

(PPRA); Alvará do Corpo de Bombeiros; Alvará de funcionamento; certificado de Manutenção do Sistema de Segurança; certificado de treinamento de brigada de incêndio; comprovante da destinação de resíduos sólidos, etc; licença da vigilância sanitária, quando pertinente; contas de consumo de energia elétrica, água e gás; Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) e certificado de Acessibilidade.

b) Técnica

Memorial descritivo dos sistemas construtivos; projeto executivo; projeto de estruturas; projeto de instalações prediais, sendo eles: hidráulicas, de gás, elétricas, de cabeamento e telefonia, do Sistema de Proteção a Descargas Atmosféricas (SPDA), de climatização e combate a incêndio; projeto de impermeabilização; projeto de revestimentos em geral, incluída fachadas e projeto de paisagismo.

c) Manutenção e Operação

Manual de Uso, Operação e Manutenção (Manual do Proprietário e do Síndico); Plano de Manutenção e Operação e Controle (PMOC); Relatório de Inspeção Anual de Elevadores (RIA); atestado do SPDA; certificado de limpeza e desinfecção dos reservatórios; relatório das análises físico-químicas de potabilidade de água dos reservatórios e da rede; certificado de ensaios de pressurização em mangueiras; laudos de inspeção predial anteriores; certificado de ensaios de pressurização em cilindro de extintores; selos dos extintores; relatório do acompanhamento de rotina da Manutenção Geral; relatórios dos acompanhamentos das manutenções dos Sistemas Específicos, tais como: ar condicionado, motores, antenas, bombas, CFTV, equipamentos eletromecânicos e demais componentes; certificado de teste de estanqueidade do sistema de gás; relatórios de ensaios preditivos, tais como: termografia, vibrações mecânicas, etc; cadastro de equipamentos e máquinas.

2.6.2.4 Listagem de verificação

Apresentação da lista dos componentes e equipamentos dos diversos sistemas construtivos a serem vistoriados. Deve ser proporcional e adequada à complexidade da edificação e ao nível de inspeção a ser realizado. Recomenda-se que a vistoria na inspeção predial seja sistêmica e que abranja os seguintes sistemas construtivos e seus elementos: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos em geral, esquadrias, revestimentos internos, elevadores, climatização, exaustão mecânica, ventilação, coberturas, telhados, combate a incêndio e SPDA.

2.6.2.5 Classificação das anomalias e falhas

As anomalias são não conformidades que ocasionam a perda precoce de desempenho dos elementos, consequentemente na redução da vida útil de projeto (IBAPE, 2012). São categorizadas em anomalias endógenas, originária da própria edificação (projeto,

materiais e execução); exógenas, oriundas de fatores externos a edificação, provocados por terceiros; natural, proveniente de fenômenos da natureza; funcional, resultantes da degradação de sistemas construtivos pelo envelhecimento natural.

Quanto às falhas, podem ser classificadas em falhas de planejamento, resultantes de procedimentos e especificações inadequados do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, além falhas relacionadas às periodicidades de realização; de execução, decorrentes da aplicação ineficaz de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais; operacionais, associados aos procedimentos inadequados de registros, controles e demais atividades pertinentes; gerenciais, relativas à falta de controle de qualidade e acompanhamento de custos dos serviços de manutenção.

2.6.2.6 Classificação do grau de risco

A classificação quanto ao grau de risco de uma anomalia deve ser fundamentada considerando o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, classificado como:

a) Mínimo: Risco de causar pequenos prejuízos à estética, sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo comprometimento do valor imobiliário.
b) Médio: Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce;
c) Crítico: Risco de provocar danos contra a saúde e segurança; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis interrupções; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.

2.6.2.7 Definição de prioridades

Para definir a ordem de prioridades recomenda-se que seja estabelecida em ordem decrescente em relação ao grau de risco e intensidade das anomalias e falhas, apurada através de uma listagem de criticidade resultante da inspeção predial.

A prioridade das intervenções também se baseia nos problemas encontrados, podendo ser classificada quanto ao estado de manutenção geral do edifício e condições de uso,

quanto a recomendação de intervenção de parte da edificação para garantir a integridade dos usuários, ou quando do surgimento de situações de grau de risco crítico.

2.6.2.8 Avaliação da manutenção e uso

Quanto à avaliação do estado de manutenção e condições de uso, deve sempre ser fundamentada considerando os graus de risco e perdas de desempenho dos sistemas, tendo em vista as verificações das anomalias e falhas encontradas. Ademais, deve ser analisada as condições de legitimidade do uso considerando os seguintes aspectos.

- Para a manutenção: Plano de Trabalho e condições de execução das atividades propostas

Analisando o Plano de Manutenção para a edificação e as respectivas condições de execução, a avaliação da manutenção atende os seguintes critérios.

Plano de Trabalho: coerência do Plano de Manutenção em relação ao especificado por fabricantes de equipamentos; coerência do Plano de Manutenção em relação ao preconizado em Normas Técnicas; a adequação de rotinas à idade das instalações, ao uso, exposição ambiental, e outros aspectos técnicos que permitam avaliar a qualidade da manutenção executada.

Condições de execução das atividades propostas no Plano de Manutenção: verificar se existem as condições necessárias de acesso aos equipamentos, permitindo a realização das atividades propostas no Plano de Manutenção; verificar as condições de segurança para o mantenedor e usuários da edificação durante a execução da manutenção.

Em caso de inexistência de Plano de Manutenção na edificação, deve-se verificar as atividades realizadas e devidamente registradas, comparando-as com as recomendações mínimas de fabricantes dos equipamentos inspecionados.

Para a classificação da qualidade da inspeção, são considerados as falhas encontradas; não conformidades registradas em documentos pertinentes à manutenção; classificação dos graus de risco; atendimento às necessidades da edificação considerando os conceitos de desempenho, vida útil e durabilidade e os atendimentos aos demais requisitos mencionados na ABNT NBR 5674:2012.

Após análise global dos aspectos referidos, avalia-se a manutenção da edificação, por parte do profissional, na disposição se a edificação “atende”, “atende parcialmente” ou “não atende” às condições de manutenções avaliadas.

- Classificação das Condições de Uso

A parametrização da classificação das Condições de Uso é feita de acordo com os aspectos técnicos previstos em projeto e os níveis de desempenho estimados. Em caso de inexistência de projetos que estabeleçam os parâmetros necessários, deve-se classificar as Condições de Uso em relação às Normas Técnicas ou leis específicas que contemplem tais sistemas. Se ainda assim houver eventual ausência de qualquer parâmetro de referência que impossibilite a análise, deve ser propriamente registrada no Laudo Final.

Avalia-se as Condições de Uso, por parte do profissional, na disposição se a edificação está “regular” ou “irregular”. O uso regular é aquele em que a edificação é ocupada e utilizada dentro dos parâmetros previstos no projeto, contribuindo para a vida útil, desempenho e durabilidade, além de observar aspectos técnicos de segurança e habitabilidade. O uso irregular da edificação é aquele em que a edificação é ocupada e utilizada de forma divergente dos parâmetros previstos no projeto, estando sujeita a riscos que poderão comprometer a segurança e habitabilidade.

2.6.2.9 Tópicos essenciais do laudo

A seguir, são exemplificados tópicos importantes que agregam informações e são essenciais para a elaboração do Laudo Final de Inspeção:

Identificação do solicitante; classificação do objeto da inspeção; localização; data da diligência; descrição técnica do objeto; tipologia e padrão construtivo; utilização e ocupação; idade da edificação; nível de inspeção utilizado; documentação solicitada, documentação entregue e documentação analisada; descrição do critério e método da inspeção predial; lista de verificação dos elementos construtivos e equipamentos vistoriados, descrição e localização das respectivas anomalias e falhas constatadas; classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco; indicação de prioridade; avaliação da manutenção e condições de uso da edificação e dos sistemas construtivos; recomendações técnicas; recomendações gerais e de sustentabilidade; relatório fotográfico; recomendação do prazo para nova inspeção predial; data do laudo; assinatura do(s) profissional (ais) responsável (eis); anotação de responsabilidade técnica (ART) ou registro de responsabilidade técnica (RRT).

2.6.2.10 Responsabilidades

Quanto às responsabilidades dos profissionais envolvidos, são restringidas ao escopo e ao nível de inspeção que foram contratados. Absolve-se de qualquer responsabilidade técnica, quando as orientações expostas no Laudo de Inspeção Predial não forem implementadas pelo responsável legal da edificação, bem como por qualquer anomalia decorrente de deficiências indiferentes à inspeção realizada, como problemas de projeto, execução, especificação de materiais ou carência de manutenção.

Exime-se também da responsabilidade do profissional, os elementos e locais onde não foi possível executar a inspeção predial. Deve-se esclarecer os motivos desses impedimentos no laudo, em redação específica.

2.7 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PROVENIENTES DE INFILTRAÇÃO E UMIDADE

As patologias no ramo da construção civil podem ser entendidas como uma não conformidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na industrialização, na execução ou montagem, no uso ou na manutenção bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural do elemento (ABNT NBR 15575-1, 2013). Comumente, as manifestações detectáveis por inspeção visual são: fissuras, manchas, destacamento de reboco, infiltrações que causam bolor e corrosão de armaduras, dentre outras anomalias possíveis, que podem ser decorrentes de vários fatores ou mecanismos de deterioração (MELO JÚNIOR, 2016).

Dentre as manifestações patológicas, segundo Souza (2008), as provenientes da penetração de água e da formação de manchas de umidade são as mais comuns na construção civil. Verçoza (1991) e Souza (2008), expõem que a umidade não é apenas uma causa de patologias, mas também age como intermédio para o aparecimento de outras, como eflorescências, ferrugens, mofo, bolores e até a causa de acidentes estruturais. Tais defeitos geram graves problemas de difíceis soluções, provocando prejuízos de caráter funcional da edificação, desconforto dos usuários, danos em equipamentos presentes no interior das edificações e diversos prejuízos financeiros.

Castro e Martins (2014) evidenciam que a umidade pode ser originária da absorção de água do solo por capilaridade e migração por percolação; infiltração resultante das águas das

chuvas; condensação provocada pela umidade do ar e vapor d'água; acidental, provocada por vazamentos em instalações hidrossanitárias.

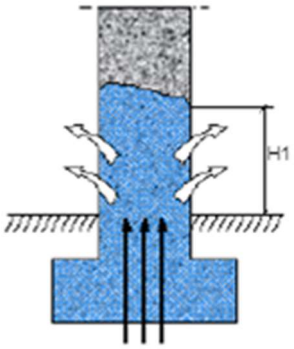
2.7.1 Origem da umidade nas edificações

A umidade nas edificações se manifesta de diferentes formas, a depender do evento que a originou. Algumas destas origens serão apresentadas a seguir, com o propósito de posteriormente identificar as possíveis causas das anomalias.

2.7.1.1 Umidade por capilaridade e percolação

A umidade provocada por capilaridade, que também pode ser conhecida por umidade ascensional, é o fenômeno da ascensão da água através dos poros abertos dos materiais que estejam em contato direto com o solo úmido ou água (SILVA, A., 2007), geralmente observada em estruturas e paredes de vedação. Rodrigues, Júnior e Lima (2016) acrescentam que a percolação é a capacidade da água atravessar um meio, encharcando grão a grão do material, como representado na Figura 4.

Figura 4 – Umidade ascendente por capilaridade



Fonte: Freitas e Guimarães (2014)

A altura e extensão atingida pela umidade depende da quantidade de água em contato com o elemento, da espessura e orientação deste, da época de construção, das condições de evaporação e da porosidade dos materiais, em que, quanto menor o diâmetro dos poros, maior a altura que a água sobe (FERREIRA; GARCIA, 2016) por causa de sua tensão superficial.

Cechinel *et al*. (2011) incluem que é possível perceber visualmente a ação da água pela capilaridade, uma vez que provoca o aparecimento de manchas de bolor, eflorescências ou vegetação parasitária, principalmente em locais com ventilação limitada.

2.7.1.2 Umidade por precipitação

Silva, A. (2007) apresenta que a umidade de precipitação refere-se à água da chuva que incide das fachadas, cuja proteção ocorre pelos revestimentos superficiais que possuem a função de garantir a estanqueidade ao ar e à chuva, bem como o rápido escoamento. Além disso, a ineficácia das instalações dos sistemas de captação e destinação de águas pluviais podem resultar em vazamentos, na ocasião em que tubos e conexões estiverem danificados ou com falhas na ligação e também quando o volume de água for superior ao que foi previsto em projeto.

> A chuva é o agente mais comum para gerar umidade, tendo como fatores importantes a direção e a velocidade do vento, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção (impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros). (SOUZA, 2008, p. 09).

Nappi (1995)[2], citado por Cechinel *et al*. (2011), afirma que a energia das gotas de água pode provocar penetração direta em fissuras ou em juntas mal vedadas, conforme ilustra a Figura 5. Ademais, a ação intensa da chuva pode formar uma cortina de água que, ao escorrer pela fachada, pode penetrar por gravidade como resultado da sob pressão causada pelo vento ou por ação da capilaridade dos materiais.

Figura 5 – Umidade por precipitação

Fonte: Mei (2016)

[2] NAPPI, Sérgio C. B. Umidade em paredes. In: "Congresso Técnico-Científico de Engenharia Civil". Anais. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v. 4, 1995.

2.7.1.3 Umidade de condensação

A umidade de condensação se diferencia dos demais casos porque a umidade não se encontra infiltrada nos materiais e sim no ambiente, podendo então se depositar na superfície do material (COSTA, 2010; FERREIRA; GARCIA, 2016). Os autores Ferreira e Garcia (2016) também citam a análise feita por Henriques (1994)[3] do diagrama psicométrico, que relaciona umidades relativa e absoluta com a temperatura do ar. O fato de que, quanto maior for a temperatura, o ar poderá conter mais vapor de água e que, em contrapartida, a diminuição da temperatura resultará em acréscimo da umidade relativa até a saturação. Como consequência, o vapor de água condensa (Figura 6).

Figura 6 – Umidade por condensação

Fonte: Mei (2016)

Silva, A. (2007) expõe que as fachadas são as mais prejudicadas pela condensação, já que comumente possuem temperaturas baixas pela manhã. Nas fachadas sul, que em geral não recebem incidência solar, a umidade superficial gerada pela condensação leva mais tempo para evaporar, expondo mais a superfície à ação dos agentes de degradação do que nas demais fachadas.

2.7.1.4 Umidade acidental

A umidade acidental é aquela provocada por eventos excepcionais, como vazamentos nas redes de água, instalações sanitárias e pluviais. Verçoza (1991), conclui que os

[3] HENRIQUES, F. M. A. Humidade em paredes. Série Conservação e Reabilitação. LNEC, Lisboa, n. 1, 1994.

vazamentos em tubulações podem ser bastantes difíceis de localizar e corrigir, porque muitas vezes estão encobertos pela construção.

2.7.2 Danos causados pela infiltração e umidade

A presença de infiltração e umidade nas edificações ocasionam diversos danos que decorrem em patologias que prejudicam a durabilidade e desempenho dos elementos envolvidos. A seguir, serão abordadas as manifestações mais comuns existentes nos edifícios, imprescindível para a determinação de sua classificação e grau de risco.

2.7.2.1 Bolor ou mofo

O emboloramento é a alteração na superfície dos materiais proveniente do desenvolvimento de micro-organismos, como fungos, bactérias, algas e líquens (CASTRO; MARTINS, 2014). Resultam em manchas escuras na superfície de tonalidades pretas, marrons ou esverdeadas, que podem ser constatadas macroscopicamente, como mostra a Figura 7. São formados por colônias de fungos existentes no ar, ainda em estado de esporos, que agregam a um ambiente favorável à sua germinação, constituído por compostos carbônicos pré-elaborados e umidade elevada (FERREIRA; GARCIA, 2016).

Figura 7 – Crescimento de micro-organismos: algas

Fonte: Flores-Colen (2009)

É mais comum o surgimento de bolores em locais que favorecem o acúmulo de água, como detalhes arquitetônicos e regiões sombreadas ou próximas ao solo, conforme Shirakawa *et al*. (1995[4] *apud* FERREIRA; GARCIA, 2016). Os autores ainda afirmam que:

> As algas, também conhecidas como cianobactérias, diferem de fungos e bactérias por não necessitarem dos constituintes dos revestimentos para obtenção do carbono para sua nutrição, no entanto, é indispensável a presença de luz para o crescimento das algas e, portanto, os ambientes externos favorecem ao seu desenvolvimento (SHIRAKAWA *et al*., 1995[5] *apud* MELO JÚNIOR, 2016, p. 38).

Além da aparência manchada, os fungos podem gerar doenças respiratórias em indivíduos que convivem em ambientes insalubres com mofos e bolores, ocasionando asma e rinite, por exemplo.

2.7.2.2 Carbonatação do concreto

A reação química de cimento e água usada na construção resulta em hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) e, com a associação aos hidróxidos ferrosos do aço, formam uma camada protetora para a armadura (HUSSEIN, 2013). O fenômeno químico da carbonatação consiste na redução da alcalinidade do concreto (Figura 8), por conseguinte a destruição da camada protetora e, posteriormente, o início da corrosão das armaduras quando há a presença de oxigênio e umidade.

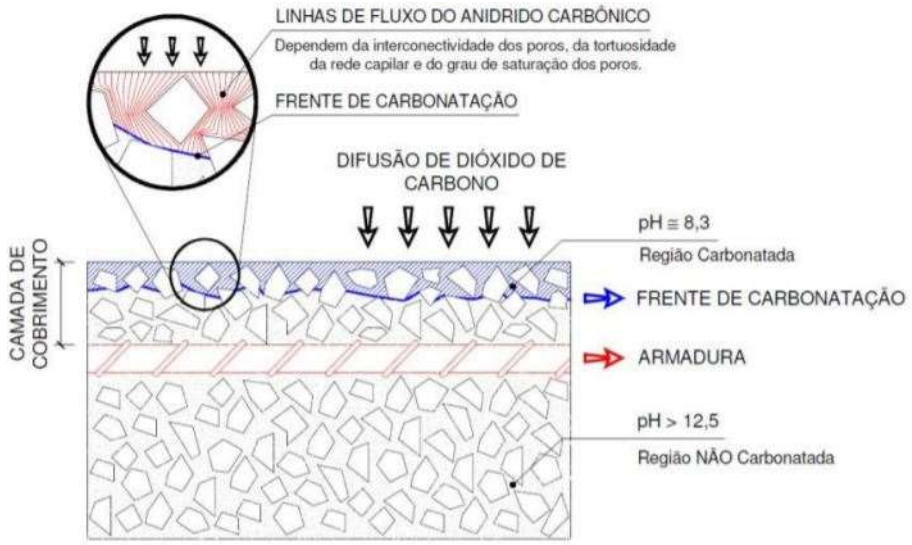
Ocorre sobretudo em meios agressivos onde há maior emissão e concentração de gás carbônico (CO_2), como os estacionamentos em pavimentos subsolos, por exemplo. Quando há a hidratação do gás carbônico presente na atmosfera, têm-se o ácido carbônico (H_2CO_3), que, adentrando os poros do concreto, entra em contato com o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$) presente na argamassa que compõe o concreto, resultando em carbonato de cálcio ($CaCO_3$). O carbonato de cálcio não é prejudicial por si mesmo, mas sim a redução do pH do concreto que sucede essa reação química. Hussein (2013) conclui que esta patologia ocorre em concretos porosos ou com débil cobrimento das armaduras.

---

[4] SHIRAKAWA, M. A.; MONTEIRO, A. B. B.; SELMO, S. M. S.; CINCOTTO, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Goiânia, 1995.

[5] Ibid.

Figura 8 – Representação esquemática do mecanismo de carbonatação

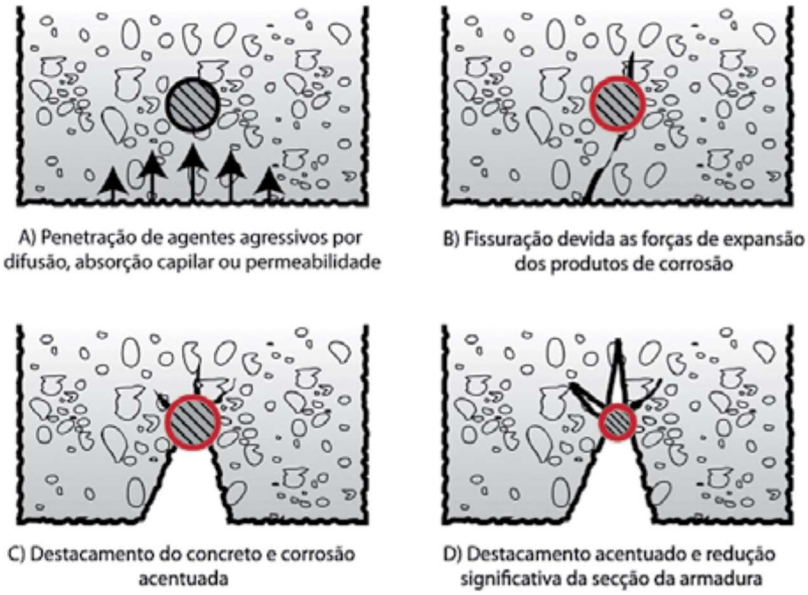


Fonte: Hoppe Filho (2008)

2.7.2.3 Corrosão de armadura

Segundo Cascudo (1997, p. 17), “a corrosão pode ser definida como a interação destrutiva ou a interação que implique inutilização para uso, de um material com o ambiente, seja por reação química, ou por eletroquímica”. O autor ainda conclui que o tipo de corrosão predominante nas estruturas de concreto é a eletroquímica em meio aquoso, sendo que o eletrólito está confinado a uma rede de poros existentes no concreto. Dessa forma, a corrosão do aço no concreto se desenvolve exclusivamente na presença de água ou em ambiente com umidade relativa alta desde que exista uma diferença de potencial (CASCUDO, 1997; SILVA, E., 2010). A corrosão do aço provoca a sua deterioração, conforme Figura 9, afetando a estabilidade e a durabilidade das estruturas.

Figura 9 – Evolução esquemática da deterioração de estruturas de concreto por corrosão de armaduras



Fonte: Helene (1986)

Miotto (2010) descreve os fatores determinantes que ocasionam a corrosão, como vibrações que geram fissuras no concreto e permite o contato da armadura com o ambiente; variações de temperatura que causa choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas; micro-organismos e bactérias que aceleram o processo de oxidação; a presença de ácidos mais agressivos e substâncias químicas nos diferentes ambientes, geralmente água, solo e atmos0fera.

É comum perceber a corrosão das armaduras em edificações, em que corriqueiramente são causadas por execução inadequada da concretagem, resultando em um concreto com elevada porosidade, presença de fissuras de retração e cobrimento das ferragens débil (HUSSEIN, 2013).

2.7.2.4 Lixiviação e eflorescência

Segundo Fusco (2008)[6] *apud* Castro e Martins (2014), a lixiviação é a dissolução dos compostos hidratados que a pasta de cimento sofre com a percolação da água. Como consequência, à medida que a água atravessa os poros do material e se aproxima do exterior, ocorre sua evaporação e a cristalização dos sais que transporta (MELO JÚNIOR, 2016). Este

[6] FUSCO, P. B. Tecnologia do Concreto Estrutural. 2 ed. Editora: PINI, 2008.

fenômeno da migração de sais alcalinos e deposição na superfície dos materiais é descrito como eflorescência.

A eflorescência é originada a partir do alto teor de sais solúveis presentes nos materiais, a presença de água e a pressão hidrostática, que promove a migração da solução para a superfície (SOUZA, 2008). Têm-se o aparecimento de manchas esbranquiçadas com arranjos variáveis como consequência, principalmente decorrente da reação química do hidróxido de cálcio com o dióxido de carbono presente na atmosfera que resulta em carbonato de cálcio, mostrado na Figura 10. Quanto ao aspecto visual, quanto maior o contraste entre o revestimento e a mancha esbranquiçada do carbonato de cálcio, maior a percepção e mais passível de diagnóstico (MELO JÚNIOR, 2016).

Figura 10 – Eflorescência em viga e laje

Fonte: Autoria própria

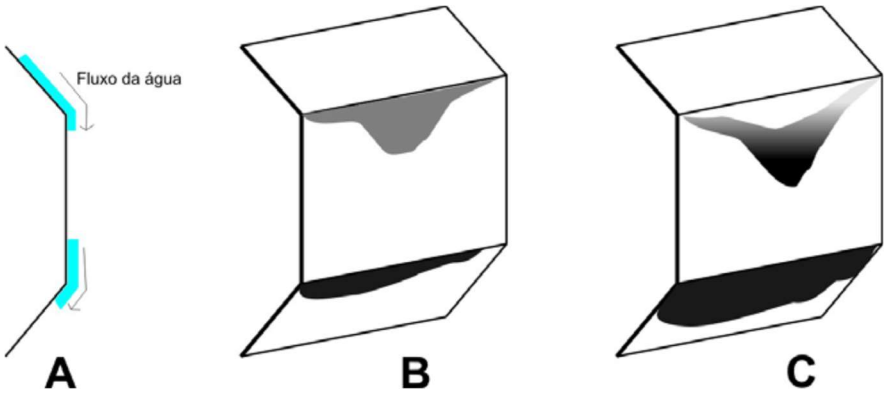
2.7.2.5 Sujidade

A acumulação e deposição de sujidades nas fachadas acarretam a formação de manchas e, conforme Melo Júnior (2016), vários aspectos contribuem para esse processo, como a presença de poluentes atmosféricos, deposição de partículas, adesão das partículas contaminantes e o material empregado no revestimento. Geralmente, o material particulado é levado pela água da chuva ou outra fonte de umidade e, as partículas que estavam suspensas no ar, se depositam na superfície.

Silva, A. (2007) complementa que a geometria da fachada influencia na maneira como a água escoa sobre a superfície e, consequentemente, criam-se regiões mais limpas que

outras, conforme Figura 11. As partículas mais aderidas à superfície que suportam a força de escoamento da água alteram a aparência da fachada, causando manchas onde o fluxo de água é mais lento.

Figura 11 – Lavagem diferencial: (A) transporte de partículas nos planos das fachadas; (B) depósito de partículas onde o fluxo de água é mais lento; (C) surgimento de áreas lavadas e outras com acúmulo de partículas



Fonte: Barth (2000) *apud* Silva, A. (2007)

Melo Júnior (2016) conclui que pode ser questionável afirmar que as manchas descritas como sujidades são somente em decorrência do acúmulo de partículas de poluição, uma vez que alguns estudos apresentaram a presença de microrganismos nestas manchas.

2.7.2.6 Descolamento, empolamento e vesículas

O descolamento da argamassa de revestimento, de acordo com Bauer (1994), pode se apresentar como descolamento por empolamento ou descolamento em placas. Carasek (2010) afirma que o empolamento é um fenômeno caracterizado pela hidratação tardia do óxido de magnésio presente na cal, resultando em uma reação química expansiva que descola o revestimento de argamassa da camada anterior, formando bolhas que aumentam gradativamente. Com isso, o revestimento apresenta som cavo sob percussão.

Em outros casos, ocorre o empolamento da pintura e bolhas menores de umidade, patologia conhecida como vesícula. Cincotto (1988), aponta que além da reação química da cal mal hidratada com o óxido de cálcio (apresentação da parte interna em cor branca), as vesículas podem ser resultantes da presença de pirita ou matéria orgânica na areia (apresentação da parte interna em cor escura, marrom ou preta) e presença de concreções ferruginosas na areia (apresentação da parte interna em cor vermelha).

Quanto ao descolamento por placas (Figura 12), Bauer (1994) aponta que é devido à falta de aderência do revestimento ao substrato, por falha de execução ou composição da

argamassa. O autor ainda destaca que ambos tipos de descolamentos podem ser acompanhados de pulverulência da argamassa, decorrente da desagregação e esfarelamento dos materiais.

Figura 12 – Descolamento em placa devido a presença de desmoldante na base (estrutura de concreto)

Fonte: Carasek (2010)

2.8 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RELAÇÃO ÀS ETAPAS DE PRODUÇÃO E USO DAS EDIFICAÇÕES

Para a análise de problemas patológicos, cabe identificar não tão somente a causa, mas também a origem, isto é, em qual etapa do processo construtivo foram criadas as condições para as anomalias se manifestarem e desenvolvessem (ISAIA, 2010; CASTRO; MARTINS, 2014). As patologias podem se manifestar nas etapas de construção do edifício quando não há um planejamento eficiente, abrangendo a ausência de projetos, erros nas especificações dos materiais, execução com mão de obra deficitária ou durante o uso e operação após a entrega da obra.

2.8.1 Fase de projeto

A falta de projeto e a incompatibilidade entre os existentes resultam em omissões e equívocos por parte da mão de obra operacional, gerando ações improvisadas que muitas vezes não correspondem para o atendimento da real necessidade daquele serviço. Antunes (2010) afirma que a ausência de projetos de impermeabilização e de detalhamentos de elementos construtivos, como pingadeiras, peitoris, vergas e contra-vergas, contribuem significativamente para a incidência de patologias.

2.8.2 Especificações de materiais

Antunes (2010) declara que os novos materiais que surgem no mercado nem sempre são propriamente testados e estão conformes com os requisitos e critérios de desempenho da ABNT NBR 15575-1:2013, facilitando a ocorrência de patologias pela má qualidade. O item 5.3 da referida norma aponta que cabe ao projetista especificar os materiais, produtos e processos que atendam às exigências de desempenho, solicitando informações ao fabricante para salientar as decisões de especificações. Dessa forma, é importante a exigência do certificado da qualidade emitidos pelos órgãos regulamentadores com os requisitos para cada material, devendo ser verificados antes do recebimento na obra e atestados durante os processos de construção do edifício (ISAIA, 2010).

Antonelli, Carasek e Cascudo (2002) complementam que as patologias originárias da deficiência dos materiais também são resultantes do envelhecimento e deterioração dos materiais, que podem ser consequências de uma dosagem ou aplicação inadequada dos componentes.

2.8.3 Dosagem ou traço

Carasek e Bauer (1997)[7], citados por Antunes (2010), contam que uma dosagem indevida dos agregados e do aglomerante podem acarretar alterações signiticativas nas características relacionadas com a durabilidade da mistura. O desajuste do traço pode implicar em problemas em relação a retração plástica, originando fissuras e descolamento; a baixa capacidade de aglutinação dos componentes da mistura, ficando propícios à pulverulência e a maior permeabilidade ao vapor d'água, gerando bolores. Destaca-se ainda que a proporção adequada do teor de cimento possibilita melhorias na resistência mecânica e aderência à base.

Tratando-se de argamassas, Cincotto (1988) enfatiza que devem-se evidenciar a retenção de água, consistência, coesão, plasticidade, trabalhabilidade e pega inicial como requisitos no estado fresco e resistência mecânica, retração, permeabilidade, deformabilidade, aderência e durabilidade no estado endurecido.

[7] CARASEK, H.; BAUER, E. 1º Curso de Tecnologia das construções – Argamassas de Revestimento. Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

2.8.4 Fase de execução

Antunes (2010) aborda que os erros durante a execução estão associados à baixa qualificação da mão de obra utilizada e à ausência dos procedimentos de execução de serviços, ocasionando soluções improvisadas, além de barreiras entre a técnica e a administração no ambiente de trabalho, prazo curto para a realização dos serviços e gerenciamento deficitário.

2.8.5 Uso, operação e manutenção

Compete ao usuário da edificação promover as inspeções periódicas e realizar manutenções necessárias para que o projeto atenda à vida útil projetada, mantendo sua funcionalidade (HELENE, 1992 *apud* CASTRO; MARTINS, 2014). Contudo, de modo geral, muitas vistorias são realizadas após a manifestação da patologia ou quando o nível de degradação está avançado, recorrendo a ações corretivas.

Isaia (2010) diz que outro fator agravante é o proprietário proceder modificações sem consultar um profissional, ou usar a construção de forma diferente do que foi projetada, provocando efeitos para a estabilidade e desempenho da edificação, como a movimentação estrutural e sobrecarga.

2.8.6 Fatores externos

Por estarem mais expostas ao meio ambiente, as fachadas têm maior probabilidade de deterioração ao longo do tempo, afetando a vida útil do edifício. Antunes (2010) apresenta que os fatores externos que mais influenciam a deterioração das fachadas são a umidade, as variações climáticas e os fatores atmosféricos como ação do vento e poluentes do ar; chuva e outras formas de água; choque térmico devido a variação da temperatura e incidência de radiação.

2.9 EDIFÍCIO DE CONCEPÇÃO *ART DÉCO*

Em linhas gerais, o *art déco* foi um conjunto de manifestações artísticas que objetivava exteriorizar um espírito moderno através da arte decorativa, ligado ao movimento industrial e ao capitalismo emergente que buscava novos mercados. Os edifícios geralmente eram estruturados mediante uma composição volumétrica que integrava formas geométricas, como elementos cilíndricos, prismas retangulares, volumes planos ou arredondados, horizontais ou verticais (MUNDURUCA, 2013).

Munduruca (2013) ainda apresenta as linhas estilísticas que influenciaram o *art déco*. Destaca-se a linha denominada streamline, a qual buscava representar o design industrial de veículos associados à velocidade e aerodinâmica, assim como navios, associando-os à escala exagerada e à técnica. Dessa forma, singularizava-se por cantos arredondados e moderados detalhes, apenas com leves frisos que emolduravam curvas como nos grandes transatlânticos (Figura 13), como também a existência de janelas arredondadas que remetem as escotilhas náuticas, conforme mostra a Figura 14.

Figura 13 – Linha estilística da *art déco*: *streamline*

Fonte: Munduruca (2013)

Figura 14 – Janelas arredondadas que lembram escotilhas náuticas

Fonte: Caetano (2018)

A adoção do uso de platibandas para esconder o telhado em edifícios *art déco* reforça a intenção de utilizar formas e volumes geométricos, além da presença de janelas de madeira ou ferro, do tipo persiana de enrolar ou basculantes, como mostra a Figura 15 (CONDE, 1997[8]; UNES, 2010[9] *apud* MUNDURUCA, 2013).

Figura 15 – Volumes geométricos com a presença de janelas de madeira e persianas do tipo enrolar

Fonte: Caetano (2018)

Segundo Unes (2008), os materiais usados para a concepção dos edifícios *art déco* eram estuque, adope ou taipa, restritamente artesanais, cuja produção em escala era modesta devido à fragilidade da indústria nacional. Em Goiânia, os recursos econômicos eram escassos e a implantação de novas técnicas e materiais teve resistência porque desencadeavam dúvidas quanto à resistência diante dos céticos construtores locais da época. Entretanto, há poucos registros sobre os tipos de revestimentos e acabamentos usados nas fachadas, mas sabe-se, por meio de relatos de veteranos mestres de obras, que foi comum o uso de pó de pedra com mica, conhecido como "reboco lavado", além da tradicional pintura à base de cal ou óleo.

Segundo historiadores, conforme exposto por Gonçalves *et al*. (2005[10] *apud* MUNDURUCA, 2013), o revestimento era constituído por cimento, mica e material pétreo, resultando em um dos mais nobres e duradouros revestimentos, sendo encontrado em diferentes

[8] CONDE, L. P. F. Art déco: modernidade antes do movimento moderno. In: I Seminário Internacional: Art Déco na América Latina, Rio de Janeiro, 1997.
[9] UNES, W. Motivação: edifícios públicos e componentes art déco. 190f. In: GOIÂNIA art déco: acervo arquitetônico e urbanístico - dossiê de tombamento. Instituto Casa Brasil de Cultura, Goiânia, 2010.
[10] GONÇALVES, M. R. F.; FERNANDES, A. R; LEITE, C. P.; DIAS, A. R. P. Revestimento externo do prédio da Catedral São Francisco de Paula, Pelotas-RS – caracterização e identificação de fenômenos patológicos. 11f. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Florianópolis, 2005.

tonalidades e sendo estável a luz. Cascudo e Carasek (1992) explicam que a utilização de acabamentos rugosos foram a alternativa para a prevenção do desenvolvimento de fissuras, que são comumente encontradas em acabamentos muito lisos, que resultam em possíveis penetrações de água.

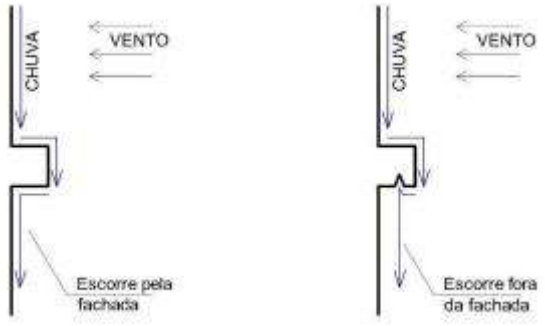
> O reboco lavado constituía-se em um tipo de revestimento aplicado sobre uma camada de regularização (emboço), cuja execução era feita usualmente em uma ou duas demãos, numa única camada, com espessura final variável entre 10 e 12 mm, conhecida como massa fina (CASCUDO; CARASEK, 1992; LEVY; HELENE, 2010 *apud* MUNDURUCA, 2013, p. 90).

Infelizmente, a percepção do patrimônio cultural *art déco* pelos goianienses é escassa e destacam principalmente aspectos negativos, tipificando os edifícios como ultrapassados e sem cores. Borges, Carasek e Cascudo (2014) contam que a concentração de atividades diversificadas e a diminuição do uso residencial no centro da cidade contribui para a falta de afetividade e de identidade dos moradores com o local. Dessa forma, existe a necessidade de políticas de revitalização e conservação do patrimônio arquitetônico de Goiânia, afim de resgatar a memória histórica e artística nacional, além de possibilitar o reconhecimento da identidade cultural goianiense.

2.9.1 Detalhes propícios ao surgimento de patologias

O estilo *art déco* possui detalhes construtivos nas fachadas que podem contribuir para o acúmulo de água e, consequentemente, no surgimento de patologias. Uma particularidade que pode ser citada é a ausência de pingadeiras que interceptam a lâmina da água no plano das platibandas, causando a retenção de umidade e o surgimento de manchas escuras com o desenvolvimento de micro-organismos e sujidade nas fachadas (ANTUNES, 2010).

Figura 16 – Esquema de funcionamento da pingadeira



Fonte: Oliveira (2013)

O sistema de drenagem das águas pluviais existente para a captação de água proveniente da cobertura também pode ser causador de patologias caso seus elementos não estiverem íntegros e em condições de funcionamento, como calhas, coletores verticais e horizontais.

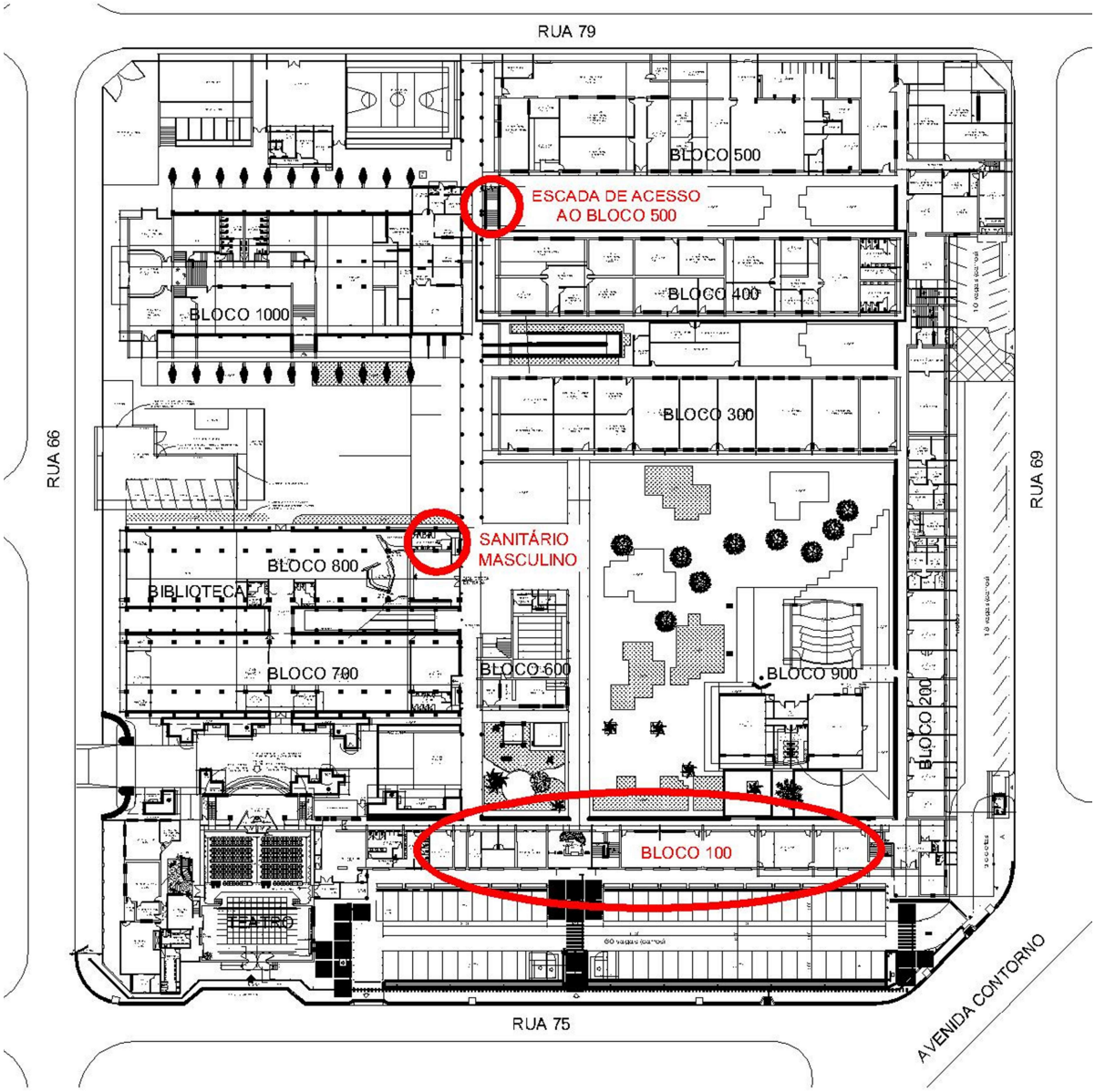
3 METODOLOGIA

Neste trabalho foram abordados e serão discutidos dois métodos de inspeção predial comumente explanados na elaboração de outros trabalhos acadêmicos – por mais que este tema ainda seja pouco explorado –, com o propósito de contrastar as premissas de cada método. São eles: o Boletim Técnico 06/86 publicado por Lichtenstein em 1986 e intitulado "Patologia das construções: procedimento para diagnóstico e recuperação" e a Norma de Inspeção Predial Nacional, criada pelo IBAPE/SP em 2012. Inicialmente, foram explicitados a fundo a sistematização de ambos procedimentos na Revisão Bibliográfica deste trabalho, seção 2.6, simplificando apenas aquilo que não faça parte intrínseca para o entendimento e a aplicação da metodologia.

Para a emprego dos métodos, será realizado o levantamento das patologias provenientes de infiltração e umidade, no Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia, especialmente nas fachadas dos pavilhões e em áreas molhadas, sendo abordado o bloco 100, tombado pelo IPHAN; a escada de acesso às salas do pavimento superior do bloco 500; o sanitário masculino próximo à entrada da biblioteca. A escolha do local para estudo permeia da necessidade de intervenções nos blocos do Câmpus, devido à grande quantidade de patologias percebidas, desde os blocos tombados pelo IPHAN até os que foram concebidos em reformas posteriores. Também, procurou-se divergir as amostragens de ambientes a fim de abranger mais manifestações patológicas que possam ser visualizadas.

O objeto do estudo de caso, IFG – Câmpus Goiânia, está localizado entre as Ruas 66, 79, 69 e Rua 75, no Setor Central, conforme Figura 17. O projeto arquitetônico em arquivo digital para apresentação das áreas de estudo foi fornecido pela Gerência de Apoio Administrativo e Manutenção (GAAM) do IFG – Câmpus Goiânia, com o intuito de exibir uma melhor visualização do objeto de estudo.

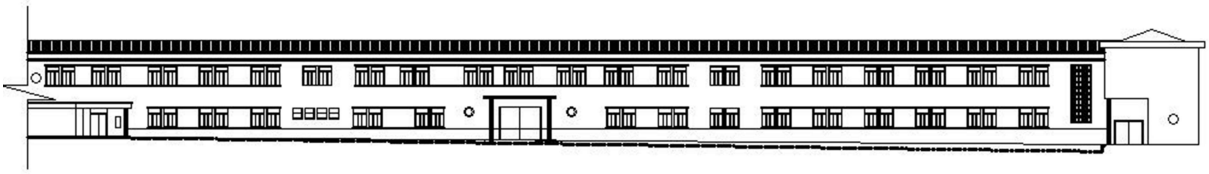
Figura 17 – Planta baixa do IFG - Câmpus Goiânia com blocos nomeados e áreas de estudo indicadas



Fonte: Projeto fornecido pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia); adaptado pelo autor

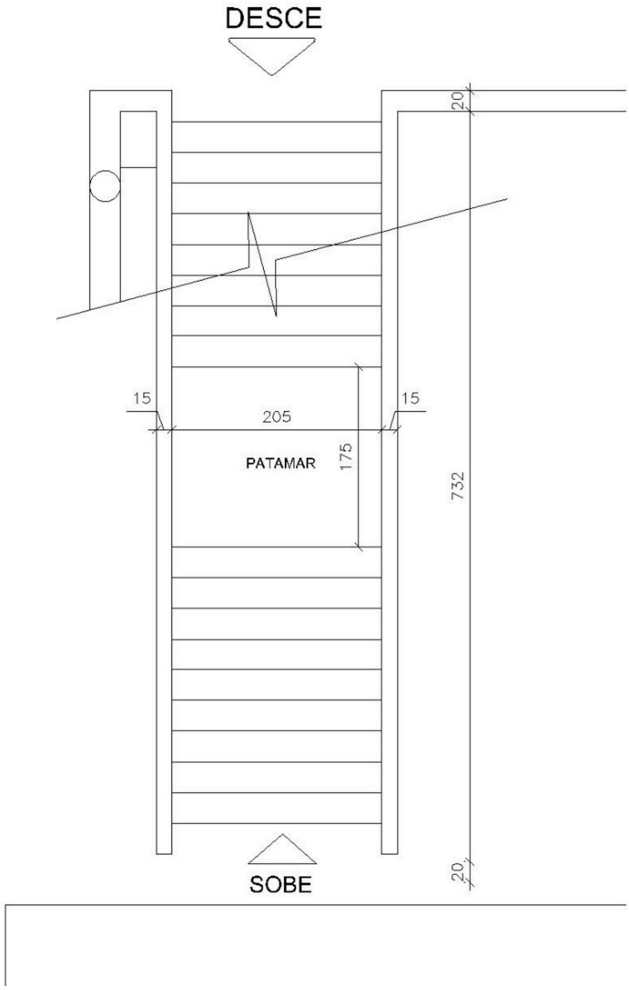
As áreas que foram inspecionadas estão representadas com maiores detalhes a seguir, sendo elas: o bloco 100 tombado pelo IPHAN (Figura 18), a escada de acesso para o piso superior do bloco 500 (Figura 19) e o sanitário masculino próximo à entrada da biblioteca (Figura 20).

Figura 18 – Fachada voltada à Rua 75: bloco 100



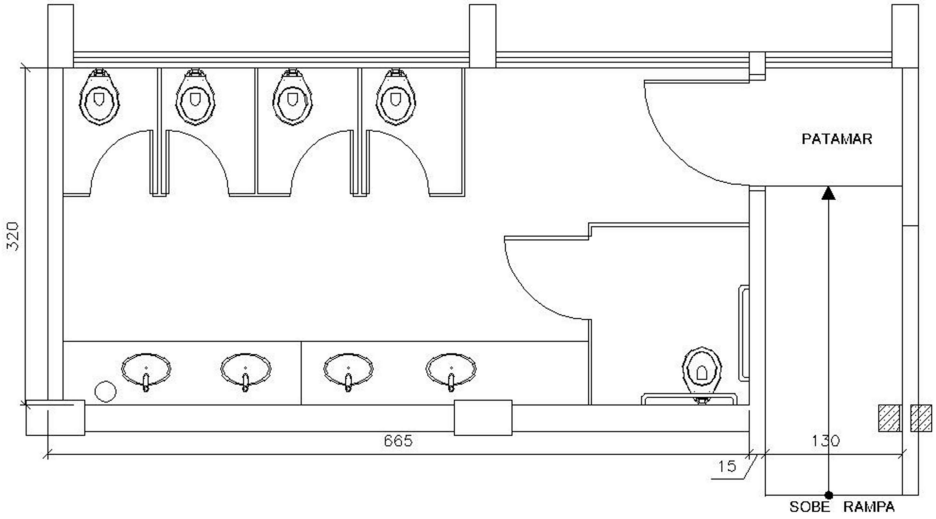
Fonte: Projeto fornecido pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia); adaptado pelo autor

Figura 19 – Planta baixa da escada de acesso ao pavimento superior do bloco 500



Fonte: Projeto fornecido pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia); adaptado pelo autor.

Figura 20 – Planta baixa do banheiro masculino próximo à entrada da biblioteca



Fonte: Projeto fornecido pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia); adaptado pelo autor

Apoiados no estudo de caso, os métodos serão comparados e confrontados com o desfecho do levantamento realizado, e, dessa forma, será possível distinguir a abrangência e o rigor de cada técnica. Por fim, será proposto um procedimento próprio para as inspeções na Instituição, customizando de forma sucinta uma metodologia que aborde a sucessão das etapas desde a identificação da patologia à solução do problema, com base nas comparações realizadas e sintetizando as informações mais importantes.

3.1 INSPEÇÃO VISUAL

Nas áreas de estudo, a inspeção visual foi realizada com o objetivo principal de identificar os danos causados pela infiltração e umidade para o levantamento das patologias existentes, a fim de relacionar estas ocorrências ao que originou o problema, com o intuito de apontar a conduta necessária para dirimir a causa da manifestação patológica.

O objetivo deste trabalho, de modo a propor um método de inspeção para estabelecer critérios e parâmetros para efetuar as intervenções, permeia principalmente da identificação visual do problema patológico por meio da inspeção visual, uma vez que sua execução é rápida e muitas vezes suficiente para decidir a conduta que será adotada. Sendo assim, foi possível abordar a maioria das patologias provenientes de infiltração e umidade.

Logo, para patologias com o grau de complexidade e risco maior, que podem provocar danos contra a saúde e segurança dos usuários ou perda excessiva de desempenho e funcionalidade, faz-se necessário a adoção de exames complementares, com o propósito de apresentar as informações não obtidas pelos sentidos naturais, através de meios físicos,

químicos ou biológicos, podendo ser classificados em análises laboratoriais e ensaios *in loco*, conforme proposto por Lichtenstein (1986).

As visitas para as inspeções foram realizadas no período matutino, em períodos chuvosos e em períodos de estiagem, com a intenção de comparar a possível evolução das patologias com a incidência das chuvas. Durante as inspeções ao longo do trabalho, realizou-se registros fotográficos das manifestações visualizadas e, observou-se que há a ocorrência de várias patologias em comum em todo o Câmpus e, por isso, serão dissertadas aquelas presentes nas áreas delimitadas como objeto de estudo uma vez que são representativas para a maior parte das patologias existentes na Instituição, condizente com o esperado.

3.2 PROJETOS, DOCUMENTOS E HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES

Para melhor entendimento das manifestações patológicas encontradas, foram explanados alguns projetos de arquitetura e documentos de vistorias e manutenções feitas na Instituição com a finalidade de buscar o melhor entendimento do histórico das intervenções realizadas. Assim sendo, a Gerência de Apoio Administrativo e Manutenção do IFG – Câmpus Goiânia disponibilizou os registros existentes e, com isso, tentou-se inteirar-se das possíveis causas das patologias levantadas.

Neste contexto, o histórico das ações já praticadas na resolução de uma patologia faz-se necessária e de suma importância para o conhecimento e entendimento da evolução ou solução do problema.

3.3 DIAGNÓSTICO DAS CAUSAS E ORIGENS

O diagnóstico pode ser entendido como a explicação científica dos fenômenos ocorridos e seu desenvolvimento. As causas principais são responsáveis pelo aparecimento do problema e provocam alterações nos materiais, geralmente associadas à ação de agentes físicos e biológicos e, as causas coadjuvantes, estão relacionadas com a idade do edifício e a falta de conservação e manutenção. Embora realizado a inspeção visual e a anamnese da edificação, todo diagnóstico envolve um risco de incorreção, sendo assim, o escopo é entendido como a elaboração de um diagnóstico muito provável.

3.4 DEFINIÇÃO DA CONDUTA

Após a elaboração do diagnóstico e conhecimento geral do processo patológico, deve-se definir a conduta para intervenção. Na fase de avaliação e escolha da conduta, as ações

são hierarquizadas de acordo com suas possíveis consequências. A escolha racional representa aquela baseada no melhor custo-benefício, que busca o melhor desempenho possível dentro do menor custo conseguível.

Toda opção tem associado um grau de incerteza sobre as suas consequências, associando-se a cada intervenção, uma probabilidade quanto a eficiência do resultado esperado. Por último, após estimado a relação custo-benefício e o grau de incerteza, faz-se necessário a listagem das técnicas de execução e materiais e equipamentos envolvidos na realização das atividades propostas em cada conduta.

3.5 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS DE INSPEÇÃO

Ambos os métodos de inspeção predial apresentados neste trabalho – Lichtenstein (1986) e IBAPE/SP (2012) – serão tratados como base para o levantamento das patologias provenientes de infiltração e umidade, apontando a maior abrangência e especificidade de cada um dos métodos.

A fim de tornar o trabalho mais organizado e com melhor aproveitamento, foi estabelecido que as inspeções de cada área de estudo serão apresentadas separadamente, indicando o obtido por cada método, assim como o diagnóstico concebido e as condutas escolhidas.

3.6 FICHAS DE INSPEÇÃO

As fichas de inspeção consistem na representação sinóptica das informações referentes às manifestações de deteriorações da edificação, discriminadas de forma rigorosa, mas sucinta, sintetizando o resultado das investigações numa determinada data e tempo. Trata-se de um dos primeiros documentos técnicos para a definição da intervenção na edificação.

A elaboração das fichas de inspeção será a partir da especificidade e abrangência percebida em ambos os métodos de inspeção estudados. Pretende-se apresentar as fichas sob a forma de formulário (impressas ou em meio digital), com tamanho e formatação apropriados para possibilitar um fácil manuseio e rápida compreensão, conforme exemplificado no Apêndice A. As fichas devem conter anotações e registros fotográficos (quando em meio digital) sobre os danos nos elementos de uma edificação.

3.7 CARTILHA DE CONDUTAS

A partir das fichas de inspeção, espera-se que seja possível identificar a origem e a causa da manifestação patológica referida, tornando possível dirimir as incertezas inerentes ao diagnóstico e aperfeiçoando cada vez mais as decisões a serem tomadas.

O processo de resolução de uma patologia pode ser entendido como o círculo de "informação-decisão-ação-informação-decisão", assim sendo, a divulgação da história da manifestação patológica e de sua solução configura que o conhecimento técnico e científico empregados e adquiridos durante o processo de solução do problema patológico sejam formalizados. Este registro torna-se fonte para a aquisição de subsídios necessários para o diagnóstico de casos semelhantes e a definição da conduta mais apropriada (LICHTENSTEIN, 1986).

Desta maneira, almeja-se a elaboração de uma cartilha de condutas que reúna as intervenções mais eficientes e apropriadas para cada manifestação patológica levantada, classificando-as quanto à origem, causa ou danos/efeitos. Ou seja, com o resultado dos estudos e análises feitas sobre a patologia, propor algumas condutas como alternativas para a solução do problema.

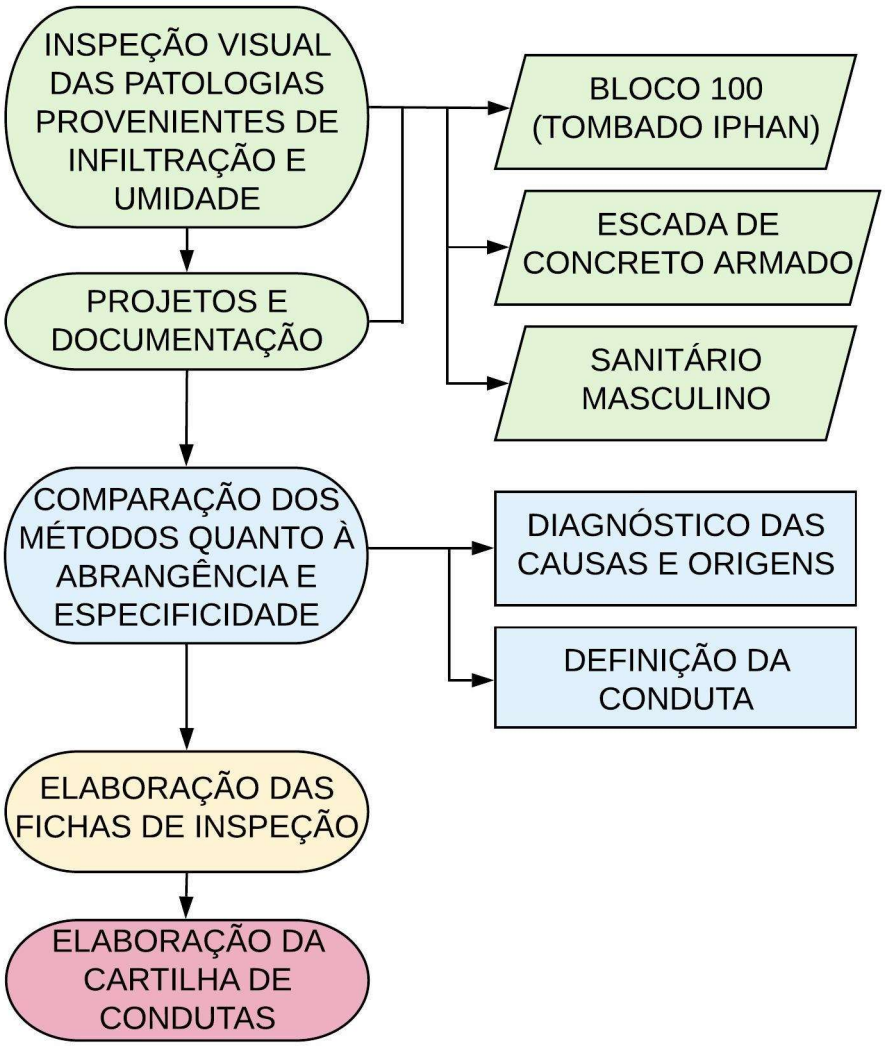
No entanto, como já abordado na seção 2.6.1.4, Lichtenstein (1986) declara que são escassos os dados estatísticos a respeito dos problemas patológicos e sobre o seu tratamento porque, em geral, os problemas não são registrados seguindo uma metodologia e não tem-se o histórico das condutas adotadas.

Por este motivo, a proposta deste trabalho permeia documentar as inspeções e identificações das manifestações patológicas por meio das fichas de inspeção e, catalogar as intervenções realizadas com o auxílio da cartilha de condutas. Logo, mais à frente, será possível a retroalimentação da cartilha de condutas com os resultados das intervenções realizadas para servir de subsídio para o diagnóstico de ocorrências semelhantes.

3.8 FLUXOGRAMA

O fluxograma apresentado a seguir ilustra a metodologia proposta neste trabalho, que consiste em realizar as inspeções visuais e o estudo de projetos e documentações pertinentes às áreas de estudo; comparar os métodos de inspeção aplicando-os no estudo de caso; elaboração das fichas de inspeção e cartilha de condutas a ser adotada pela Instituição (Figura 21).

Figura 21 – Fluxograma apresentando a estrutura deste trabalho



Fonte: Autoria própria

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste ponto apresentam-se os resultados e as discussões relativas às inspeções realizadas abordando a comparação dos métodos dissertados. Também, o modelo para as fichas de inspeção e a cartilha de condutas obtidas com o estudo de caso feito.

Inicialmente são discutidos os estudos de caso efetuados em cada área de estudo, tratados separadamente para melhor entendimento da contribuição de cada um dos métodos, sendo apresentadas as apurações conseguidas através da inspeção visual das patologias provindas de infiltrações e umidade e da busca por projetos e documentos referentes à área estudada. À visto disso, foram propostos os diagnósticos e as condutas recomendadas para as manifestações patológicas levantadas.

Em seguida são apresentadas as contribuições de ambos métodos no estudo de caso, assim como as ponderações quanto à abrangência e especificidade que cada um proporciona.

Logo após, são mostrados os dados julgados como indispensáveis para a elaboração das fichas de inspeção e, por último, a composição das informações necessárias para a criação da cartilha de condutas, compreendendo, até o momento, as patologias visualizadas.

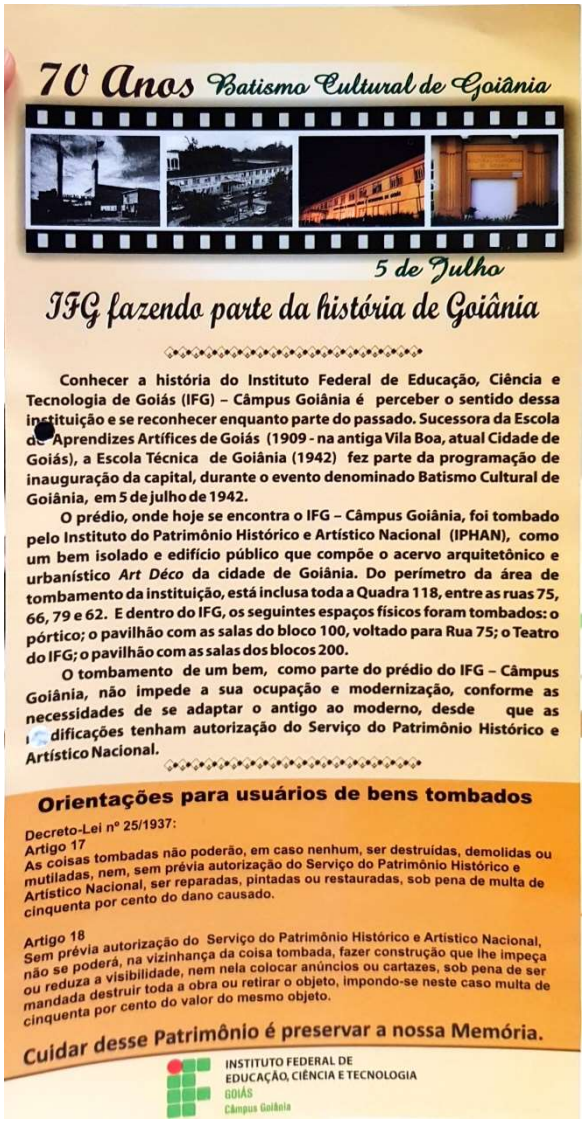
4.1 INSPEÇÃO PREDIAL DAS ÁREAS DE ESTUDO

Nesta subseção, serão explanadas separadamente as inspeções realizadas e os resultados obtidos para a elaboração do diagnóstico e definição da conduta de cada área de estudo. Também, os métodos de inspeção estudados serão abordados separadamente e serão contrastados com suas devidas contribuições na subseção 4.2.

4.1.1 Bloco 100 (Tombado pelo IPHAN)

A escolha do bloco 100, construído na década de 1940 no estilo *art déco*, foi pensada para abordar parte do IFG – Câmpus Goiânia que é tombado pelo IPHAN. O tombamento de um bem proíbe a destruição e descaracterização e é aplicado a bens de interesse para a preservação da memória e referenciais coletivos (CAETANO, 2018). Por isso, as manutenções e reparos neste pavilhão são realizados mediante solicitação da GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) e somente após resposta do IPHAN com as delimitações e especificações dos serviços e materiais permitidos que se realizam as intervenções. O folheto apresentado na Figura 22 a seguir disserta sobre o tombamento.

Figura 22 – Folheto da comemoração de 70 anos (2012) do Batismo Cultural de Goiânia



Fonte: Folheto fornecido pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia)

- MÉTODO 1 – LICHTENSTEIN (1986)

a) Vistoria:

O levantamento das patologias provenientes de infiltrações e umidade iniciou-se com a inspeção visual da fachada voltada à Rua 75 (Figura 23, Figura 24 e Figura 25).

Figura 23 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75

Fonte: Autoria própria

Figura 24 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75

Fonte: Autoria própria

Figura 25 – Fachada do bloco 100 voltada à Rua 75

Fonte: Autoria própria

Notou-se alguns pontos de descolamento e empolamento da pintura nas alvenarias da fachada, laje de cobertura do acesso de estudantes e laje do pavimento superior ao acesso de professores.

Figura 26 – Descolamento e empolamento da pintura da alvenaria

Fonte: Autoria própria

Figura 27 – Descolamento e empolamento da pintura da alvenaria

Fonte: Autoria própria

Figura 28 – Descolamento da pintura da laje de cobertura do acesso de estudantes

Fonte: Autoria própria

Observou-se manchas de bolor nas regiões da alvenaria próxima ao solo (Figura 29), além de ser possível notar que já foram realizadas várias intervenções de pintura na altura de rodapés (Figura 30).

Figura 29 – Manchas de bolor próximas ao solo

Fonte: Autoria própria

Figura 30 – Intervenções de pintura realizadas na altura de rodapés

Fonte: Autoria própria

Também é possível visualizar várias manchas de sujidade próximas às janelas, como exibido na Figura 31, e nas bordas das lajes de cobertura do acesso de estudantes e do acesso ao Teatro (Figura 46 e Figura 47), além dos frisos que fazem parte da concepção arquitetônica do estilo *art déco*, como mostra a Figura 32.

Figura 31 – Manchas de sujidade e empolamento da pintura da laje do pavimento superior ao acesso de professores

Fonte: Autoria própria

Figura 32 – Manchas de sujidade nos frisos

Fonte: Autoria própria

Para conhecimento de possíveis patologias provindas da umidade por precipitação, inspecionou-se o telhado do referido pavilhão.

Figura 33 – Telhado do bloco 100, vista para o Leste

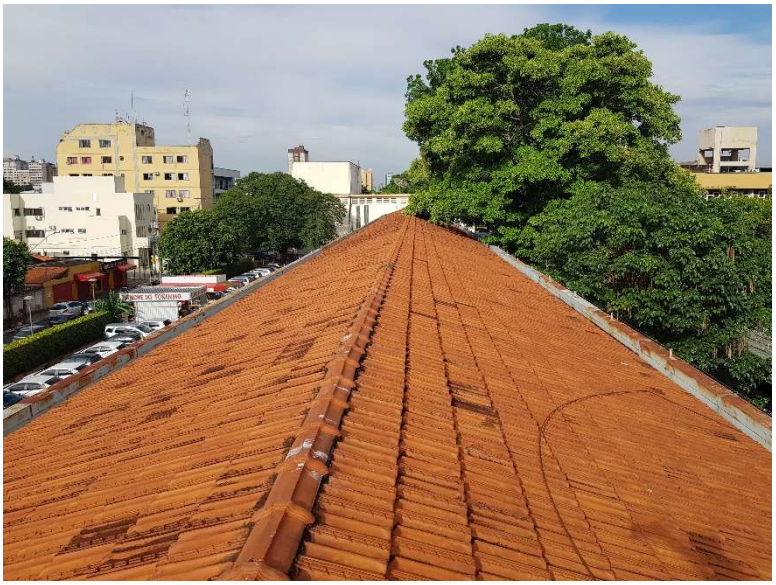
Fonte: Autoria própria

Figura 34 – Telhado do bloco 100, vista para o Oeste

Fonte: Autoria própria

O telhado é de estrutura de madeira e do tipo duas águas e, portanto, possui duas calhas ao longo de sua extensão (Figura 35). Alguns pontos não possuem caimento para o escoamento da água para os coletores verticais, resultando em acúmulo de água parada nas calhas (Figura 36 e Figura 37), sendo necessário que o funcionário responsável pela limpeza faça o escorrimento da água com o auxílio de um rodo.

Figura 35 – Telhado duas águas



Fonte: Autoria própria

Figura 36 – Acúmulo de água nas calhas

Fonte: Autoria própria

Figura 37 – Acúmulo de água nas calhas

Fonte: Autoria própria

Foi possível notar que as telhas são cerâmicas do tipo francesa e algumas delas estavam danificadas, principalmente próximo às antenas de telecomunicação. Detectou-se também algumas telhas soltas e sem o encaixe correto. O IPHAN exige que o telhado mantenha o mesmo tipo de telha, sendo feita a troca apenas por peças do mesmo modelo.

Figura 38 – Telhas cerâmicas do telhado do bloco 100

Fonte: Autoria própria

Figura 39 – Telhas sem o encaixe correto

Fonte: Autoria própria

Figura 40 – Telhas danificadas

Fonte: Autoria própria

Figura 41 – Telhas danificadas

Fonte: Autoria própria

Além disso, a vegetação que avança por cima do telhado causa alguns transtornos com a frequente queda de folhas e flores. A limpeza das calhas é feita de duas a três vezes por semana em épocas de estiagem e até 4 vezes por semana em épocas chuvosas. As figuras a seguir foram fotografadas na terça-feira, mostrando que todo o acúmulo de folhas e flores se deu apenas no final de semana anterior.

Figura 42 – Vegetação avançando por cima do telhado

Fonte: Autoria própria

Figura 43 – Calha coberta por folhas

Fonte: Autoria própria

Figura 44 – Calha coberta por folhas e flores

Fonte: Autoria própria

Olhando por cima das lajes de cobertura do acesso de estudantes e do acesso ao Teatro foi possível visualizar os danos causados pelo acúmulo de água. Na laje do acesso de estudantes, notou-se a existência de um dreno na lateral em uma das platibandas (Figura 45), mas a laje não possui o caimento adequado e o tubo não coleta a totalidade da água no plano da laje. Ademais, apresenta manchas esbranquiçadas e formação de lodo (micro-organismos), mostrado na Figura 46.

Figura 45 – Dreno lateral da cobertura do acesso de estudantes

Fonte: Autoria própria

Figura 46 – Laje de cobertura do acesso de estudantes com água acumulada, manchas esbranquiçadas e formação de lodo

Fonte: Autoria própria

Na laje do acesso ao Teatro viu-se a formação de lodo em toda sua extensão. Esta, por sua vez, possui o caimento adequado para os drenos.

Figura 47 – Laje de cobertura do acesso ao Teatro com proliferação de lodo

Fonte: Autoria própria

b) Anamnese:

Para compreender os problemas reincidentes neste pavilhão, recorreu-se à GAAM (IFG – Câmpus Goiânia), responsável pelas manutenções. Em épocas chuvosas, ocorrem alguns vazamentos no telhado e molham a laje de cobertura, causando danos severos ao revestimento

e pintura do teto. Esta Gerência informou que as intervenções autorizadas pelo IPHAN não são suficientes para dirimir os problemas do telhado em questão. Buscou-se o projeto da rede pluvial, mas não há registros da existência do mesmo.

No telhado, é realizada a manutenção de duas a três vezes por semana, o que inclui a limpeza das calhas com a retirada das folhagens e escoamento da água e o encaixe das telhas que foram deslocadas pelo vento. A maior incidência de telhas quebradas é próxima à antena de telecomunicação, o que sugere que os técnicos responsáveis pela montagem e manutenção da antena danificaram as telhas.

A GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) permitiu o acesso aos ofícios, informações técnicas, diagnósticos do estado de conservação e relatórios fotográficos enviados pelo IPHAN para a Diretoria Geral do IFG – Câmpus Goiânia. Conforme o Ofício n.º 105/12/Coord.Téc./Iphan-GO, foram encaminhadas as Informações Técnicas IT n.º 018/12 e IT n.º 020/12 acerca de problemas de umidade e infiltrações no edifício do IFG – Câmpus Goiânia.

A IT n.º 018/12 descreve a vistoria técnica para verificar as condições das paredes e muretas dos blocos tombados, especialmente quanto à presença de infiltrações na cobertura e umidade ascendente, descente e localizada, como caracterizam. Neste documento o vistoriador observou muitas paredes do primeiro pavimento com descolamento da pintura, em decorrência da umidade provinda do solo, uma vez que provavelmente não houve impermeabilização das fundações da edificação.

A IT n.º 020/12 relata as causas das infiltrações e indica possíveis soluções para os problemas, estabelecendo diretrizes para as intervenções. Em alguns trechos em que a argamassa estava se desagregando, era visível em sua composição a existência de partes de saibro e a presença de grande quantidade de umidade.

O próprio engenheiro do IPHAN responsável pela vistoria mencionou as intervenções recomendadas para os locais que apresentavam umidade, expostas mais a frente, no tópico “Condutas recomendadas”.

Ademais, o Ofício n.º 122/12/Coord.Téc./Iphan-GO retrata que foram encaminhados o Diagnóstico do Estado de Conservação e Cronograma de Vistorias de Fiscalização. Este ofício ainda requer a apresentação das soluções dos danos referentes a infiltrações e pontos de umidade apontados no Ofício n.º 105/12 /Coord.Téc./Iphan-GO. Anexo a ele, consta o Diagnóstico do Estado de Conservação da edificação em questão, que descreve

pormenorizadamente a identificação, descrição, avaliação, e situação de todos os sistemas construtivos existentes. Além disso, consta em anexo o Relatório Fotográfico da vistoria técnica realizada no IFG – Câmpus Goiânia.

c) Diagnóstico:

Como percebido, a concepção arquitetônica da fachada do bloco 100 contribui para o acúmulo de água nos telhados e coberturas. A falta de pingadeira nas janelas favorece o acúmulo de sujidade com o escoamento da água. O descolamento e empolamento da pintura na face inferior da laje do pavimento superior ao acesso de professores também podem ser causados pela falta de pingadeira e quebra da lâmina d'água no fim da fachada, causando a umidade próxima à extremidade da laje, conforme Figura 31.

Para o descolamento e empolamento da pintura e manchas de bolor nas alvenarias presume-se que há umidade provindo do solo por capilaridade dos materiais empregados na alvenaria.

A quantidade de telhas cerâmicas quebradas e o eventual deslocamento das mesmas com a ventania proporciona a entrada de água das chuvas para debaixo do telhado e, consequentemente, molha a laje de cobertura. Além de que o rápido acúmulo de folhagens e a falta do caimento adequado das calhas podem proporcionar o transbordamento da água das calhas para a laje de cobertura.

A ausência de caimento e drenos eficientes na laje de cobertura do acesso de estudantes resulta no empoçamento da água e proliferação dos micro-organismos, formando o lodo. Na laje de cobertura do acesso ao Teatro, embora possua declividade para os drenos, há o crescimento de micro-organismos devido a umidade que o concreto absorve associado a pouca incidência de luz solar.

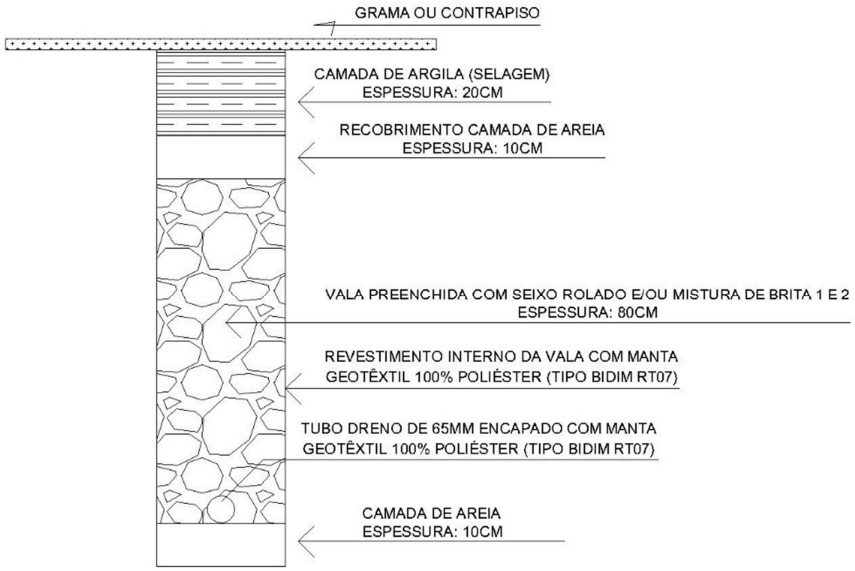
d) Condutas recomendadas:

Como proposto pelo técnico responsável do IPHAN através das Informações Técnicas IT n.º 018/12 e IT n.º 020/12, o problema de danos das alvenarias do pavimento térreo pode ser solucionado através da instalação de uma vala drenante, ao redor de toda a edificação e no perímetro do pátio interno, para rebaixamento do lençol freático e consequente diminuição da umidade ascendente no local. O uso de impermeabilizante pode resolver o problema por

determinado tempo, mas não atuaria na causa do problema e, para resolver definitivamente esta situação, é necessário afastar a presença da umidade da base das paredes.

Um detalhe esquemático da vala de drenagem está apresentado na Figura 48, com especificações do próprio técnico responsável do IPHAN. Resguarda-se que a profundidade e largura da vala de drenagem dependem de uma análise mais detalhada do perfil do solo, além de ser imprescindível a análise e cálculo de possíveis recalques de fundação devido à execução da vala.

Figura 48 – Detalhe esquemático da vala de drenagem com bidim



Fonte: IPHAN, IT n.º 020/12; redesenhado pelo autor

O técnico do IPHAN menciona ainda que a pintura ideal para os locais que apresentam umidade é a pintura à base de cal, que permite melhor aeração da superfície e evita, assim, a deterioração do revestimento.

Quanto às patologias provenientes de umidade ascensional, o tratamento definitivo da causa do problema pode se tornar muito oneroso, pois é necessário tratar o encontro da umidade com os elementos de fundação. Dito isto, a solução paliativa de aplicar-se impermeabilizante do tipo argamassa polimérica à altura de 90,0 centímetros a 1,0 metro permite a proteção do revestimento argamassado e da pintura. A durabilidade é de aproximadamente 2 anos (IBI, 2017), o que por fim resulta em menos gastos com repetidas pinturas para cobrir as manchas de umidade e, por isso, se torna uma opção de terapia para o problema.

Para os detalhes construtivos provindos da concepção arquitetônica que favorecem a sujidade e manchas de umidade, sugere-se a instalação de pingadeiras nas janelas e bordas das coberturas para a quebra da lâmina d'água, entretanto há as restrições do IPHAN quanto as alterações nas fachadas deste pavilhão.

Quanto às telhas cerâmicas, é necessário a troca das peças danificadas, além de realizar uma inspeção da estrutura de madeira do telhado para inteirar-se de sua capacidade funcional de disposição das telhas para garantir a estanqueidade. Também, recomenda-se a poda das vegetações que avançam sobre a cobertura a fim de diminuir a quantidade de folhas e flores que caem sobre as telhas e calhas. Faz-se necessário a intervenção nas calhas e lajes de cobertura para realizar o correto caimento para os drenos. Nas lajes de cobertura, deve-se realizar a limpeza e retirada do lodo, além de realizar a impermeabilização com manta asfáltica e posterior proteção mecânica com uma camada de contrapiso, criando os caimentos para os drenos.

- **MÉTODO 2 – IBAPE/SP (2012)**

a) Nível de inspeção:

Nível 1, inspeção realizada em edificações de baixa complexidade técnica e com planos de manutenção inexistentes.

b) Análise da documentação:

Constatou-se que não existe o projeto das redes pluviais deste pavilhão, nem sequer projeto de impermeabilização e memoriais descritivos. Para a realização das intervenções, o IPHAN lista todas as restrições vigentes com a finalidade de preservar as características originais da edificação.

c) Listagem de verificação:

Os sistemas construtivos abrangidos foram: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas, alvenaria, esquadrias, revestimentos argamassados, coberturas e telhados.

d) Classificação das anomalias e falhas:

Classificam-se as seguintes anomalias encontradas: manchas de bolor, descolamento e empolamento da pintura, acúmulo de sujidade e proliferação de micro-organismos como anomalias endógenas, provocadas pela umidade do solo devido falta de

impermeabilização, ausência de pingadeiras nas janelas e falha na execução das declividades das lajes.

Em relação às falhas, classificam-se como falhas de planejamento por parte do IPHAN, porque são decorrentes de procedimentos e especificações inadequados, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação e manutenção.

e) Classificação do grau de risco:

Identifica-se o grau de risco como mínimo visto que causam pequenos prejuízos à estética, sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos.

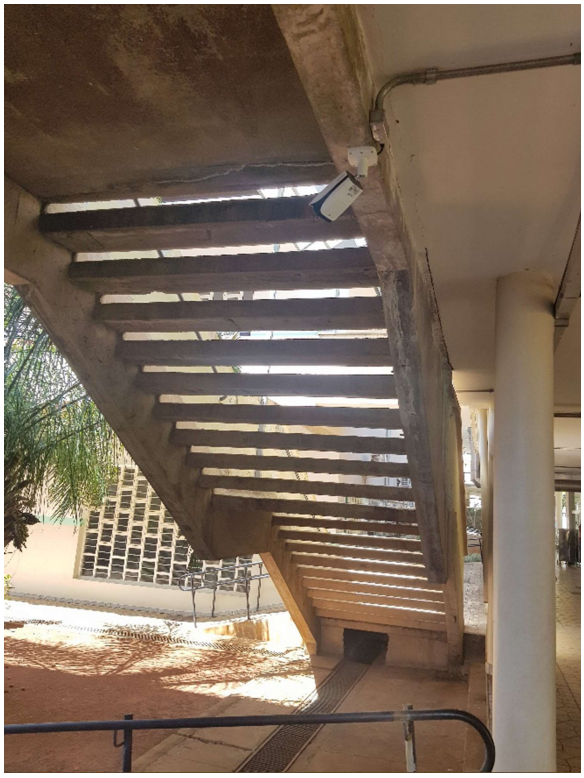
f) Definição de prioridades:

Partindo, em ordem decrescente, com a troca das telhas e inspeção da estrutura de madeira do telhado. Depois, realizar a impermeabilização das lajes de cobertura de acesso de estudantes e ao Teatro. Estudar a solução proposta pelo IPHAN para a execução da vala de drenagem com bidim no perímetro do pavilhão, para então realizar a remoção da pintura danificada, preparar o substrato e aplicar a nova pintura nas paredes.

4.1.2 Escada de concreto armado

A escada de concreto armado em estudo está localizada entre os blocos 400 e 500 e concede o acesso às salas do pavimento superior do bloco 500. Conforme apresentado na Figura 19, a escada possui dois lances com dez degraus cada e um patamar intermediário. Sua estrutura consiste em degraus vazados (abertura na parte do espelho do degrau) armados em uma direção, engastados nas vigas laterais que acompanham a inclinação da escada em ambos os lados (Figura 49). A espessura dos degraus é de 11 centímetros (Figura 50).

Figura 49 – Visualização da estrutura da escada



Fonte: Autoria própria

Figura 50 – Espessura dos degraus

Fonte: Autoria própria

- **MÉTODO 1 – LICHTENSTEIN (1986)**

a) Vistoria:

A perícia das patologias iniciou-se com a inspeção visual em busca de sintomas provindos de infiltrações e umidade. Como a escada é em concreto aparente, foi possível visualizar algumas manchas de eflorescência nos degraus, vigas e patamares.

Figura 51 – Eflorescência no patamar intermediário

Fonte: Autoria própria

Figura 52 – Eflorescência na viga da escada

Fonte: Autoria própria

Da mesma maneira, visualizou-se a exposição das armaduras das vigas e a corrosão uniforme das armaduras dos degraus e patamares.

Figura 53 – Exposição das armaduras longitudinais da viga:
falha no adensamento do concreto e cobrimento insuficiente

Fonte: Autoria própria

Figura 54 – Corrosão de armaduras dos degraus da escada

Fonte: Autoria própria

Figura 55 – Detalhe da corrosão de armaduras do degrau de escada

Fonte: Autoria própria

E, por fim, foi constatado o destacamento do concreto na face inferior das peças estruturais, causado pelas forças de expansão dos produtos da corrosão.

Figura 56 – Destacamento do concreto no patamar intermediário

Fonte: Autoria própria

Figura 57 – Destacamento do concreto no patamar intermediário

Fonte: Autoria própria

Figura 58 – Panorama do patamar intermediário e degraus do lance superior

Fonte: Autoria própria

Foi possível notar o uso de argamassa próximo ao engastamento dos degraus com a viga inclinada (Figura 59) e o destacamento do concreto na aresta superior de alguns degraus.

Figura 59 – Reparos nos degraus e alvenaria com descolamento da pintura

Fonte: Autoria própria

Ambas as vigas inclinadas apresentam sujidade na face externa e a alvenaria que as sobrepõe apresenta descolamento da pintura, empolamento, fissuras e manchas de bolor. Tais patologias estão apresentadas da Figura 60 à Figura 63.

Figura 60 – Alvenaria da escada com descolamento da pintura, fissuras e manchas de bolor; lance superior

Fonte: Autoria própria

Figura 61 – Alvenaria da escada com descolamento da pintura, empolamento, fissuras e manchas de bolor

Fonte: Autoria própria

Figura 62 – Alvenaria com descolamento da pintura e fissuras e viga da escada com manchas de sujidade

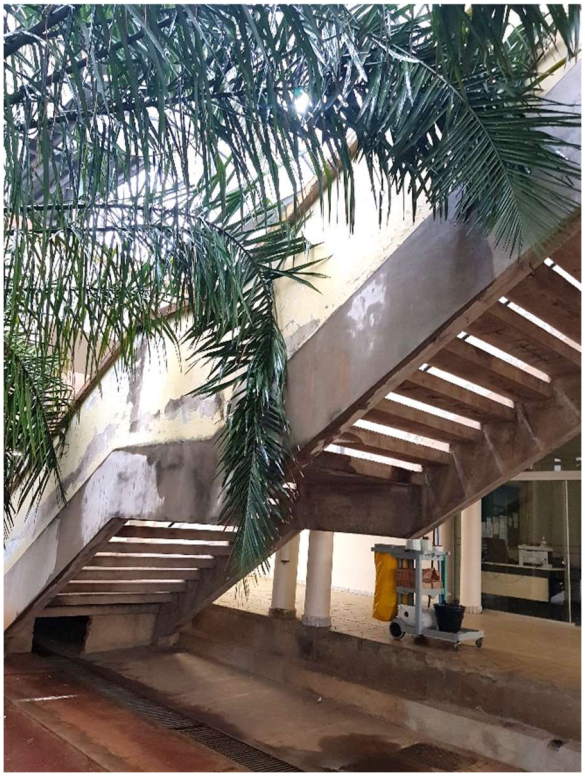
Fonte: Autoria própria

Figura 63 – Alvenaria com descolamento da pintura e viga da escada com manchas de umidade

Fonte: Autoria própria

Em vistoria durante as precipitações, notou-se que as folhas da palmeira que estão próximas e que encostam na escada contribuem para o contato da umidade com a alvenaria, inclusive percolando para os degraus e patamar intermediário, como mostrado na Figura 64 e Figura 65.

Figura 64 – Umidade das folhas da palmeira para a escada durante precipitação



Fonte: Autoria própria

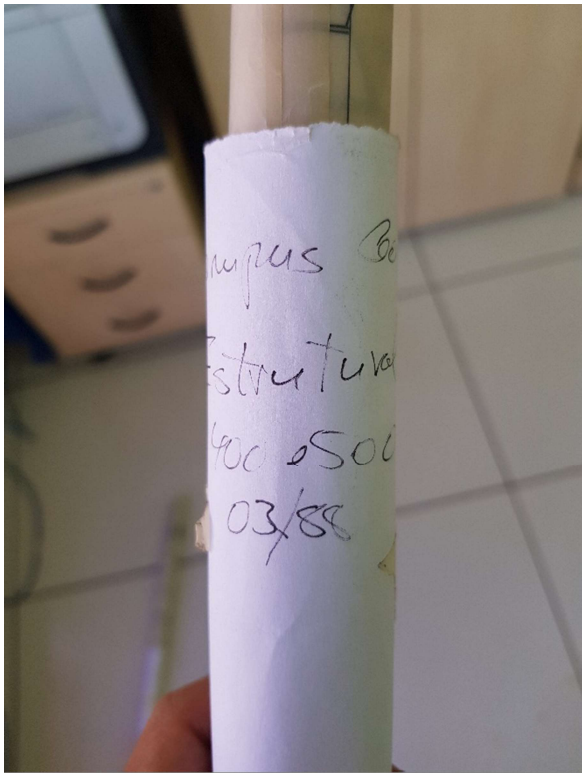
Figura 65 – Percolação da umidade de precipitação para os degraus e patamar intermediário

Fonte: Autoria própria

b) Anamnese:

Para melhor entendimento dos detalhes construtivos, buscou-se as informações do projeto estrutural na GAAM (IFG – Câmpus Goiânia), mas não foi encontrado nenhuma prancha que abordasse a escada em estudo, apenas a informação de que os projetos estruturais dos blocos 400 e 500 foram executados no mês de março do ano de 1988, conforme mostra a Figura 66. Assim, estima-se que por volta do ano de 1989 a escada foi construída juntamente com os pavilhões.

Figura 66 – Informação da data de elaboração do projeto estrutural do bloco 500



Fonte: Autoria própria

Esta Gerência (GAAM, IFG – Câmpus Goiânia) forneceu a informação de que a cobertura de policarbonato sobre a escada em estudo, mostrada na Figura 67, foi feita por volta do ano de 2013. Foi executada por uma empresa da região Sul do país, contratada por meio de licitação pública, e ficou responsável pelo projeto e execução da cobertura. Sendo assim, a GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) não tem posse dos projetos.

Figura 67 – Cobertura em policarbonato

Fonte: Autoria própria

Além disso, não possuem registros de intervenções feitas na estrutura da escada de concreto armado em questão.

c) Exames complementares:

Estimando-se que a estrutura foi executada há quase 30 anos, decidiu-se realizar a aplicação de solução alcoólica de fenolftaleína 1% ($C_{20}H_{14}O_4$), Figura 68, em algumas regiões da estrutura da escada a fim de visualizar a carbonatação do concreto, uma vez que esta solução química é usada como indicadora do pH e, por meio da coloração, é possível notar a região carbonatada do concreto. A fenolftaleína mantém-se incolor em soluções ácidas e torna-se cor-de-rosa em soluções básicas, ou seja, como mostrado na seção 2.7.2.2, a redução do pH do concreto se dá na região carbonatada mantendo-se incolor e a região não carbonatada torna-se cor-de-rosa.

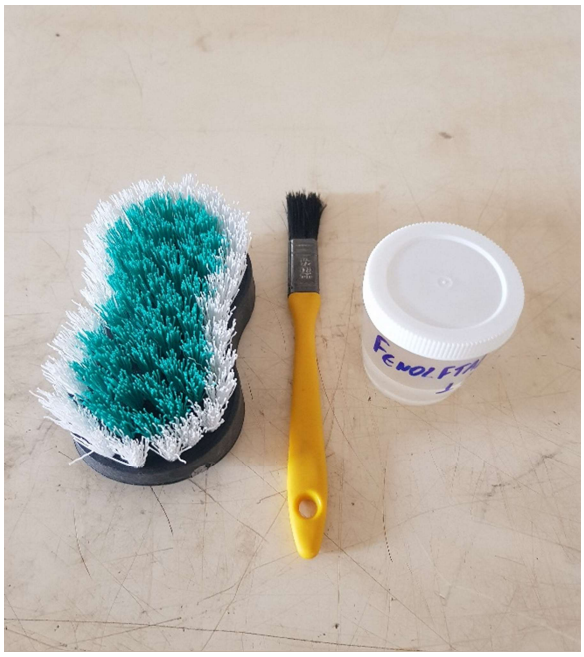
Figura 68 – Solução alcoólica de fenolftaleína 1%

Fonte: Autoria própria

Sendo assim, aplicou-se a solução nas regiões onde já haviam o destacamento do concreto para não ser feita nenhuma ação intrusiva na estrutura.

Os materiais usados no ensaio foram a solução alcoólica de fenolftaleína 1%, uma escova de cerdas de fio de nylon para limpeza e uma trincha de ½” para a aplicação da solução. Também foi usada uma escada metálica para alcançar as regiões mais altas.

Figura 69 – Materiais usados no ensaio de verificação da carbonatação



Fonte: Autoria própria

Inicialmente, aplicou-se a solução de fenolftaleína em um corpo de prova recém-rompido com idade de 7 dias para certificar a indicação do pH, como exibido na Figura 70.

Figura 70 – Indicação de pH com o uso de fenolftaleína em concreto com 7 dias de idade

Fonte: Autoria própria

Depois, com o auxílio de uma escova realizou-se a limpeza de todos os locais que receberiam a solução de fenolftaleína. Aplicou-se a solução com uma trincha a fim de alcançar todos os espaços entre os agregados do concreto.

Figura 71 – Limpeza dos locais e aplicação da solução de fenolftaleína com a trincha

Fonte: Autoria própria

As aplicações foram feitas na face inferior da viga lateral direita, na face lateral da viga à esquerda, no patamar intermediário e em dois degraus que estavam mais expostos, como mostrado da Figura 72 à Figura 79, antes e depois da aplicação, respectivamente.

Figura 72 – Verificação de carbonatação na face inferior da viga lateral direita

Fonte: Autoria própria

Figura 73 – Verificação de carbonatação na face inferior da viga lateral direita

Fonte: Autoria própria

Figura 74 – Verificação de carbonatação na face lateral da viga à esquerda

Fonte: Autoria própria

Figura 75 – Verificação de carbonatação no patamar intermediário

Fonte: Autoria própria

Figura 76 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus

Fonte: Autoria própria

Figura 77 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus

Fonte: Autoria própria

Figura 78 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus

Fonte: Autoria própria

Figura 79 – Verificação de carbonatação na face inferior dos degraus

Fonte: Autoria própria

Os resultados eram previsíveis e a aplicação de fenolftaleína mostrou que o concreto apresenta grande parte das regiões carbonatadas, inclusive alcançando as armaduras.

d) Diagnóstico:

Como identificado na vistoria e comprovado com os exames complementares, a estrutura de concreto aparente possui vários trechos carbonatados com a exposição das armaduras, resultando na corrosão acentuada e redução significativa da seção das armaduras, além do consequente destacamento do concreto. A corrosão pode ser atribuída à espessura insuficiente do cobrimento do concreto, normalmente inferior a 1,0 cm, além da presença de água provindas de precipitações antecedentes à construção da cobertura de policarbonato. Da mesma forma, atribui-se as regiões com eflorescências às precipitações anteriores.

Quanto à alvenaria, nota-se que o descolamento da pintura, empolamento e fissuras podem ter ocorrido devido à falta de preparo do substrato argamassado para receber a tinta. As manchas de bolor sugerem que há presença de umidade nas alvenarias, oriundas das precipitações que atingem esses elementos uma vez que a cobertura de policarbonato está situada apenas acima da escada, não cobrindo a parte lateral da mesma e, além disso, as folhas da palmeira contribuem para o transporte e contato da umidade de precipitação com a escada.

e) Condutas recomendadas:

Analisando o comportamento estrutural da escada, as armaduras mais expostas e com perda de seção acentuada são armaduras transversais, as quais são necessárias para compor a armação da escada e, apesar de serem menos solicitadas para os esforços de flexão, será necessário a realização de outros ensaios para diagnosticar a necessidade de reforço da armação, como o ensaio de esclerometria e pacometria. As armaduras longitudinais, por sua vez, permanecem com a seção de aço em bom estado. Logo, recomenda-se a recuperação com argamassa polimérica, seguindo os seguintes passos: sinalização do local com placas de identificação e fitas zebras; escoramento da estrutura; delimitar os trechos a serem recuperados; limpeza rigorosa removendo todo o concreto solto ou fissurado, inclusive as camadas de óxidos nas superfícies das barras; aplicação de primer para proteção das armaduras contra a corrosão; preencher todos os espaços com argamassa polimérica, inclusive atrás da armadura, com o intuito de impedir a penetração de umidade, oxigênio e agentes agressivos até a armadura; realizar a cura por 28 dias. As argamassas poliméricas apresentam alta durabilidade,

impermeabilidade, aderência ao concreto antigo e armadura e não causam problemas estéticos por serem moldados em pequenos espaços. (COMIM; ESTACECHEN, 2017).

Ademais, sugere-se o avanço do beiral de cobertura e poda das folhas da palmeira, prevendo a proteção da lateral da escada contra a umidade por precipitação. Para a recuperação da pintura da alvenaria, deve-se retirar por raspagem uma camada de 1,0 cm da argamassa de revestimento nas áreas fissuradas e substituí-la por outra. Após a cura da argamassa, realizar o lixamento e limpeza da área; posteriormente, a aplicação de fundo preparador para cobrir os poros da argamassa e agregar os grãos soltos, além de preparar e uniformizar a superfície. Após a secagem do fundo preparador, realizar a pintura em duas demãos com tinta acrílica cumprindo o intervalo de secagem entre demãos especificada pelo fabricante.

Recomenda-se também fazer a proteção do concreto aparente por meio da pintura. Para isso, efetua-se o lixamento mecânico da superfície do concreto para retirada da sujidade e bolores. Em seguida, fazer o estucamento com argamassa aditivada para nivelamento e acabamento da superfície lisa e, por fim, realizar a pintura protetora com tinta apropriada para superfícies de concreto. Para isso, vale ressaltar que as tintas devem atender à norma NBR 16445 – Tintas para construção civil (ABNT, 2016), que avalia o desempenho das tintas quanto à detecção de bactérias redutoras de sulfato (BRS) as quais são muito danosas quando em contato direto com o concreto aparente.

Essas intervenções devem ser realizadas em tempo seco, em dias não chuvosos. Após um período chuvoso, por exemplo, é necessário aguardar pelo menos três dias de estiagem para que a umidade absorvida pela alvenaria evapore. No caso do concreto aparente, recomenda-se de cinco dias a uma semana de espera.

- **MÉTODO 2 – IBAPE/SP (2012)**

a) Nível de inspeção:

Nível 1, inspeção realizada em edificações de baixa complexidade técnica e com planos de manutenção inexistentes.

b) Análise da documentação:

As documentações de interesse são de cunho técnico e as referentes à manutenção e operação da edificação. Investigou-se que Gerência de Apoio Administrativo e Manutenção (GAAM, IFG – Câmpus Goiânia) não possui os projetos executivos, estruturais e

complementares, apenas o arquitetônico. Além disso, não possuem memoriais descritivos e registros de ações feitas na estrutura da escada.

c) Listagem de verificação:

Os sistemas construtivos abrangidos foram: estrutura, revestimentos da escada e a cobertura em policarbonato.

d) Classificação das anomalias e falhas:

Das anomalias encontradas, classifica-se as manchas de eflorescência como natural, provocada pela precipitação; a corrosão das armaduras e destacamento do concreto como endógena, devido falha em projeto quanto ao cobrimento das ferragens escasso; descolamento da pintura, empolamento e fissuras como endógena, originaria da execução inadequada do preparo do substrato; manchas de bolor como natural, oriunda da umidade das precipitações.

Quanto às falhas, classificam-se todas como falhas de execução, por incluir o uso inadequado dos materiais no momento da construção. As demais classificações não se enquadram para as patologias percebidas.

e) Classificação do grau de risco:

Classifica-se o grau de risco como médio para as patologias percebidas na escada de concreto armado, uma vez que a estrutura atingiu o Estado Limite de Serviço e causa desconforto aos usuários com a exposição da armadura em corrosão e o destacamento do concreto.

f) Definição de prioridades:

Estabelecendo em ordem decrescente em relação à intensidade das anomalias e falhas, dado que o grau de risco é o mesmo, recomenda-se a intervenção primeiramente na recuperação da estrutura de concreto armado e, posteriormente, na alvenaria.

4.1.3 Sanitário masculino

O sanitário escolhido para este estudo está localizado próximo à entrada principal da biblioteca do IFG – Câmpus Goiânia, localizado no bloco 800. Possui quatro lavatórios e cinco sanitários, sendo um adaptado para PCD.

- **MÉTODO 1 – LICHTENSTEIN (1986)**

a) Vistoria:

Para o registro das patologias provenientes de infiltração e umidade no banheiro em questão, avaliou-se os ambientes internos e externos. Internamente, notou-se alguns pontos de infiltração no forro de gesso e manchas de umidade também nas paredes.

Figura 80 – Forro de gesso e lavatórios

Fonte: Autoria própria

Figura 81 – Manchas amareladas e danos de infiltração no forro de gesso, acima dos lavatórios

Fonte: Autoria própria

Figura 82 – Forro de gesso com rebaixos para a passagem de tubulações

Fonte: Autoria própria

Figura 83 – Danos de infiltração no forro de gesso com passagem de tubulação sanitária

Fonte: Autoria própria

Figura 84 – Danos de infiltração no forro de gesso com passagem de tubulação sanitária

Fonte: Autoria própria

Externamente, constatou-se umidade ascendente nas paredes, causando empolamento da pintura e manchas de bolor, inclusive na calçada.

Figura 85 – Empolamento da pintura e manchas de bolor em alvenaria e piso

Fonte: Autoria própria

Visualizou-se também fissuras lineares nas paredes e eflorescência na base dos pilares, exposto na Figura 86.

Figura 86 – Fissuras nas paredes e eflorescência no pilar

Fonte: Autoria própria

Em torno do sanitário abordado (Figura 87), verificou-se a existência de tubulações pluviais com vazamento, resultando em manchas de umidade e proliferação de bolores. Ainda foi possível perceber algumas manchas de umidade no teto e paredes próximos à rampa de acesso ao sanitário, mostrado na Figura 88, Figura 89 e Figura 90.

Figura 87 – Entorno do acesso ao sanitário

Fonte: Autoria própria

Figura 88 – Manchas de umidade e empolamento da pintura em alvenaria e teto

Fonte: Autoria própria

Figura 89 – Manchas de umidade e empolamento da pintura no teto

Fonte: Autoria própria

Figura 90 – Manchas de umidade entorno do sanitário

Fonte: Autoria própria

b) Anamnese:

Procurou-se o projeto hidrossanitário do banheiro em questão a fim de conhecer as redes e tubulações que existem acima do forro de gesso, no entanto, não foi encontrado e não há registros da existência do mesmo. Sobrepondo as plantas arquitetônicas, percebe-se que possivelmente algumas tubulações pertencem à rede de esgotamento sanitário do sanitário masculino no pavimento superior do bloco 800.

Ao realizar a troca de uma lâmpada, a GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) percebeu que a laje acima do banheiro estava com sinais de umidade mesmo em período de estiagem, como mostra a Figura 91, contudo não havia odor e, por isso, suponha-se que haja algum vazamento na tubulação hidráulica. Tal problema será abordado pela GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) para que descubram a origem do vazamento para posteriormente realizar o reparo.

Figura 91 – Ático entre laje de cobertura e laje em arco / umidade presente na laje em arco

Fonte: Autoria própria

Porém, conforme visto na Figura 83 e Figura 84, as manchas de umidade estão presentes apenas nas regiões onde existe a passagem das redes de esgoto do sanitário no pavimento superior, não estando generalizada por todo o ambiente, o que sugere que o vazamento percorre a superfície dos tubos.

Não há registros de intervenções feitas nas redes hidrossanitárias do sanitário abordado, apenas ordens de serviços de pequenos reparos feitos nas instalações dos equipamentos, como vazamento em torneiras e bacias sanitárias. O documento contém o local da demanda e faz-se uma descrição principal sobre o problema e uma secundária sobre a solução e, por fim, apresenta-se um orçamento para a execução do serviço. Para o sanitário em estudo, há dois registros de manutenção feitas. A primeira constitui-se no fluxo incessante na descarga da bacia sanitária, necessitando da troca da tubulação de ligação e acabamento da válvula de descarga. A segunda consiste em bacia sanitária solta e com mau funcionamento da válvula de descarga, tendo que trocar os parafusos de fixação e o acabamento da válvula.

c) Diagnóstico:

Embora realizado a inspeção visual e a anamnese da edificação, em circunstância de não ter sido realizado o recorte de parte do forro de gesso para inspecionar a real origem da

umidade a fim de não realizar uma invasão deletéria no elemento construtivo, este diagnóstico envolve um risco de incorreção.

Portanto, presume-se que as manchas de umidade nos forros de gesso sejam decorrentes de vazamentos nos tubos e conexões da rede de esgoto do sanitário no pavimento superior, devido a localização das manchas serem próximas às redes.

Na parte externa e próximo à rampa de acesso, estima-se que as manchas de umidade são originárias do vazamento da rede de coleta e transporte de águas pluviais, por estar próximas à essas tubulações ou não possuir proteção contra as precipitações (Figura 92).

Figura 92 – Redes pluviais e exposição da alvenaria

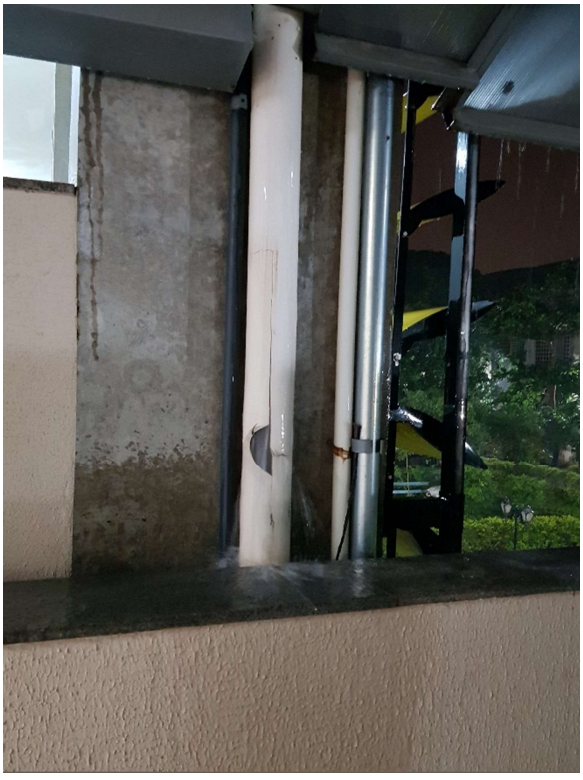
Fonte: Autoria própria

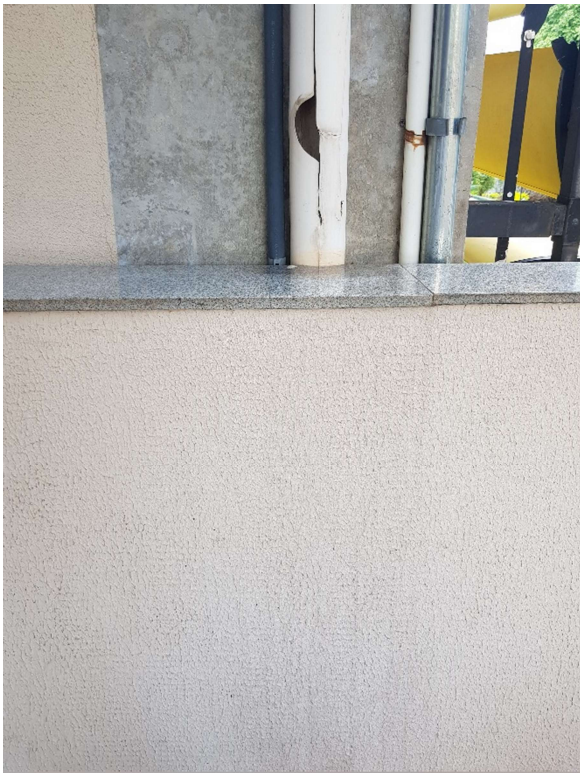
Há uma grelha próxima à junta de dilatação no pavimento superior sem a vedação adequada (Figura 93), o que pode contribuir para as manchas de escorrimento vistas na Figura 90. Conforme mostrado na Figura 94, há um coletor vertical danificado que contribui muito para a umidade na alvenaria do guarda-corpo, mostrada na Figura 95.

Figura 93 – Grelha próxima à junta de dilatação no pavimento superior

Fonte: Autoria própria

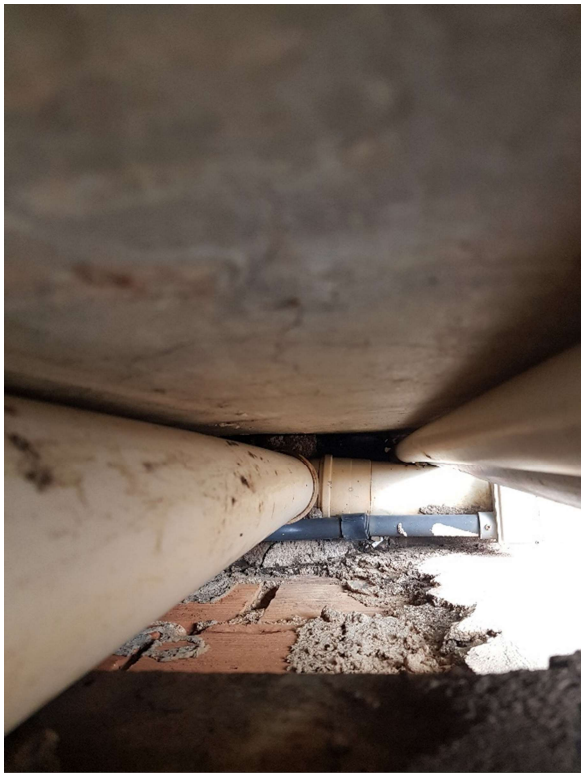
Figura 94 – Tubo danificado com vazamento durante precipitação / manchas de umidade na alvenaria





Fonte: Autoria própria

Figura 95 – Alvenaria sem proteção em contato com o tubo danificado



Fonte: Autoria própria

Para as fissuras, a umidade pode ser influenciadora porque o aumento do teor de umidade em um material pode causar sua expansão e, nos pontos de contato com materiais com diferentes dilatações provocadas pela maior ou menor absorção de água, podem resultar em fissuras lineares na direção deste encontro, fenômeno este conhecido por movimentação higroscópica (RIBEIRO; VOLKWEIS, 2016).

Para o empolamento da pintura, manchas de bolor e eflorescência na base dos pilares e alvenaria externa, origina-se do contato direto com o solo úmido e sua ascensão provocada pela capilaridade dos materiais.

d) Condutas recomendadas:

Inicialmente, prosseguir com a investigação do vazamento existente acima do banheiro estudado, tanto nas redes de água fria quanto nas redes sanitárias e pluviais. Após identificado o problema, certamente deve-se trocar os tubos e conexões que estiverem danificadas ou realizar o calafete das conexões, com uso de anel de vedação, por exemplo. Nas infiltrações em torno da entrada do banheiro, deve-se vedar o ralo da grelha de captação e trocar a tubulação danificada que contribui com a umidade na alvenaria e laje. Além disso, realizar proteção da alvenaria contra a ação de umidade de precipitação.

Após a intervenção no vazamento, deve-se realizar a recuperação do forro de gesso substituindo o material danificado e realizando o acabamento com emassamento, lixamento e pintura. O mesmo condiz para as regiões mais altas das paredes, as quais estão danificadas pela umidade do vazamento e não pela umidade ascensional.

Assim como sugerido para o bloco 100, para o reparo da pintura, manchas de bolor e eflorescência, deve-se executar a vala de drenagem ou pintura à base de cal, como proposto pelo engenheiro responsável do IPHAN.

- **MÉTODO 2 – IBAPE/SP (2012)**

a) Nível de inspeção:

Nível 1, inspeção realizada em edificações de baixa complexidade técnica e com planos de manutenção inexistentes.

b) Análise da documentação:

Constatou-se que GAAM (IFG – Câmpus Goiânia) não possui os projetos hidrossanitários deste pavilhão. Possuem registros de ações feitas na instalação dos equipamentos sanitários por meio das ordens de serviços.

c) Listagem de verificação:

Os sistemas construtivos abrangidos foram: estrutura, alvenaria, esquadrias, revestimentos argamassados e instalações hidrossanitárias.

d) Classificação das anomalias e falhas:

Classificam-se as manchas de bolor, empolamento da pintura, fissuras e manchas de eflorescência como anomalias endógenas, provocadas pela umidade do solo devido falta de projeto de impermeabilização e execução e especificação inadequada do concreto, resultante em maior porosidade e consequente percolação da umidade; manchas de umidade nos forros de gesso também como endógena, por falha na execução e inexistência do projeto hidrossanitário.

Em relação às falhas, classificam-se todas também como falhas de execução, porque as demais classificações não se enquadram para as patologias percebidas.

e) Classificação do grau de risco:

Identifica-se o grau de risco como médio podendo ocorrer a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação quanto às redes hidrossanitárias, além do aumento de custo de manutenção e recuperação com a proliferação do problema.

f) Definição de prioridades:

Iniciando, em ordem decrescente, com o reparo no vazamento na rede hidrossanitária para minimizar os danos ao forro de gesso e alvenarias. Em seguida, sugere-se os reparos na alvenaria externa e, subsequentemente, realizar os reparos de cunho estético como o acabamento da pintura e restauração da calçada.

4.2 COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS EMPREGADOS

A comparação dos dois métodos de inspeção abordados tem o propósito de discernir as etapas e informações mais importantes para o processo, desde o reconhecimento do problema patológico até a definição da conduta para sua solução. Em suma, o Método 1 – LICHTENSTEIN (1986) aborda o entendimento e a solução do problema patológico, enquanto o Método 2 – IBAPE/SP (2012) aborda o que deve ser feito para diagnosticar e classificar o problema, adotando uma listagem de criticidade, mas não aborda como deve ser feita a recomendação da terapia.

4.2.1 Quanto à abrangência

Conforme verificado no estudo de caso, o Método 1 – LICHTENSTEIN (1986) abrange mais o levantamento de subsídios para o entendimento do problema, citando o uso de exames complementares e as ações necessárias para compor a anamnese. No Método 2 – IBAPE/SP (2012), a norma explana quais documentações devem ser consultadas e também aborda uma listagem de verificação com os sistemas construtivos a serem vistoriados.

Ainda, o Método 1 – LICHTENSTEIN (1986) abrange a determinação do diagnóstico da situação patológica, interpretando as causas eficientes e coadjuvantes que contribuíram para o aparecimento dos sintomas. Por fim, estabelece que é necessário estimar o grau de incerteza e a relação custo-benefício de cada intervenção para definir a conduta mais adequada, fazendo-se a listagem das técnicas de execução e materiais e equipamentos envolvidos na realização das tarefas propostas em cada solução. Neste ponto, o Método 2 –

IBAPE/SP (2012) não prescreve orientações para a definição do diagnóstico, apenas define a ordem de prioridades, recomendando que seja estabelecida em relação ao grau de risco e intensidade das anomalias e falhas.

Na Tabela 1 a seguir estão apresentadas as contribuições quanto à abrangência.

Tabela 1 – Comparação dos métodos quanto à abrangência

Método 1 – LICHTENSTEIN (1986)	**Método 2 – IBAPE/SP (2012)**
Levantamento de subsídios: exames complementares e anamnese	Documentação e Listagem de verificação
Diagnóstico: causas eficientes e causas coadjuvantes	Não há informação para a identificação das causas do problema
Definição da conduta: grau de incerteza e relação custo-benefício	Definição de prioridades: grau de risco e intensidade das anomalias

Fonte: Autoria própria

4.2.2 Quanto à especificidade

A aplicação dos dois métodos de inspeção predial para o mesmo estudo de caso tem a finalidade de contrastar também as particularidades de cada um dos métodos. Conforme explanado na seção 2.6.1 e visto no estudo de caso, o Método 1 – LICHTENSTEIN (1986) consiste em um procedimento para diagnóstico e recuperação de patologias das construções. Sendo assim, aprofunda-se na investigação da origem e causa do problema e na definição das ações necessárias para o tratamento.

O Método 2 – IBAPE/SP (2012) possui mais especificidades, porquanto se trata de uma norma elaborada por engenheiros, arquitetos e agrônomos para a difusão de informações para elaborar um laudo de inspeção predial atendendo às normas ABNT NBR 5674, ABNT NBR 15575-1 e, principalmente, para auxiliar na investigação da segurança e funcionalidade dos edifícios. Dessa forma, esta norma traz algumas classificações quanto ao nível de inspeção, a depender da complexidade da edificação; classificação das anomalias e falhas, sendo as anomalias as próprias não conformidades (patologias) e as falhas o que provocou a anomalia; classificação do grau de risco, considerando o perigo oferecido à saúde dos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio; avaliação do Plano de Manutenção ou registros das atividades realizadas e das condições de uso da edificação.

Na Tabela 2 a seguir estão apresentadas as contribuições quanto à especificidade.

Tabela 2 – Comparação dos métodos quanto à especificidade

Método 1 – LICHTENSTEIN (1986)	**Método 2 – IBAPE/SP (2012)**
Investigação profunda da origem e causa do problema	Classificação do nível de inspeção e das anomalias e falhas
Definição das ações necessárias para o tratamento	Classificação do grau de risco e definição de prioridades
Retroalimentação do processo para servir de subsídio a futuras manifestações	Avaliação do Plano de Manutenção e condições de uso da edificação

Fonte: Autoria própria

4.3 ELABORAÇÃO DAS FICHAS DE INSPEÇÃO

Para a criação das fichas de inspeção, procurou-se compilar as informações mais importantes para o diagnóstico e definição da terapia que ambos os métodos forneceram. Primeiramente, deve-se identificar o local e/ou objeto, a data da vistoria e o responsável pela inspeção. Com a inspeção visual, o examinador deve preencher a descrição dos danos visualizados, a intensidade das anomalias e classificar o grau de risco através da percepção sensorial e visual. Avançando a inspeção para os sistemas e componentes próximos à manifestação patológica, deve-se buscar as prováveis causas e origem do problema. Por fim, após consultar a cartilha de condutas, deve-se preencher a intervenção adotada para que seja monitorado o resultado dessa decisão.

Para o diagnóstico da situação, caso não seja possível identificar a causa e origem do problema apenas com a inspeção visual, deve-se buscar informações do histórico de intervenções para a anamnese do objeto. Se ainda assim não forem suficientes para a formação do diagnóstico, são necessários exames complementares. Embora haja o risco de incorreção do diagnóstico porque as informações do edifício e intervenções anteriores são escassas, reforça-se a importância de um correto diagnóstico sobre a avaliação física da edificação, para que não sejam investidos esforços e valores aleatoriamente, além de incorrer em procedimentos de manutenção ineficientes.

Sugere-se avaliar o estado de conservação da edificação como um todo. Para isso, as fichas de inspeção podem ser usadas em vistorias de rotina e manutenção preventiva, classificando a própria ficha de inspeção, como por exemplo: componente verificado e em bom estado; componente verificado e necessitando de reparos; componente verificado e corrigido.

Cada verificação deve possuir a identificação do componente no campo “local e/ou objeto” e a descrição das verificações. O modelo para impressão da ficha de inspeção encontra-se a seguir.

Figura 96 – Ficha de Inspeção

INSTITUTO FEDERAL
Goiás
Câmpus Goiânia

FICHA DE INSPEÇÃO FI 001/19

LOCAL/OBJETO: _____ DATA: ___/___/_____

RESPONSÁVEL:

☐ COMPONENTE VERIFICADO E EM BOM ESTADO

☐ COMPONENTE VERIFICADO E NECESSITANDO DE REPAROS

☐ COMPONENTE VERIFICADO E CORRIGIDO

DESCRIÇÃO: _____

CASO TENHA OBSERVADO ALGUMA INCONFORMIDADE, PREENCHER ABAIXO:

CLASSIFICAÇÃO: ☐ ENDÓGENA ☐ EXÓGENA ☐ NATURAL ☐ FUNCIONAL

INTENSIDADE: ☐ BAIXA ☐ MODERADA ☐ ELEVADA

GRAU DE RISCO: ☐ MÍNIMO ☐ MÉDIO ☐ CRÍTICO

CAUSAS: _____

ORIGEM: _____

CONDUTA ADOTADA: _____

A INTERVENÇÃO DEPENDE DA AUTORIZAÇÃO DE ALGUM ÓRGÃO EXTERNO? SE SIM, QUAL? _____

CROQUI

Fonte: Autoria própria

4.3.1 Principais itens a serem observados nas vistorias

Para as avaliações constantes sobre o estado do edifício, as vistorias devem verificar vários pontos dos diversos sistemas construtivos e seus elementos, conforme a listagem de verificação proposta pelo Método 2 – IBAPE/SP (2012).

Os principais itens a serem observados na estrutura são infiltrações de água, fissuras e deformações, cobrimentos, existência de processos de carbonatação e corrosão das armaduras – quanto à corrosão das armaduras, verificar mais cuidadosamente a região da estrutura voltada para a fachada que retém umidade, lajes descobertas e pés de pilares; na impermeabilização são os rejuntes dos pisos cerâmicos, ralos e peças sanitárias; nas instalações hidráulicas são os ralos e sifões dos lavatórios, estanqueidade dos registros de gaveta e das válvulas de descarga e torneiras; nas instalações elétricas são o aperto das conexões e o estado dos contatos elétricos, substituindo peças que apresentarem desgaste; nas fachadas são o acúmulo de umidade nas argamassas de revestimentos externos, infiltrações nas juntas e frisos e descolamento do revestimento; nas coberturas e telhado são a estanqueidade das telhas, desobstrução e caimento das calhas e condições do madeiramento; nas alvenarias são as infiltrações, fissuras e repintura.

Além da água pura, existem outras causas e mecanismos de deterioração que atingem principalmente as estruturas em concreto armado. Andrade e Silva (2005) publicaram um quadro com as principais causas, mecanismos de deterioração e sintomas que afetam essas estruturas, como mostrado a seguir.

Quadro 2 – Patologia das estruturas

CAUSA DA DETERIORAÇÃO	MECANISMOS DE DETERIORAÇÃO			SINTOMAS	AFETA DIRETAMENTE
MECÂNICA	CHOQUES E IMPACTOS			Fissuração e lascamento do concreto; possível perda de armadura	Peça estrutural (concreto + armadura)
	RECALQUE DIFERENCIAL DAS FUNDAÇÕES				
	ACIDENTES IMPREVISÍVEIS				
FÍSICA	DESGASTE SUPERFICIAL	ATRITO	ABRASÃO	Desgaste superficial do concreto	Concreto
			EROSÃO		
		CAVITAÇÃO			
	CRISTALIZAÇÃO DE SAIS NOS POROS DO CONCRETO			Fissuração e escamamento do concreto	Concreto
	RETRAÇÃO HIDRÁULICA DO CONCRETO FRESCO	ASSENTAMENTO PLÁSTICO		Fissuração do concreto	Concreto
		RETRAÇÃO PLÁSTICA			
	GRADIENTE TÉRMICO	RETRAÇÃO TÉRMICA		Fissuração do concreto	Concreto
		DILATAÇÃO TÉRMICA			
	AÇÃO DO FOGO (INCÊNDIO)			Fissuração; desidratação da pasta de cimento; expansão dos agregados; e desagregação do concreto; ruptura e colapso da armadura	Peça estrutural (concreto + armadura)
QUÍMICA	REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO			Expansão e fissuração do concreto	Concreto
	HIDRATAÇÃO DOS ÓXIDOS DO CIMENTO MgO e CaO				
	ATAQUE POR SULFATOS			Decomposição química da pasta; despassivação do aço; expansão, fissuração, desintegração, perda de resistência e de massa do concreto	Concreto
	ATAQUE POR ÁCIDOS			Decomposição química, dissolução e lixiviação; **ou** decomposição química, expansão, fissuração e desagregação do concreto	Concreto (o HCl, por sua vez, ataca ambos - concreto e aço)
	ÁGUA PURA			Decomposição química, dissolução e lixiviação da pasta de cimento; eflorescência, estalactite e estalagmite	Concreto
	CARBONATAÇÃO			Redução progressiva do pH do concreto e despassivação do aço, abrindo caminho para a corrosão do aço	Inicialmente o concreto; posteriormente o aço
	ATAQUE POR CLORETOS			Despassivação do aço; posteriormente, corrosão das armaduras (processo eletroquímico)	Inicialmente o aço; posteriormente o concreto
ELETROQUÍMICA	CORROSÃO DAS ARMADURAS			Deterioração e perda de seção do aço; perda da aderência aço-concreto; expansão, fissuração e lascamento do concreto	Inicialmente o aço; posteriormente o concreto

Fonte: Andrade e Silva (2005)

4.4 ELABORAÇÃO DA CARTILHA DE CONDUTAS

Para a elaboração da cartilha de condutas, considerou-se as patologias do estudo de caso, o diagnóstico e a conduta proposta para cada uma na seção 4.1. A definição da terapia é embasada na relação custo-benefício e no grau de incerteza sobre as suas consequências e, com o auxílio das fichas de inspeção e definição do diagnóstico, espera-se que seja possível identificar qual terapia é a mais recomendada.

A cartilha de condutas classifica as manifestações patológicas quanto à origem, causa ou danos/efeitos e descreve os serviços necessários para o tratamento do problema. Futuramente será possível a retroalimentação da cartilha de condutas com novas patologias levantadas e estudadas e com os resultados das intervenções realizadas para servir de subsídio para o diagnóstico de ocorrências semelhantes. A cartilha de condutas encontra-se na Figura 97 e Figura 98 a seguir.

Figura 97 – Cartilha de Condutas

INSTITUTO FEDERAL Goiás Câmpus Goiânia	CARTILHA DE CONDUTAS		VERSÃO 00 09/12/2019
DANOS/EFEITOS	**CAUSAS PROVÁVEIS**	**ORIGEM**	**CONDUTA RECOMENDADA**
Empolamento e descolamento da pintura em alvenaria	Umidade ascensional do solo	Fase de projeto: ausência de projeto de impermeabilização das fundações	Paliativo: Uso de impermeabilizante na alvenaria. Retirar todo o revestimento argamassado até a altura de 1,0 metro; realizar a limpeza, chapiscar e aplicar 2 a 3 demãos de argamassa polimérica impermeabilizante em toda sua extensão; regularizar com reboco e realizar o acabamento em pintura. Definitivo: Instalação de uma vala drenante para rebaixamento do lençol freático em todo o perímetro do pavilhão.
Empolamento e descolamento da pintura em teto	Umidade por precipitação; ausência de pingadeiras; ausência de impermeabilização	Fase de projeto: concepção arquitetônica e ausência de projeto de impermeabilização	Instalação de peitoris e pingadeiras nas janelas e bordas das coberturas para a quebra da lâmina d'água.
Manchas de bolor em alvenarias próximas ao solo	Umidade ascensional do solo	Fase de projeto: ausência de projeto de impermeabilização das fundações	Paliativo: Uso de impermeabilizante na alvenaria. Retirar todo o revestimento argamassado até a altura de 1,0 metro; realizar a limpeza, chapiscar e aplicar 2 a 3 demãos de argamassa polimérica impermeabilizante em toda sua extensão; regularizar com reboco e realizar o acabamento em pintura. Definitivo: Instalação de uma vala drenante para rebaixamento do lençol freático em todo o perímetro do pavilhão.
Manchas de sujidade em fachadas	Umidade por precipitação	Fatores externos: poluentes do ar e chuva	Instalação de pingadeiras para a quebra da lâmina d'água e limpeza.
Formação de lodo em lajes de cobertura	Umidade por precipitação; falhas no caimento e drenagem	Fase de execução: falha na execução do caimento	Limpeza e retirada do lodo; realizar a impermeabilização com manta asfáltica e posterior proteção mecânica com uma camada de contrapiso, criando os caimentos para os drenos.
Manchas de eflorescência em estruturas de concreto	Umidade por precipitação; vazamentos em instalações hidráulicas; ausência de impermeabilização	Fase de projeto e manutenção: estrutura sem impermeabilização e tubulações com vazamentos	Proteção do concreto aparente por meio da pintura. Efetua-se o lixamento mecânico da superfície do concreto; fazer o estucamento com argamassa aditivada para nivelamento e acabamento da superfície lisa; realizar a pintura protetora com tinta apropriada para superfícies de concreto.
Exposição e corrosão de armaduras em estruturas de concreto	Cobrimento insuficiente; concreto poroso; umidade por precipitação	Fase de projeto: cobrimento das ferragens e especificação do concreto	Limpeza rigorosa removendo todo o concreto solto ou fissurado, inclusive as camadas de óxidos nas superfícies das barras; aplicar primer para proteção das armaduras contra a corrosão; preencher todos os espaços com argamassa polimérica, inclusive atrás da armadura.
Empolamento e descolamento da pintura em alvenaria sem contato com o solo	Umidade por precipitação	Fase de execução: ausência dos procedimentos de execução de serviços	Retirar por raspagem uma camada de 1,0 cm da argamassa de revestimento nas áreas fissuradas e substituí-la por outra; após a cura, realizar o lixamento e limpeza da área; aplicar fundo preparador; realizar a pintura em duas demãos com tinta acrílica.

Fonte: Autoria própria

Figura 98 – Cartilha de Condutas

INSTITUTO FEDERAL Goiás Câmpus Goiânia	CARTILHA DE CONDUTAS		VERSÃO 00 09/12/2019
DANOS/EFEITOS	**CAUSAS PROVÁVEIS**	**ORIGEM**	**CONDUTA RECOMENDADA**
Furos e manchas amareladas em forro de gesso	Vazamentos em instalações hidráulicas	Uso, operação e manutenção: tubulações com vazamentos	Trocar os tubos e conexões que estiverem danificadas ou realizar o calafete das conexões, com uso de anel de vedação. Recuperação do forro de gesso substituindo o material danificado e realizando o acabamento com emassamento, lixamento e pintura.
Fissuras lineares no encontro de materiais diferentes	Umidade ascensional do solo	Fase de projeto: ausência de projeto de impermeabilização das fundações	Definitivo: Instalação de uma vala drenante para rebaixamento do lençol freático em todo o perímetro do pavilhão.
Manchas de bolor em teto e coberturas	Vazamentos em instalações hidráulicas; umidade por precipitação	Fase de projeto e manutenção: ausência de cobertura para proteção e tubulações com vazamentos	Trocar os tubos e conexões que estiverem danificadas ou realizar o calafete das conexões, com uso de anel de vedação. Instalação de pingadeiras nas bordas das coberturas para a quebra da lâmina d'água.

Fonte: Autoria própria

5 CONCLUSÃO

A seguir são apresentadas as conclusões obtidas com base nas análises dos resultados. Inicialmente têm-se as conclusões do estudo de caso, onde são apresentados os principais pontos observados em relação à inspeção visual e anamnese das áreas escolhidas. Posteriormente, as considerações quanto ao procedimento prático elaborado para nortear as inspeções prediais no IFG – Câmpus Goiânia. Em seguida, são expressadas algumas estimativas para o uso dos subsídios em software de gestão.

5.1 ESTUDO DE CASO

A finalidade deste trabalho basear-se no estudo de caso do IFG – Câmpus Goiânia foi devido os diversos pontos visíveis que estão sendo prejudicados pela umidade e infiltração. A escolha das áreas de estudo foi bem representativa uma vez que contemplou várias patologias em comum em todo o Câmpus. A inspeção visual foi suficiente para identificar os danos causados pela infiltração e umidade, mas para o diagnóstico mais preciso dos vazamentos das redes hidrossanitárias, necessita-se da intrusão ao forro de gesso na tentativa de visualizar a origem dos vazamentos. Também, a falta de projetos e histórico de intervenções dificulta o entendimento para a composição do diagnóstico mais provável.

Em geral, verificou-se uma grande ocorrência de patologias devido a falhas de projeto e execução, muitas vezes decorrentes da idade das edificações. Na época em que foram construídas, na década de 1940, não havia tais especificações para a impermeabilização dos elementos de fundação, por exemplo. Em suma, foi possível analisar a origem e causas das manifestações patológicas encontradas e apontar a definição de conduta mais adequada para a maioria dos casos, dispostas no Apêndice B.

5.2 PROCEDIMENTO PRÁTICO PARA INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO

Esse estudo gerou um procedimento prático às inspeções prediais no IFG – Câmpus Goiânia com a adoção das fichas de inspeção e a cartilha de condutas que lista as prováveis causas e origens dos danos identificados tornando mais fácil definir a conduta de intervenção.

A divulgação da história da manifestação patológica e de sua solução pode ser entendida como fonte para a aquisição de subsídios necessários para o diagnóstico de ocorrências semelhantes e a definição da conduta mais satisfatória. Tendo que qualquer intervenção na edificação produz consequências em seu desempenho, o acompanhamento dos

resultados e a comparação entre os efeitos provocados e os esperados, torna-se uma grande fonte de informações que servem para a retroalimentação da cartilha.

Com o objetivo de minimizar a ocorrência de patologias em edificações, é necessário que os construtores e projetistas façam a retroalimentação da fase de projeto com informações obtidas na fase de uso, operação e manutenção. Além das providências tomadas na fase de execução para minimizar as atividades de manutenção, deve-se estudar a implantação de um sistema de gestão da manutenção (*facilities management*) durante a fase de uso, operação e manutenção (DARDENGO, 2010).

5.3 USO EM *SOFTWARE* PARA GESTÃO DE *FACILITIES*

Sabe-se que o diagnóstico das patologias contribui para uma correta recuperação da edificação e principalmente como recurso para identificar a origem e causas do problema e, quando realizado antecipadamente, diminui os custos de manutenção corretiva.

Dito isso, a inserção dos dados obtidos na cartilha de condutas em um software para a gestão das manutenções (ou gestão de *facilities*) pode fornecer informações para a programação das intervenções a partir do acompanhamento sistemático do funcionamento e desempenho dos diversos sistemas da edificação. Isso é possível integrando as características físicas e funcionais de uma edificação em uma plataforma BIM (*Building Information Modeling*). O conceito BIM se apresenta como um modelo com diversas camadas de informação, organizadas de forma sistemática, de modo que possam ser acessadas antecipadamente nas situações de manutenção comuns durante o ciclo de vida da edificação (JÚNIOR, 2018).

Existem softwares de gerenciamento em BIM que oferecem informações detalhadas dos componentes construtivos após a modelagem da edificação. Para as manutenções, é possível obter dados detalhados de um elemento construtivo, incluindo modelos 3D, permitindo a inserção de registros de intervenções realizadas, incluindo fotos e vídeos. Além disso, pode-se agendar as inspeções para monitorar os resultados e conformidade dos elementos construtivos após a intervenção.

Por fim, para o acesso rápido às informações, alguns softwares dispõem de aplicativos para *smartphones* que incluem a listagem de inspeções a serem realizadas e permite a fácil entrada de dados por meio de mensagens de voz e texto. Por conseguinte, acredita-se que é possível realizar a retroalimentação da cartilha de condutas de forma mais rápida e melhor,

com o acompanhamento dos componentes construtivos que foram tratados e integrando as características físicas e funcionais da edificação.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As patologias em edificações são um grande desafio para a construção civil e um sistema de manutenção integrado possibilitaria a correção dos subsídios adquiridos e o processo de retroalimentação da cartilha. Para um ajuste do sistema são necessárias correções periódicas dos diversos elementos prediais, visando identificar as diferenças entre os níveis de desempenho atingidos e os pretendidos. Assim sendo, como sugestões de pesquisas aplicadas ao tema de patologias e manutenções em edificações, propõe-se:

- Modelagem das edificações do IFG – Câmpus Goiânia em *software* na plataforma BIM, para identificação e caracterização dos edifícios;
- Elaboração de um Plano de Manutenções visando sua implantação em *software* para gestão de *facilities*, para atuar em manutenções preventivas e preditivas.
- Levantamento e diagnóstico de patologias dos elementos estruturais em concreto armado aparente, para ampliar o conhecimento das patologias em estruturas e suas causas, origem, danos e condutas recomendadas;
- Análise e prognóstico de patologias em alvenaria de vedação com revestimento argamassado, para aprimorar o entendimento do comportamento dos materiais usados a fim de encontrar uma conduta mais simples para a solução do empolamento da pintura;
- Cálculo da viabilidade técnica e econômica para execução da vala de drenagem no perímetro dos pavilhões, conforme proposto pelo IPHAN no bloco 100.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANTONELLI, G. R.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia – GO**. *In*: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Paraná, 2002.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da incidência de casos**. 2010. 178f. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

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

_____. **NBR 5674**. Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15575-1**. Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 14037**. Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 16445**. Tintas para construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Detecção de bactérias redutoras de sulfato em tintas, vernizes e complementos. Comitê Brasileiro de Tintas (ABNT/CB-164). Rio de Janeiro, 2016.

BARTH, F. **La accion combinada de las lluvias con vientos en las fachadas de los edifícios**. Conferência Internacional Confort y Comportamento Térmico de edificacones – COTEDI, Maracaibo Universidade de Zulia, 2000, il. color.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, v. 2, 1994.

BELISÁRIO, W. S. Júnior. **Desempenho, durabilidade, degradação e vida útil: aspectos técnicos no desenvolvimento do plano de manutenção de fachadas**. 2016. 101f. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BORGES, E. A. M.; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Mapeamento de danos em monumento histórico *art déco***. Revista Eletrônica de Engenharia Civil – REEC, Goiânia, v. 8, n. 3, p. 20-37, 2014.

CAETANO, C. **IFG, no centro de Goiânia, é marco do Batismo Cultural e do estilo *art déco* na capital**, 2018. Disponível em: <https://aproveiteacidade.com/passeios/ifg-no-centro-de-goiania-e-marco-do-batismo-cultural-e-do-estilo-art-deco-na-capital/>. Acesso em: 04 mar. 2019.

CARASEK, H. **Argamassas**. *In*: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010.

CASCUDO, O.; CARASEK, H. **Relatório de vistoria técnica para registro do estado atual das fachadas do prédio da Biblioteca Pública Mário de Andrade do município de São Paulo**. Trabalho técnico sobre restauração de fachada. São Paulo, 1992.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto – inspeção e técnicas eletroquímicas**. Co-edição, São Paulo: Editora PINI, Goiânia: Editora UFG, 1997.

CASTRO, M. D. de; MARTINS, R. M. **Análise e sugestões terapêuticas das patologias de infiltração de um edifício com mais de 20 anos - Estudo de caso**. 2014. 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

CECHINEL, B. M. et al. **Infiltração em Alvenaria - Estudo de caso em edifício na Grande Florianópolis**. Caderno de publicações acadêmicas, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 18-24, 2011.

CINCOTTO, M. A. **Patologia das argamassas de revestimento: análise e recomendações**. *In*: Tecnologia das Edificações. São Paulo: Editora Pini/IPT, 1988.

COMIM, K. W.; ESTACECHEN, T. A. C. **Causas e alternativas de reparo da corrosão em armaduras para concreto armado.** Revista Construindo, Belo Horizonte, v. 9, p. 36-47, 2017.

COSTA, A. O. **Patologia nas edificações do PAR, construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de Belo Horizonte**. 2010. 241f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

DARDENGO, C. F. R. **Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa – MG**. 2010. 175f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

FERREIRA, D. M.; GARCIA, G. C. **Patologia de revestimentos históricos de argamassa**. 2016. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso II (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

FLORES-COLEN, I. S. **Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva**. 2009, 487f. Tese (Doutorado em Engenharia) Instituto Superior Técnico - Universidade de Técnica de Lisboa; Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009.

FREITAS, V. P. de; GUIMARAES, A. **Tratamento da humidade ascensional no património histórico**. Rev. ALCONPAT, Mérida, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2014, il. color. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352014000100002&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 jun. 2019

GOMIDE, T. L. F.; GULLO, M. A.; FAGUNDES, J. C. P. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**. São Paulo: Editora PINI, 2006.

HELENE, P. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo: Editora PINI/ IPT, 1986.

HOPPE FILHO, J. **Sistemas cimento, cinza volante e cal hidratada: mecanismos de hidratação, microestrutura e carbonatação do concreto**. 2008, 247f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. il. color.

HUSSEIN, J. S. M. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão - PR**. 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA – IBAPE. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

INSTITUTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO – IBI. **Guia de aplicação da Norma de Desempenho para impermeabilização: Especificação, aplicação, e contratação com foco no atendimento à ABNT NBR 15575:2013**. São Paulo, 2017.

ISAIA, C, G. **IBRACON Concreto Ensino Pesquisa e Realizações**. Distribuidora Curitiba de Papéis e Livros S/A, Curitiba, ed. 1, v. 1 e 2, 2010.

JÚNIOR, F. G. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**, 2018. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 04 nov. 2019.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, 1985.

_____. **Patologia das construções: boletim técnico n. 6**. São Paulo: EPUSP, 1986.

MELO JÚNIOR, C. M. **Metodologia para geração de mapas de danos de fachadas a partir de fotografias obtidas por veículo aéreo não tripulado e processamento digital de imagens**. 2016, 376f. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MEI, P. **Umidade - o grande vilão das obras**, 2016, il. color. Disponível em: <https://www.meiarquitetura.com.br/single-post/2016/03/10/Umidade-%E2%80%93-O-grande-vil%C3%A3o-das-obras>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco - PR**. 2010. 63f. Monografia (Pós-Graduação em Construção de Obras Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.

RIBEIRO, E.; VOLKWEIS, F. J. **Patologias em fachadas externas devido a movimentações higrotérmicas**. Revista Científica Tecnológica, Chapecó, v. 5, n. 2, p. 151-162, 2016.

MUNDURUCA, E. A. M. B. **Reabilitação em edifícios e monumentos *art déco* – Métodos de avaliação dos revestimentos de fachadas**. 2013. 158f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

OLIVEIRA, D. F. **O conceito de qualidade aliado às patologias na construção civil**. 2013. 96f. UFRJ / Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013.

PASSOS, M. F. F. **Reabilitação de casas centenárias**. 2010. 173f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2010.

RODRIGUES, R. M.; JÚNIOR, A. da S. S.; LIMA, E. E. P. **Erros, diagnósticos e soluções de impermeabilização na construção civil**. InterScientia, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 19-33, 2016.

SILVA, A. F. da. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. 2007. 190f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, B. C da. **Investigação de manifestações patológicas em alvenarias de edifícios multipavimentos por meio de registros de assistência técnica**. 2013. 199f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SILVA, E. P da. **Avaliação do potencial de corrosão de concretos estruturais produzidos segundo as prescrições da NBR 6118, submetido a ensaio de corrosão acelerado**. 2010. 64f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SOUZA, M. F. de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 64f. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2008.

UNES, W. **Identidade *art déco* de Goiânia.** Goiânia: Instituto Casa Brasil de Cultura, 2008. 198f.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991. 172f.

XAVIER, J. P. M. **Influência de projetos e detalhes arquitetônicos em patologias de estruturas: estudos de caso**. 2010. 155f. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.