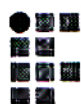


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TAÍS LARA PIO SANTOS

**PÓRTICO DE ACESSO AO IFG CÂMPUS GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO**

Goiânia, GO
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 |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Taís Lara Pio Santos

Matrícula: 20141011050023

Título do Trabalho: Pórtico de acesso ao IFG Câmpus Goiânia: diagnóstico e proposta de intervenção.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ 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 incluídos 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, 24 de Janeiro de 2020

Taís Lara Pio Santos

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Taís Lara Pio Santos

**PÓRTICO DE ACESSO AO IFG CÂMPUS GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Francinete Silva Júnior

Goiânia, GO

2019

S2373p Santos, Taís Lara Pio.

Pórtico de acesso ao IFG Câmpus Goiânia: diagnóstico e proposta de intervenção / Taís Lara Pio Santos. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019.
106f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Francinete Silva Júnior.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.
Inclui apêndice.

1. Edifícios históricos (Goiânia – GO). 2. Construção de concreto - deterioração. 3. Monumentos – conservação e restauração. I. Silva Júnior, Paulo Francinete (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 690.26

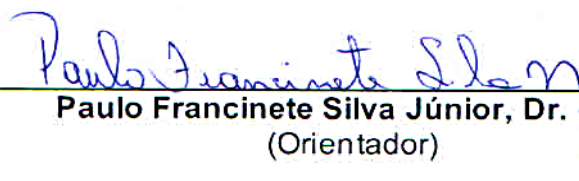
Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

Taís Lara Pio Santos

**PÓRTICO DE ACESSO AO IFG CÂMPUS GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E
PROPOSTA DE INTERVENÇÃO**

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

Aprovado em 13 de dezembro de 2019:


Paulo Francinete Silva Júnior, Dr. (IFG)
(Orientador)


Cláudio Marra Alves, Me. (IFG)


Glydson Ribeiro Antonelli, Me. (IFG)

Goiânia, GO
2019

RESUMO

PÓRTICO DE ACESSO AO IFG CÂMPUS GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

AUTOR: Taís Lara Pio Santos
ORIENTADOR: Paulo Francinete Silva Júnior

O Pórtico de acesso ao Instituto Federal de Goiás Câmpus Goiânia foi construído para o Batismo Cultural de Goiânia. Representante do estilo arquitetônico *art déco*, em 2003 esse monumento foi tombado, porém apesar do seu inestimável valor histórico a toda sociedade, a estrutura apresenta diversas manifestações patológicas. Dessa forma, este trabalho objetivou realizar o diagnóstico de suas manifestações patológicas fornecendo diretrizes para a construção de uma proposta de intervenção. Para isso, foi utilizado o método de Litcheinstein (1986) para atingir os objetivos estabelecidos, dividindo-se nas etapas de levantamento de subsídios, diagnóstico e proposta de intervenção. A análise dos documentos obtidos durante a anamnese, a realização de ensaios, além da pesquisa bibliográfica demonstraram se bastante úteis para busca do diagnóstico. Foi possível constatar que a laje se encontra em um estado mais severo de degradação do que os pilares e que a falta de manutenções preventivas e planos de manutenção acarretaram na degradação da vida útil de serviço da estrutura. Por fim, foi elaborada uma proposta intervenção, verificando-se que para a construção de uma proposta precisa seria necessário um estudo complementar a este.

Palavras-chave: *Art Déco*. Edifícios históricos. Pórtico. Manifestações Patológicas.

ABSTRACT

ACCESS PORTICO TO IFG CAMPUS GOIÂNIA: DIAGNOSIS AND INTERVENTION PROPOSAL

AUTHOR: Taís Lara Pio Santos
ADVISOR: Paulo Francinete Silva Júnior

The access portico to the Goiás Federal Institute Campus Goiânia was built for the Cultural Baptism of Goiânia. Representing art déco's architectural style, in 2003 it was listed as World Heritage, despite that and its inestimable historical value to all society, the structure presents various pathological manifestations. Therefore, this work aimed to diagnose its pathological manifestations providing directives to build an intervention proposal. Thereunto, in order to achieve the established goals the Litcheinstein (1986) method was used, being divided in subsidy gathering, diagnostics and intervention proposal steps. The analysis of documents obtained during anamnesis, the trials executions, as well as bibliographic research has proven useful in searching for the diagnosis. It was possible to determine that the slab presents a severe degradation state when compared to the pillars and that the lack of preventive maintenances resulted in loss of the structure service life. Finally, an intervention proposal was elaborated, verifying that the construction of a precise proposal would require a complementary study to this one.

Key-words: Art Déco. Historical Buildings. Portico. Pathological Manifestations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Variação do desempenho de uma estrutura ao longo do tempo	14
Figura 1.2 – Árvores obstruindo a vista	15
Figura 1.3 – Presença de tapumes	15
Figura 1.4 – Presença de escoras.....	15
Figura 1.5 – Pórtico ilustrado em um imã de geladeira	16
Figura 1.6 – Pórtico em destaque no guia turístico <i>art déco</i> Goiânia	16
Figura 1.7 – Pórtico no folder de divulgação de evento sobre <i>art déco</i>	16
Figura 2.1 – Luminária de Cobra de Edgar Brandt.....	19
Figura 2.2 – Edifício da rua Franklin de Auguste Perret.....	20
Figura 2.3 – Hotel del Caribe - Miami.....	22
Figura 2.4 – Cassino	22
Figura 2.5 – Empire State New York	22
Figura 2.6 – Agência de Correio em Belo Horizonte	24
Figura 2.7 – Agência de Correio em Pires do Rio/GO.....	25
Figura 2.8 – Planta do IFG – Câmpus Goiânia.....	29
Figura 2.9 – Exposição de Goiânia sediada na ETG.....	30
Figura 2.10 – Fachada IFG pela rua 75	30
Figura 2.11 – Janelas com alusão de escotilhas na fachada posterior do teatro do IFG	31
Figura 2.12 – Diferentes desempenhos de uma estrutura com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos	33
Figura 2.13 – Lei de Sitter : Evolução de custos	35
Figura 2.14 – Desenvolvimento da reação álcali-agregado	39
Figura 2.15 – Sinais de deterioração ocasionada pela reação álcali-agregado em uma ponte	39
Figura 2.16 – Esquema da ação da carbonatação.....	41
Figura 2.17 – Fissuras típicas de retração superficial	44
Figura 2.18 – Fissuras em ponte provocadas pela ação de sobrecargas	44
Figura 2.19 – Fissuras provocadas por recalque de fundação.....	44
Figura 2.20 – Presença de eflorescência na superfície do concreto	45
Figura 2.21 – Evolução esquemática da deterioração de estruturas de concreto por corrosão das armaduras.....	47
Figura 2.22 – Descolamento de argamassa em placa	48
Figura 2.23 – Exemplo de destacamento de pintura	49
Figura 3.1 – Metodologia de pesquisa adotada.....	54
Figura 3.2 – Localização do Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia	55
Figura 3.3 – Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia	55
Figura 3.4 – Planta baixa do Pórtico	56
Figura 3.5 – Planta baixa do pilar mostrando as suas faces	56

Figura 3.6 – Esclerômetro SCHMIDT	58
Figura 3.7 – Execução do ensaio de esclerometria.....	59
Figura 3.8 – Localização das áreas ensaiadas com medidas em cm	60
Figura 3.9 – Pacometro Bosch Wallscanner D-tect 150	61
Figura 3.10 – Ensaio de pacometria sendo realizado	61
Figura 3.11 – Ensaio de verificação da flecha da laje	62
Figura 4.1 – Parte inferior da laje com destacamento de concreto	63
Figura 4.2 – Laje com presença de mofo e sujidade	64
Figura 4.3 – Destacamento da borda da laje	64
Figura 4.4 – Destacamento da pintura	65
Figura 4.5 – Topo do pilar com presença de sujidade e destacamento da pintura ...	66
Figura 4.6 – Pilar com incidência de fissuras e descoloração da pintura	66
Figura 4.7 – Pintura com presença de bolhas	67
Figura 4.8 – Mapa de danos: Vista Oeste	69
Figura 4.9 – Mapa de danos: Vista Leste	70
Figura 4.10 – Mapa de danos: Vista Sul do pilar Sul e do pilar Norte	71
Figura 4.11 – Mapa de danos: Vista Norte do pilar Norte e do pilar Sul.....	72
Figura 4.12 – Placa de identificação do Pórtico	73
Figura 4.13 – Detalhe genérico do escoramento.....	74
Figura 4.14 – Aspectos de fissuração do concreto da laje, em sua parte superior, em região entorno de um dos pilares	75
Figura 4.15 – Registro do ensaio de carbonatação no CP1	76
Figura 4.16 – Registro do ensaio de carbonatação no CP2	76
Figura 4.17 – Resultado do ensaio de pacometria	82
Figura 4.18 – Representação das maiores flechas verificadas	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Gastos de países desenvolvidos com manutenção.....	35
Tabela 2.2 – Classificação da durabilidade do concreto em relação à porosidade e a absorção de água.....	38
Tabela 4.1 – Registro de aferição dos equipamentos	77
Tabela 4.2 – Registro do ensaio esclerométrico do equipamento N34 149452	78
Tabela 4.3 – Registro do ensaio esclerométrico do equipamento N34 166726	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Exigências do usuário (adaptado da ABNT NBR 15575-4)	33
Quadro 4.1 – Valores de resistência média por evento de ensaio	80
Quadro 4.2 – Valores referentes as cotas encontradas nos pontos	83
Quadro 4.3 – Valores de flechas obtidos	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Manifestação patológica de acordo com as fases de projeto	37
Gráfico 4.1 – Comparativo de resistências obtidas com as exigências normativas ..	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAA	Classe de agressividade ambiental
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
Ca(HCO ₃) ₂	Bicarbonato de cálcio
CaO	Óxido de cálcio
CaOH ₂	Hidróxido de cálcio
CEFET/GO	Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás
CO ₂	Anidrido carbônico
ETG	Escola Técnica de Goiânia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFG	Instituto Federal de Goiás
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
FID	Ficha de Identificação de Danos
MgO	Óxido de Magnésio
SO ₂	Óxido de Enxofre

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TEMA.....	15
1.2	OBJETVO GERAL	16
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1	O ART DÉCO E A ARQUITETURA ART DÉCO	18
2.1.1	O estilo <i>art déco</i>	18
2.1.2	<i>Art déco</i> na arquitetura	21
2.1.3	A arquitetura <i>art déco</i> no Brasil	23
2.1.4	A arquitetura <i>art déco</i> na cidade de Goiânia	26
2.1.5	A arquitetura <i>art déco</i> no IFG – Câmpus Goiânia e o Pórtico de Exposição Cultural	28
2.2	PATOLOGIA EM EDIFÍCIOS HISTÓRICOS	31
2.2.1	Conceitos relacionados a patologia das estruturas.....	31
2.2.1.1	Deterioração e desempenho	31
2.2.1.2	Durabilidade e vida útil	32
2.2.1.3	Manutenção.....	34
2.2.2	Causas e origens.....	36
2.2.2.1	Origens.....	36
2.2.2.2	Causas	37
2.2.3	Principais manifestações patológicas em edifícios históricos	43
2.2.3.1	Concreto.....	43
2.2.3.2	Argamassa	47
2.2.3.3	Pintura	49
2.2.4	Diagnóstico.....	50
3	METODOLOGIA.....	54
3.1	OBJETO DE ANÁLISE	54
3.2	LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS.....	56
3.2.1	Inspeção Visual	56
3.2.2	Anamnese	57
3.2.3	Ensaio complementares	57
3.1.1.1	Esclerometria	57
3.1.1.2	Pacomtria	60
3.1.1.3	Verificação da flecha	61
4	RESULTADOS E ANÁLISE DO PROBLEMA	63

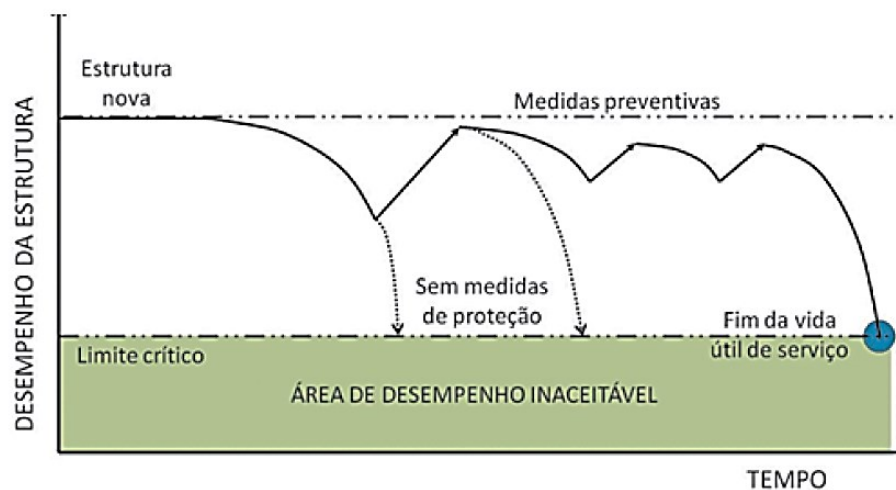
4.1	DIAGNÓSTICO	63
4.1.1	Análise da inspeção visual.....	63
4.1.2	Análise da Anamnese	73
4.1.3	Análise dos ensaios complementares.....	76
4.1.3.1	Análise esclerometria	76
4.1.3.2	Análise pacometria	81
4.1.3.3	Análise da verificação da flecha	83
4.2	PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO	84
4.2.1	Quanto ao concreto.....	85
4.2.2	Quanto à camada de revestimento de argamassa	86
4.2.3	Quanto à camada de revestimento da pintura	87
4.2.4	Quanto à visibilidade arquitetônica	87
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	88
	REFERÊNCIAS.....	90
	APÊNDICE A – FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS (FID'S)	97

1 INTRODUÇÃO

O patrimônio arquitetônico é uma das provas da presença da história nas cidades e da sua importância na sociedade. É um capital social e cultural. Visto isso é necessário que os patrimônios sejam preservados, restaurados e que sejam previstas rotinas manutenção e intervenção quando for pertinente.

O conceito de desempenho se faz importante nessa questão, uma vez que o mesmo diz respeito a capacidade da edificação de permanecer em plenas condições de utilização durante sua vida útil, sendo possível estabelecer uma íntima ligação entre o desempenho e medidas preventivas conforme demonstrado por Medeiros, Andrade e Helene (2011) na Figura 1.1.

Figura 1.1 – Variação do desempenho de uma estrutura ao longo do tempo



Fonte: Medeiros, Andrade e Helene (2011)

Nas edificações históricas a realização de um diagnóstico correto de suas patologias existentes é um desafio devido à falta manutenção, medidas preventivas, ou por terem tido restaurações ineficientes ao longo dos anos. Desse modo essas edificações históricas estão passíveis a diversos problemas distintos. O estudo dos danos, com a realização de ensaios de campo ou em laboratórios torna-se então imprescindível (TAVARES, 2011).

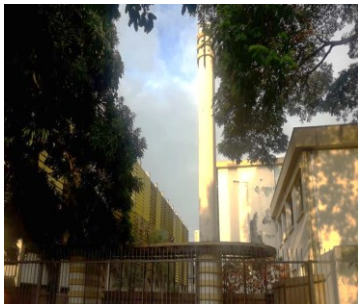
Esta pesquisa buscou demonstrar a importância arquitetônica do patrimônio estudado, identificando suas manifestações patológicas adquiridas ao longo do tempo, diagnosticando a mesma por meio de métodos difundidos para que pudesse ser construída uma proposta de intervenção.

1.1 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA DO TEMA

Este estudo se faz relevante para conscientização da importância arquitetônica de edificações históricas e monumentos como o Pórtico de acesso do Instituto Federal de Goiás (IFG) no ambiente urbano fazendo com que a cidade possa se expandir enquanto se conecta com sua história. As manifestações patológicas apresentadas e estudadas na pesquisa são comumente observadas em edifícios históricos, enriquecendo os estudos acerca do tema.

No caso da estrutura abordada duas questões importantes conduzem o estudo, a importância de se intervir eliminando as manifestações patológicas existentes para a sua segurança e a reabilitação da sua visibilidade arquitetônica, restituindo a importância estética do bem que atualmente encontra-se ameaçada não só pelos dispositivos de segurança como escoras e tapumes como pelas árvores do entorno (Figuras 1.2, 1.3 e 1.4).

Figura 1.2 – Árvores obstruindo a vista



Fonte: Autora

Figura 1.3 – Presença de tapumes



Fonte: Autora

Figura 1.4 – Presença de escoras



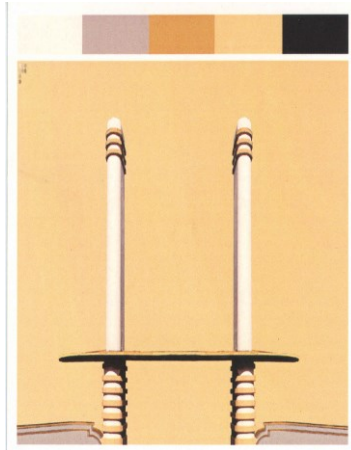
Fonte: Autora

Tendo em vista que cidades novas se definem pela sua rápida transformação, garantir que valores históricos e/ou artístico sejam preservados é inquestionável. A memória e a identidade cultural de um povo somente se constituem por intermédio desses valores, logo o Patrimônio Cultural exprime o testemunho da constituição de um povo, ou seja, os produtos e as marcas das diferentes culturas, por fim proporciona ainda a transmissão de identidade e significados as gerações futuras (BARBOSA *et al.*, 2011; TAVARES, 2011).

O Pórtico é uma obra representativa e simbólica do estilo *art déco* na cidade de Goiânia, isto se demonstra pela sua presença em ímãs de geladeiras, em guia turístico

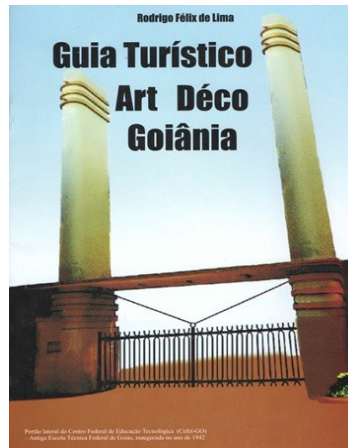
do *art déco* em Goiânia e em folder de divulgação de eventos sobre *art déco* como é ilustrado nas Figuras 1.5, 1.6 e 1.7.

Figura 1.5 – Pórtico
ilustrado em um ímã de
geladeira



Fonte: Autora

Figura 1.6 – Pórtico em
destaque no guia
turístico *art déco*
Goiânia



Fonte: Autora

Figura 1.7 – Pórtico no
folder de divulgação de
evento sobre *art déco*



Fonte: Autora

O tema proposto se justifica pela possibilidade de intervenção num patrimônio histórico, tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), visando garantir maior segurança estrutural do mesmo e sua conservação mediante o fornecimento de informações detalhadas sobre seu atual estado, manifestações patológicas existentes e as propostas pertinentes para essa intervenção.

1.2 OBJETVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho consiste na avaliação da estrutura do Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia, diagnosticando suas manifestações patológicas e fornecendo diretrizes para a construção de uma proposta de intervenção.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

São os objetivos específicos desta pesquisa:

- Realizar o levantamento de subsídios para o diagnóstico;
- Diagnosticar as manifestações patológicas;
- Propor soluções para intervenção;
-

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

De maneira a detalhar a pesquisa, este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, a saber: Introdução, Revisão da Literatura, Metodologia, Resultados e análise do problema.

No capítulo 1, foi feita uma introdução apresentando a justificativa e importância de se realizar esta pesquisa. Por fim, são explicitados o objetivo geral e os objetivos específicos.

No capítulo 2, será apresentada a revisão da literatura feita, na qual se encontra a apresentação do estilo *art déco* e a arquitetura *art déco*, além de ainda constar sobre patologias em edifícios históricos.

Por sua vez, no capítulo 3, será explicitada a metodologia usada para o diagnóstico do Pórtico.

O capítulo 4 apresenta a análise dos resultados, obtidos do diagnóstico e a proposta de intervenção.

No capítulo 5, encontra-se as conclusões acerca do trabalho e sugestões para pesquisas futuras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é feita uma breve revisão da bibliografia acerca do estilo *art déco* e as principais patologias em edifícios históricos.

2.1 O ART DÉCO E A ARQUITETURA ART DÉCO

A seguir será abordado sobre o estilo e a arquitetura *art déco*.

2.1.1 O estilo *art déco*

O *art déco* foi um estilo nas artes e na arquitetura que se originou em Paris. O termo *art déco* é uma abreviatura de *Exposition des Arts Décoratifs*, exposição realizada na França em 1925 e que lançou ao mundo o novo estilo. De acordo com Borges (2006) o estilo:

É uma expressiva e difusa manifestação artística que buscou apresentar uma alternativa de desenho para o mundo moderno, expondo suas premissas, universo formal e metodologia projetual (BORGES, 2006, p.29)

Surgiu como proposta de substituição ao *art nouveau*, no qual estava estagnado. Seu início foi no âmbito do design, com o desenvolvimento de mobílias, roupas, decoração e ilustrações de revistas. Na arquitetura ganhou seu desenvolvimento durante os anos de 1930, com auge na década de 1940 (COELHO, 1997).

Em seu primórdio o estilo era nomeado de *Style Moderne* ou Paris 1925 e somente em 1966, durante a exposição *Les Années*, realizada no Museu de Artes Decorativas de Paris foi denominado *art déco* (DEMPSEY, 2003; SUTIL, 2010).

O intuito da Exposição Internacional das Artes Decorativas e Industrias Modernas configurou em englobar os objetos feitos de pedras, madeira, metais, cerâmicas, vidro entre outros, nos quais representavam a modernidade para época (D'ELBOUX, 2013). A versatilidade dos materiais vigentes na época e as inúmeras possibilidades de contrastes entre colorações e texturas tornou-se presente em grande parte dos objetos com configuração inovadora do *art déco* a exemplo da luminária de Cobra de Edgar Brandt (Figura 2.1), cuja estrutura só foi possível ser concebida devido a maleabilidade e resistência do bronze (LEMME, 1997 apud PISSETTI; SOUZA, 2011).

Figura 2.1 – Luminária de Cobra de Edgar Brandt



Fonte: Pissetti e Souza (2011)

Na década de 20 as cidades ocupavam grandes áreas, o que levou a mudança da relação do edifício com o espaço urbano. Houve necessidades como: implantação de redes elétricas, construção de redes de esgotos, alargamento das ruas. Em meio a essa mudança, surgiu o *art déco* (FIGUEIRÓ,2007).

O estilo *art déco* originou-se em um período pós-guerra, em que a população demonstrava interesse em esquecer os traumas vividos na Primeira Guerra Mundial. Um período com mudanças profundas na política e na economia e devido a isto, desejavam recuperar os anos de atraso perdidos na guerra, assim glorificavam o consumismo e o moderno, destacando-se o lazer, o luxo, as festas, o jazz e as viagens (DEMPSEY,2003).

Para Salvador (2012), o *art déco* teve um papel de extrema relevância não somente para o estilo arquitetônico, mas também para a sociedade, que estava em busca de progresso. O estilo incorporou o moderno que a sociedade almejava e também proporcionou beleza para aqueles que sofriam em um período de dificuldades.

Acerca dessa modernidade Segawa (1999) afirma:

A França sublimou uma noção de modernidade de difícil caracterização. A grande celebração da modernidade, a *Exposition Internationale de Arts Décoratifs et Industriels Modernes*, em 1925, bem espelhou a busca de qualquer modernidade, a necessidade de exprimir novas ideias, de tentar ser moderno mesmo sem que se pudesse esclarecer o que significava ou como chegava a condição de moderno (SEGAWA,1999, p.54).

Com caráter eclético, o *art déco* recebeu influências de vanguardas históricas, tais como o cubismo, o futurismo, o modernismo, o *art nouveau*, o *bauhaus*, o fauvismo e outros. Apesar de outros movimentos possuírem concepções filosóficas ou políticas, o *art déco* foi um movimento apenas com objetivo decorativo (REIS, 2013).

O *art nouveau* se expressou no *art déco* através do destaque dado a decoração e no uso de materiais luxuosos como o granito, mármore e materiais nobres. Já o fauvismo se revelou através do contraste, do futurismo o estilo herdou a incorporação de formas que lembrassem a velocidade, e do cubismo o *art déco* absorveu o apreço pelo o volume (FIGUEIRÓ, 2007).

Conforme Salvador (2012), em um período em que a máquina e a velocidade se destacavam, o *art déco* conseguiu reunir a indústria à arte, apresentando originalidade em suas produções. Os estilos anteriores não conseguiam mecanizar suas produções, como o *art nouveau*, cujas características necessitavam de mão de obra artesanal para executá-las, logo o *art déco* proporcionou um modo de ornamento mais acessível o que acarretou custos menores. O Racionalismo francês revolucionário no uso de concreto armado e em painéis extensos de vidro merece destaque no prédio de apartamentos da rua Franklin de Auguste Perret, exibida na Figura 2.2. A obra foi considerada uma ponte entre *art nouveau* e *art déco*.

Figura 2.2 – Edifício da rua Franklin de Auguste Perret



Fonte: Carvalho (2009)

A associação da industrialização à arte apresentava-se por meio de linhas retas, design abstrato, a natureza como inspiração, e quando se utilizavam curvas,

estas eram mostradas de maneira objetiva, com arcos bem definidos (LEMME, 1996 *apud* SALVADOR, 2012).

Segundo Roiter (2010), são características marcantes do *art déco* a geometrização de temas abstratos e figurativos, e por esse estilo ter grande difusão geográfica, a vida na natureza retratando o selvagem, a fauna e flora também integram seus temas.

Após a Exposição Internacional das Artes Decorativas e Industriais Modernas, houve disseminação do estilo *art déco* no cotidiano da população parisiense. Introduzida por exemplo, nas roupas do estilista Paul Poiret, na arte gráfica do pôster transatlântico feita por Alfolphe Mouron Cassandre e em artefatos como o vaso Nanking, de René Lalique (FILHO, 2017).

A expansão dos meios de comunicação, como a imprensa e o cinema, possibilitou a difusão do *art déco* no contexto urbanos na Europa e nas Américas e após a Primeira Guerra a ideia de modernização embutida nesse estilo facilitou a sua aceitação, sem grandes polêmicas (D'ALAMBERT, 2003). As perspectivas da era da máquina facilitaram a multiplicação dos artifícios decorativos da Europa na sociedade norte-americana, nos Estados Unidos, se disseminou para o mundo através: das revistas, do cinema, das publicações de variedades e da publicidade (SEGAWA, 1999; ZAKIA, 2012).

2.1.2 *Art déco* na arquitetura

Para Melo (2011) o *art déco* foi uma tentativa de trazer uma arquitetura acessível e moderna à vida cotidiana, e devido a isto promoveu a sua rápida difusão e aceitação em várias cidades do mundo. E em cada local recebia sua releitura estética e em alguns casos ocorria alteração dos materiais utilizados, de modo que fossem de fácil aquisição.

A arquitetura *art déco* foi formada sob a influência do Beaux Arts, estilo arquitetônico originado na Escola de Belas Artes de Paris. O estilo *art déco* foi influenciado pela preferência por concepções de caráter decorativo, perceptível na volumetria em composições marcadas pelas formas geométricas, em fachadas com elementos ornamentais, como também pelo uso de regras pertinentes a simetria, axialidade e hierarquia além do destaque dado ao acesso principal e arranjo da fachada em base, corpo e coroamento. A novidade trazida está na simplificação

geometrizante de seus elementos decorativos e na diversificação e atualização de suas fontes de referência ornamental (CORREIA, 2010).

Conforme Novais (2015), a arquitetura no viés *art déco* possuía vertentes. A primeira refere ao emprego de linhas escalonadas ou em ziguezague, baseada nos templos mesopotâmicos e egípcios, como mostrada na Figura 2.3. A segunda denominada de *streamlined*, fazia uso da aerodinâmica e da sinuosidade, inspirada nos transatlânticos, aviões, rádios e na estética da máquina, ilustrada na Figura 2.4. E a última são construções requintadas com fachadas limpas e sóbrias, e aplicações de linhas simples e horizontais, como pode ser observado na Figura 2.5.

Figura 2.3 – Hotel del Caribe - Miami



Fonte: Bayer (1999)

Figura 2.4 – Cassino



Fonte: Bayer (1999)

Figura 2.5 – Empire State New York



Fonte: Bayer (1999)

Os elementos presentes nas construções de *art déco* são variados. Pode se encontrar aplicação de materiais inovadores e técnicas construtivas modernas para a época como o concreto armado que possibilitou a verticalização de edifícios, muitos deles arranha-céus. A cidade de Nova Iorque apresenta alguns deles como *Chrysler Building* (1928-30), *General Electric Building* (1930-1931), o famoso *Empire State Building*, entre outros (CORREIA, 2008; D'ALAMBERT, 2003).

Ainda a respeito das características pertinentes a arquitetura *art déco*, Correia (2008) assevera:

Entre os recursos que integraram o repertório formal do *art déco* na arquitetura encontram-se: marquises; balcões em balanço; colunas, frontões, capitéis, pilastras, platibandas e volutas de formas esquemáticas; gradis e caixilhos de metal, inclusive do tipo basculante; ornatos em alto ou baixo relevo, representando formas geométricas, temas florais simplificados, linhas retas, em ziguezague, ou linhas em espirais. Os vãos surgem retangulares, circulares, escalonados ou acompanhando as superfícies curvas das quinas das fachadas. O uso cenográfico da luz é amplamente apropriado, tanto através do neon compondo fachadas quanto através de vitrais. Texturas nas superfícies e padrões esquemáticos de cores são outros recursos empregados (CORREIA, 2008, p.51).

Diferentemente dos Estados Unidos, nos países Latino Americanos o *art déco* exibiu-se de forma simplista e desprovido da imponência e do luxo, ainda assim em alguns países devido o governo atuante demonstrou-se imponente e rígida. Consequentemente obteve maior inserção nas classes médias e baixas. Mas, vale frisar que apesar de ter sido revelado em um formato mais econômico, não foi motivo para abandonar os ornamentos (FIGUEIRÓ, 2007).

A primeira manifestação da arquitetura *art déco* em Cuba foi a construção da mansão do magnata do açúcar, Juan Pedro Baró, datada em 1927. Outra obra foi o edifício de escritórios, *El Bacarí* em 1930 e mais tarde teve a sua generalização, a qual levou a construções de várias outras edificações. Cuba por apresentar uma forte relação com Miami e Los Angeles, devido ao turismo, foi influenciada pelo *Tropical Déco* e, portanto, apresentava um estilo mais limpo e destituído de elementos excessivos, assim como no Uruguai (FIGUEIRÓ 2007; TOROYA,2002).

No México, o *art déco* foi símbolo de progresso e avanço social e marcou-se pela incorporação da cultura asteca e maia e da utilização do cimento, não somente em estruturas de concreto armado, mas também nas fachadas com a exibição plástica do cimento. Já na Argentina, o *art déco* ficou eminente pela austeridade, e simbiose entre a arquitetura preexistente e os novos elementos trazidos pelo gênero (FIGUEIRÓ, 2007). Comprava-se então a pluralidade do *art déco*, devido as alterações recebidas, para que houvesse melhor adaptação a região, revelando tanto aspectos culturais como econômicos.

2.1.3 A arquitetura *art déco* no Brasil

No Brasil, da mesma forma de outros países o *art déco* recebeu influência do contexto econômico e político do período. No início do século XX o país mostrava um significativo crescimento populacional, o que resultou em expansão desordenadas das cidades. Devido a isto, tornou-se necessário intervenções modernizadoras em infraestruturas, levando como inspiração as cidades europeias. Período também de grande produção cultural e preocupação com modernização, assim realizou a Semana de Arte Moderna em 1922. Na arquitetura, no entanto continuava a se apoiar no viés neocolonial (BORGES, 2006).

A consolidação do *art déco* ocorreu durante o período do governo de Getúlio Vargas (1930-1945). Com a revolução de 1930 o modelo fordista começa a ser

instalado, e possui a visão de produção em massa, o que acarretou em mudanças em todo âmbito de uma sociedade. O período é marcado também pela industrialização do Sudeste, que resultou no advento da burguesia industrial. A respeito às obras públicas, as visões racionalistas começam a ser implantada como eficiência, funcionalidade e economia (FIGUEIRÓ,2007; OLIVEIRA, 2008).

Durante o seu governo, Vargas solicita o uso de diversas representações arquitetônicas e o *art déco* apresentava o equilíbrio entre modernização e o conservadorismo, o qual refletia bem o seu governo. Na política do Estado Novo a arquitetura monumental inspirada na *Beaux Arts*, constituía cenários de ideologia e governos autoritários, com os seus discursos nacionalista. (SALVADOR, 2012; SEGAWA,1995).

Construções de um significativo número de edifícios escolares e agências de correios com característica de *art déco* são realizadas ao decorrer da Era Vargas. Edifícios rebuscados e detalhados, como os localizados em Belém, Fortaleza e Belo Horizonte (ilustrado na Figura 2.6), assim como também, edifícios simplórios encontrados no interior de Goiás, como pode ser observado na Figura 2.7, que apesar de simples não abandonam seu caráter estético (COELHO,1997).

Figura 2.6 – Agência de Correio em Belo Horizonte



Fonte: Coelho (1997)

Figura 2.7 – Agência de Correio em Pires do Rio/GO



Fonte: Coelho (1997)

Identifica no Brasil a linguagem *déco* evidenciada por intermédio da ênfase ao acesso, do uso da hierarquização e da forma escalonadas em clubes, escolas, igrejas e fábricas. Em especial nos clubes e escolas, as marquises, colunas, frisos, elevação das platibandas e desenhos geométricos foram empregados na perspectiva de evidenciar as entradas. Já nas igrejas, as fachadas são escalonadas e verticalizadas, com uso da volumetria movimentada e de componentes em relevo (CORREIA, 2010).

Conforme Salvador (2012), a arquitetura de tendência *art déco* conquistou sua popularização por trazer o moderno e ser acessível. Esta última característica foi possível, pois quando trazida para o Brasil ocorreu a diminuição de ornamentos, deixando-a mais econômica.

Em cada cidade o *art déco* manifestou-se diferente, em razão da cultura regional a ser incorporada. No *art déco* brasileiro observa-se a influência de temas aborígene, marajoara, guarani, tupi, tupinambá em diversas construções, como por exemplo no pórtico e no térreo do edifício *Itahy*, no Rio de Janeiro, construído em 1932, apresentando respectivamente inspirações indígenas e a presença aerodinâmica do *streamlined* (ROITER, 2010).

Na cidade de São Paulo predominou a verticalização dos edifícios, destacando-se os arranha-céus, em que se observa composições escalonadas ou elementos verticais de coroamento. Nos edifícios institucionais teve o anseio de transmitir a

monumentalidade, que foi beneficiada pelo decorativismo e pela hierarquização volumétrica. Assim, o *art déco* mostrou-se vigente no processo de renovação da paisagem nos anos de 1930 e se difundiu em edifícios comerciais, industriais, cinemas, teatros, escolas e residências. Evidencia o arquiteto Elisário Bahiana responsável por grandes símbolos do estilo como: o Viaduto do Chá, o edifício João Bricola e o edifício Saldanha Marinho (CORREIA, 2010; D'ALAMBERT, 2003; FIGUEIRÓ, 2007).

Percebe-se ainda a expressão do *art déco* associado a indústria, como em Minas Gerais na cidade de Gouveia exibido no núcleo fabril da Companhia Industrial São Roberto, tipificado pelas marquises e faixas paralelas em alto relevo. A presença dessa fusão é identificada em outros locais do Brasil como em Pernambuco, Salvador, Ceará, São Paulo e no Rio de Janeiro. Neste último percebido na Fábrica Nacional de Motores construída entre 1942 e 1944, onde se constata a presença de formas escalonadas, marquises, superfícies de vidros e ainda alguns contornos particulares do *streamlined* (CORREIA, 2008).

Rossi (2010) verificou a presença do *art déco* em Campina Grande na Paraíba, expressada nas fachadas por meio de jogos geométricos e semelhanças com o tropical déco de Miami. Encontra-se assim, uma regionalização do *art déco*, no qual Rossi batizou de *art déco* sertanejo.

Em Goiânia, de acordo com Manso (2004), o déco representou o elo entre Goiás e a federação. Teve um importante significado ao representar o abandono do atraso político e cultural e inserção na modernidade, assim como no Brasil diante o cenário mundial.

2.1.4 A arquitetura *art déco* na cidade de Goiânia

A cidade de Goiânia foi construída com a proposta de ser a nova capital do estado de Goiás, dentro do contexto da “Marcha para Oeste”, na qual foi uma iniciativa do governo de Vargas no advento do Estado Novo para o progresso do Centro-Oeste. (NOVAIS, 2015). Logo a nova capital em si designou “mudança política, substituição das antigas oligarquias por novas, da tradicional arquitetura portuguesa pela arquitetura da modernidade, da internacionalização, do futuro” (CORREIA, 2010, p.21).

A sugestão da construção de Goiânia partiu de Pedro Ludovico Teixeira, interventor do estado de Goiás e grande impulsor da Revolução de 30. Ludovico convida Armando Augusto de Godoy para participar da decisão da região a receber a capital. Godoy apresenta requisitos, tais como: abundância de água, clima, fertilidade do terreno, topografia. Escolheu-se as proximidades da extinta cidade de Campinas e em 24 de outubro de 1933 se inaugurou Goiânia (NOVAIS, 2015; MANSO, 2004).

O projeto da nova capital de Goiás conta com o urbanista Atílio Correia Lima, por este ser o único brasileiro com experiência em planejamento urbano, uma vez que esteve em Paris, foi discípulo do arquiteto francês Alfredo Agache e participou do projeto de planejamento urbano do Rio de Janeiro. A concepção do traçado de Goiânia tem como foco o centro cívico e administrativo. Atílio foi também responsável por vários projetos de edifícios públicos, como o Grande Hotel (DINIZ, 2007).

Construída no momento de ápice do estilo *art déco*, Goiânia é signo do estilo no País. Demonstra-se a sua importância ao poder público por passar de uma área esquecida para moderna. Nestas circunstâncias mostra-se o quão primordial foi o tombamento, aprovado em dezembro de 2002 e feito pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), do acervo arquitetônico na cidade (UNES, 2010).

Os materiais revelam um extraordinário progresso tecnológico para o período e para Goiás, com a implantação de tijolos de vidros, tijolos de barro cozido, concreto, metais e novos tons de tintas. Os processos construtivos também não ficaram atrás. Troca-se a fachada única da arquitetura vernacular¹ de Goiás por quatro fachadas isoladas do seu vizinho; ao invés de beirais são utilizadas varandas e sacadas e decorre ao emprego de platibandas (MANSO, 2004). E com estas simples características a nova capital ganhava ares de moderna.

Conforme Manso (2004), a linguagem *déco* em Goiânia ganhou sua própria forma. Enquanto nos edifícios de Miami Beach o *art déco* foi caracterizado por uma decoração de flamingos coloridos, flores e folhagem em suas fachadas e nos edifícios neozelandeses foi ornamentado por pinheiros, em Goiânia se juntou ao *art déco* representação de suaves elementos indígenas. Revelando a capacidade do *art déco*

¹ Arquitetura vernacular é referente ao estilo arquitetônico tradicional do local em que se encontra.

de se adaptar a região e incorporar expressões e valores culturais, tornando-o único para cada região que chegava.

Em Goiânia no ano 2000 foram registrados 147 edifícios na região central com expressões do *art déco*, além de esquinas em torno da Rua 8. Dos 147 edifícios, 22 prédios e monumentos públicos do traçado central foram tombados pelo IPHAN. (MANSO, 2004).

Por meio da Portaria nº 507 de 18 de novembro de 2003 o Ministro de Estado da Cultura homologou o tombamento dos edifícios e monumentos inerentes ao acervo arquitetônico e urbanístico *art déco* de Goiânia: o conjunto da Praça Cívica, o núcleo pioneiro de Campinas e os Bens Isolados (BRASIL, 2003).

- O conjunto da Praça Cívica inclui: o coreto; as fontes luminosas; o obelisco com luminárias; o Fórum e Tribunal de Justiça; a Residência de Pedro Ludovico Teixeira; o Departamento Estadual de Informação, hoje denominado de Museu Goiano Zoroastro Artiaga; o Palácio das Esmeraldas; a Delegacia Fiscal; a antiga Chefatura de Polícia, atual Procuradoria Geral do Estado; a Secretária-geral, a Torre do Relógio; e o Tribunal Regional Eleitoral.
- O Núcleo Pioneiro de Campinas é composto pelo: Palace Hotel, alterado para Biblioteca Municipal Cora Coralina em 1999; Subprefeitura e Fórum de Campinas.
- Os bens isolados são: O colégio Liceu de Goiânia; o Grande Hotel, Teatro Goiânia; a Estação Ferroviária; o Trampolim e Mureta do Lago das Rosas; e a Escola Técnica, atual IFG.

O conjunto arquitetônico tombado é determinado pelo uso de linhas retas, fachadas limpas e sóbrias, grandes dimensões e volumes que transmitem impressão de monumentalidade e grandiosidade (ARAÚJO; ALMEIDA, 2007; MANSO, 2004).

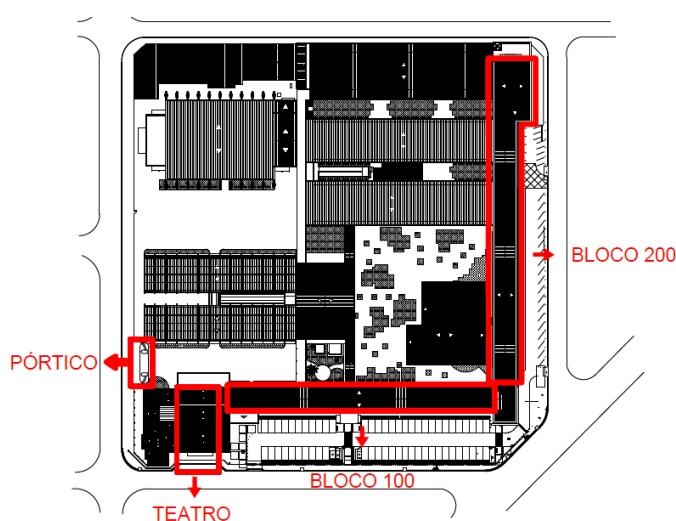
2.1.5 A arquitetura *art déco* no IFG – Câmpus Goiânia e o Pórtico de Exposição Cultural

A Escola Técnica de Goiânia (ETG) decorreu da antiga Escola de Aprendizes Artífices de Goiás, na antiga Vila Boa, atual cidade de Goiás. Foi inaugurada durante o Batismo Cultural de Goiânia em 5 de julho de 1942. Posteriormente sucedeu para

Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (CEFET/GO) e por último transformou em IFG – Câmpus Goiânia.

O IFG – Câmpus Goiânia está localizado na quadra 118, entre a ruas 75, 79 e 66 do setor central. Em 2003 ainda como CEFET/GO o câmpus teve algumas de suas áreas tombadas pelo Ministério do Estado da Cultura. As áreas tombadas compreendem: o Teatro, o pavilhão com as salas dos blocos 100 e 200, além do pórtico alusivo ao Batismo Cultural de Goiânia, conforme ilustrado na Figura 2.8.

Figura 2.8 – Planta do IFG – Câmpus Goiânia



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

A responsabilidade pela construção da ETG é atribuída a uma empresa com sede no Rio de Janeiro, a qual venceu a licitação da obra e enviou seu sócio para participar ativamente da obra, o engenheiro Aníbal de Andrade Câmara (GALLI, 2007).

Conforme GALLI (2007), o Batismo Cultural correspondeu a uma programação de eventos com o propósito de realizar a inauguração da nova capital. Para o Batismo Cultural, Goiânia recebeu a presença de personalidades ilustres como: o interventor Pedro Ludovico Teixeira; Atílio Corrêa Lima; Fernando Antônio Raja Gabaglia, representante do então presidente Getúlio Vargas; Mário Augusto Teixeira de Freitas, secretário geral do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Galli (2007) ainda aponta que a ETG recebeu a maior parte das festividades incluídas na programação do Batismo. Especialmente construído para o Batismo, o Pórtico da ETG valorizava a entrada da exposição (Figura 2.9), que compunha uma

feira para exibição de produtos e, para o lazer daqueles que estavam no local, havia uma roda gigante e uma montanha russa.

Figura 2.9 – Exposição de Goiânia sediada na ETG



Fonte: Galli (2007)

O *art déco* presente no edifício do IFG – Câmpus Goiânia segundo Unes (2001), vincula a linha *streamlined* por meio de suas janelas redondas que dão feição a escotilhas. Pode-se notar também, frisos horizontais que contornam as janelas e o jogo com a geometria, demonstrados nas Figuras 2.10 e 2.11.

Figura 2.10 – Fachada IFG pela rua 75



Fonte: Autora

Figura 2.11 – Janelas com alusão de escotilhas na fachada posterior do teatro do IFG



Fonte: Autora

2.2 PATOLOGIA EM EDIFÍCIOS HISTÓRICOS

Muitas das edificações históricas encontram-se degradadas devido ao processo de obsolescência e falta de manutenção. De acordo com Galantucci e Fatiguso (2018), é necessário agir para garantir a preservação da edificação ao longo do tempo. Ao abordar um patrimônio cultural que precisa ser restaurado, faz-se necessário o levantamento da deterioração existente, a realização de um mapeamento (lançando mão de conceitos e técnicas apuradas) e um planejamento correto das intervenções, a fim de identificar os diferentes tipos de alterações e patologias.

2.2.1 Conceitos relacionados a patologia das estruturas

Este tópico trata dos conceitos gerais e das concepções relacionadas ao termo patologia das estruturas, necessários para a compreensão da definição do tema proposto.

2.2.1.1 *Deterioração e desempenho*

Segundo Ripper e Souza (2009), a deterioração de um material ou estrutura corresponde aos efeitos dos processos de alterações de propriedades físicas e químicas que ocorrem com o passar do tempo, e que comprometem o desempenho dos mesmos. Para Sanchez-Silva, Klutke e Rosowsky (2011) a deterioração estrutural diz respeito a perda de propriedades estruturais como por exemplo, rigidez ou

resistência. Modelos gerais de ciclo de vida de uma edificação podem descrever o seu desempenho ao longo de sua vida útil. A deterioração é um processo cíclico que se dá já no início da utilização da edificação com os acúmulos de danos progressivos ou eventos repentinos (como choques, por exemplo) e quando reparos são realizados o processo se reinicia.

Conforme define a norma NBR 6118 da ABNT (2014, p. 13), o conceito de desempenho se dá pela “capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada”.

Segundo Gnipper e Mikaldo Jr:

[...] o requisito de desempenho é a formulação qualitativa das propriedades a serem alcançadas pelo edifício, ou por suas partes, de maneira a atender determinadas necessidades do usuário. Os requisitos de desempenho são relativos ao uso propriamente dito da edificação, à resistência que esta deverá oferecer aos desgastes que sobre ela atuam e às consequências que ela produzirá sobre o meio ambiente (GNIPPER; MIKALDO JR, 2007, p. 02)

2.2.1.2 *Durabilidade e vida útil*

O conceito de durabilidade é dado pela norma NBR 6118 (ABNT, 2014) como a capacidade de uma estrutura de resistir às influências ambientais definidas ou previstas em projeto durante sua elaboração. A norma cita também que as estruturas de concreto devem ser construídas sob a perspectiva da relevância dos fatores internos e externos a respeito da vida útil, conservando durante o tempo definido a segurança, estabilidade e aptidão a durabilidade.

Conforme a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), por vida útil entende-se o período em que o edifício e/ou seus sistemas cumprem adequadamente as funções para as quais foram projetados e construídos considerando a realização correta das manutenções. Por sua vez a norma NBR 6118 (ABNT, 2014) define vida útil da estrutura como um período de tempo no qual se mantém as características estruturais do concreto sem intervenções significativas. Durante a vida útil de uma edificação, ela deverá atender as necessidades ou exigências do usuário cumprindo critérios mínimos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade elencados no Quadro 2.1.

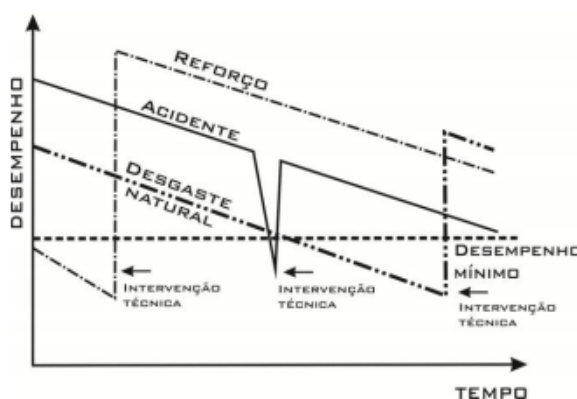
Quadro 2.1 – Exigências do usuário (adaptado da ABNT NBR 15575-4)

Exigências do usuário	Requisitos e critérios
Segurança	Segurança estrutural
	Segurança contra o fogo
	Segurança no uso e na operação
Habitabilidade	Estanqueidade
	Conforto térmico
	Conforto acústico
	Conforto lumínico
	Conforto lumínico
	Saúde, higiene e qualidade do ar
	Funcionalidade e acessibilidade
	Conforto tátil e antropodinâmico
Sustentabilidade	Durabilidade
	Manutenabilidade
	Impacto ambiental

Fonte: ABNT NBR 15575-4 (2013)

Para Ripper e Souza (2009), o ideal é que os serviços de manutenção sejam programados para manter as deteriorações em níveis mínimos, já que ainda que haja uma construção bem executada da edificação ocorrerão desgastes naturais da estrutura ao longo do tempo. No entanto, podem ocorrer situações não previstas como acidentes, por exemplo, fazendo com que a edificação necessite de uma manutenção corretiva. Outra situação que pode ocorrer é a mudança de função da estrutura, erros de execução ou erros de projeto. Estas situações podem ser observadas na Figura 2.12.

Figura 2.12 – Diferentes desempenhos de uma estrutura com o tempo em função de diferentes fenômenos patológicos



Fonte: Souza e Ripper (2009)

É comum que o conceito de vida útil seja confundido com o de durabilidade, levando a utilização equívoca dos dois termos. A durabilidade é um dos requisitos (qualitativo) determinados pela ABNT NBR 15575-1 (2013) e vida útil (quantitativo) é um dos critérios do requisito de durabilidade.

Medeiros, Andrade e Helene (2011) afirmam que os conhecimentos acerca de durabilidade e vida útil das estruturas são fundamentais para auxiliar na previsão do comportamento das mesmas a longo prazo. Os autores destacam também a importância das tarefas de manutenção e acompanhamento das estruturas afirmando:

O conceito de vida útil é introduzido no projeto estrutural de forma análoga ao de introdução da segurança; prevenir manifestações patológicas precoces nas estruturas- esse conhecimento é fundamental para reduzir riscos de fissuras, corrosão, expansões e outros problemas nas estruturas; contribuir para a economia, sustentabilidade e durabilidade sempre lembrando que fazer uma boa engenharia significa manejar bem custos, técnica, recursos humanos e respeito ao meio ambiente.

2.2.1.3 *Manutenção*

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013, p.6) define manutenção como “um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários”.

Para situação específica de monumentos históricos o IPHAN (2005) fomenta que toda intervenção deve ser mínima e deve ainda resguardar os valores estéticos, históricos e a integridade física da estrutura. Dessa maneira, a manutenção ocorrerá com o princípio que o substrato histórico será mantido.

São definidas pela NBR 5674 (ABNT, 2012) três categorias de manutenção: rotineira, preventiva e corretiva. A manutenção rotineira é caracterizada por ser periódica e padronizada. A manutenção preventiva como o próprio nome diz é efetuada antecipadamente e objetiva a estimativa da durabilidade esperada. Por fim, a manutenção corretiva é aquela designada a serviços que demandam intervenção imediata de forma a garantir a permanência das suas funções requeridas, ou ainda, assegurar que não ocorra graves riscos ou prejuízos.

A Norma da ABNT, NBR 5674 (2012, p.6) enfatiza que “é inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis de simples substituição [...]”, desta forma, as manutenções tornam-se imprescindíveis para garantia da durabilidade da

edificação ou da estrutura. Contudo, tem-se como realidade a conduta oposta visto que “a prática da manutenção Brasileira está focada em consertar o que está quebrado” (GOMIDE; PUJADAS; NETO, 2006, p.99) e não de preservar a construção já existente. Estudos têm demonstrado que países desenvolvidos possuem um entendimento distinto acerca da importância da manutenção e reparos de estruturas, conforme pode-se observar na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Gastos de países desenvolvidos com manutenção

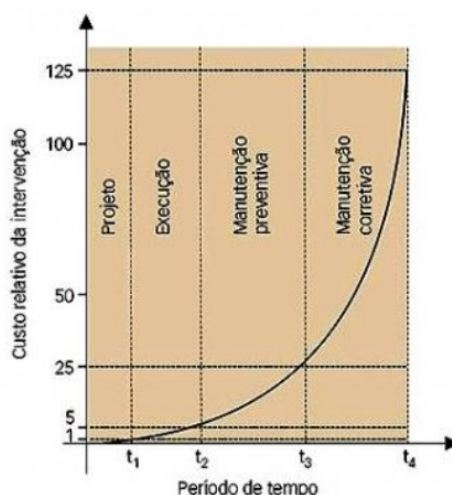
País	Gastos com construções novas	Gastos com manutenção e reparo	Gastos totais com construção
França	85,6 Bilhões de Euros (52%)	79,6 Bilhões de Euros (48%)	165,2 Bilhões de Euros (100%)
Alemanha	99,7 Bilhões de Euros (50%)	99,0 Bilhões de Euros (50%)	198,7 Bilhões de Euros (100%)
Itália	58,6 Bilhões de Euros (43%)	76,8 Bilhões de Euros (57%)	135,4 Bilhões de Euros (100%)
Reino Unido	60,7 Bilhões de Euros (50%)	61,2 Bilhões de Euros (50%)	121,9 Bilhões de Euros (100%)

Nota: todos os dados se referem ao ano de 2004, exceto no caso da Itália que se refere ao ano de 2002.

Fonte: Ueda & Takewaka (2007, apud MEDEIROS, ANDRADE E HELENE, 2011)

A “lei de Sitter” comprova que esse costume de consertar o que está quebrado de fato não é a melhor alternativa. Conforme esta Lei, ilustrada na Figura 2.13, os custos de intervenção crescem segundo uma projeção geométrica de razão cinco (HELENE, 1992). Deste modo, adiar a intervenção significa aumentar os custos.

Figura 2.13 – Lei de Sitter : Evolução de custos



Fonte: CEB – Comitê Euro-Internacional Du Béton (apud Martins, 2012)

É importante ressaltar a diferença entre conservação, preservação, restauração e reconstrução. A carta de Burra de 1980 diz que conservação diz respeito as medidas de manutenção e segurança. A manutenção do bem englobaria também o seu entorno, o qual não poderia contar com novas construções, demolições ou modificações que causariam prejuízos. Preservação ocorre quando não há dados suficientes, por consequência a está ligada a proteção e as eventuais formas de estabilização da substância existente. A restauração é efetuada quando há dados suficientes e ela propõem o restabelecimento do estado anterior da substância do bem. Enquanto a reconstrução só é exercida quando o bem se encontra em risco de sobrevivência, e ela se limita a colocação de elementos desfalcados, onde a parte reconstruída não pode ser mais da metade do bem e ela deve ser distinguidas quando vista de perto (CURY, 2004).

2.2.2 Causas e origens

O termo diagnóstico na área de patologias da construção civil refere-se ao conjunto de conhecimento científico que esclarece os problemas patológicos ocorridos e seu desenvolvimento, com atribuição de identificar e descrever o mecanismo, as origens e as causas responsáveis. (LICHTENSTEIN,1986; FRANÇA *et al.*,2011).

Ainda conforme Lichtenstein (1986) em relação ao mecanismo tem-se que, a causa é caracterizada pela identificação dos agentes que possam estar contribuindo para a ocorrência e desencadeamento desses processos, por outro lado, a origem é relativa à fase da vida da estrutura em que se deu início ao problema patológico.

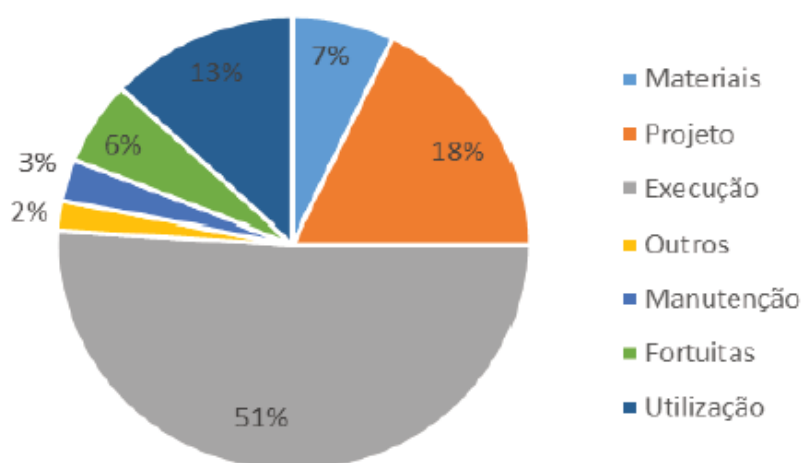
2.2.2.1 Origens

Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de engenharia de São Paulo – IBAPE/SP (2012), quanto a origem as deficiências constatadas podem ser classificadas em:

- a) Construtivas ou endógenas: referentes aos problemas da construção ou projeto;
- b) Funcionais: são aquelas relativas à perda de sua função devido ao final de vida útil - envelhecimento natural;
- c) De uso e manutenção: aquelas devido à perda precoce de desempenho por deficiências no uso e nas atividades de manutenção periódica;

De acordo com Helene (1992) a origem das manifestações patológicas está relacionada às etapas de produção e uso das obras civis. São elas: execução, uso, planejamento, projeto e materiais. Já Silva e Jonov (2011, apud Alves, 2019) apontam que as manifestações patológicas se dão principalmente por falhas humanas na fase de execução conforme é mostrado no Gráfico 2.1.

Gráfico 2.1 – Manifestação patológica de acordo com as fases de projeto



Fonte: Silva e Jonov (2011, apud ALVES, 2019)

2.2.2.2 Causas

Os problemas patológicos normalmente são ocasionados por um conjunto de causas e não por apenas uma única. As causas são classificadas como eficientes/operantes ou como coadjuvantes/predisponentes. As eficientes/operantes são aquelas responsáveis pelos problemas que ocasionam modificação nos materiais e componentes, são provocadas por agentes físicos ou biológicos. Enquanto as coadjuvantes/predisponentes são pertinentes a falta de conservação e limpeza (LICHTENSTEIN, 1986).

Para Ripper e Souza (2009), pode-se agrupar as causas em duas categorias, causas intrínsecas, são aquelas inerentes às estruturas, e causas extrínsecas, são aquelas externas ao corpo estrutural. As causas intrínsecas podem ser decorrentes a falhas humanas durante a construção, como deficiências de concretagem, inadequação de escoramento e fôrmas, deficiência nas armaduras, utilização incorreta dos materiais; e a ausência de manutenção ou de causas naturais.

As causas naturais são entendidas como aquelas pertinentes ao próprio material concreto e à sua interação com o ambiente e aos esforços humanos. São

elas: causas próprias à estrutura porosa do concreto, causas químicas, causas físicas e causas biológicas (RIPPER; SOUZA, 2009).

2.2.2.2.1 Causas próprias à estrutura porosa do concreto

Quanto maior for os índices de porosidade e permeabilidade do concreto maior será a deterioração do concreto pela atuação de agentes agressivos. Assim sendo, algumas formas de prevenção consistem na redução da relação água/cimento e a realização da correta execução do processo de cura (RIPPER; SOUZA, 2009). De acordo com Alves (2019) para a durabilidade de uma estrutura de concreto, é preciso contar com características em termos de microestrutura e propriedades físico-químicas, nesse sentido a porosidade está intimamente relacionada com a durabilidade que a estrutura terá. Helene (1983) propôs uma classificação da durabilidade do concreto em relação à porosidade e a absorção de água, como mostra a Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Classificação da durabilidade do concreto em relação à porosidade e a absorção de água

Grade	Qualidade do Concreto	Características do Concreto				
		Fresco			Endurecido	
		Água/cimento (kg/kg)	Teor de ar (%)	Teor de ar incorporado (%)	Absorção de água (%)	Penetração de água (mm)
α	Baixa Compacidade	$\geq 0,60$	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$	Qualquer	Qualquer
β	Normal	0,50 a 0,59	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$	Qualquer
γ	Alta Compacidade	0,45 a 0,49	$\leq 1,5$	$\leq 3,0$	$\leq 4,5$	≤ 80
δ	Impermeável	$\leq 0,44$	$\leq 1,5$	$\geq 2,0$ a $\leq 4,0$	$\leq 4,3$	≤ 40

Fonte: Helene (1983)

2.2.2.2.2 Causas químicas

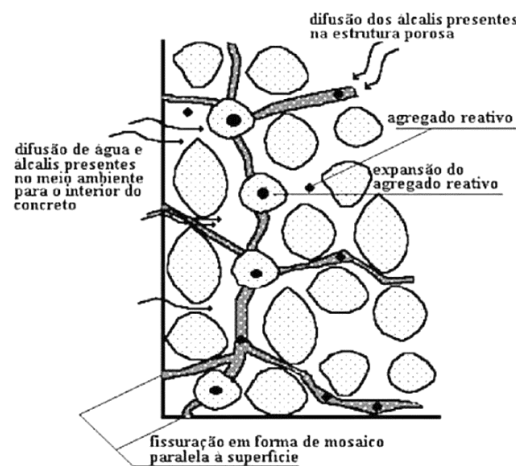
Destacam-se as seguintes causas químicas:

a) Reação Álcali-Agregado

Metha e Monteiro (2014) afirmam que a reação álcali-agregado consiste em reações que ocorrem entre os álcalis e íons hidroxila da pasta do cimento Portland com certos minerais silicosos reativos presentes no agregado. Como produto desta reação tem-se um gel expansivo, que pode gerar fissuração, redução da resistência e

do módulo de deformação, pipocamento e exsudação de um fluido viscoso silício-alcalino. A ocorrência deste tipo de reação é condicionada à presença simultânea de três condições: agregado potencialmente reativo, umidade e uma alta concentração de hidróxidos alcalinos no poro do concreto (BERENGUER *et al.*, 2016). O desenvolvimento da reação pode ser observado na Figura 2.14, a reação ocasiona também grande deterioração na estrutura é mostrada na Figura 2.15.

Figura 2.14 – Desenvolvimento da reação álcali-agregado



Fonte: Souza e Ripper (2009)

Figura 2.15 – Sinais de deterioração ocasionada pela reação álcali-agregado em uma ponte



Fonte: Helene, Carvalho e Pacheco (2017)

b) Reação dos óxidos de cimento MgO e CaO cristalinos

O óxido de magnésio (MgO) e o óxido de cálcio (CaO) cristalinos na presença de uma quantidade significativa de cimento irão hidratar. Esta hidratação pode provocar expansão do concreto podendo levar a fissuração superficial ou até mesmo

debilitação e destruição da estrutura de concreto (METHA; MONTEIRO, 2014; RIPPER; SOUZA, 2009).

c) Ataque por ácidos

O ataque por ácidos decorre da reação de íons de hidrogênio encontrados nos ácidos com compostos do cimento, que produzem compostos solúveis os quais a serem lixiviados para dentro do concreto, provocam a sua degradação e consequentemente a perda gradual da resistência (RIPPER; SOUZA, 2009). Os ácidos atuam sobre o concreto destruindo seu sistema poroso promovendo uma completa transformação da pasta de cimento endurecida. De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2019) os efeitos mais frequentes do ataque de ácido são: a desintegração da pasta de cimento, o aumento da porosidade do concreto, a redução da seção resistente da peça, a perda da alcalinidade e a exposição das armaduras ao ambiente.

Um dos agentes comuns para o ataque por ácidos em estruturas de concreto é a ação das chuvas ácidas, principalmente em grandes centros urbanos e áreas industriais. A chuva ácida é formada pela reação que ocorre entre o óxido de enxofre (SO_2) e a água, que produz o ácido sulfúrico e também pela reação entre o anídrico carbônico (CO_2) e água que gera o ácido carbônico. O ácido carbônico em contato com o hidróxido de cálcio ($CaOH_2$) presente na pasta do cimento Portland, reage e forma o carbonato de cálcio ($CaCO_3$), que é um sal insolúvel. Posteriormente, esta substância em contato com o (CO_2), que ainda está livre na água, produz o bicarbonato de cálcio $Ca(HCO_3)_2$, que por sua vez é um sal solúvel. A dissolução do hidróxido de cálcio ocasiona a lixiviação do concreto e a formação de manchas esbranquiçadas quando esta substância chega a superfície do concreto, conhecidas como eflorescências (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

d) Ataque por cloretos

Os cloretos podem ser encontrados em aditivos aceleradores do endurecimento, em agregados, em águas contaminadas e produtos de limpeza. Estes cloretos em altos teores no concreto provocam a despassivação do aço, mesmo o concreto estando com o pH elevado. Após a despassivação, a armadura fica suscetível a ocorrência da corrosão (HELENE, 1986; RIPPER; SOUZA, 1998).

Uma forma de prevenir e minimizar este ataque a NBR 6118 (2014) recomenda o uso de cimento com adições de escória ou material pozzolânico, o cobrimento das armaduras e o controle de fissurações.

Figueiredo e Meira (2013) pede para que se atente ao fato que a alta concentração de cloretos reduz a resistividade do concreto, devido a condutividade proporcionada pelo íon de cloreto, que acarreta no aumento da velocidade de corrosão.

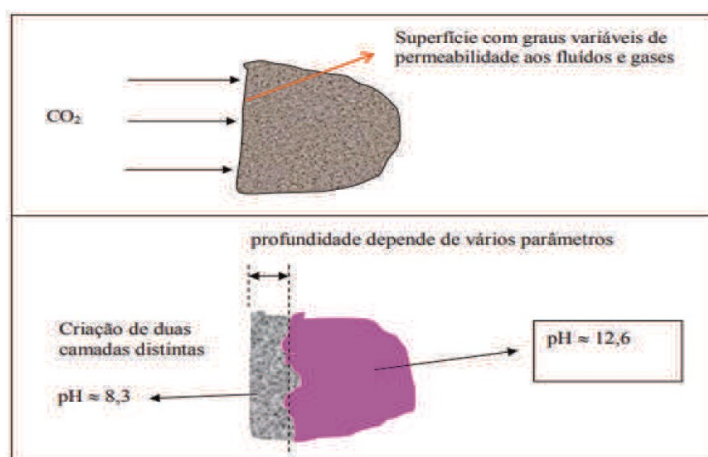
e) Ação de anidrido carbônico

O anidrido carbônico (CO_2) presente no ar atmosférico é transportado para dentro dos poros do concreto e reage com o hidróxido de cálcio ($CaOH_2$) presente na água do concreto, produzindo o carbonato de cálcio ($CaCO_3$) (RIPPER; SOUZA, 2009).

Esta reação requer a presença de umidade para suceder. Deste modo, se os poros estiverem secos não haverá carbonatação, já se os poros estiverem saturados, a carbonatação é afetada pela baixa velocidade de difusão do CO_2 na água, e por fim se os poros estiverem parcialmente preenchidos com água, a carbonatação avança até onde a situação for propícia (FIGUEIREDO; MEIRA, 2013).

A carbonatação diminui consideravelmente o pH do concreto, reduzindo-o de 11,5 / 12,0 quando a estabilidade da película ainda é mantida para 9 quando a película passivadora do aço é destruída, deixando-o totalmente vulnerável à corrosão (FIGUEIREDO; MEIRA, 2013; PAPADAKIS, 2000). A Figura 2.16 ilustra como se dá o processo de carbonatação.

Figura 2.16 – Esquema da ação da carbonatação



Fonte: Libório (1998, apud ALVES, 2019)

O ensaio para verificar a profundidade de carbonatação é descrito pelo procedimento europeu CPC-18 da RILEM - *Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions*. (RILEM, 1988). O método do ensaio embasa na distribuição da solução de 1% de fenolftaleína em álcool etílico a 70% sobre o local a ser ensaiado. A fenolftaleína é um indicador do pH do concreto, caso houver carbonatação haverá alteração da cor para um vermelho roseado, se não o concreto permanecerá em sua cor original.

f) Elevação da temperatura interna do concreto

A quantidade de calor liberada durante a reação dos componentes do cimento com o concreto durante uma concretagem de peças de grandes dimensões, acarretam a expansão da massa, que ao ser esfriada cria um gradiente térmico, o qual pode ocasionar fissuração interna (RIPPER; SOUZA, 2009).

2.2.2.2.3 Causas físicas

Ação de eventuais solicitações mecânicas e de agentes da natureza, tais como chuva, vento, insolação e variação da temperatura são as principais causas físicas intrínsecas a deterioração da estrutura e o seu mecanismo se dá pela mesma forma das causas químicas, vistas anteriormente (RIPPER; SOUZA, 2009).

2.2.2.2.4 Causas biológicas

Destacam-se como causas biológicas a ação de raízes de plantas, que durante o seu crescimento podem vir a se instalar em fissuras ou grandes poros do concreto, gerando anidrido carbônico e deixando vulnerável a ataques químicos; fungos e ação de sulfetos presentes no esgoto, como o gás sulfídrico que quando dissolvido na água em contato com o cimento Portland e na presença de bactérias, produzem o sulfureto de cálcio que descalcifica o concreto, deixando a pasta de cimento com um aspecto mais mole (RIPPER; SOUZA, 2009).

No caso das causas extrínsecas resultam de falhas humanas durante o projeto, como má avaliação das cargas, modelização inadequada da estrutura, incorreção na consideração de juntas de dilatação e incorreção na interação solo-estrutura; falhas humanas durante a utilização; ações mecânicas como choques de veículos, recalques de fundações e acidentes; ações físicas, ações químicas e ações biológicas (RIPPER; SOUZA, 2009).

As ações físicas correspondem as variações de temperatura, a movimentos que ocorrem na interface entre materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, insolação (atuam na camada epidérmica do concreto, alterando sua textura e cor) e ação da água (RIPPER; SOUZA, 2009).

As ações químicas e biológicas extrínsecas são as mesmas correspondentes as intrínsecas, no entanto diferenciam-se apenas pelo fato que como causa intrínseca transcorriam durante a fase da construção, e como causas extrínsecas agem durante a vida útil da estrutura (RIPPER; SOUZA, 2009).

2.2.3 Principais manifestações patológicas em edifícios históricos

Manifestações patológicas ou sintomas podem ser expressos como o resultado de um mecanismo de degradação. É a manifestação patológica que se enxerga em uma vistoria e orienta um primeiro diagnóstico (FRANÇA et al, 2011; HELENE, 1992).

Nesse tópico serão abordadas as principais patologias encontradas em edifícios históricos.

2.2.3.1 Concreto

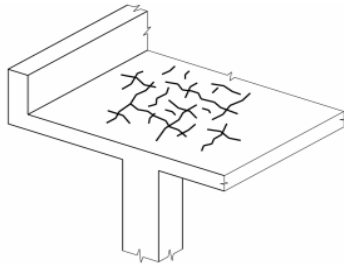
a) Fissuras e trincas

A NBR 15575-2 (ABNT, 2013) define fissuras como uma secção formada na superfície ou em toda seção transversal de um componente, com abertura capilar, geradas por tensões normais ou tangenciais, já trinca é uma expressão informal para fissuras com abertura maior ou igual a 0,6 mm.

Segundo Ripper e Souza (2009), para analisar uma estrutura de concreto fissurada é preciso, verificar se as fissuras se encontram ativas (a sua causa ainda atua na estrutura) ou inativas (sua causa atuou durante um tempo, porém deixou de existir). A determinação das causas do surgimento é importante, para que se possa estabelecer as metodologias de recuperação ou o reforço.

As fissuras podem ser causadas por movimentações térmicas, por movimentações higroscópicas, pela atuação de sobrecargas, pela deformabilidade excessiva de estruturas, por recalques de fundações, pela retração de produtos à base de cimento e por alterações químicas dos materiais de construção (THOMAZ, 1989). As Figuras 2.17, 2.18 e 2.19 exibem estruturas de concreto que apresentam fissuras por motivos distintos.

Figura 2.17 – Fissuras típicas de retração superficial



Fonte: Carmona Filho e Carmona (2013)

Figura 2.18 – Fissuras em ponte provocadas pela ação de sobrecargas



Fonte: Carmona Filho e Carmona (2013)

Figura 2.19 – Fissuras provocadas por recalque de fundação



Fonte: Carmona Filho e Carmona (2013)

A NBR 6118 (ABNT, 2014) estabelece limites conforme a abertura máxima característica da fissura (w_k) na superfície do concreto que indicam quando o tamanho da abertura será prejudicial a proteção das armaduras. Para o caso das armaduras passivas os valores entre 0,2 mm a 0,4 mm sob combinações frequentes, não são considerados importantes para corrosão das armaduras. Esse limite vai depender da classe de agressividade ambiental (CAA), por exemplo, para CAA II – região urbana exige $w_k \leq 0,3$ mm.

b) Eflorescência

Segundo Bauer (2008), a eflorescência corresponde a deposição de salinos, normalmente sódio e potássio, e alcalinos-terrosos como cálcio e magnésio, oriundos do carregamento de sais solúveis presente nos materiais, por exemplo, cimento com alto teores de álcalis que na sua hidratação pode transformar em carbonato de sódio e potássio.

Conforme Santos e Filho (2008), a eflorescência é identificada por manchas esbranquiçadas presentes na superfície do substrato, geralmente quando esta superfície está molhada as manchas não são percebidas, contudo quando a água evapora e a superfície torna seca a mancha volta a reaparecer. Para a recuperação da estrutura pode-se utilizar produtos de limpeza, mas o melhor modo seria a lavagem com água, mesmo a eflorescência retornando, pois ela irá desaparecer gradativamente ao longo do tempo. Os autores ainda ressaltam que a eflorescência

não afeta a integridade da estrutura. A Figura 2.20 ilustra um caso de eflorescência na superfície do concreto.

Figura 2.20 – Presença de eflorescência na superfície do concreto



Fonte: Shutterstock (2019)

c) Bolor ou mofo

O termo Mofo ou bolor refere-se à colonização de fungos filamentosos que causam alterações estéticas, gerando manchas na coloração preta, marrom, verde, esbranquiçadas ou amareladas. (SHIRAKAWA *et. al.*, 1995). De acordo com Sato *et. al.* (1997) a água absorvida pelo o substrato e a temperatura são fatores preponderante para o aparecimento e a extensão do bolor.

Alucci (1997) aponta que uma maneira de remover o mofo ou bolor é realizar a limpeza com uma escova de piaçaba, posteriormente aplicar uma solução de fosfato trissódico, detergente, hipoclorito de sódio e água e por fim fazer um enxague com água.

d) Desagregação

Entende-se por desagregação do concreto, como o fenômeno de separação física de placas ou fatias, em que a estrutura acaba por perder o monolitismo e a capacidade ligante do cimento. Resultando para as grandes áreas desagregadas a incapacidade de resistir a esforços (RIPPER, SOUZA, 2009).

Para Metha e Monteiro (2014) a desagregação é evidenciada por agregados soltos ou de fácil remoção, e tem como suas principais causas o ataque químico de produtos presentes no concreto e a baixa resistência do concreto.

Ripper e Sousa (2009) citam ainda que a desagregação pode ser um sintoma secundário que aparecerá quando houver fissuração da estrutura, pelo processo natural da própria fissuração, e corrosão da armadura em que o concreto se desagrega quando há expansão da armadura.

e) Sujidade

A sujidade decorre do acúmulo de partículas como poeiras, fuligem e outras partículas poluentes, transportadas pela água das chuvas e/ou pelo vento. A rugosidade e a porosidade do substrato são fatores que favorecem o depósito dessas partículas e dificultam a posterior limpeza. (MAGALHÃES, 2002).

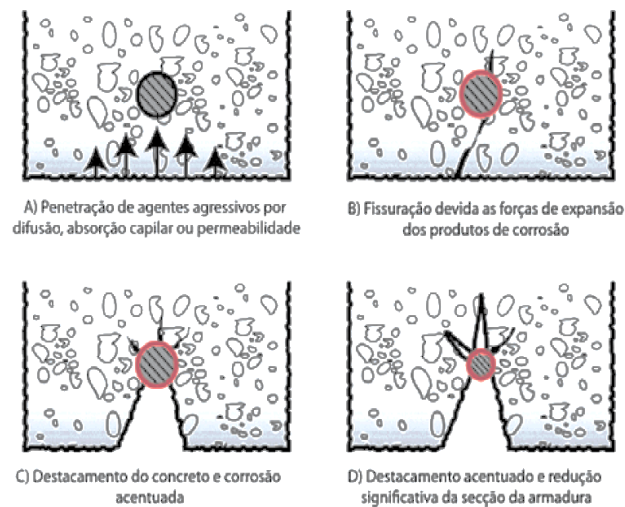
f) Corrosão da armadura

Corrosão é designada como o processo resultante da ação química ou eletroquímica do meio aliada ou não a esforços mecânico sobre um determinado material, normalmente metálico, causando sua deterioração (GENTIL, 2003).

Para Figueiredo e Meira (2013) o desenvolvimento da corrosão na armadura do concreto se dá inicialmente pelos agentes agressivos, em especial o gás carbônico, que alteram as condições do concreto em volta da armadura possibilitando a corrosão.

De acordo com Metha e Monteiro (2014) os danos causados ao concreto pela corrosão da armadura irão se apresentar na forma de expansão, fissuração, lascamento do concreto de cobertura, como também poderá se manifestar de uma forma mais grave como um dano estrutural devido à perda da aderência entre aço e concreto ou redução da seção transversal da barra, deixando-a propensa a um colapso. Na Figura 2.21 é mostrada a evolução esquemática da deterioração de estruturas de concreto por corrosão das armaduras.

Figura 2.21 – Evolução esquemática da deterioração de estruturas de concreto por corrosão das armaduras



Fonte: Medeiros, Andrade e Helene (2011)

Figueiredo e Meira (2013) citam alguns mecanismos para prevenção da corrosão da armadura são eles:

- Uso de barreiras: insere-se um obstáculo para que dificulte o acesso entre umidade e o oxigênio até a armadura, como por exemplo, faz-se aplicação de pintura a base epóxi sobre a armadura.
- Repassivação: restabelece o pH ao redor da armadura
- Proteção catódica: há a polarização da armadura por corrente ou pelo uso de um metal mais eletronegativo.
- Inibição: faz-se o uso de inibidores de corrosão anódicos, catódicos ou mistos, como por exemplo, os nitritos de cálcio ou sódio e as aminas.

2.2.3.2 Argamassa

Neste tópico serão abordadas algumas manifestações patológicas comuns em edifícios históricos relacionadas à argamassa.

a) Destacamento da argamassa

O destacamento da argamassa pode se suceder pelo destacamento em placas e pelo destacamento por empolamento.

a.1) Destacamento em placas

Também conhecida por “desplacamento” da argamassa, essa manifestação patológica consiste no descolamento da argamassa (reboco ou emboço) da base (alvenaria). A placa de revestimento de argamassa pode se apresentar endurecida, se quebrando com dificuldade, ou quebradiça, em ambos os casos o som produzido quando a superfície é submetida à percussão é cavo (BAUER, 2008).

As causas dessa manifestação patológica estão ligadas à falta de aderência da argamassa. Fatores como chapisco executado com areia fina, base com acabamento pouco poroso e camada de argamassa muito espessa podem levar à falta de aderência (BAUER, 2008).

Figura 2.22 – Descolamento de argamassa em placa



Fonte: Carasek (2010, apud FERREIRA e GARCIA 2016)

a.2) Destacamento por empolamento

De acordo com Bauer (2008), essa anomalia ocorre em camadas que possuem maior proporção de cal, pois o material está ligado diretamente a essa patologia. Geralmente o reboco se destaca do emboço formando bolhas cujo diâmetro aumenta progressivamente. A cal livre (não hidratada) existente no revestimento na ocasião da sua execução se extingue ocasionando a expansão. A instabilidade o volume também se dá devido a presença de óxido de magnésio.

b) Eflorescências

A presença de eflorescência é decorrente do depósito de salinos principalmente de sais metálicos alcalinos ou metais alcalinos terrosos na superfície das alvenarias provenientes da migração de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes

da alvenaria. As eflorescências podem alterar a superfície dos revestimentos podendo levar a desagregação (BAUER, 2008).

2.2.3.3 Pintura

Neste tópico serão abordadas algumas patologias comuns em edifícios históricos relacionadas à pintura, são elas:

a) Destacamento da pintura

Refere ao desprendimento em placas das películas de tinta do substrato pela falta de aderência. São ocasionadas especialmente pela: presença de umidade na superfície de suporte, deficiência na preparação da superfície (existência de sujidades e aplicação sobre uma pintura antiga), aplicação sob temperaturas elevadas que levam a uma secagem muito rápida, envelhecimento natural da pintura, desrespeito entre o tempo de secagem das demãos, entre outros (MARQUES, 2013).

Figura 2.23 – Exemplo de destacamento de pintura



Fonte: Iliescu (2007)

b) Enrugamento da pintura

Entende-se por enrugamento da pintura a situação em que a película de tinta apresenta ondulações e rugas sobre a superfície. Esta manifestação se deve a aplicação de camadas muito espessas de tintas, pintura aplicada em temperatura muito elevada ou muito baixa, aplicação sobre uma superfície úmida ou com presença de sujidade (POLITO, 2006).

c) Empolamento da pintura

Também conhecido como bolhas, o empolamento é ocasionado pela perda de adesão localizada entre a película da pintura e o seu substrato. Sua incidência se deve

principalmente a presença de úmida, a sistema de pintura inadequado, a tempo escasso entre demãos, presença de componentes solúveis em água e temperatura elevada. (CHAVES, 2009)

d) Descoloração da Pintura

Compreende a perda de matéria corante de uma película de um revestimento de pintura, por processo natural de envelhecimento, por contato de agentes químicos ou por ação de agentes climáticos. (CHAVES, 2009). De acordo com Polito (2006) as cores vermelha, amarela e azul estão mais suscetíveis aos raios ultravioleta e por consequência a este fenômeno.

2.2.4 Diagnóstico

Conforme Tutikian e Pacheco (2013), a realização do diagnóstico requer tempo, pois é feita uma análise que demanda avaliação de todo o processo de evolução da manifestação patológica, uma vez que esta apresenta um dinamismo, ou seja, pode-se apresentar de uma forma ao longo de um período e no outro encontrar-se diferente. Ao realizar o diagnóstico haverá sempre incerteza, já que o processo de diagnóstico baseia na busca incessante da diminuição da incerteza inicial pelo crescente levantamento de dados. A redução de incertezas é amparada pela diminuição do número de hipóteses produzidas, de forma que haja uma analogia entre o problema constatado e o diagnóstico para este problema. (LICHTENSTEIN, 1986).

O processo do diagnóstico está diretamente interligado ao fator tempo, uma vez que deve contemplar fases distintas: origem, evolução e estado atual. Recomenda-se começar pelo resultado do dano, isto é, o sintoma, prosseguido da avaliação da evolução do problema e por fim se determina a origem, analisando sua causa. (LAPA, 2008)

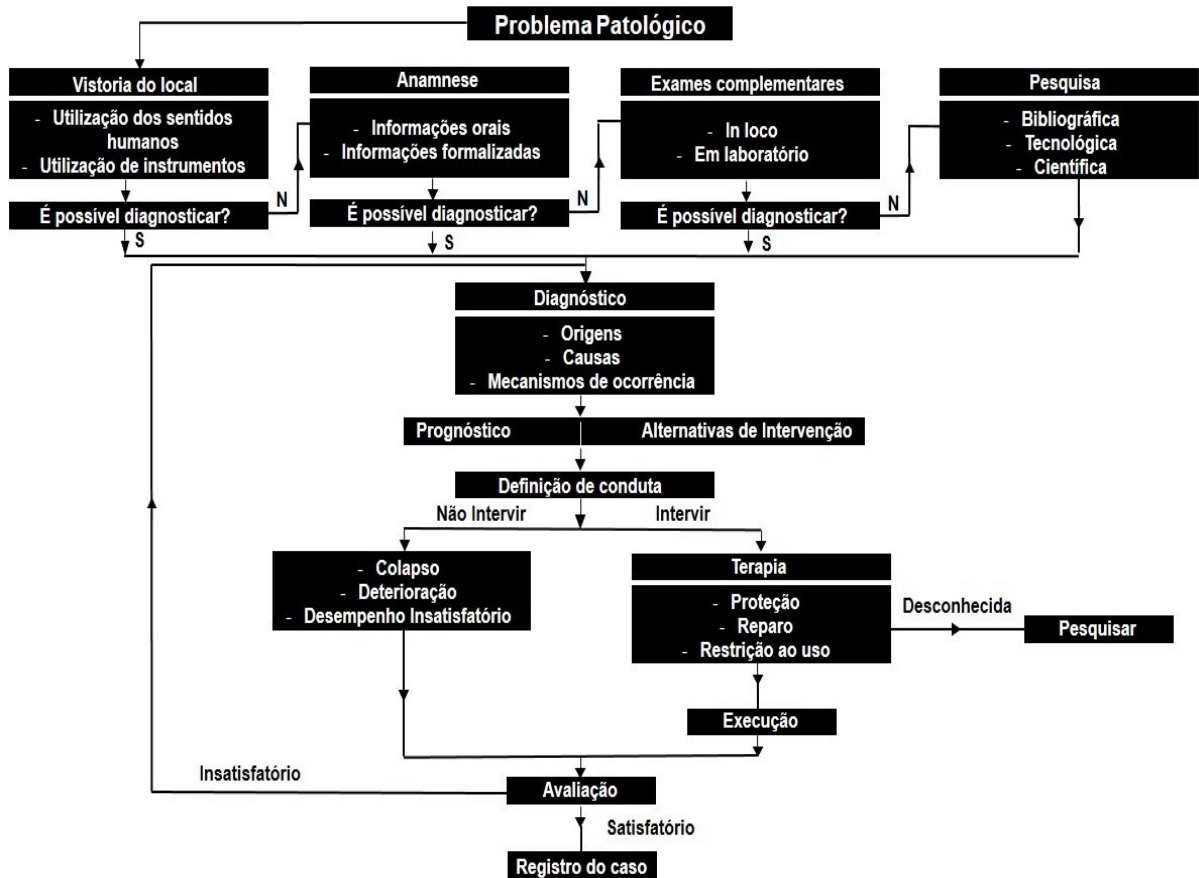
Um bom diagnóstico é amparado em informações históricas, em abordagens qualitativas e quantitativas. A análise histórica auxilia no diagnóstico de modo que, o conhecimento do passado proporciona prever um comportamento futuro e possibilita indicar o nível de segurança do estado atual da estrutura. A distinção entre as abordagens qualitativas e quantitativas consiste que a qualitativa requer observações do responsável quanto aos danos estruturais e degradações dos materiais, ao passo que a quantitativa depende de ensaios dos materiais e da estrutura, e de análises estrutural (ICOMOS, 2003)

Em edificações históricas a realização de um diagnóstico correto apresenta grandes dificuldades, em virtude de muitas vezes não receberem manutenções preventivas, ou até mesmo por terem passado por uma restauração ineficiente, assim estão passíveis a vários problemas de diversas amplitudes. Dessa maneira, o estudo dos danos, com a realização de ensaios de campo e/ou laboratórios, torna-se imprescindível (TAVARES, 2011).

Com o objetivo de investigação das manifestações patológicas, Lichtenstein (1986) propõe uma metodologia estruturada em: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta. Enquanto Tutikian e Pacheco (2013) dividem os passos para interpretar e analisar os problemas patológicos em: inspeção preliminar, inspeção detalhada, diagnóstico, prognóstico e terapia.

Na metodologia de Lichtenstein (1986) o levantamento de subsídios equivale a recolha e organização de informações que alicerçam a compreensão das manifestações patológicas, e para isto é preciso realizar a vistoria do local, fazer a anamnese, isto é, o levantamento da história do problema e do edifício, e analisar os resultados de ensaios necessários. O diagnóstico da situação confere a entender os porquês e como por meio dos dados fornecidos pelo levantamento de subsídios. E por fim, a definição de conduta como o próprio nome já sugere corresponde a definição da melhor operação para que se resolva o problema, de forma que se faça um prognóstico inicialmente. Os procedimentos propostos por Lichtenstein (1986) podem ser visualizados na Figura 2.13.

Figura 2.13 – Fluxograma de atuação para resolução de problemas patológicos



Fonte: Lichstein (1986)

Nos procedimentos sugeridos por Tutikian e Pacheco (2013) a inspeção se diz a respeito da coleta dos dados provindos do projeto e da construção. São efetuadas duas inspeções. A primeira denominada de inspeção preliminar inclui: a descrição, os antecedentes, a interação com o ambiente da estrutura, e o exame visual. Já a segunda batizada de inspeção detalhada, a partir da inspeção preliminar averigua com mais critério a estrutura, nessa etapa inclui a realização dos ensaios. Os autores separam diagnóstico de prognóstico, diferentemente de Lichtenstein (1986) em que o prognóstico está incluso no diagnóstico.

Faz-se importante diferenciar diagnóstico de prognóstico, o primeiro é acerca de uma atividade realizada no momento do estudo. Em contrapartida, o prognóstico é referente a fase de avaliação do processo patológico no tempo, isto é, fase na qual determina a evolução futura do problema, e em função dessa avaliação define as alternativas de intervenções, que poderá ser: erradicar a enfermidade; impedir ou

controlar sua evolução; não intervir; estimar o tempo de vida da estrutura; limitar sua utilização; indicar demolição (LAPA,2008).

A etapa da escolha da melhor intervenção a ser efetuada é respaldada em fatores, tais como: grau de incerteza sobre os efeitos que produzirão, relação custo-benefício e disponibilidade de tecnologia para a execução dos serviços. Sendo as intervenções que destinam a erradicação tida como: reparo (propõe correção de pequenos danos), recuperação (quando pretende devolver o desempenho original) e reforço (quando intenciona aumentar o desempenho) (LAPA,2008).

Realça-se que as intervenções a serem realizadas numa estrutura histórica precisam ser pensadas no âmbito do restauro e preservação da integralidade da construção. A fim de propiciar eficiência da utilização e um menor impacto possível ao patrimônio arquitetônico, é normal comumente realizar o processo de investigação das manifestações patológicas diversas vezes (ICOMOS,2002).

O IPHAN (2005) recomenda que os projetos de preservação do patrimônio cultural sejam elaborados considerando-se tanto a sua importância estética como a cultural, e ainda possibilitando a mínima de interferência possível na originalidade do mesmo, de forma que fatores como: estética, materiais empregados, processos construtivos, entre outros sejam salvaguardados.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com base em um estudo de caso para o alcance dos objetivos estabelecidos. Nesse sentido, a metodologia proposta para a inspeção do objeto de estudo apoiou-se na metodologia de Lichtenstein (1986) iniciando-se com o levantamento de subsídios para posterior construção dos diagnósticos e propostas de recuperação. Foram realizadas: inspeção visual, anamnese e ensaios. A escolha pelo método se deu considerando que o mesmo é disponível e difundido, possibilitando segmentação da análise enriquecendo a pesquisa. Na Figura 3.1 é mostrada a esquematização da metodologia de pesquisa adotada.

Figura 3.1 – Metodologia de pesquisa adotada



Fonte: Autora

3.1 OBJETO DE ANÁLISE

O objeto de análise da pesquisa é o Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia, localizado na rua 66, Setor Central (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Localização do Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia



Fonte: Google (2019)

Uma característica típica do estilo *art déco* observada na arquitetura do Pórtico é o uso da aerodinâmica e da sinuosidade. Nos pilares do Pórtico observa-se semelhanças com a geometria das chaminés dos transatlânticos do século XX característica típica da vertente *streamlined* do estilo *art déco*. Outra característica observada é o uso do concreto armado como objeto de destaque, trazendo volume à estrutura, transmitindo a sensação de grandiosidade e modernidade.

O Pórtico é formado por dois pilares de aproximadamente 12 m de altura e uma laje esbelta de formato elipsoidal com espessura em torno de 8 cm. Os pilares são semelhantes, cada pilar dispõe em seu topo três frisos equidistantes entre si e em sua base sete frisos também equidistantes entre eles, como pode-se perceber na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Pórtico de acesso ao IFG – Câmpus Goiânia



Fonte: Instituto Federal de Goiás (2017)

3.2 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

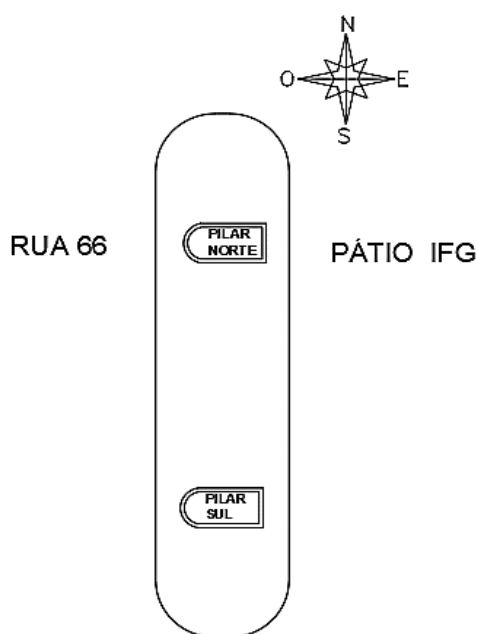
O levantamento de subsídios teve como finalidade realizar a coleta de documentos referentes ao Pórtico, mapeamento das manifestações patológicas com a elaboração do mapa de danos além da realização de ensaios na estrutura.

3.2.1 Inspeção Visual

Foi feita uma vistoria no local em setembro de 2018 para uma análise visual; ocasião em que se fez um registro fotográfico do Pórtico, visando com isso fazer o levantamento de manifestações patológicas incidentes; além de efetuar a aferição das dimensões da estrutura com o auxílio de uma trena metálica e de uma trena a laser do modelo Bosch DLE-50.

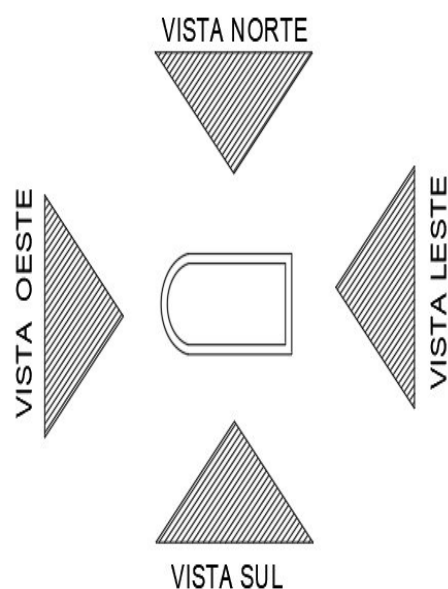
Para a realização da inspeção nomeou-se os pilares do Pórtico como Norte e Sul (baseando-se na orientação da rosa dos ventos) conforme mostrado na Figura 3.4. Cada pilar teve também suas faces identificadas como Norte, Sul, Leste e Oeste como é indicado pela Figura 3.5.

Figura 3.4 – Planta baixa do Pórtico



Fonte: Autora

Figura 3.5 – Planta baixa do pilar mostrando as suas faces



Fonte: Autora

As manifestações patológicas encontradas foram organizadas em Fichas de Identificação de Danos – FIDs, as quais de acordo com TINOCO (2009) servem como base de dados que contêm os registros fotográficos e anotações gráficas dos danos.

Utilizando as FIDs confeccionadas, foi elaborado o mapa de danos com auxílio do software AutoCad. Conforme define Tinoco (2009), o mapa de danos configura uma representação gráfico-fotográfica que sintetiza as manifestações patológicas identificadas durante as investigações.

3.2.2 Anamnese

A etapa da anamnese teve como propósito colher o maior número possível de informações para compreender o histórico da estrutura e, com isto, obter um diagnóstico mais preciso das manifestações patológicas encontradas no Pórtico.

Foram solicitados documentos técnicos como projetos, planos de manutenção e relatórios dos acompanhamentos das manutenções já realizados à Diretoria de Projetos e Infraestrutura do IFG e à Gerência de Administração e Manutenção do IFG – Câmpus Goiânia.

3.2.3 Ensaios complementares

Os ensaios foram executados para levantamento de dados e efetuação de uma análise mais aprofundada complementar à inspeção visual. Por se tratar de uma estrutura histórica e tombada, buscou-se proceder a análise através de ensaios não destrutivos em virtude de ser uma alternativa que proporciona pouco ou nenhum dano a estrutura. Foram então realizados os ensaios de esclerometria, pacometria e verificação da flecha.

3.1.1.1 Esclerometria

O ensaio de esclerometria foi realizado em setembro de 2018 apenas na parte superior da laje, em circunstância da parte inferior se encontrar em difícil acesso, com a presença de escoras que inviabilizaram a operacionalidade do ensaio. Foram utilizados dois esclerômetros da marca PROCEQ, ambos do mesmo modelo SCHMIDT, mostrados na Figura 3.6, de números N34 149452 (a) e N 34 166726 (b).

Figura 3.6 – Esclerômetro SCHMIDT



Fonte: Autora

Prescrito pela norma NBR 7584 (ABNT, 2012) o ensaio de esclerometria tem como propósito estimar a resistência do concreto, através da correlação entre a dureza superficial do concreto com sua resistência à compressão, através de um gráfico informado pelo fabricante do aparelho. Antes do início do procedimento na área a ser ensaiada, deve-se aferir o esclerômetro, o que permite verificar se o mesmo pode ou não ser utilizado. A operação de aferição também possibilita a obtenção do coeficiente de correção do índice esclerométrico.

A execução do ensaio seguiu as diretrizes da norma NBR 7584 (ABNT, 2012). Primeiramente fez-se a aferição do esclerômetro. Foi colocada uma bigorna de aço sobre uma superfície lisa e regular, foram efetuados 10 impactos sobre a bigorna e para cada impacto obteve-se um índice esclerométrico. Fez-se então a média dos índices esclerométricos. O índice esclerométrico médio não deve ser inferior a 75, se o mesmo ocorrer o esclerômetro não poderá ser empregado, e nenhum dos índices esclerométrico individual poderá divergir de ± 3 do índice esclerométrico médio. O coeficiente de correção do índice esclerométrico foi então obtido pela Equação (1).

$$k = n \frac{I_{Enom}}{\sum_{i=0}^n IE_i} \quad (1)$$

Onde:

k: coeficiente de correção do índice esclerométrico;

n: número de impactos;

IE_{nom}: índice esclerométrico nominal na bigorna de aço, fornecido pelo fabricante;

IE: índice esclerométrico obtido em cada impacto do esclerômetro na bigorna de aço;

Posteriormente escolheu-se quatro regiões da laje para realização do ensaio. Buscou-se locais em que não havia segregação do concreto e na medida do possível e que também fossem homogêneos e regulares. Na Figura 3.7 é mostrado a execução do ensaio e na Figura 3.8 tem-se a ilustração da localização das áreas ensaiadas juntamente com suas dimensões.

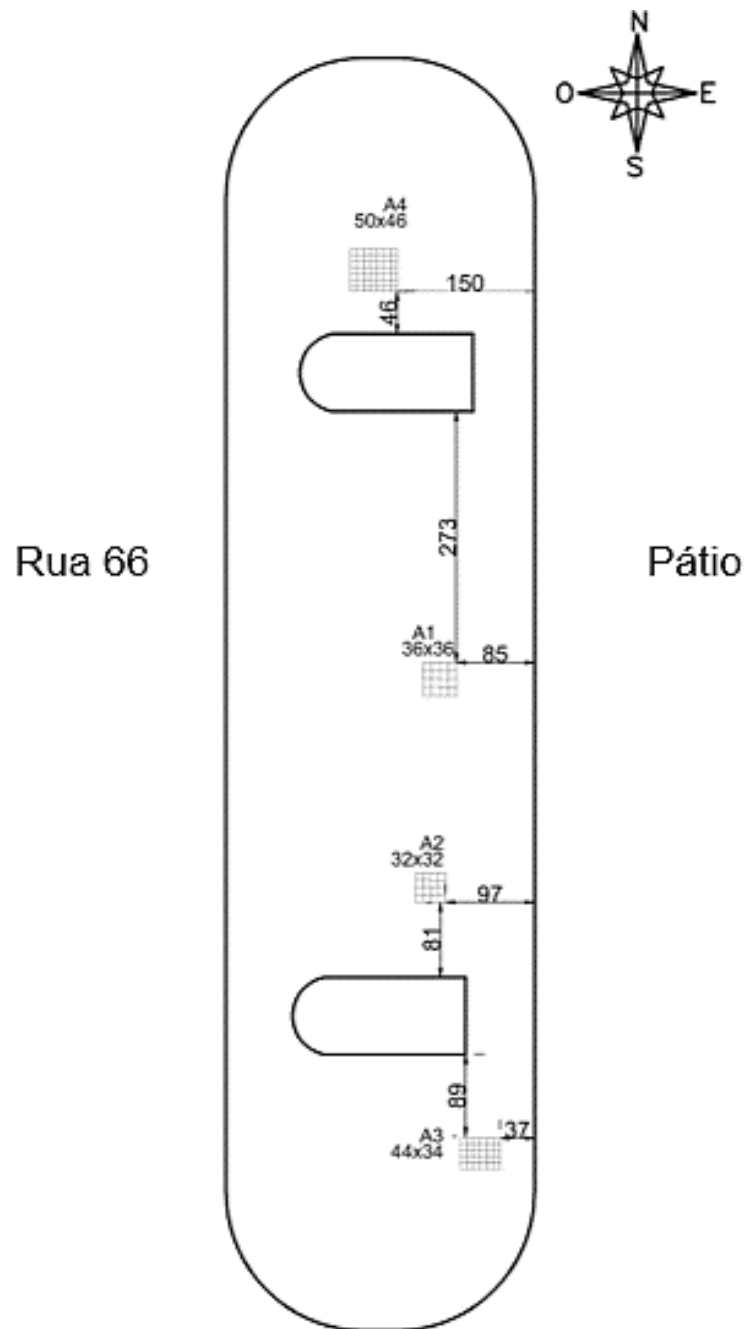
Figura 3.7 – Execução do ensaio de esclerometria



Fonte: Autora

Por fim, a resistência do concreto foi estimada realizando uma primeira média entre os índices esclerométricos, desprezando-se aqueles que se distavam em 10% em relação à média, e efetuando em seguida uma nova média. O índice esclerométrico médio é então multiplicado pelo coeficiente de correção e com este resultado através do gráfico fornecido pelo fabricante tem-se a resistência pertinente estimada.

Figura 3.8 – Localização das áreas ensaiadas com medidas em cm



Fonte: Autora

3.1.1.2 Pacometria

O ensaio de pacometria teve como intuito obter informações acerca da localização da armadura da laje, assim como verificar o cobrimento do concreto armado.

Foi utilizado o equipamento Bosh Wallscanner D-tect 150 (Figura 3.9), o qual possui precisão de ± 5 cm e permite fazer detecção do aço até 15 cm de profundidade,

além de outros materiais como tubos plásticos, subestruturas de madeiras e cabos energizados.

Figura 3.9 – Pacometro Bosch Wallscanner D-tect 150



Fonte: Autora

As áreas escolhidas para a realização do ensaio foram aquelas que apresentavam melhores condições para a leitura do aparelho, ou seja, áreas que estavam livres de bolor e sujidades.

O processo de funcionamento do pacômetro é bastante simples, basta movimentá-lo lentamente no sentido do trajeto da medição, e ao encontrar o objeto o aparelho acende uma luz verde e em sua tela é exibida a profundidade da armadura. Na Figura 3.10 é mostrado o ensaio sendo efetuado.

Figura 3.10 – Ensaio de pacometria sendo realizado



Fonte: Autora

3.1.1.3 Verificação da flecha

Para verificação das flechas presentes na laje, foram coletadas medidas a partir de um nível referencial (2,0 metros a partir da face inferior da laje) e com auxílio de

uma mangueira de nível e uma trena, foram coletados pontos na parte em balanço e entre os pilares. Na Figura 3.11 é mostrada a execução do ensaio.

Figura 3.11 – Ensaio de verificação da flecha da laje



Fonte: Autora

A verificação foi feita levando-se em consideração o vão livre, conforme preconiza a NBR 6118 (ABNT, 2014) para aceitabilidade sensorial e limitação visual. A equação (2) designa a equação fornecida pela norma.

$$\text{Deslocamento Limite} = \frac{l}{250} \quad (2)$$

Sendo l o vão. No caso de lajes em balanço, o vão equivalente a ser considerado deve ser o dobro do comprimento do balanço (distância entre o apoio e a extremidade da laje), obtendo a equação (3).

$$\text{Deslocamento Limite} = \frac{l}{125} \quad (3)$$

4 RESULTADOS E ANÁLISE DO PROBLEMA

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos, além das discussões acerca do diagnóstico e da proposta de restauração.

4.1 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico do Pórtico de acesso do IFG foi construído com base nas análises de inspeção visual, da anamnese e dos ensaios complementares.

4.1.1 Análise da inspeção visual

A partir da inspeção visual, foi possível perceber que a laje em sua parte inferior apresenta em alguns locais destacamento do concreto (Figura 4.1) que ocorreu em consequência da corrosão das armaduras. O pequeno cobrimento da armadura contribui para que a carbonatação alcance a armadura e desencadeie o processo corrosivo.

Figura 4.1 – Parte inferior da laje com destacamento de concreto



Fonte: Autora

Observou-se na laje grande presença de mofo que se dá por um problema ocasionado por fungos. O mofo se prolifera em ambientes úmidos, quentes e com pouca luminosidade, esse ambiente pode ter sido construído devido à elevada presença de árvores próximas a estrutura. Também foi observada a presença de sujeira que foi ocasionada pelo acúmulo de poeira, fuligem e partículas poluentes, trazidas pela água das chuvas ou pela ação do vento.

Figura 4.2 – Laje com presença de mofo e sujeira



Fonte: Autora

O destacamento observado na borda da laje acompanha o processo de carbonatação e corrosão das armaduras ocorrido na sua região armada. Conforme o processo de carbonatação evoluiu no decorrer do tempo, a fissuração da estrutura provocou a sua movimentação culminando no destacamento da argamassa nas suas extremidades (Figura 4.3).

Figura 4.3 – Destacamento da borda da laje



Fonte: Autora

A pintura da laje se mostrou bastante danificada, exibindo regiões com destacamento provavelmente pela aplicação de pintura sobre uma camada já existente (foi observada outra camada de pintura de cor distinta da cor visível que foi

aplicada anteriormente), prejudicando a aderência. No processo de falta de aderência a incidência da chuva e umidade são agravantes (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Destacamento da pintura



Fonte: Autora

Nos pilares foram verificadas manifestações patológicas referentes ao acabamento. Não foram verificadas manifestações de caráter estrutural, o que dispensou a realização de ensaios para aferição da resistência do concreto e localização de armaduras como esclerometria e pacometria. Além disso, os pilares não possuem concreto aparente e para a realização dos ensaios seria preciso remover as camadas de revestimento da superfície, causando a deterioração do monumento histórico, o que diverge do foco do trabalho.

Outra manifestação notada nos pilares foi a presença de sujeira devido à falta de impermeabilização e mecanismos de escoamento no topo do pilar, que acumulou umidade e poeira trazida pelo vento. Conforme foi notado na laje houve o destacamento da pintura, sendo que a cor visível se encontra também sobre outra demão de tinta anteriormente aplicada (de tonalidade verde), comprometendo a aderência.

Figura 4.5 – Topo do pilar com presença de sujeira e destacamento da pintura



Fonte: Autora

A descoloração da pintura foi verificada podendo ter sido causada principalmente pelo envelhecimento natural da mesma, outros fatores como uso da tinta de coloração amarela, mais suscetível aos raios ultravioleta, uma vez que o pilar sofre alta incidência aos raios solares, também podem ter agravado o processo de descoloração. Foram percebidas fissuras na base dos pilares causadas possivelmente pela retração de materiais cimentícios ocasionada pela perda de água por evaporação em estado fresco ou endurecido e pela variação da temperatura devido à alta incidência da luz solar (Figura 4.6). Foram notadas bolhas na pintura dos pilares causadas pela presença de umidade, falta de aderência e possíveis falhas de aplicação como execução de camada espessa, sob condições extremas de calor em superfície suja e não preparada para aplicação.

Figura 4.6 – Pilar com incidência de fissuras e descoloração da pintura



Fonte: Autora

Figura 4.7 – Pintura com presença de bolhas



Fonte: Autora

Para possibilitar a realização do mapa de danos foram feitas as FIDS correspondente as vistas Norte, Sul, Leste e Oeste dos pilares Norte e Sul e também uma FID geral para a laje. As FIDS encontram-se em apêndice.

A seguir, nos mapas de danos (Figuras 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11) pode-se observar de uma maneira geral as manifestações patológicas presentes nos pilares.

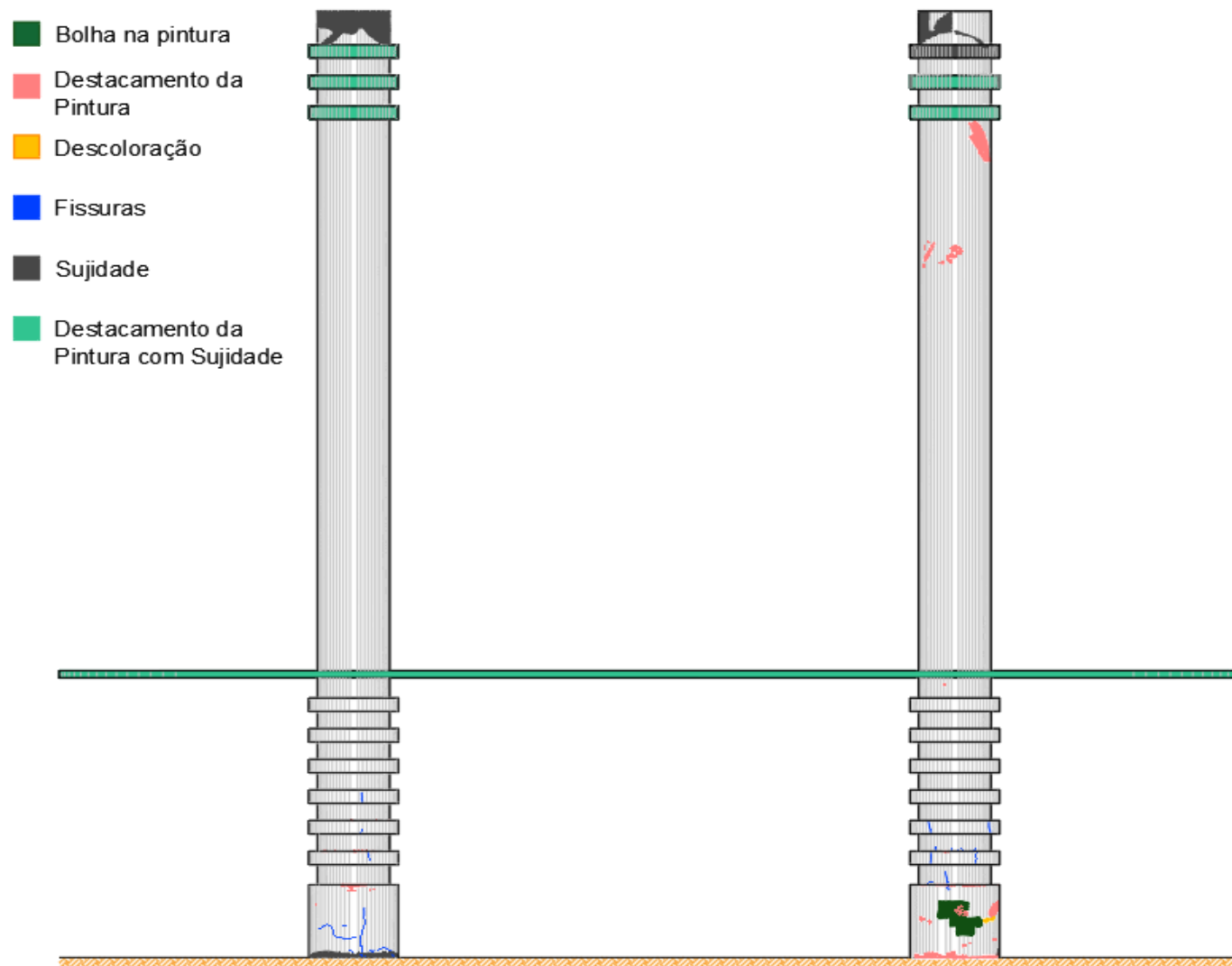
Na Vista Oeste primeiramente as principais ocorrências de manifestações patológicas são relacionadas a pintura e a sujeidade. De acordo com Melo Júnior (2011) elementos de fachada em pavimentos superiores, localizados a alturas elevadas estão geralmente sujeitos a um ambiente propício ao aparecimento de manchas, com alto índice de umidade, temperatura elevada e pouca luminosidade por terem árvores no perímetro que constroem esse ambiente. Nessa vista concentram-se a maior parte das árvores do entorno da estrutura levando em consideração também que na direção Noroeste há a maior ocorrência de chuvas dirigidas que são a associação da chuva e do vento.

Já na Vista Leste percebe-se uma descoloração da pintura devido a essa direção receber maior incidência solar na parte da manhã e não possuir sombreamento possibilitado por árvores ou outros obstáculos como já visto na Vista Oeste. Nessa vista também é possível observar fissuras verticais de retração e movimentação térmica na base do pilar que podem estar associadas à presença de umidade por capilaridade do solo.

Na Vista Sul há a menor ocorrência da luz solar, o que facilita a permanência da umidade, implicando no aparecimento de manifestações como bolhas na pintura, destacamento da pintura e da argamassa, além da presença de sujidade.

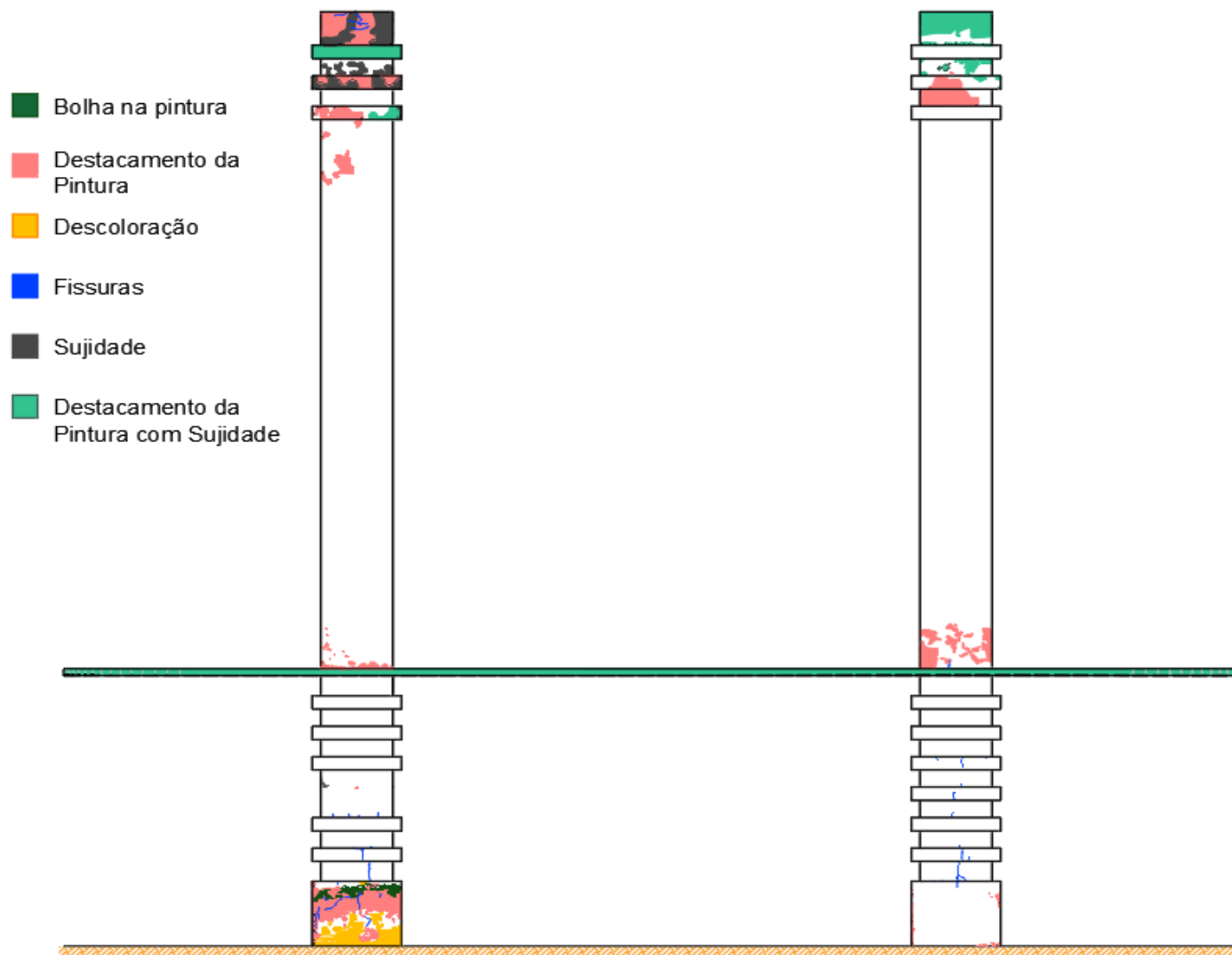
A Vista Norte (em comparação com as outras vistas) possui a maior concentração de bolhas ocasionadas pela umidade trazida pelas chuvas dirigidas que também é bastante recorrente na direção Norte.

Figura 4.8 – Mapa de danos: Vista Oeste



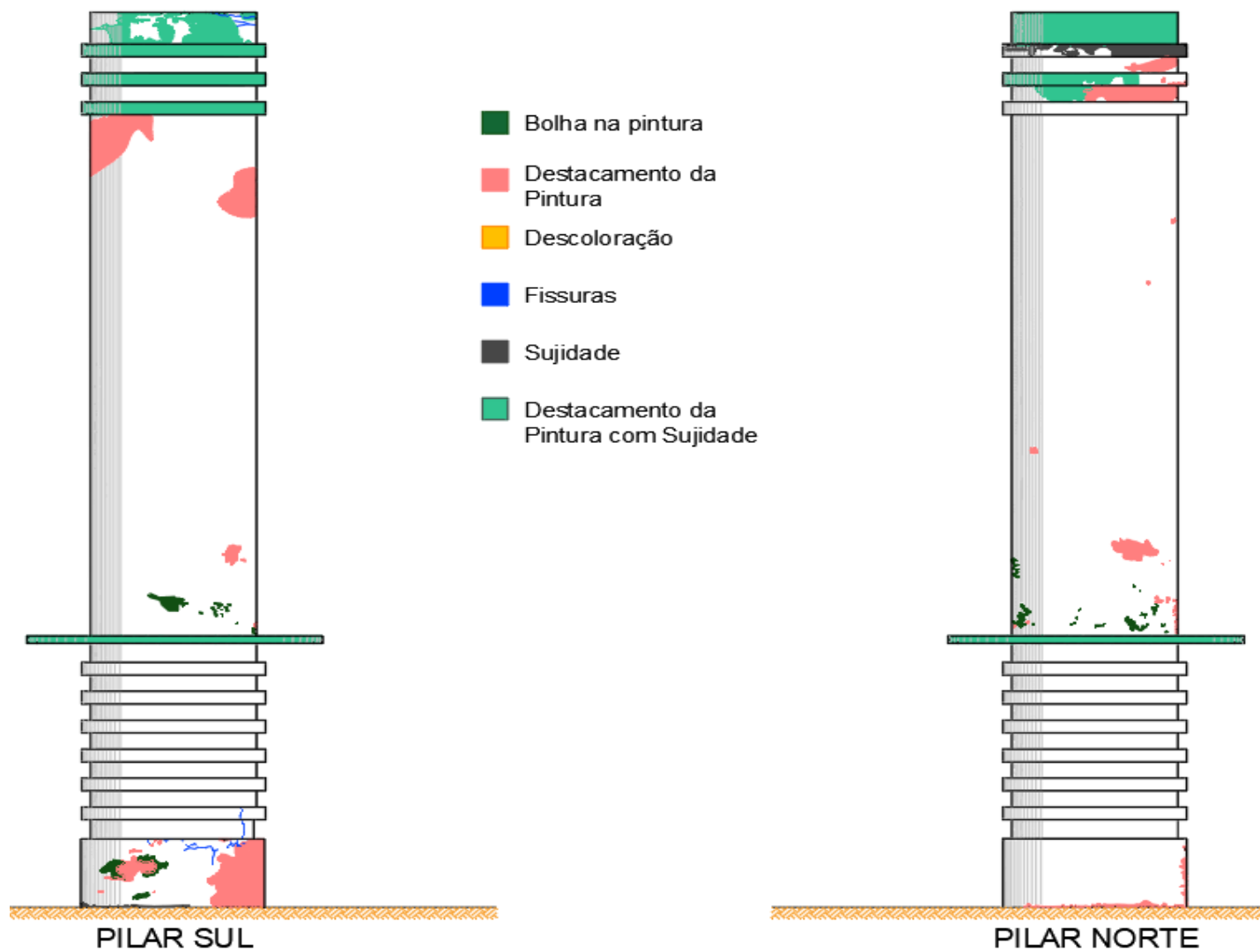
Fonte: Autora

Figura 4.9 – Mapa de danos: Vista Leste



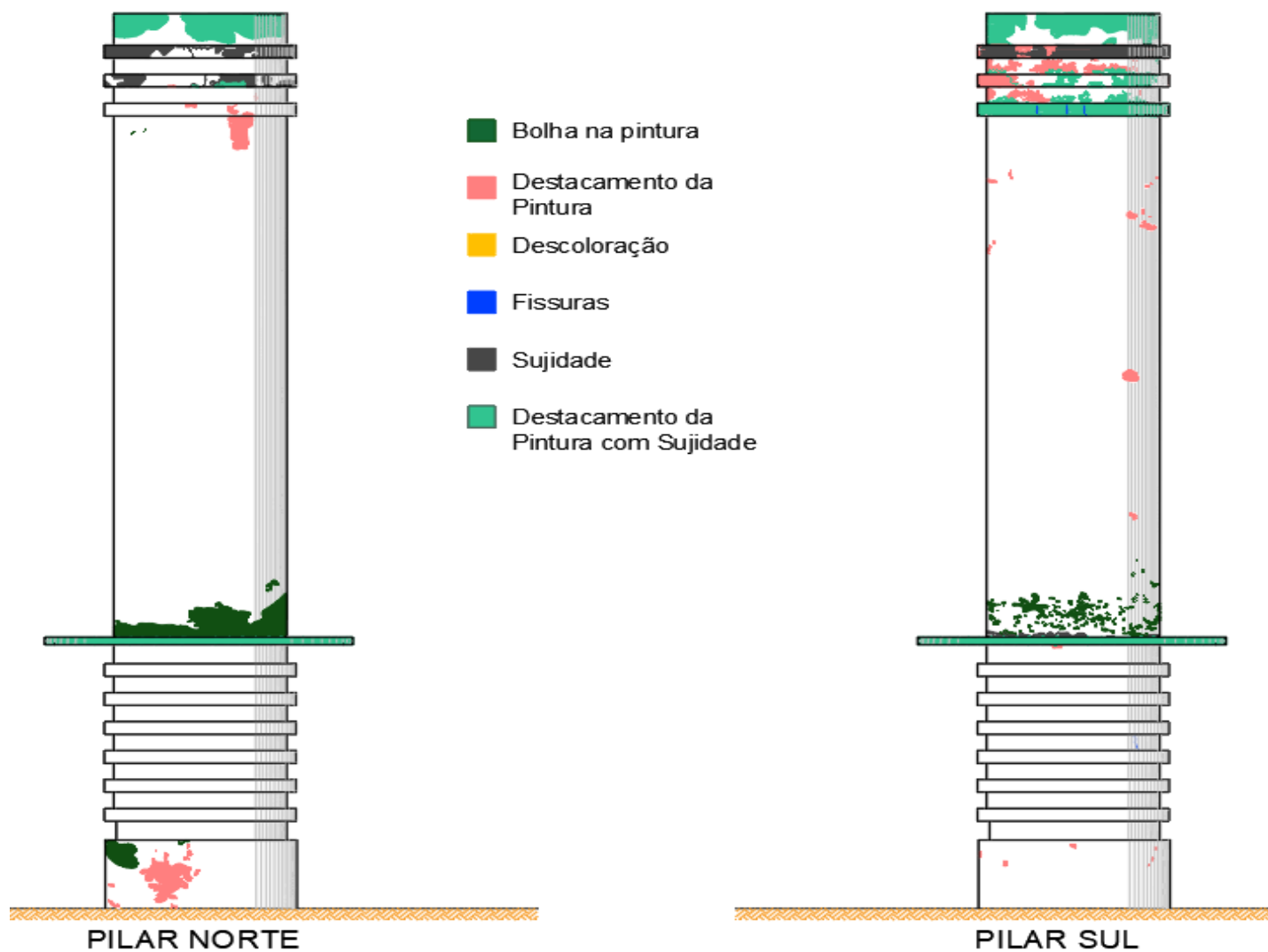
Fonte: Autora

Figura 4.10 – Mapa de danos: Vista Sul do pilar Sul e do pilar Norte



Fonte: Autora

Figura 4.11 – Mapa de danos: Vista Norte do pilar Norte e do pilar Sul



Fonte: Autora

4.1.2 Análise da Anamnese

Foram fornecidos pela Diretoria de Projetos e Infraestrutura do IFG e pela Gerência de Administração e Manutenção do IFG Câmpus Goiânia os seguintes documentos:

- Resultado do ensaio de esclerometria datado de 2013;
- Projeto de escoramento da laje datado de 2013;
- Projeto de Reforço datado de 2014;
- Relatório técnico de avaliação da laje do Pórtico datado de 2019;

Em relação aos planos de manutenção e relatórios dos acompanhamentos das manutenções, foi relatado que não existiam assim como o projeto original do Pórtico. Observa-se apenas uma placa (Figura 4.12) próxima ao Pórtico indicando que o mesmo foi restaurado em seu 60º aniversário no ano de 2002. Atribui a responsabilidade do projeto dessa restauração ao arquiteto Luís Cesar Fleury de Oliveira, professor aposentado da instituição, porém não foram encontrados registros que detalham como ocorreu essa intervenção.

Figura 4.12 – Placa de identificação do Pórtico

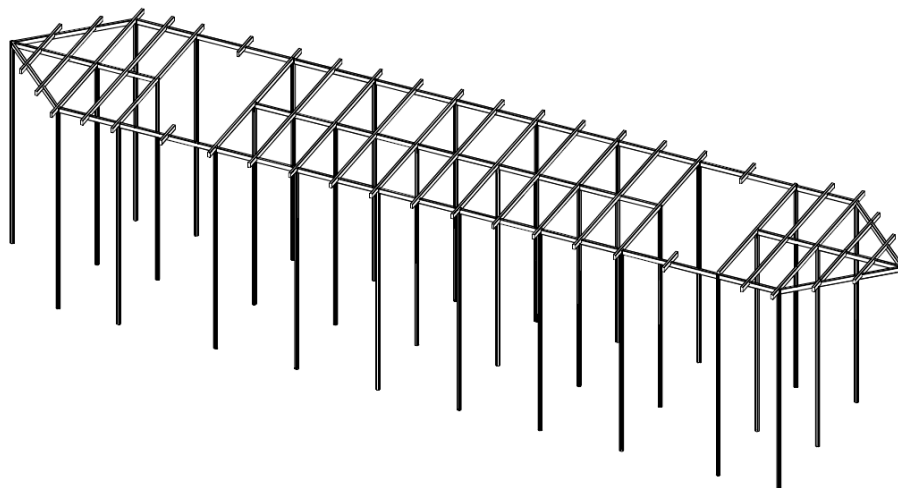


Fonte: Autora

O resultado do ensaio de esclerometria realizado em 2013 pelo Laboratório Carlos Campos, em apenas uma região obteve como resultado 29 de índice esclerométrico médio e 22 MPa como resistência à compressão.

O projeto de escoramento foi efetuado na laje em decorrência das condições de deterioração nas quais a mesma se encontrava em 2013. O detalhe genérico do escoramento é mostrado na Figura 4.13.

Figura 4.13 – Detalhe genérico do escoramento



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

O projeto de reforço feito em 2014 propõe intervenções na área de aço e reforço do concreto com grauteamento e aumento de espessura da laje. No detalhamento do projeto é indicado incremento de armaduras positivas e negativas. Quanto ao reforço do concreto é sugerido o grauteamento na interseção laje-pilar além do aumento da espessura da laje até a dimensão de 16 cm. No entanto o projeto nunca foi executado.

Cascudo (2019) para produção do relatório técnico da laje realizou duas inspeções na laje do Pórtico, a preliminar e a detalhada. Enquanto a preliminar designou a análise visual, a preliminar correspondeu a realização dos ensaios de esclerometria, ultrassom, resistividade elétrica, potencial de corrosão e da carbonatação do concreto.

Assim como foi observado na inspeção visual, Cascudo (2019) também constatou a corrosão das armaduras em alguns trechos da laje, presença de mofo, sujidade e degradação do sistema de pintura. O autor percebeu ainda deformações visíveis na laje e ele atribuiu a razão a corrosão de parte das armaduras de flexão que se procedeu devido a esbeltez da laje e a baixa inércia que associados com a corrosão das armaduras proporciona fortes e imediatos impactos na laje. Foram notadas trincas e fissuras na parte superior da laje como pode-se perceber na Figura 4.14.

Figura 4.14 – Aspectos de fissuração do concreto da laje, em sua parte superior, em região entorno de um dos pilares

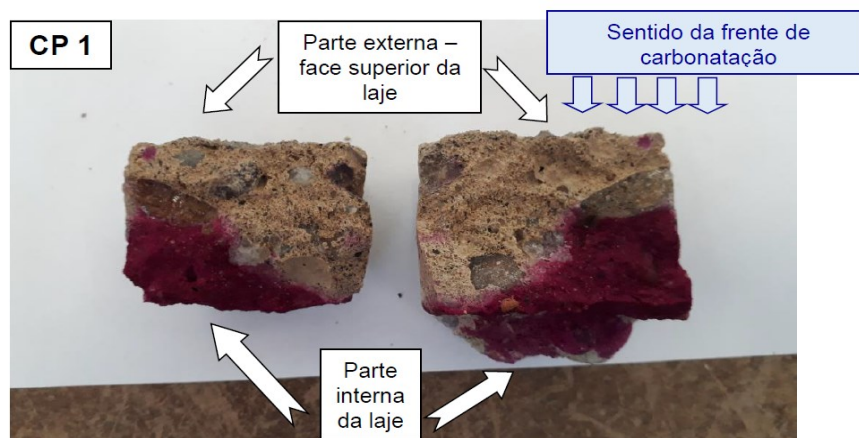


Fonte: Cascudo (2019)

No ensaio de esclerometria Cascudo (2019) avaliou 10 regiões da laje, denominadas de E1 a E10 e obteve valores de IE entre 21 e 30 e valores para resistência do concreto entre 14 MPa e 24 MPa. Com o ensaio de ultrassom Cascudo (2019) obteve em quatro das oitos medidas de velocidade ultrassônica valores inferiores a 2500 m/s. Tais valores classificam, de acordo com a norma britânica BS 1881 (BSI, 2001), o concreto como ruim. Uma dessas medidas obteve valor inferior a 2000 m/s que segundo a BS 1881 (BSI, 2001) configura um concreto péssimo. Por fim, foi concluído que esses valores baixos correlacionam com um alto índice de vazios, que é compatível para um concreto de resistência estimada de 14 MPa a 24 MPa. Esse valor ainda é comprovado pela presença das trincas e fissuras. Observa-se que os valores estimados são baixos em relação aos valores exigidos pelas normas vigentes atualmente, porém para a época da construção da estrutura se enquadra nos valores mínimos normativos exigidos. Cascudo (2019) ainda afirma que provavelmente haverá microfissuras na estrutura interna da laje. Já o ensaio da resistividade elétrica, foi realizado em circunstâncias não recomendadas (presença de uma camada espessa da carbonatação na laje e impossibilidade de realização do ensaio em ambiente saturado) e por isso não foi possível se obter resultados conclusivos.

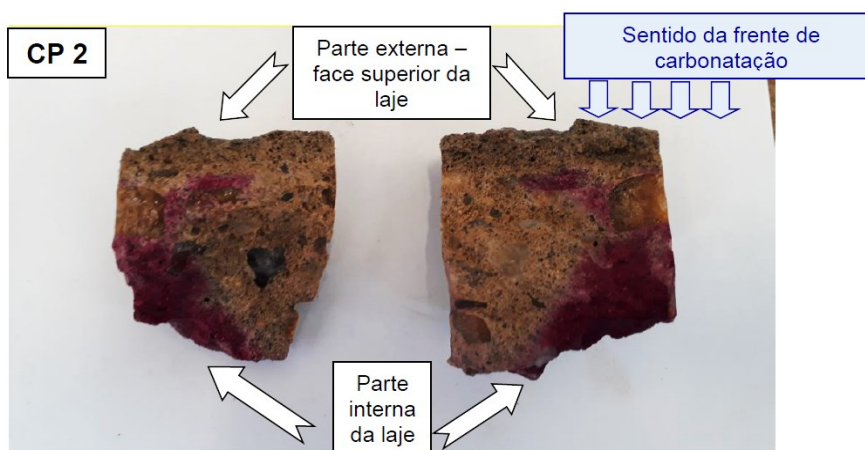
O ensaio de carbonatação do concreto foi realizado por Cascudo (2019) com dois corpos de prova (CP1 e CP2) ambos extraídos da região central da laje onde era possível observar visualmente os efeitos de uma possível carbonatação que foi constatada em grau avançado mediante a realização do ensaio (Figuras 4.15 e 4.16).

Figura 4.15 – Registro do ensaio de carbonatação no CP1



Fonte: Cascudo (2019)

Figura 4.16 – Registro do ensaio de carbonatação no CP2



Fonte: Cascudo (2019)

4.1.3 Análise dos ensaios complementares

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios de esclerometria, pacometria e verificação da flecha.

4.1.3.1 Análise esclerometria

Os resultados obtidos a partir do ensaio de esclerometria encontram-se abaixo. A aferição é dada pela Tabela 4.1, para a mesma foi utilizada a Equação (1). Já os resultados dos índices esclerométricos efetivos juntamente com as resistências encontram-se nas Tabelas 4.2 e 4.3.

Tabela 4.1 – Registro de aferição dos equipamentos

	Equipamento N34 166726	Equipamento N34 149452
1	84,00	84,00
2	83,00	84,00
3	83,00	84,00
4	82,00	84,00
5	84,00	84,00
6	84,00	84,00
7	82,00	84,00
8	84,00	84,00
9	83,00	84,00
10	84,00	84,00
11	84,00	
12	82,00	
IE nom	80,00	80,00
MÉDIA	83,25	84,00
k	0,96	0,95

Fonte: Autora

Tabela 4.2 – Registro do ensaio esclerométrico do equipamento N34 149452

ENSAIO ESCLEROMÉTRICO																Nº 01
																DATA: 22/09/18
APARELHO EMPREGADO				MARCA: Proceq MODELO: Original Schmidt NÚMERO: N34 149452												
POSIÇÃO DE ENSAIO				Vertical para baixo												
PEÇA ENSAIADA				Laje do Pórtico												
ÁREA	1				2				3				4			
ÍNDICE OBTIDO NO APARELHO	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE
	1	24	22		1	22	22		1	26	22	23	1	52	22	28
	2	28	23		2	22	23		2	25	23	16	2	30	23	28
	3	26	24		3	22	24		3	20	24	50	3	31	24	29
	4	26	25		4	14	25		4	7	25	24	4	36	25	25
	5	22	26		5	20	26		5	25	26	36	5	24	26	30
	6	24	27		6	29	27		6	34	27	25	6	28	27	28
	7	26	28		7	34	28		7	20	28	35	7	20	28	31
	8	26	29		8	25	29		8	22	29	28	8	30	29	26
	9	27	30		9	27	30		9	18	30	27	9	32	30	29
	10	20	31		10	27	31		10	32	31	24	10	29	31	27
	11	24	32		11	15	32		11	28	32		11	36	32	26
	12	28	33		12	25	33		12	36	33		12	24	33	31
	13	26	34		13	29	34		13	17	34		13	30	34	30
	14	25	35		14	34	35		14	23	35		14	30	35	28
	15	24	36		15	30	36		15	30	36		15	28	36	27
	16	26	37		16	24	37		16	35	37		16	25	37	28
	17		38		17	31	38		17	32	38		17	26	38	26
	18		39		18	35	39		18	35	39		18	26	39	28
	19		40		19	35	40		19	29	40		19	33	40	
	20		41		20	32	41		20	22	41		20	32	41	
	21		42		21		42		21	25	42		21	28	42	
PRIMEIRA SOMA		402,0				532,0				829,0				1135,0		
PRIMEIRA MÉDIA		25,1				26,6				26,7				27,0		
-10%		22,6				23,9				24,1				24,3		
+10%		27,6				29,3				29,4				29,7		
SEGUNDA SOMA		298,0				186,0				238,0				730,0		
SEGUNDA MÉDIA		24,8				26,6				26,4				29,2		
FATOR DE CORREÇÃO K		0,95				0,95				0,95				0,95		
ÍNDICE MÉDIO EFET. (I _{ea})		23,7				25,3				25,2				27,8		
RES. OBTIDA (MPa)		17,0				19,2				18,6				21,8		

Fonte: Autora

Tabela 4.3 – Registro do ensaio esclerométrico do equipamento N34 166726

ENSAIO ESCLEROMÉTRICO																Nº 02
																DATA: 22/09/18
APARELHO EMPREGADO				MARCA: Proceq MODELO: Esclerômetro de reflexão - Schmidt NÚMERO: N34 166726												
POSIÇÃO DE ENSAIO				Vertical para baixo												
PEÇA ENSAIADA				Laje do Pórtico												
ÁREA	1				2				3				4			
	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE	Pontos	IE
ÍNDICE OBTIDO NO APARELHO	1	26	22		1	22	22	28	1	38	22	36	1	36	22	25
	2	29	23		2	22	23	19	2	22	23	22	2	25	23	37
	3	21	24		3	28	24	16	3	22	24	22	3	36	24	37
	4	26	25		4	20	25		4	32	25	28	4	38	25	25
	5	24	26		5	12	26		5	34	26	26	5	29	26	26
	6	24	27		6	18	27		6	31	27	24	6	29	27	23
	7	23	28		7	28	28		7	18	28	37	7	33	28	28
	8	25	29		8	16	29		8	23	29	28	8	30	29	32
	9	26	30		9	30	30		9	34	30	32	9	25	30	32
	10	25	31		10	42	31		10	36	31	19	10	29	31	24
	11	27	32		11	29	32		11	40	32		11	33	32	22
	12	23	33		12	12	33		12	35	33		12	35	33	34
	13	26	34		13	34	34		13	10	34		13	34	34	24
	14	26	35		14	28	35		14	25	35		14	28	35	22
	15	19	36		15	46	36		15	33	36		15	36	36	26
	16	28	37		16	24	37		16	32	37		16	32	37	30
	17		38		17	34	38		17	38	38		17	31	38	26
	18		39		18	25	39		18	26	39		18	32	39	34
	19		40		19	24	40		19	30	40		19	23	40	38
	20		41		20	21	41		20	20	41		20	26	41	34
	21		42		21	26	42		21	12	42		21	27	42	29
PRIMEIRA SOMA		398,0				604,0				865,0				1255,0		
PRIMEIRA MÉDIA		24,9				25,2				27,9				29,9		
-10%		22,4				22,7				25,1				26,9		
+10%		27,4				27,7				30,7				32,9		
SEGUNDA SOMA		301,0				*				138,0				418,0		
SEGUNDA MÉDIA		25,1				*				27,6				29,9		
FATOR DE CORREÇÃO K		0,96				0,96				0,96				0,96		
ÍNDICE MÉDIO EFET. (I _{ea})		24,1				*				26,5				28,7		
RES. OBTIDA (MPa)		17,0				*				20,3				23,4		

Observações: * Não foi possível obter índices esclerométricos para a realização do ensaio

Fonte: Autora

Os índices esclerométricos obtidos a partir dos dois equipamentos utilizados variaram de 23,7 a 28,7, gerando uma variação de resistência em MPa de 17,0 a 23,4. Na área 2 com o equipamento N34 166726 não houve índices esclerométricos suficientes para o cálculo do índice esclerométrico médio efetivo, ou seja, houve menos de cinco valores individuais a serem aproveitados pois todos os outros distavam de 10% para mais ou para menos em relação a primeira média realizada, podendo notar variabilidade dos resultados. A variabilidade pode ser atribuída à área onde foi realizado o ensaio (área A2) que está próxima de regiões acometidas por carbonatação.

No (Quadro 4.1) pode-se observar de uma maneira geral os valores de resistência a compressão obtidos do ensaio de esclerometria realizados na estrutura obtidos durante o processo de anamnese e efetuados nesta pesquisa. Os valores apresentados são uma média das resistências à compressão de áreas ensaiadas por evento de ensaio.

Quadro 4.1 – Valores de resistência média por evento de ensaio

Evento	Data	Resistência Média (MPa)
Investigação inicial para projeto de reforço (Laboratório Carlos Campos)	2013	22,0
Ensaio para a pesquisa (equipamento N34 149452)	2018	19,0
Ensaio para a pesquisa (equipamento N34 166726)	2018	19,2
Relatório Técnico	2019	20,2

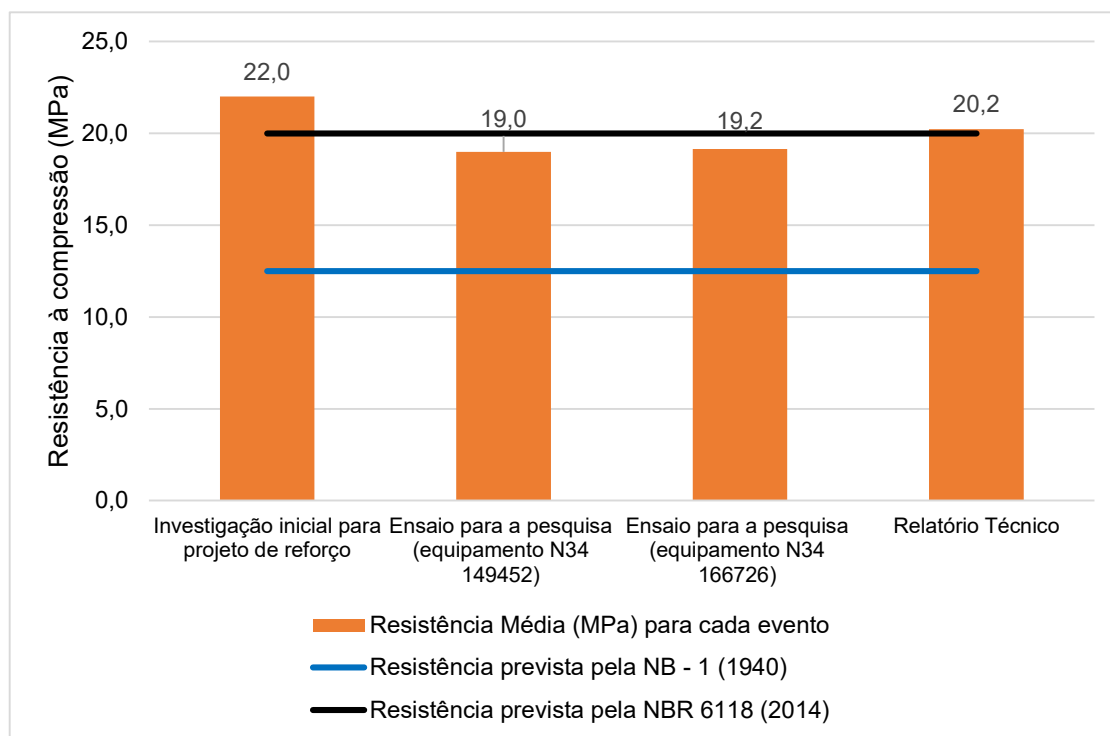
Fonte: Autora

Pode-se observar pelo Quadro 4.1 que os resultados encontrados nos ensaios de esclerometria realizados neste trabalho comparado com os dos ensaios obtidos na anamnese apresentam-se próximos (convergem para um valor médio de resistência estimada de 20 MPa), apesar de terem sido realizados em datas distintas e por diferentes operadores.

Acerca dos padrões normativos para a resistência mínima de estruturas de concreto, uma vez que não há informações sobre o projeto estrutural do Pórtico, sabendo que a norma NB-1 – Cálculo e Execução de Concreto Armado (ABNT, 1940) vigente na época em que a estrutura foi construída preconiza uma resistência mínima para estruturas de concreto de 125 kgf/cm², ou seja, de 12,5 MPa. Já a norma vigente atualmente NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento (ABNT, 2014) prevê resistência mínima para estruturas de concreto de 20 MPa. Desse modo

apresenta-se no Gráfico 4.1 uma comparação entre os resultados estimados de resistência à compressão do concreto, obtidos em diferentes ensaios de esclerometria, com os valores mínimos de resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) recomendados pela norma de estrutura de concreto vigente na época da construção do Pórtico e atualmente.

Gráfico 4.1 – Comparativo de resistências obtidas com as exigências normativas



Fonte: Autora

4.1.3.2 *Análise pacometria*

A partir do ensaio de pacometria foi possível mapear e identificar locais onde há armadura e em quais profundidades (em centímetros) as mesmas se encontram. O resultado do mapeamento pode ser observado na Figura 4.17, a sigla “NM” é utilizada para denominar elementos não metálicos encontrados.

resultados apontam que o cobrimento da laje, em algumas regiões, se encontra fora das exigências da época e das exigências atuais. Nos locais onde é verificado o valor de “0”, de acordo com o equipamento significa ausência de profundidade, ou seja, indicaria que a armadura está superficial e sem cobrimento, no entanto o mesmo não é comprovado visualmente.

4.1.3.3 *Análise da verificação da flecha*

A verificação da flecha foi executada colhendo-se as cotas a partir de um nível referencial de 2,0 metros nos pontos a seguir presentes no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Valores referentes as cotas encontradas nos pontos

Ponto	Cota (cm)
A	193,7
B	200,7
C	198,8
D	196,1
E	199,0
F	199,2
G	193,8

Fonte: Autora

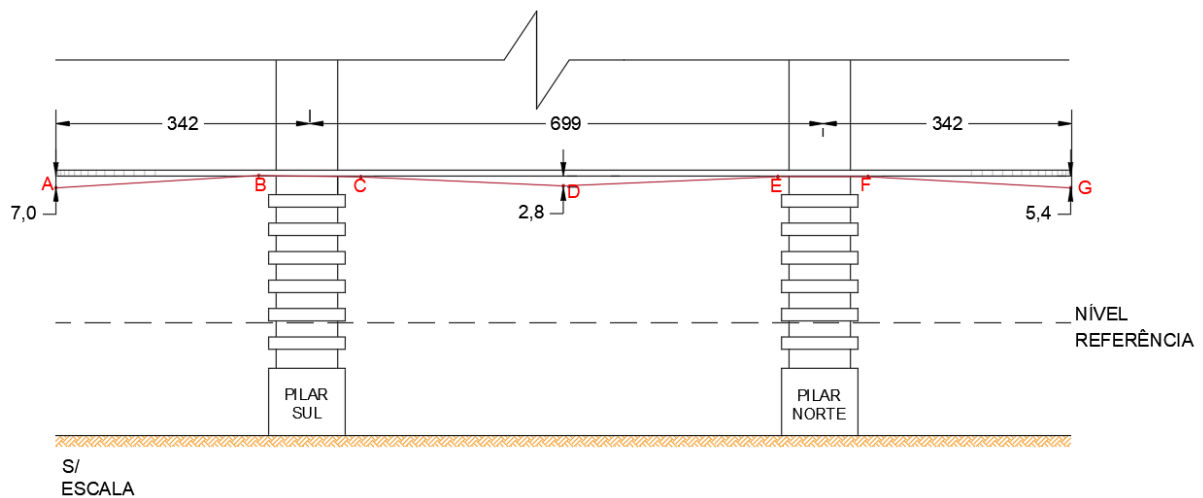
As flechas verificadas na laje foram obtidas por meio da diferença de cotas sendo no balanço do lado esquerdo a diferença entre as cotas A e B, na região central a média aritmética entre a diferença dos pontos C e D e a diferença dos pontos D e E, enquanto que no balanço do lado direito se dá pela diferença entre os pontos F e G. Encontra-se no Quadro 4.3 os valores obtidos e a sua representação (exagerada) a seguir na Figura 4.18.

Quadro 4.3 – Valores de flechas obtidos

Flecha no Balanço Lado Esquerdo (cm)	Flecha na Região Central (cm)	Flecha no Balanço Lado Direito (cm)
7,0	2,8	5,4

Fonte: Autora

Figura 4.18 – Representação das maiores flechas verificadas



Fonte: Autora

Fazendo-se a verificação da flecha limite permitida, utiliza-se as Equações (2) e (3):

- Região em balanço:

$$\text{Deslocamento Limite} = \frac{342}{125} = 2,74 \text{ cm}$$

Observa-se então que ambas regiões em balanço cujas flechas máximas são de 7,0 cm no ponto “A” e 5,4 cm no ponto “B” estão muito acima do permitido pela norma NBR 6118 (ABNT, 2014).

- Região do vão central:

$$\text{Deslocamento Limite} = \frac{699}{250} = 2,80 \text{ cm}$$

Tem-se que a flecha encontrada de 2,8 cm no ponto “D” tem valor equivalente ao permitido pela exigência normativa. Devido à falta de manutenções preventivas e corretivas longo do tempo a estrutura sofreu deformações excessivas, de forma que os valores das flechas verificados nas regiões de balanço demonstram que a mesma se encontra fora de seus limites de serviço.

4.2 PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

De acordo com as análises realizadas pode-se elencar as seguintes possíveis intervenções:

4.2.1 Quanto ao concreto

As manifestações patológicas tratadas nessa seção se referem à laje que não possui camada de revestimento.

a) Fissuras

De acordo com Cascudo (2019) para o tratamento das fissuras presentes na parte superior da laje recomenda-se a colmatação, avaliando-se a necessidade de reforço estrutural próximo aos pilares.

b) Sujidade e Mofo

Segundo Souza e Ripper (2009), para a remoção das sujidades e mofo recomenda-se a limpeza por abrasão úmida, aplicando-se uma escovação mecânica sobre a superfície úmida, de forma a reduzir os danos no substrato.

c) Danos estruturais

Para o tratamento das manifestações provenientes dos danos estruturais na laje como deformações excessivas e armaduras expostas com presença de corrosão faz-se necessário primeiramente o tratamento das armaduras em corrosão. De acordo Resende (2018) procede-se de maneira a delimitar o contorno do reparo, removendo o concreto contaminado em 2 centímetros por trás das barras expostas, posteriormente a limpeza das armaduras corroídas. Verifica-se então se há a perda de seção da armadura, para se analisar a necessidade de complementação da mesma. Não havendo a necessidade de complementação faz-se a passivação com o uso de produtos cimentícios e/ou à base de zinco, posteriormente usa-se uma base de aderência epoxídica ou cimentícia na interface aço/concreto (RESENDE, 2018). Havendo a necessidade de complementação da armadura em corrosão é importante a implementação de uma análise estrutural do elemento resultando num novo projeto de reforço como o projeto datado de 2014 presente na anamnese dessa pesquisa que não fora executado, porém contendo agora o panorama atual do estado de degradação da laje.

Quanto a deformação excessiva da laje uma análise detalhada da estrutura atuará para a escolha da melhor alternativa. De acordo com Loturco (2017) a averiguação de necessidade de reforço se dá pela presença de deformações excessivas (existência de flechas) entre outras manifestações patológicas. Há

diversas formas de realizar o reforço da estrutura são elas: por aumento de seção, colagem de chapas, protensão, uso de perfis metálicos, fibras de carbono entre outros. A escolha da melhor técnica a se empregar dependerá da viabilidade construtiva, de execução e econômica.

Há ainda uma alternativa mais drástica proposta por Cascudo (2019) que consiste na demolição e reconstrução da laje. Para o autor, a laje é muito delgada e de pequeno volume de concreto e essa proposta simplifica todo o processo uma vez que analisando o pórtico como um todo, a representatividade arquitetônica da laje é menor em relação a representatividade observada nos pilares.

Deve-se considerar que Cascudo (2019) não levou em consideração alguns fatores como a leveza que a pequena espessura da laje transmite; o contraponto existente entre a laje e os pilares, enquanto os pilares são robustos e imponentes a laje é delgada e sutil; o formato geométrico elíptico da laje, que foi uma configuração usual do estilo *art déco*, observado em outros monumentos como o coreto da praça cívica de Goiânia; além da importância histórica do concreto presente, já que este possui aproximadamente 77 anos. Nesse contexto, é mais justificável a realização de uma restauração da laje do que sua demolição e posterior reconstrução. Portanto, entende-se que a alternativa de demolição proposta por Cascudo (2019) não é a mais adequada e não deve ser adotada.

4.2.2 Quanto à camada de revestimento de argamassa

As manifestações patológicas tratadas nessa seção se referem aos pilares que possuem camada de revestimento.

a) Fissuras

Para Corsini (2010) fissuras superficiais em revestimentos podem ser, no geral, tratadas com a aplicação de produtos flexíveis, como selantes elásticos. Para a recuperação propriamente dita, nesse processo, são utilizados um fundo preparador de paredes, selante acrílico, impermeabilizante e tela de material poliéster.

b) Destacamento

De acordo com Gouveia, Pereira e Silva (2013) o destacamento ocorre pela falta de aderência da argamassa ao substrato e para o tratamento da incidência dessa

manifestação procede-se com o corte e remoção do revestimento, aplicação de chapisco no traço 1:3 e a aplicação de um novo reboco.

4.2.3 Quanto à camada de revestimento da pintura

As manifestações patológicas tratadas nessa seção se referem aos pilares e à borda da laje que possuem superfície dotada de sistema de pintura. Segundo Marques (2013), quando há grande extensão das manifestações num sistema de pintura recomenda-se sua substituição completa. Efetua-se inicialmente a raspagem da camada de pintura, verificando-se o grau de deterioração da base (presença de fissuras) e reparando a mesma se necessário. Faz-se a remoção da pintura existente e aplicação de uma nova camada seguindo os métodos adequados e produtos químicos compatíveis, obedecendo-se corretamente as instruções do fabricante. Recomenda-se não realizar a aplicação sob altas temperaturas para evitar o aparecimento de bolhas e ainda não se utilizar cores mais suscetíveis ao fenômeno de descoloração.

4.2.4 Quanto à visibilidade arquitetônica

Quanto ao resgate da visualidade arquitetônica do Pórtico, uma alternativa seria a remoção ou substituição das árvores do entorno por árvores menores como arbustos, mais apropriados para o local, com o objetivo de devolver a visibilidade da estrutura reduzindo-se o sombreamento sobre a mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Este trabalho, configurou-se como um estudo de caso e teve por objetivo avaliar o estado de conservação do Pórtico de acesso ao Instituto Federal de Goiás (IFG) - Câmpus Goiânia e construir uma proposta de intervenção para a estrutura. Durante o desenvolvimento do trabalho foram observados fatores importantes que levaram à degradação do bem: idade avançada da estrutura sem intervenções e a ausência de um plano de manutenção preventiva.

A realização da inspeção visual possibilitou a constatação do quão se encontra comprometida a representatividade arquitetônica do Pórtico. A estrutura se encontra rodeada por árvores que impossibilitam sua visibilidade plena e por dispositivos de segurança (empregados devido ao nível avançado de deterioração) que prejudicam a estética como escoras e tapumes. Quanto às manifestações patológicas são fatores determinante para o aparecimento das mesmas:

- Presença de umidade intensificada pela proximidade das árvores do entorno;
- Insuficiência no cobrimento da laje;
- Inexistência de manutenção preventiva;
- Inexistência de sistema de impermeabilização;

A análise da anamnese permitiu constatar que poucas informações são existentes sobre a estrutura. A ausência de projetos, planos de inspeção e manutenção e memoriais descritivos que detalhassem as etapas construtivas e materiais utilizados foi uma limitação marcante para o desenvolvimento da pesquisa, de forma a dificultar a identificação das origens de algumas manifestações patológicas. Observou-se poucas iniciativas de intervenção e acompanhamento, ainda assim a iniciativa que culminou na realização de um projeto de reforço em 2014 nunca fora executada, mostrando o descaso para com o bem.

A realização dos ensaios e do mapa de danos foram muito úteis na busca do diagnóstico. Os ensaios de esclerometria apontaram para a baixa resistência do concreto, enquanto o ensaio de pacometria acusou problemas de cobrimento. Ambos os resultados reforçam os danos estruturais que acometem a estrutura já perceptíveis

na inspeção visual. O mapa de danos demonstrou como a deterioração do Pórtico se dá em todas as vistas, concentrando-se na base e no topo da estrutura.

O diagnóstico preciso e definitivo das manifestações assim como uma proposta mais assertiva demandaria um aprofundamento maior das inspeções e análises. Através das quais um projeto detalhado de reforço pudesse ser concebido.

Como sugestões de pesquisas futuras, sugere-se:

- Realização de mapeamento a partir de fotografias obtidas por veículo aéreo não tripulado e processamento digital de imagens (ortoimagens);
- Mapeamento mais preciso de manifestações patológicas, com uso de softwares, quantificando as áreas afetadas;
- Uso de termografia infravermelha para estudo detalhado da umidade;
- Análise estrutural detalhada para construção de uma proposta de reforço da laje cuja alternativa empregada seja de maior viabilidade;
- Elaboração de um plano de inspeção e manutenção;

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB-1**: Cálculo e execução de obras de concreto armado – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1940.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013. 71 p.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013. 31 p.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.

_____. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012. 25 p.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.

_____. **NBR 7584**: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012. 10 p.

ALVES, Ana Paula Barbosa. **Análise da vida útil residual de elementos de concreto armado em edificações urbanas – Estudo de caso**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2019.

ARAÚJO, M.; ALMEIDA, M. G. A paisagem do núcleo pioneiro de Goiânia: uma interface entre Patrimônio e Metrópole Contemporânea. **Revista Ra'e Ga**, Curitiba: UFPR, n. 14, p. 205-215, 2007.

BARBOSA, P. P. *et al.* Patrimônio Histórico em cidades novas: o caso de Maringá, PR. Maringá. *In*: XIV SEMINÁRIO DE ARQUITETURA LATINO-AMERICANA, 14., 2011, Campinas. **Anais** [...]. Campinas: Seminário de Arquitetura Latino-americana, 2011. p. 16 - 31.

BAUER, L.A. F. **Materiais de Construção 2**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2008. 543 p.

BERENGUER, Romildo Alves *et al.* RAA em estrutura de concreto armado de uma edificação residencial. **Concreto e Construções**, Recife, p.52-57, 2016.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R.L. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BORGES, M. S. **Quartirão sucesso da cidade: o Art Déco e as transformações arquitetônicas na Fortaleza de 1930 e 1940**. 2006. 209 f. Dissertação (Mestrado) -, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério do estado da cultura. Portaria nº 507, de 18 de novembro de 2003. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 228, p.30, 18 nov. 2003.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **BS 1881**: Testing concrete. London, 2001.

CARMONA FILHO, A.; C. T. Fissuração nas estruturas de concreto. **Alconpat Internacional**, Mérida, v. 3, 2013.

CASCUDO, O. Avaliação de laje em concreto armado constituinte do pórtico de entrada lateral do IFG - Câmpus Goiânia. Goiânia: UFG, 2019. 38 p.

CHAVES, A.M.V.A. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2009.

COELHO, G. N. **A modernidade do Art Déco na construção de Goiânia**. 1. ed. Goiânia: Fundação Cultural Pedro Ludovico, 1997. v. 1. 75p.

CORREIA, T. B. Art déco e indústria: Brasil, décadas de 1930 e 1940. **An. Mus. Paul**, São Paulo, v. 16, n. 2, p.47-104, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010147142008000203&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 mai. 2018.

_____. O Art Déco na Arquitetura Brasileira. **Revista UFG**, Ano XVII, nº 8, p. 14-18, Goiânia, 2010.

CORSINI, R. Trinca ou Fissura: Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras. **Techné**, São Paulo, 2010.

CURY, I. (Org.). **Cartas patrimoniais**. 3.ed. rev. e aum. Rio de Janeiro: IPHAN, 2004.

D'ALAMBERT, C.C. **Manifestações da arquitetura residencial paulista entre as Grandes Guerras**. 2003. 226f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo-FAUSP, São Paulo, 2003.

D'LBOUX, J.R. **Tipografia como elemento arquitetônico no Art Déco paulistano**: uma investigação acerca do papel da tipografia como elemento ornamental e comunicativo, na arquitetura da cidade de São Paulo entre os anos de 1928 a 1954. 2013. 300 f. Dissertação (Mestrado) - FAUUSP, São Paulo, 2013.

DEMPSEY, A. **Estilos, Escolas e Movimentos**. Tradução de Carlos Eugênio Marcondes de Moura. São Paulo: Cosac Naify, 2003. 304 p.

DINIZ, A. **Goiânia de Atilio Corrêa Lima (1932-1935)**: ideal estético e realidade política. 2007. 239 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FERREIRA, D.; GARCIA, G. **Patologia de revestimentos históricos de argamassa: O caso da ação da água na Igreja de São Francisco da Prainha**, Rio de Janeiro. 2016. 80 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

FIGUEIREDO, E. P.; MEIRA, G. R., **Corrosão das armaduras das estruturas de concreto**. México: Boletim técnico ALCONPAT Internacional. v. 6. 2013.

FIGUEIRÓ, A.F. **Art Déco no Sul do Brasil: O caso da Avenida Farrapos**, Porto Alegre/RS. 196 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FILHO, V.P. **Art Déco em Vitória: a gênese de um discurso de modernização modificando a estética da capital do Espírito Santo**. 142 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2017.

FRANÇA, A. A. V.; MARCONDES, C.G. N.; ROCHA, F. C.; MEDEIROS, M. H. F.; HELENE, P.R.L. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. *Téchne: Revista de Tecnologia da Construção*, São Paulo, v. 174, p. 72-75, 2011

GALANTUCCI, R. A.; FATIGUSO, F. Advanced damage detection techniques in historical buildings using digital photogrammetry and 3D surface analysis. **Journal Of Cultural Heritage**, Bari, v. 36, p.51-62, 2018.

GALLI, U. **A história do batismo cultural de Goiânia**. Goiânia: Ed. UCG/ Contato Comunicações, 2007. 98 p.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

GNIPPER, S. F.; MIKALDO JR. J. Patologias frequentes em sistemas prediais hidráulicos sanitários e de gás combustível decorrentes de falhas no processo de produção do projeto. *In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 7., 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2007.

GOOGLE, INC. **Google Maps**. Disponível em: [google.com/maps/place/IFG+-+Campus+Goiânia/@16.6661007,-49.2572307,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x935ef3da89431569:0x7730244ce193aa44!8m2!3d-16.6661007!4d-49.255042](https://www.google.com/maps/place/IFG+-+Campus+Goiânia/@16.6661007,-49.2572307,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x935ef3da89431569:0x7730244ce193aa44!8m2!3d-16.6661007!4d-49.255042). Acesso em: 02 out. 2019.

GOMIDE, T. L. F., PUJADAS, F. Z. A., NETO, J.C. P. F. **Técnicas de inspeção e manutenção predial: vistorias técnicas, check-up predial, normas comentadas, manutenção X valorização patrimonial, análise de risco**. São Paulo: PINI, 2006.

GOUVEIA, F. P.; PEREIRA, D. F.; SILVA, D. A. B. Manifestações Patológicas na Construção: Levantamento, caracterização e proposição de tratamento de manifestações patológicas presentes nas residências do conjunto habitacional Nova Matinha, Tucuruí-PA. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E*

RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS, 9., 2013, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ALCONPAT, 2013. p.1-12.

HELENE, P.R.L.; CARVALHO, M.; PACHECO, J. Engineering field tests for alkali-aggregate reaction. **Structural Concrete**, São Paulo, v. 18, p.349-355, 2017.

HELENE, P.R, L. La agresividad del medio y la durabilidad del hormigón. **Argentina de Tecnología del Hormigón**, Argentina, v.10. 1983, p.25-35, 1983.

_____. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1992

IBAPE/SP-Instituto Brasileiro de Avaliações de perícias de engenharia de São Paulo. **Inspeção Predial: a Saúde dos Edifícios**. São Paulo: LEUD, 2012. Disponível em: <http://www.IBAPE-sp.org.br/arquivos/CARTILHA-Inspecao-predial-a-saudedosedif%C3%ADcios.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

ICOMOS – International Council on Monuments and Sites. **Carta do ICOMOS - Princípios para a análise, conservação e restauro estrutural do patrimônio arquitetônico**. Zimbábue, 2003. Disponível em: http://www.icomos.org.br/002_001.html. Acessado em: 08 mai. 2018

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS. **Restauro do pórtico alusivo ao Batismo Cultural de Goiânia é tema de reunião entre Iphan e IFG**. 2017. Disponível em: <https://www.ifg.edu.br/ultimas-noticias-campus-goiania/1677-restauro-do-portico-alusivo-ao-batismo-cultural-de-goiania-e-tema-de-reuniao-entre-iphane-ifg>. Acesso em: 02 set. 2019.

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Manual de elaboração de projetos de preservação cultural**. Brasília: Ministério da Cultura, 2005.

LAPA, J.S. **Patologia, Recuperação e Reparo das Estruturas de Concreto**. Escola de Engenharia da UFMG. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**: procedimento para diagnóstico e recuperação. Boletim Técnico n.6. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986.

LOTURCO, B. Reforço carbônico. **Téchne**, São Paulo, v. 242, p.24-31, maio 2017.

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

MANSO, C.F.A. (Org.). **Goiânia art déco: acervo arquitetônico e urbanístico - dossiê de tombamento**. Goiânia: SEPLAN, 2004. 84 p.

MARQUES, F. P. M. **Tecnologias de aplicação de pinturas e patologias em paredes de alvenaria e elementos de betão**. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

MARTINS, A. S. .m (Ed.). **Inspeção Predial**: check-up predial: guia da boa manutenção. 3. ed. São Paulo: LEUD, 2012. 63 p.

MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. Capítulo 22: Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. *In*: IBRACON (Org.). **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo. 2011. p. 37.

MELO, S. F. (Im) Possibilidades Modernas: o art déco e outras artes presentes no cenário urbano de Florianópolis a partir de 1930. *In*: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 1., 2011, Florianópolis. **Anais[...]**. Florianópolis: UDESC, 2011. p. 519 - 533. Disponível em: <http://www.eventos.faed.udesc.br/index.php/tempopresente/tempopresente/paper/viewFile/36/47>. Acesso em: 02 mai. 2018.

MEHTA, P.K., MONTEIRO, P.J.M., **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 2 ed. São Paulo: IBRACON, 2014.
NOVAIS, A.C.A arquitetura déco de Goiânia. **Revista Observatório em Debate**. Goiânia, n.2, p.198-216, dez. 2015.

PAPADAKIS, V.G. Effect of supplementary cementing materials on concrete resistance against carbonation and chloride ingress. **Cement and Concrete Research**, v.2, p.291-299, fev. 2000.

PISSETTI, R. F.; SOUZA, C. F. Art Nouveau e Art Déco: confluências. **Revista Imagem**, Caxias do Sul, v.1, n.1, p. 17-24, jun.- dez 2011. Disponível em: http://revistaimagem.fsg.br/_arquivos/artigos/artigo72.pdf. Acesso em: 24 mai. 2018

POLITO, G. **Principais sistemas de pinturas e suas patologias**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2006, 66 p. Apostila.

REIS, R. W.A Presença do Estilo Art Decó no Município de Lages. **Revista Especialize Online IPOG**, v. 01, 2013.

RESENDE, G. A. RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: TÉCNICAS E MATERIAIS PARA PROLONGAR A VIDA ÚTIL. *In*: CONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 6., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Patorreb, 2018. p. 1 - 10.

RILEM – RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATORIES D'ESSAIS DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS. **Measurement of hardened concrete carbonation depth**: RILEM CPC-18. Materials and Structures, 1988, v. 21, n. 6, p. 453-455

ROITER, Márcio Alves. A influência Marajoara no Art Déco Brasileiro. **Revista da Universidade Federal de Goiás**. Goiânia, Ano XII nº 8, p.19-27, julho 2010.

ROSSI, L. M. Art Déco Sertanejo – manifestações arquitetônicas e decorativas nordestinas. **Revista da Universidade Federal de Goiás** Goiânia, Ano XII nº 8, p.28-34, julho 2010.

SALVADOR, S.C. **Análise das edificações Art Déco na paisagem urbana: um estudo de caso em Criciúma – SC.**2012.133f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANCHEZ-SILVA, M.; KLUTKE, G.; ROSOWSKY, D. Life-cycle performance of structures subject to multiple deterioration mechanisms. **Structural Safety**, Troy, v. 33, p.206-217, 2011.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990.**2. ed. São Paulo: Edusp, 1999. 224 p.

_____. Modernidade Pragmática: Uma arquitetura dos anos 1920-40. **Revista Projeto São Paulo**, nº192, p.73-94,1995.

SANTOS, P. H. C; S FILHO, A. F. **Eflorescência: Causas e Consequências.** 2008. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2008.

SATO, N *et al.* Umidade e crescimento de microrganismos em fachadas. *In:* SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DURABILIDADE DE MATERIAIS, COMPONENTES E ESTRUTURAS, 3., 1995, São Paulo. **Anais[...]**. São Paulo: EPUSP, 1995. p. 63 - 68.

SHIRAKAWA, M. A. Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente. *In:* I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1., 1995, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: UFG, 1995. p. 402 - 410.

SHUTTERSTOCK. **Eflorescência: como resolver esse problema na casa do seu cliente.** 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/eflorescencia/>. Acesso em: 20 out. 2019.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Pini, 2009. 262 p.

SUTIL, M. S.A modernidade esquecida: o art-déco em Curitiba. **Revista UFG**, Ano XVII, nº 8, p.41 - 45, Goiânia, 2010.

TAVARES, F M. Metodologia de diagnóstico para restauração de edifícios dos séculos XVIII e XIX nas primeiras zonas de mineração em Minas Gerais. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos – Recomendações Básicas.** Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Texto para discussão, Volume 43. Série 2. Gestão de Restauro. Olinda, 2009.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios**: causas, prevenção e recuperação. 1ª ed. São Paulo: Editora PINI, 1989.

TOROYA.J.L.C. Os materiais de construção cubanos no desenvolvimento e generalização do art déco em Cuba. **Arquitextos**, v 2, abr.2002.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**. ALCONPAT Internacional. Boletim Técnico nº 01, março 2013. Unisinos, Brasil.

UNES, W. Descobrindo patrimônios. **Revista da Universidade Federal de Goiás**. Goiânia, Ano XII nº 8, p.55-61, julho 2010.

ZAKIA, S.A.C. **Construção, arquitetura e configuração urbana de Campinas nas décadas de 1930 e 1940 - o papel de quatro engenheiros modernos**. 2012.434 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

APÊNDICE A – FICHAS DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS (FID'S)

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 01

VISTA OESTE - PILAR NORTE

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Fissuras
- 3) Destacamento da pintura

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes.
- 2) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.
- 3) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração umidade.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 02

VISTA OESTE - PILAR SUL

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Fissuras
- 3) Destacamento da Pintura

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes
- 2) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.
- 3) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração umidade.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 03

VISTA LESTE - PILAR NORTE

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Fissuras
- 3) Destacamento da pintura
- 4) Bolhas na pintura

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes.
- 2) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.
- 3) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração de umidade.
- 4) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração de umidade.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 04

VISTA LESTE - PILAR SUL

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Fissuras
- 3) Bolhas na pintura
- 4) Descoloração da pintura
- 5) Destacamento da pintura

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes.
- 2) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.
- 3) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração de umidade.
- 4) Desgaste natural do tempo, uso da cor amarela que é mais suscetível a ação dos raios ultravioleta.
- 5) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação (sobreposição em camada já existente e infiltração de umidade).

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 05

VISTA SUL - PILAR SUL

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Fissuras
- 3) Destacamento da pintura

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes.
- 2) Retração da argamassa e degradação natural do material e movimentação.
- 3) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração umidade.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 06

VISTA SUL - PILAR NORTE

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Destacamento da pintura
- 3) Fissuras

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes
- 2) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração de umidade.
- 3) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 07

VISTA NORTE - PILAR SUL

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Destacamento da pintura
- 3) Fissuras

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes, umidade e para o topo escoamento da água pluvial juntamente com poluentes.
- 2) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração umidade.
- 3) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS

FID Nº 08

VISTA NORTE - PILAR NORTE

Manifestação Patológica

- 1) Sujidade
- 2) Destacamento da pintura
- 3) Fissuras

Possíveis Causas

- 1) Acúmulo de poluentes e umidade
- 2) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração umidade.
- 3) Retração da argamassa, degradação natural do material e movimentação térmica.

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	
FID Nº 09	
LAJE	
 	<u>Manifestação Patológica</u> 1) Destacamento da pintura 2) Destacamento da argamassa de revestimento 3) Sujidade 4) Corrosão da armadura 5) Desagregação do concreto 6) Mofo
 	<u>Possíveis Causas</u> 1) Desgaste natural do tempo, inadequada preparação da superfície, falhas de aplicação e infiltração de umidade. 2) Processo de carbonatação e corrosão das armaduras 3) Acúmulo de poluentes e umidade 4) Insuficiência de cobrimento da armadura 5) Processo de carbonatação e corrosão das armaduras. 6) Colonização de fungos filamentosos
 	