

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

CARLA FELIPE FALCÃO

JÓQUEI CLUBE: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA DO SISTEMA ESTRUTURAL

Goiânia, GO
2020

Carla Felipe Falcão

JÓQUEI CLUBE: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA DO SISTEMA ESTRUTURAL

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

Orientador: Dr. Fábio de Souza

Goiânia, GO
2020

F178j Falcão, Carla Felipe.

Jóquei clube: investigação patológica do sistema estrutural / Carla Felipe Falcão. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2020.
73 f.

Orientador: Prof. Dr. Fábio de Souza.

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

1. Jôquei Clube de Goiás – Goiânia - GO. 2. Edificação – manifestações patológicas. 3. Concreto armado e protendido. I. Souza, Fábio de (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 620.132

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



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: Carla Felipe Falcão

Matrícula: 20151011050152

Título do Trabalho: JÓQUEI CLUBE: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA DO SISTEMA ESTRUTURAL

Autorização - Marque uma das opções

- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
 - ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data 01/01/2023 (Embargo);
 - ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).
- Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

☐ O documento está sujeito a registro de patente.

☒ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.

☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

- 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;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- 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, 26 de outubro de 2020.

Carla Felipe Falcão

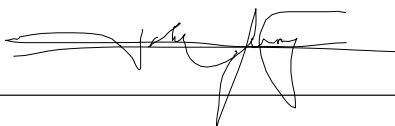
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Carla Felipe Falcão

JÓQUEI CLUBE: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA DO SISTEMA ESTRUTURAL

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

Aprovado em 26 de outubro de 2020:



Dr. Fábio de Souza (IFG)
(Orientador)



Me. Glydson Ribeiro Antonelli (IFG)



Ma. Matilde Batista Melo (IFG)

Goiânia, GO
2020

RESUMO

JÓQUEI CLUBE: INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA DO SISTEMA ESTRUTURAL

Autora: Carla Felipe Falcão

Orientador: Dr. Fábio de Souza

O Jóquei Clube de Goiás é considerado uma referência da arquitetura moderna nacionalmente. O clube urbano, inaugurado em 1975, foi projetado pelos arquitetos e urbanistas Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro, e está localizado entre a Rua 3 e a Avenida Anhanguera, no centro de Goiânia. Após passar por diversas alterações que contribuíram para a descaracterização do projeto original da edificação e a falta de manutenção adequada, o estado de conservação do clube atualmente é precário. Diante dessa situação, foi desenvolvida uma investigação sobre as manifestações patológicas no sistema estrutural da edificação da sede social do Jóquei Clube de Goiás. No estudo foi aplicado o método de diagnóstico de patologias de Lichtenstein e com auxílio de registros fotográficos das estruturas em concreto da cobertura e dos pilares, foi possível analisar o estado de conservação do edifício. A intenção desse estudo é subsidiar um processo de recuperação e possível retomada das atividades dessa construção.

Palavras-chave: Jóquei Clube de Goiás. Manifestações patológicas. Diagnóstico. Paulo Mendes da Rocha. Concreto.

ABSTRACT

JOCKEY CLUB: PATHOLOGICAL INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL SYSTEM

Author: Carla Felipe Falcão

Advisor: DSc. Fábio de Souza

The Jockey Club of Goiás is a reference in modern architecture. The urban club was inaugurated in 1975 and it was projected by the architect and urbanist Paulo Mendes da Rocha and João Eduardo de Gennaro. The club is located between Street 3 and Anhanguera Avenue, at Center of Goiânia. After going through several changes that contributed to the mischaracterization of the original design of the building and the lack of maintenance, the club's state of conservation is precarious. Like this, an investigation was developed on the pathological manifestations in the structural system of the Jockey Club of Goiás building. In the study the Lichtenstein pathology diagnostic method was applied and with the aid of photographic records of the concrete structures of the roof and the pillars, it was possible to analyze the state of conservation of the building. The intention of this study is to support a recovery process and possible resumption of the activities of this construction.

Keywords: Jockey Club of Goiás. Pathological manifestations. Diagnosis. Paulo Mendes da Rocha. Concrete.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Antiga sede do Automóvel Clube de Goiás.....	14
Figura 02 – Croqui do projeto para a nova sede do Jockey Club de Goiás, 1962.....	15
Figura 03 – Jockey Club um clube urbano, localizado entre a Rua 3 e a Avenida Anhangüera, no centro Goiânia.....	15
Figura 04 – Fotografia do interior da sede do clube em direção à extinta vegetação.....	16
Figura 05 – Detalhe das rampas ligando os ambientes e dos pilares compostos por prismas de seção triangular	17
Figura 06 – Detalhe dos pilares seccionados horizontalmente e a presença da junta de dilatação	17
Figura 07 – Representação gráfica das vigas em concreto protendido (destacadas em azul) presentes na cobertura do JCG.	23
Figura 08 - Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (1953-1967) – arquiteto Affonso Eduardo Reidy	24
Figura 09 – Patologias nas etapas do processo de construção.....	26
Figura 10 – Lei de evolução de custos de intervenção	27
Figura 11 – Fissura presente em estrutura de concreto do JCG	31
Figura 12 – Corrosão na armadura da estrutura inferior da cobertura do JCG	35
Figura 13 - Fases do processo de corrosão em uma barra de armadura.....	37
Figura 14 – Separação dos agregados do concreto, configurando a segregação do material ..	38
Figura 15 – Eflorescências presentes na estrutura de concreto do JCG	40
Figura 16 – Estalactite encontrada na estrutura inferior da cobertura do JCG.....	40
Figura 17 – Manchas escuras encontrada na estrutura inferior da cobertura do JCG.	41
Figura 18 – Fluxograma de para diagnóstico de patologias de estruturas convencionais	43
Figura 19 – Fluxograma de para diagnóstico de patologias de estruturas convencionais	46

Figura 20 – Fases do desempenho de uma construção durante sua vida útil	49
Figura 21 – Fases do desempenho de uma construção abandonada.	49
Figura 22 – Em amarelo, área destacada do Jóquei Clube, que será abordada pela pesquisa.	52
Figura 23 – Divisão da cobertura (Corpo 1 e Corpo 2), conforme encontrado nos projetos originais do Jóquei Clube, que será abordada pela pesquisa.	53
Figura 24 – Disposição dos pilares da edificação conforme encontrado nos projetos originais do Jóquei Clube, que será abordada pela pesquisa	53
Figura 25 – Ficha de identificação de danos utilizada no levantamento de manifestações patológicas no JCG	54
Figura 26 – Visão geral da parte superior da cobertura.	56
Figura 27 – Parte inferior da cobertura do clube.	56
Figura 28 – Ilustração de uma fissura em uma laje devido a movimentos térmicos	57
Figura 29 – Fissura na laje da cobertura do clube.	57
Figura 30 – Fissura na laje da cobertura do clube.	58
Figura 31 – Processo de corrosão na parte inferior da laje da cobertura	58
Figura 32 - Telhas danificadas da cobertura do clube	59
Figura 33 – Deslocamento e falta de reposição de telhas na cobertura	59
Figura 34 – Representação gráfica da cobertura do clube com claraboias enumeradas destacadas em azul	60
Figura 35 – Eflorescência na região da claraboia 2	60
Figura 36 – Eflorescência na região da claraboia	61
Figura 37 – Eflorescência e corrosão das armaduras na região da claraboia.	61
Figura 38 – Formação de estalactite na cobertura em concreto do clube	62
Figura 39 – Deslocamento das telhas na cobertura	62
Figura 40 – Deslocamento e falta de reposição de telhas na cobertura	63
Figura 41 – Vista superior da claraboia 1	63

Figura 42 – Substituição improvisada das peças da claraboia 2.....	64
Figura 43 – Vista superior da claraboia 3.....	64
Figura 44 – Vista superior da claraboia 4	65
Figura 45 – Infiltração e presença de fungos na cobertura	65
Figura 46 – Corrosão da armadura do Pilar 5 no 2º pavimento do clube	66
Figura 47 – Instalação de portão metálico no Pilar 14.....	67
Figura 48 – Instalação de portão metálico fixado nos pilares 15 e 16	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Configuração das fissuras em estruturas 33

Quadro 02 – Relação entre a agressividade ambiental e o cobrimento nominal da peça estrutural
..... 38

Quadro 03 – Agentes de deterioração das edificações..... 44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAU Conselho de Arquitetura e Urbanismo

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFG Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

JCG Jockey Clube de Goiás

NBR Norma Técnica

SEPLHAN Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Habitação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	19
1.2	Objetivos	19
1.2.1	Objetivo Geral	19
1.2.2	Objetivo Específico	19
1.3	Estrutura do trabalho	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	Sistema Estrutural	21
2.1.1	Concreto armado e protendido	21
2.1.2	Concreto aparente	23
2.2	Patologia	25
2.2.1	Origem das manifestações patológicas	26
2.2.2	Causas das patologias nas estruturas de concreto do objeto de estudo	28
2.2.2.1	Estrutura interna do concreto	29
2.2.2.2	Ações mecânicas	29
2.2.2.3	Ações físicas	29
2.2.2.4	Ações químicas	30
2.2.3	Patologias mais comuns nas estruturas de concreto	31
2.2.3.1	Fissuras	31
2.2.3.2	Corrosão das armaduras	34
2.2.3.3	Segregação do concreto	38
2.2.3.4	Eflorescência e estalactite	39
2.2.3.5	Ataques biológicos	41
2.2.4	Diagnóstico das manifestações patológicas	42
2.2.4.1	Método Souza e Ripper	43
2.2.4.2	Método Lichtenstein	44
2.2.4.3	Mapeamento de danos	47
2.3	Durabilidade e Manutenção dos edifícios	47
2.3.1	Durabilidade	48
2.3.2	Vida útil	48

	13
2.3.3 Manutenção.....	50
2.3.3.1 Manutenção Preventiva	50
2.3.3.2 Manutenção Corretiva	50
2.3.3.3 Manutenção Preditiva.....	51
3 METODOLOGIA	52
4 ANÁLISE DE DADOS	55
4.1 Situação geral das manifestações patológicas do edifício.....	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

1 INTRODUÇÃO

Goiânia, durante a década de 1960, recebeu forte influência do movimento modernista¹, especialmente em função da recém-inaugurada capital do Brasil, Brasília, que a partir do final da década de 1950 passou a ser referência de arquitetura moderna no país (CAIXETA e FROTA, 2013). A partir desse período histórico a mudança na paisagem da capital goiana, em função da corrente modernista, foi marcada pela construção de um conjunto de quatro significativas obras² que são referências da arquitetura moderna, projetadas pelo arquiteto e urbanista Paulo Mendes da Rocha e, dentre elas, está o Jockey Clube de Goiás - JCG (CAIXETA e DIAS, 2013).

Ainda segundo Caixeta e Dias (2013), o JCG foi fundado em 1935, quando ainda era denominado de Automóvel Clube de Goiás, sendo assim o primeiro clube de Goiânia. Na década de 1940 e 1950, enquanto a capital crescia, seus sócios concluíram que a o edifício-sede não comportava mais a demanda existente e optaram pela demolição da antiga edificação (Figura 01), com a construção de uma nova sede.

Figura 01 – Antiga sede do Automóvel Clube de Goiás.



Fonte: Acervo IBGE *apud* Barbosa (2017).

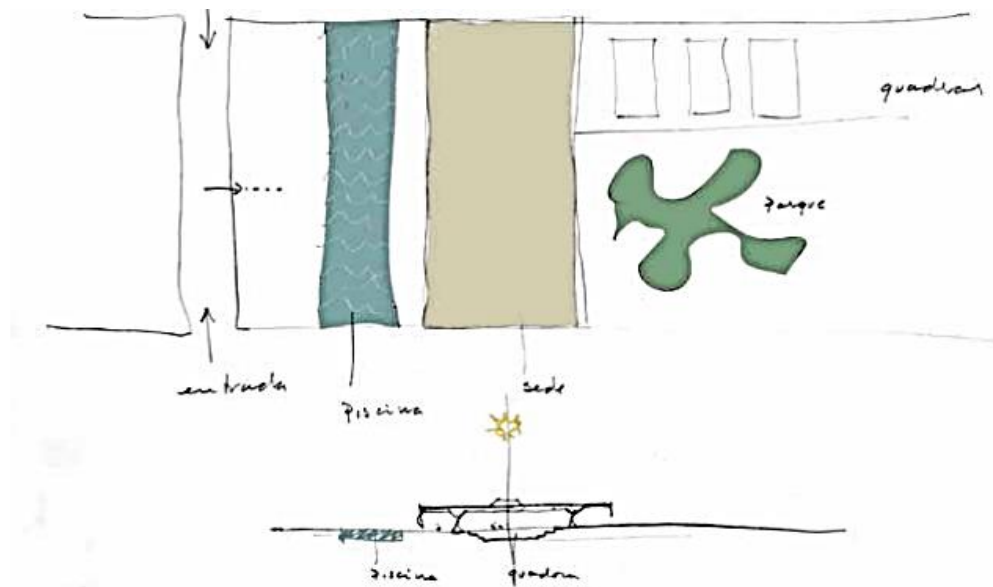
Através de um concurso nacional de arquitetura realizado em 1962, foi escolhido o projeto (Figura 02) para a nova sede do Jockey Clube de Goiás. O projeto vencedor foi assinado pelos arquitetos e urbanistas Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro. O partido

¹ A arquitetura modernista surgiu no século 20, mas o movimento constituiu-se na arquitetura brasileira, no início dos anos 30 e 40. Prezava uma perspectiva evolucionista, entre outras características, a exposição dos materiais, como o concreto armado, em seu estado bruto e sem qualquer tipo de revestimento, assim se referindo também à arquitetura brutalista (BARBOSA, 2017).

² A atual sede do JCG junto com a residência Bento Odilon Moreira (1963), o Estádio Serra Dourada (1975) e o Terminal Rodoviário (1983), formam um conjunto de edificações que são referências da arquitetura moderna na capital. Essas quatro obras projetadas por Paulo Mendes da Rocha devido as suas características proporcionaram para a cidade a imagem de um lugar moderno. (CAIXETA e DIAS, 2013).

arquitetônico adotado pelos projetistas seguia o supracitado movimento intitulado modernista (BARBOSA, 2017).

Figura 02 – Croqui do projeto para a nova sede do Jóquei Clube de Goiás, 1962.



Fonte: Artigas (2000), *apud* Caixeta e Dias (2013).

Como foi projetada no início da década de 1960, quando Goiânia possuía cerca de 30 anos, a nova sede do JCG passou a fazer parte da identidade da capital (CAIXETA e DIAS, 2013).

O projeto propunha um clube urbano com uma área compacta, já que o terreno tem aproximadamente 22 mil metros quadrados e a edificação sugerida possuía 11,5 mil metros quadrados de área construída, localizando-se entre a Rua 3 e a Avenida Anhanguera, no centro de Goiânia (Figura 03), explica Caixeta e Dias (2013).

Figura 03 – Jóquei Clube um clube urbano, localizado entre a Rua 3 e a Avenida Anhanguera, no centro Goiânia.



Fonte: Adaptado de Google Earth®

A nova sede se organizaria em três pavimentos conforme o projeto. O primeiro seria o térreo destinado à cozinha do restaurante, salão de festas, sauna, quadra poliesportiva, vestiários e com acesso a uma área verde. O segundo pavimento seria atribuído às piscinas e a um restaurante com salão de jogos. O terceiro e último pavimento seria o mezanino com dimensões menores aos dos outros dois pavimentos e onde teria um bar. Uma única cobertura de concreto abrigaria os ambientes da edificação deixando expostas as piscinas e a área verde (BARBOSA, 2017).

A edificação também segue a proposta de construção com modelo de edifício democrático, onde cada usuário consegue visualizar e interagir com todos os ambientes da edificação. Os arquitetos Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro, como já feito em outros de seus projetos, ao invés de separar os ambientes com funções distintas com paredes e portas, cria para esse edifício três níveis de pisos diferentes, um para cada função na edificação, e interliga todos os pavimentos por meio de rampas.

Segundo Nahas e Caixeta (2011), os vários níveis do clube permitiam uma integração entre seus diversos ambientes e funções. Percebe-se que um dos objetivos do projeto dos arquitetos era a “fluidez entre os espaços, possibilitando ao usuário que estivesse, por exemplo, na praça das piscinas, ter vista do bosque do ginásio, do salão de festas.” (FERRO, 2011 *apud* NAHAS e CAIXETA, 2011). Vale ressaltar que tal bosque, na década de 2010, foi suprimido (Figura 04) e, em seu lugar, instalou-se um estacionamento.

Figura 04 – Fotografia do interior da sede do clube em direção à extinta vegetação.



Fonte: Acervo do arquiteto Paulo Mendes da Rocha, *apud* Barbosa (2017).

Além dessas rampas, outro elemento importante presente no espaço interno do clube, citado por Barbosa (2017), é o conjunto de pilares compostos por prismas de seção triangular

entrecruzados (Figura 05). A construção possui dezesseis pilares internos idênticos com essa configuração de interseção entre dois triângulos, ambos apresentando altura de seis metros.

Figura 05 – Detalhe das rampas ligando os ambientes e dos pilares compostos por prismas de seção triangular.



Fonte: Barbosa (2017).

Esses pilares teriam de sustentar a extensa cobertura de concreto armado. A movimentação causada pela dilatação, decorrente da variação de temperatura ambiente, poderia resultar em colapso do edifício. A solução adotada pelo engenheiro Siguer Mitsutani³ foi seccionar os pilares horizontalmente, por meio de uma junta de dilatação, de maneira que todo o conjunto edificado acima da junta pudesse se dilatar e deslocar livremente (Figura 06). Essa solução contribuiu para diminuir a intensidade dos esforços estruturais sobre os pilares e tornou a estrutura mais compacta.

Figura 06 – Detalhe dos pilares seccionados horizontalmente e a presença da junta de dilatação.



Fonte: Autor (2019).

³ Siguer Mitsutani, nasceu em Cotia (SP) em 1923. Kursou engenharia civil pela Escola Politécnica da USP, especialista na técnica do concreto armado foi responsável pelo cálculo, dimensionamento das complexas estruturas propostas pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha (ANGIOLILLO, 2018).

Além disso, na estrutura da edificação é possível encontrar peças feitas em concreto armado e peças em concreto protendido, permitindo a ampliação do espaço interno com criação de grandes vãos na construção.

Nahas e Caixeta (2011) destacam que a nova sede do JCG demorou sete anos para ser concluída e foi inaugurada em 1975, ano em que foram entregues vários edifícios que seguiam as características do movimento modernista na capital, como o Tribunal de Justiça de Goiás, o Parthenon Center, o Estádio Serra Dourada e o Autódromo de Goiânia.

Após sua inauguração, o clube manteve intensa atividade sócio esportiva, recebendo inúmeros torneios e competições regionais e nacionais, até a década seguinte. Segundo as autoras, a partir da década de 1990 a sociedade goianiense adquire novos hábitos, muito em razão dos empreendimentos residenciais com áreas de lazer completas.

Assim, o clube entra em decadência financeira, contribuindo para a desvalorização e consequentemente gerando vários problemas de uso e manutenção, resultando assim em seu fechamento em 2009 (CAIXETA e DIAS, 2013).

De acordo com Nahas e Caixeta (2011), a partir da década de 1990 o edifício passou por várias intervenções e reformas que buscavam oferecer melhores condições de uso da estrutura e atender as exigências dos usuários, na tentativa de acompanhar as mudanças de hábitos da população de Goiânia.

Já durante os anos 2000, por não estar sendo utilizado mais com sua função original, o clube foi alugado para uma instituição de ensino superior, e passou por diversas alterações. A construção do anexo de quadras em estruturas metálicas, o desmatamento do antigo bosque, atualmente compreendendo uma área cimentada que funciona como estacionamento descoberto e a pintura das estruturas de concreto aparente, ferindo os princípios do movimento arquitetônico brutalista, contribuíram para a descaracterização do projeto original da edificação.

Em 2010, praticamente são interrompidas todas as atividades do JCG e, atualmente, ele passa por crises financeiras e seu estado de conservação é precário (NAHAS e CAIXETA, 2011). Além de enfrentar problemas jurídicos, o clube ainda sofre com a interrupção no fornecimento de água e energia elétrica, esses fatores dificultam a mínima manutenção adequada do edifício e prejudicam sua recuperação.

Em 2017/2018, a construção chegou a ser colocada à venda e ameaçada de demolição. No mesmo período o Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU/GO), apresentou

ao IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) uma proposta de tombamento para a preservação da construção.

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir da história, do simbolismo dessa construção, tanto para Goiânia quanto a nível nacional, bem como considerando a atual situação da sede do Jóquei Clube de Goiás, que passou por descaracterização de seu projeto original, esse estudo busca investigar as manifestações patológicas no sistema estrutural do edifício. A intenção é subsidiar um processo de recuperação e possível retomada das atividades dessa construção.

Dessa maneira, o estado atual de conservação da edificação, projetada pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro, exprime necessidade de recuperação. Portanto, justifica-se um estudo para investigar e analisar suas anomalias estruturais bem como a condição do edifício atualmente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Essa investigação tem como objetivo entender a atual situação do edifício sede social do Jóquei Clube de Goiás por meio de um ponto de vista técnico de seu sistema estrutural e do diagnóstico das manifestações patológicas presentes nas estruturas em concreto envolvidas pela cobertura.

1.2.2 Objetivos específicos

Para a realização desse estudo será necessário um levantamento histórico do Jóquei Clube de Goiás, abordando o modo de construção do sistema estrutural da edificação. O estudo também envolve uma revisão bibliográfica sobre as manifestações patológicas em estruturas de concreto, bem como seus métodos de diagnóstico. E como o clube se encontra fechado desde 2010, não tendo uso e manutenção adequados (CAIXETA e DIAS, 2013), é importante realizar uma análise do estado atual desse edifício.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa será composta por cinco capítulos. O primeiro incluirá introdução e contextualização geral do problema, a justificativa da escolha do tema, os objetivos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo serão expostos os componentes estruturais da edificação sede do Jóquei Clube de Goiás, com foco na estrutura do projeto original feita em concreto armado e protendido, sem qualquer tipo de revestimento. Além disso, são apresentadas as possíveis origens das patologias na construção, suas causas, algumas das prováveis manifestações patológicas, comuns em estruturas de concreto, que podem também ocorrer na edificação em estudo e os métodos de diagnóstico dessas anomalias.

O terceiro capítulo expõe a metodologia a ser adotada para a realização da investigação patológica das estruturas do JCG, descrevendo as atividades práticas que foram desenvolvidas durante a pesquisa.

No quarto capítulo são apresentados os dados levantados e o diagnóstico das patologias encontradas na estrutura da edificação em estudo. Finalizando, no quinto e último capítulo serão expostas as conclusões e considerações finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente pesquisa tem o objetivo de realizar um levantamento das manifestações patológicas em uma edificação e, assim, se faz necessária a abordagem de conceitos pertinentes ao tema, assim como as características do objeto de estudo. Dessa forma, a revisão desses conceitos será direcionada ao JCG, a fim de explicar tópicos que tratam especificamente do objeto de estudo, configurando uma revisão bibliográfica aplicada.

O estudo abordará o sistema estrutural constituído em concreto armado e protendido, a utilização do concreto aparente e as patologias da construção, incluindo suas origens, causas e seus efeitos.

2.1 SISTEMA ESTRUTURAL

2.1.1 Concreto armado e protendido

Seguindo a linha do movimento modernista e do brutalismo a principal característica das obras de Paulo Mendes da Rocha, um dos supracitados autores do projeto do JCG, é a presença das estruturas em concreto aparente. Toda a estrutura do edifício do JCG “situa-se no seu perímetro de modo a liberar os espaços internos, criando assim grandes vãos livres permitidos pela técnica empregada do concreto armado” (NAHAS e CAIXETA, 2011). Um fato importante na edificação, citado anteriormente, é encontrar na sua estrutura, além das peças feitas em concreto armado, peças em concreto protendido.

O concreto é um material que tem boa resistência à compressão e pouca resistência à tração. Por isso, são inseridas barras de aço no interior das peças de concreto, a fim de melhorar seu comportamento em relação às ações de tração e, assim, obtém-se o concreto armado (GONÇALVES, 2015). Quando essas barras de aço dessa peça de concreto são submetidas à um esforço prévio, caracteriza o concreto protendido.

A norma NBR 6118 (ABNT, 2014) referente a projetos de estruturas em concreto diferencia as estruturas de concreto armado e de concreto protendido. Dessa maneira, o concreto armado possui a armadura passiva, ou seja, essa armadura não é usada para “produzir forças de protensão, isto é, que não seja previamente alongada” (NBR 6118 ABNT, 2014). Já o concreto protendido possui armadura ativa ou armadura de protensão, “constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, isto é, na qual se aplica um pré-alongamento inicial” (NBR 6118 ABNT, 2014).

Para Veríssimo (1998), a estrutura de concreto protendido consiste em um sistema onde são introduzidos esforços prévios na peça de concreto, proporcionando a redução das tensões de tração provocadas pelas ações de solicitações da peça em serviço. Pfeil (1984) explica que a técnica construtiva tem o objetivo de melhorar a resistência e o comportamento do concreto sob a ação de cargas.

Schimd (2007), afirma que a utilização da proteção em estruturas de concreto é fazer uso de uma tecnologia inteligente por reduzir a quantidade de material; eficaz por possuir uma tecnologia superior às estruturas convencionais de concreto armado, além de proporcionar maior conforto e segurança; a autora completa ao considerar essa técnica de construção duradoura, pelo fato da estrutura exigir pouca manutenção ao longo da vida útil da edificação.

Rocha, Real e Moura (2015) explicam que a utilização do concreto protendido nas construções tem o objetivo de vencer grandes vãos, suportar grandes cargas e aumentar a vida útil da estrutura. Para Veríssimo (1998), algumas vantagens proporcionadas pelo emprego da protensão das armaduras em estruturas de concreto são:

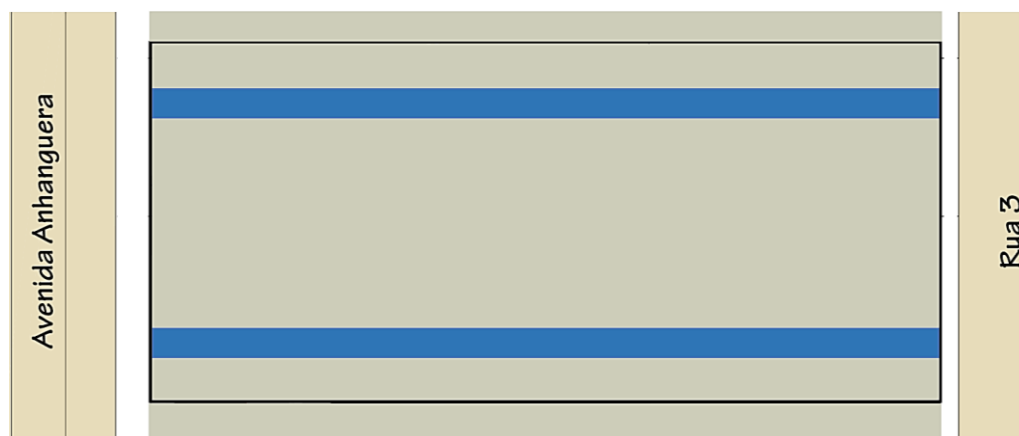
- A possibilidade de executar projetos de estruturas com grandes vãos, pois as peças de concreto protendido têm peso próprio menor, em relação a peças de concreto armado.
- Redução e o controle da deformação das peças.
- Execução de peças com maior durabilidade. Como a proteção reduz as tensões de tração nas peças de concreto, impede o surgimento de fissuração da peça. Dessa maneira, as armaduras ficam mais protegidas de agentes agressores.
- A protensão atua como uma prova de carga da estrutura, pois são introduzidas tensões bem maiores às tensões que irá atuar na peça em serviço. Assim, a estrutura é previamente testada, antes de estar em exercício.

O autor ainda aborda algumas desvantagens na utilização do concreto protendido como:

- A execução de um concreto de alta resistência exige maior controle durante sua execução.
- Garantir a colocação adequada dos cabos de protensão, de acordo com os cálculos e dimensionamento estrutural. Caso os cabos não estejam na posição indicada em projeto, pode levar ao comportamento inadequado ou/e insuficiente da peça.
- Necessidade de equipamentos, pessoal especializado e fiscalização durante a execução da estrutura.

Ao analisar os projetos do JCG foi possível identificar que as estruturas feitas em concreto protendido são duas vigas em formato caixão com três metros de largura e um metro de altura. As vigas envolvem toda a extensão de 47 metros da cobertura, como mostra a figura a seguir (Figura 07).

Figura 07 – Representação gráfica das vigas em concreto protendido (destacadas em azul) presentes na cobertura do JCG.



Fonte: Autora (2020).

Dessa forma a utilização do concreto armado e do concreto protendido permitiu que o edifício do JCG acompanhasse a estética modernista proposta pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro. Segundo Nahas e Caixeta (2011), apesar da edificação ser dividida em vários setores de acordo com cada função, a criação de grandes espaços livres possibilita a versatilidade e multifuncionalidade dos ambientes.

2.1.2 Concreto aparente

A presença das estruturas sem qualquer tipo de revestimento em concreto aparente faz parte do movimento modernismo e brutalismo. Barbosa (2017) explica que no Brasil, a arquitetura brutalista que expõe o concreto bruto, teve como sua primeira obra o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-RJ), em 1953, porém inaugurado apenas em 1967, como mostra a Figura 08. O JCG também é uma obra que representa esse movimento com seus vários elementos originalmente em concreto aparente.

Figura 08 - Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (1953-1967) – arquiteto Affonso Eduardo Reidy.



Fonte: Adaptado Barbosa (2017).

Segundo Dreon (2014), um sistema construtivo que utiliza a técnica do concreto aparente proporciona economia, por não necessitar de revestimentos e, quando bem executado, baixo custo em relação à manutenção.

No projeto original da edificação do JCG é possível identificar que o concreto, além de exercer a função estrutural, é também utilizado como elemento estético. A estética proporcionada pela estrutura aparente se deve a sua homogeneidade de cor e textura. No entanto, essa aparência sofre muita influência do meio ambiente na qual está inserida, afirma Dreon (2014).

O JCG é um clube recreativo implantado em um ambiente urbano e, consequentemente, suas estruturas estão sujeitas a sofrerem com a umidade, com a exposição ao sol, poeira e fuligem presente na atmosfera urbana, entre outros agentes agressores que aceleram a degradação da construção. Dessa maneira, Silva (1995) *apud* Dreon (2014) explica as novas preocupações quanto à utilização do concreto aparente numa construção:

Em geral, quando se pensa na qualidade do concreto, há uma preocupação apenas com relação a sua resistência, esquecendo-se do fator fundamental que é a sua durabilidade. Entretanto, quando o concreto vai ser usado como material de acabamento, concreto aparente, a aparência deve ser incluída como uma de suas necessidades essenciais, além da resistência e durabilidade (SILVA, 1995 *apud* DREON, 2014).

Os autores completam que por muito tempo a principal característica que a construção buscava no concreto era a resistência à compressão. No entanto, a partir do momento em que a engenharia civil começa a levar em consideração os ambientes de exposição da estrutura, os custos de manutenção e os impactos ambientais desse material, somente a resistência à

compressão passou a ser uma especificação insuficiente para o projeto. Dessa maneira, os conceitos de durabilidade, desempenho estrutural, ciclo de vida do material, ganharam maior atenção (POSSAN, 2010).

Essa crescente preocupação com a durabilidade, bom desempenho, tanto do concreto quanto dos outros materiais, é importante para o desenvolvimento de técnicas para minimizar as consequências das manifestações patológicas e até evitar os efeitos da degradação da construção, afirma Souza e Ripper (1998).

2.2 PATOLOGIAS

Segundo Nahas e Caixeta (2011), a série de alterações feitas na edificação do JCG, descaracterizou a proposta do projeto original da construção, além de intensificarem sua degradação. Fechado desde 2010, o edifício recebe manutenção inadequada impactando em seu estado de conservação.

Diante desse contexto, a construção em estudo está propícia a manifestar algumas patologias nos seus elementos construtivos. A degradação de qualquer edificação e de seus componentes ao longo do tempo é um processo inevitável, que pode ser acelerado por diversas razões, afirma Cremonini (1988).

O surgimento de anomalias nas edificações decorrente ao processo de degradação natural ou por razões que aceleram o processo de deterioração da construção pode ser definidas como manifestações patológicas. A patologia das construções é um setor que abrange o estudo das origens dessas irregularidades da construção, nomeia uma ciência que estuda e identifica as origens, causas, tipos de manifestações e as consequências dessas anomalias trazem às edificações, prejudicando seu desempenho, bem como os métodos de recuperação, conforme Dal Molin (1988).

O estudo das patologias das construções mostra a importância da manutenção regular. De acordo com a norma NBR 5674 (ABNT, 2012), a implantação de programa de manutenção nas edificações é importante para segurança e qualidade de vida dos usuários, além de ser fundamental para garantir o desempenho adequado da construção.

A manutenção regular é capaz de evitar o surgimento de manifestações patológicas mais sérias. Souza e Ripper (1998) completam que a falta de verbas destinada para a manutenção

pode se tornar um fator responsável pela manifestação de problemas estruturais, que implicam em gastos significativos e, em alguns casos, a própria demolição da estrutura.

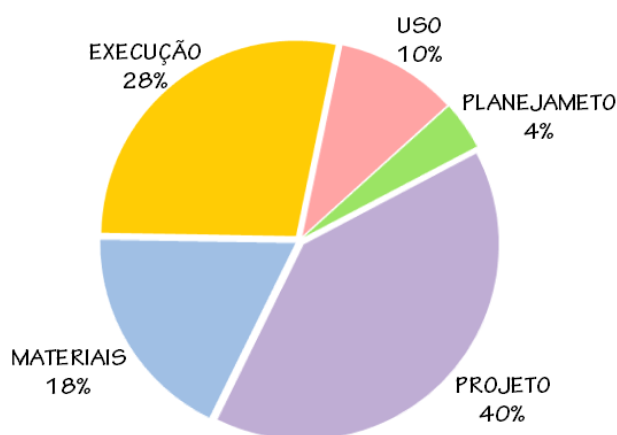
Devido às suas condições de conservação, crise financeira e sem nenhum indício de retomada das atividades, no início de 2018 a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Habitação (SEPLANH) da Prefeitura de Goiânia avaliava o processo referente à demolição da sede do JCG. Atualmente o processo se encontra arquivado.

2.2.1 Origem das manifestações patológicas

Para garantir que a edificação tenha qualidade e desempenho satisfatório é necessário a implantação de um conjunto de ações planejadas, que consequentemente proporcionam um bom produto, segundo Souza e Ripper (1998). Para alcançar esse resultado é fundamental planejar e fiscalizar todas as etapas da vida de um edifício, desde a concepção até sua utilização.

Helene (1992) *apud* Geyer e Brandão (2007) cita que os processos construtivos e de uso podem ser divididos em até cinco etapas: planejamento, concepção do projeto, fabricação dos materiais, execução da obra e utilização da edificação. A partir de dados da pesquisa desenvolvida por Grunau (1981), o autor também percebe que a causa das falhas ocorre principalmente nas fases de projeto e durante a execução, conforme gráfico abaixo (Figura 09).

Figura 09 – Patologias nas etapas do processo de construção.



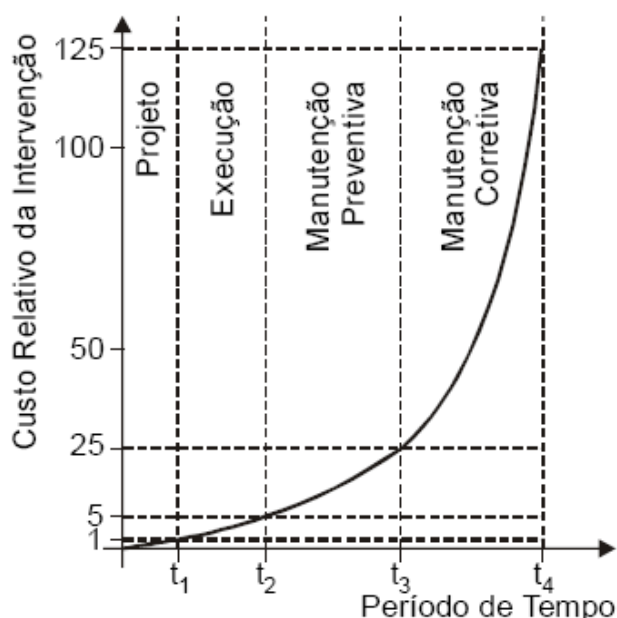
Fonte: Adaptado Helene (1992) *apud* Geyer e Brandão (2007).

No entanto, como citado anteriormente, Nahas e Caixeta (2011) afirmam que no caso do JCG as alterações feitas na edificação foram as responsáveis pela descaracterização da proposta do projeto da construção, desrespeitando o edifício e acelerando sua degradação. Todos esses processos juntos à manutenção inadequada podem justificar o estado de

conservação atual da construção. Dessa maneira, os cuidados não tomados durante o uso da edificação tendem a ser responsáveis pela gravidade de possíveis manifestações patológicas.

Helene (1992) aponta que a manifestação patológica se agrava com o passar do tempo. Assim, as ações de recuperação e reparo são mais baratas e mais eficientes quanto mais cedo forem executadas e, consequentemente, mais caras e menos eficientes quando o reparo demora a ser feito. O gráfico (Figura 10) a seguir correspondente a lei de evolução de custos de Sitter (1984), que relaciona o custo de intervenção com as etapas construtivas e o período de cada etapa.

Figura 10 – Lei de evolução de custos de intervenção.



Fonte: Sitter (1981) *apud* Helene (1992).

Por meio desse gráfico, o autor conclui que as medidas de correção tomadas ainda na fase de projeto possuem custos menores e contribuem para maior durabilidade da edificação. As medidas corretivas feitas durante a fase seguinte, a execução, correspondem a um custo cinco vezes maior do que se tivessem sido realizadas na fase anterior. As atividades de manutenção preventiva estão associadas a um custo 25 vezes superior a uma decisão de projeto. A manutenção corretiva, responsável pelo tratamento de manifestações patológicas já evidentes, possui um custo 125 vezes maior que uma medida na primeira fase da construção.

Como visto anteriormente, Souza e Ripper (1998) afirmam que a ausência de um plano de manutenção regular pode acarretar na não detecção de manifestações e agravamento dos

problemas estruturais, que implicam em gastos significativos e, em alguns casos, na própria demolição da estrutura.

Ao pesquisar o histórico da edificação do JCG, verificar o estado de conservação da edificação em 2019/2020, investigar e analisar as patologias, este estudo busca entender se a manutenção insuficiente do edifício e o tempo que a construção não é utilizada contribuíram para aparecimento de anomalias em estruturas de concreto armado e protendido, que demandam reparos de grande complexidade.

2.2.2 Causas das manifestações patológicas do objeto de estudo

Como visto anteriormente, Cremonini (1988) afirma que o processo de degradação de qualquer edificação é natural, mas que pode ser acelerado por diversas razões. Andrade e Silva (2005) explicam que há agentes agressores que podem atuar sobre a estrutura de concreto contribuindo para o surgimento de anomalias. As causas dessas manifestações patológicas na estrutura, geralmente, estão relacionadas a fatores como ações físicas, mecânicas, químicas e biológicas. Além disso, o ambiente ao qual a construção está inserida também pode acelerar o processo de deterioração.

Para melhor fundamentação da pesquisa é essencial apresentar as possíveis causas das anomalias que a construção em estudo possui. Por isso, para início da investigação do JCG, foram realizadas visitas ao local, que permitiram a seleção das prováveis causas das manifestações patológicas presentes no sistema estrutural. Assim, as causas estão relacionadas às seguintes razões: estrutura interna do concreto, ações mecânicas, ações físicas e ações químicas.

É importante ressaltar que serão apresentadas as manifestações patológicas encontradas no sistema estrutural do edifício, bem como sua localização e possível causa, por meio de análise das informações coletadas e elaboração de um mapa de danos apenas das estruturas que esse estudo abrange.

2.2.2.1 Estrutura interna do concreto

O processo de degradação das estruturas não depende apenas de fatores externos. As características do concreto armado e do concreto protendido afetam o desempenho e a durabilidade das estruturas que compõem. Dessa maneira, Metha e Monteiro (1994) *apud* Souza e Ripper (1998) afirmam que a impermeabilidade do concreto é a primeira forma de impedir o contato de agentes agressores e o início de qualquer processo físico-químico de deterioração.

Para os autores, a deterioração da peça estrutural está diretamente ligada à porosidade do concreto e a condição ambiental que essa estrutura está sujeita. Dessa maneira, quanto mais poroso o concreto maior a possibilidade de transporte interno de água, gases e outros agentes agressivos que, conseqüentemente, aceleram o processo de degradação tanto do concreto quanto da armadura.

2.2.2.2 Ações mecânicas

Geralmente as causas mecânicas das patologias das construções estão relacionadas à choques e impactos, principalmente gerados por veículos; à acidentes que são ações imprevisíveis; e ao recalque diferencial nas fundações.

De acordo com Souza e Ripper (1998), os choques e impactos na estrutura causam desgaste da superfície de concreto e pode destruir algumas peças estruturais. Os acidentes imprevisíveis que podem atingir a edificação resultam em solicitações bruscas à estrutura, como incêndios e abalos sísmicos. O recalque diferencial da edificação consiste na movimentação das fundações causadas por alterações nas condições do terreno. Esse deslocamento, em geral, causa fissuras e lascamentos das estruturas de concreto.

2.2.2.3 Ações físicas

A água, a incidência direta do sol na estrutura e a variação de temperatura são os principais agentes físicos que causam patologias nas construções, segundo Souza e Ripper (1998). Na estrutura do JCG, o provável agente físico que mais afeta e degrada as estruturas de concreto é a variação de temperatura do ambiente onde a edificação está inserida.

Os autores mostram que os efeitos da insolação, do vento e das águas das chuvas provocam a variação de temperatura da estrutura causando a dilatação térmica dos elementos

construtivos. Ou seja, a peça de concreto expande conforme o aumento de temperatura e contrai conforme a redução térmica.

Lersch (2003) completa que a mudança na dimensão do material é o principal efeito causado pela variação da temperatura. As mudanças dimensionais devido a expansão e contração do material causam tensões que podem gerar deformações e rupturas. Assim, a principal manifestação patológica causada por esse efeito é a fissuração da estrutura de concreto.

2.2.2.4 Ações químicas

Os processos químicos, aos quais as estruturas em concreto estão sujeitas, são uma das principais causas de degradação das estruturas. Agentes agressores como a água e os gases poluidores em contato com componentes do concreto podem reagir de modo a prejudicar a estrutura.

Na edificação do JCG é possível destacar os gases da atmosfera urbana e a presença da movimentação de água dentro da estrutura de concreto como os mecanismos mais prováveis de deterioração química dessa construção, razão pela qual, a seguir, essas ações químicas serão explanadas.

A poluição nos centros urbanos contém gases que prejudicam as estruturas de concreto, como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), dióxido de enxofre (SO₂), trióxido de enxofre (SO₃) provenientes da queima de combustíveis e de processos industriais, que causam o apodrecimento e descoloração do concreto. Para Lersch (2003), os principais poluentes que afetam as construções são os óxidos de enxofre, cloretos e partículas como a fuligem. Segundo Souza e Ripper (1998), os gases poluidores também formam a chuva ácida, essa água em contato com a construção pode ser prejudicial à estrutura de concreto.

A presença de água empoçada e a percolação dessa no concreto dissolve compostos da pasta de cimento. De acordo com os autores, a manifestação patológica, decorrente deste processo, fica evidente quando esses compostos se precipitam na superfície da estrutura de concreto formando manchas, eflorescências, estalactite e estalagmites.

2.2.3 Patologias mais comuns nas estruturas de concreto

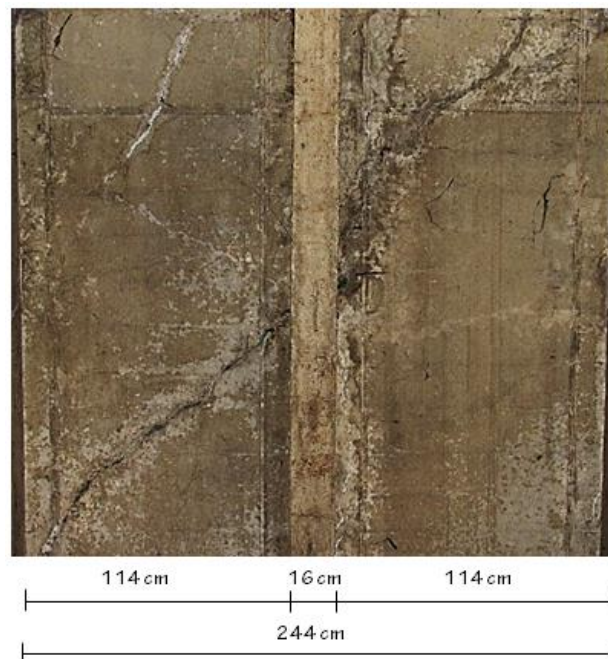
O presente estudo tem o objetivo de investigar a ocorrência de patologias nas peças de concreto armado e concreto protendido envolvidas pela cobertura, que constituem o sistema estrutural da edificação sede do JCG. Dessa forma, por meio de visitas de reconhecimento ao local e através da revisão bibliográfica do livro de Geyer e Brandão (2007), que abordaram em sua pesquisa somente manifestações patológicas nas edificações do estado de Goiás, foram identificadas as seguintes patologias para serem detalhadas:

- Fissuras
- Corrosão das armaduras
- Segregação do concreto
- Eflorescência e estalactite
- Ataques biológicos

2.2.3.1 Fissuras

As fissuras podem ser consideradas manifestações patológicas de ocorrência muito comum, que chamam atenção dos usuários da edificação (Figura 11). Figueredo (1989) explica que o termo fissura intitula a ruptura ocorrida no concreto por meio de ações mecânicas ou físico-químicas.

Figura 11 – Fissura presente em estrutura de concreto do JCG.



Fonte: Autora (2019).

A caracterização desse tipo de manifestação depende da origem, intensidade e magnitude da fissura, segundo Souza e Ripper (1998). Dessa forma, para determinar com precisão causa e efeito das fissuras é necessário avaliar sua configuração, abertura, extensão, profundidade e a variação ao longo do tempo.

Para as estruturas de concreto armado a norma NBR 6118 (ABNT, 2014) considera agressivas as fissuras que possuem aberturas superiores à:

- 0,2 mm para peças expostas ao meio agressivo muito forte (industrial e marinho);
- 0,3 mm para peças expostas ao meio agressivo moderado e forte (industrial, marinho e urbano);
- 0,4 mm para peças expostas ao meio agressivo fraco (rural e submerso)

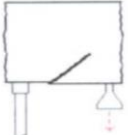
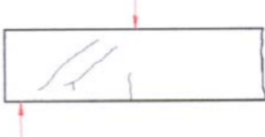
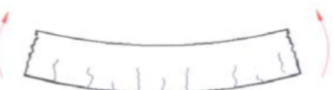
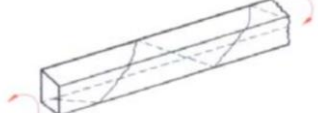
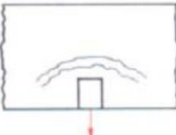
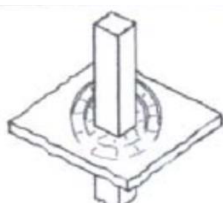
Ainda segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), em concreto com protensão parcial fissuras com aberturas superiores a 0,2mm em peças expostas ao meio agressivo fraco e moderado, são consideradas agressivas. Já para estruturas com protensão completa qualquer tipo fissura exige muita atenção e cautela.

A fissura pode ser classificada como ativa ou viva, quando a causa responsável pelo seu surgimento ainda permanece atuando sobre a estrutura; a classificação como inativa ou estável quer dizer que a causa aconteceu por certo tempo e deixou de existir, como afirmam Souza e Ripper (1998). É importante ressaltar que essa classificação das fissuras não será realizada no presente estudo do JCG.

A manifestação das fissuras pode ser ocasionada por vários fatores. Dal Molin (1988), após a realização de pesquisa sobre fissuras em estruturas de concreto armado, detectou que 29,71% das fissuras ocorrem devido à movimentação térmica externa; 14,34% devido a sobrecargas; eletrodutos correspondem à 13,99% das fissuras; corrosão das armaduras e retração por secagem, ambas com 11,89%; e 10,49% das ocorrências são por detalhes construtivos.

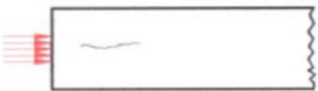
Para Geyer e Brandão (2007), as fissuras devido às cargas estruturais ocorrem quando há sobrecargas, ou seja, um acréscimo das cargas atuantes no elemento estrutural ou quando há alguma falha durante a execução do concreto. Esse tipo de manifestação pode apresentar diversas configurações, dessa forma Ambrosio (2004) elaborou o seguinte quadro (Quadro 01) classificando essa patologia nas estruturas de concreto.

Quadro 01 - Configuração das fissuras em estruturas (continua)

TIPO DE FISSURA	PEÇAS MAIS SUJEITAS	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	EXEMPLO
Recalque Diferencial da Fundação	Paredes / Vigas	- Inclinação, se afastando da região que menos recalcou - Abertura variável	
Cisalhamento	Qualquer elemento	- Mais inclinadas junto ao apoio, verticalizando-se em direção ao meio do vão; - Abertura variável, desaparecendo ao atingir a região comprimida da peça	
Flexão	Qualquer elemento	- Mais concentradas junto às regiões de máximo momento fletor e aumento gradativamente ao se afastarem dessa região; - Abertura variável, desaparecendo ao atingirem a região comprimida; - Diagonal, formando um triângulo aproximadamente isósceles com os cantos.	
Torção	Peças lineares, com cargas não coincidentes com seu eixo longitudinal.	- Em forma de hélice ao longo do eixo longitudinal	
Tração	Qualquer elemento tracionado longitudinalmente	- Perpendiculares à direção da carga de tração, seccionando a seção transversal; - Mais fechadas junto as armaduras.	
	Peças de suporte	- Perpendiculares à direção da reação de apoio das peças apoiadas indiretamente.	
Punção	Lajes / Sapatas / Paredes, com cargas perpendiculares a seu plano	- Tronco-crônicas, contornando a carga concentrada, em forma de "teia de aranha", em planta	

Fonte: Adaptado Ambrosio (2004).

Quadro 01 - Configuração das fissuras em estruturas (conclusão).

TIPO DE FISSURA	PEÇAS MAIS SUJEITAS	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	EXEMPLO
Fendilhamento	Qualquer peça protendida junto as ancoragens / Pilares / Paredes com cargas concentradas aplicadas segundo seu plano	- Paralelas à direção de aplicação da carga; - Abertura variável, mais abertas aproximadamente à metade da maior dimensão da seção transversal da peça, a partir da face carregada.	

Fonte: Adaptado Ambrosio (2004).

A análise das fissuras deve ser realizada de forma muito atenciosa, já que um diagnóstico equivocado pode levar à aplicação de um método de recuperação ou reforço inadequado que não irá sanar o problema, podendo até agravá-lo.

As fissuras geralmente resultam no deslocamento do concreto, principalmente da camada de cobrimento da armadura. A corrosão das armaduras, devido ao aumento de volume da barra de aço, e a fissuração no concreto resultam, da mesma maneira, no deslocamento dessa camada de cobrimento, deixando a armadura ainda mais exposta.

2.2.3.2 Corrosão das armaduras

A corrosão das armaduras é uma das principais patologias observadas em estruturas de concreto armado (Figura12). Essa anomalia consiste na oxidação do aço das armaduras, ou seja, na transformação do aço metálico em ferrugem que causa um aumento de volume de seis a dez vezes na parte afetada da armadura (GEYER e BRANDÃO, 2007).

Devido a essa expansão, há formação de fissuras que atingem a superfície do concreto, deixando a armadura cada vez mais exposta à ação de agentes nocivos externos. Posteriormente, ocorre o deslocamento da camada de cobrimento de concreto da armadura, como explica Gonçalves (2015).

Figura 12 – Corrosão presente na armadura da estrutura inferior da cobertura do JCG.



Fonte: Autora (2019).

Souza e Ripper (1998) afirmam que a corrosão das armaduras é um processo que avança da periferia para o interior da estrutura de concreto armado. Dentre as principais causas da corrosão das armaduras vale destacar o processo de corrosão eletroquímica, devido à presença de água, e o processo de carbonatação que ocorrem nas estruturas de concreto armado.

O processo de corrosão eletrolítico na estrutura de concreto armado ocorre se algumas condições estiverem presentes, como água suficiente no interior da estrutura de concreto que funciona como eletrólito, diferença de potencial elétrico entre as regiões da armadura, e a presença de oxigênio para as reações de corrosão (CARMONA, 2005). Esse processo é caracterizado pela formação da ferrugem.

Os autores Helene (1992), Souza e Ripper (1998) explicam que no processo eletroquímico de corrosão das barras de aço do concreto armado, há a formação de efeito de pilha ou célula de corrosão. Nesse processo a água funciona como eletrólito que permite a movimentação de íons de ferro, e as barras de aço são os condutores metálicos.

Segundo Cascudo (1997) a diferença de potencial pode ser causada por diversos fatores como variação da umidade do ar, concentração de sais, das propriedades físicas do aço e do concreto. No concreto armado, essa diferença de potencial ocorre entre a zona anódica, área corroída da barra de aço, e a zona catódica, área não corroída, gerando assim uma corrente elétrica. Helene (1992) afirma que a presença de oxigênio é fundamental para que ocorram as

reações químicas que resultam no hidróxido ferroso, de cor amarelada e de cor avermelhada, que constituem a ferrugem, sendo assim evidente a corrosão do aço.

O outro processo corrosivo é a carbonatação que ocorre em estruturas de concreto armado úmidas que estão expostas ao gás carbônico (CO_2). Possan (2010) explica o processo de deterioração através da ação química de dissolução do gás carbono (CO_2) presente na atmosfera pela água presente na estrutura de concreto, essa ação resulta na formação do carbonato de cálcio (CaCO_2) e consequente reduz o pH do concreto, originalmente entre 12,5 e 14, para valores inferiores a 9.

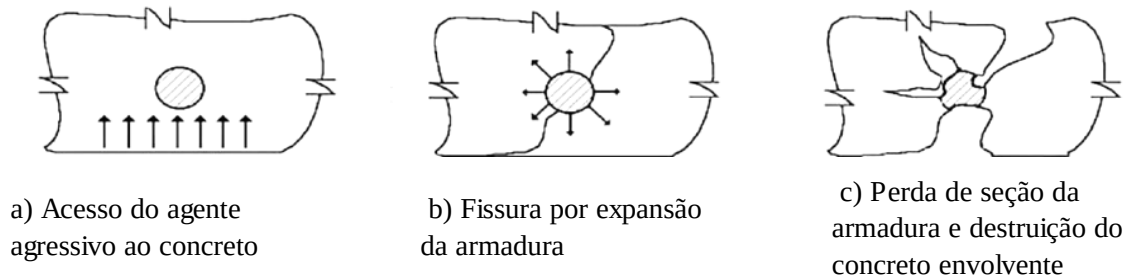
O autor ainda afirma que devido à concentração de gás carbônico (CO_2) na atmosfera e por causa da porosidade e fissuração da estrutura de concreto, o processo de carbonatação pode atingir a armadura. A redução do pH devido ao processo carbonatação reduz a estabilidade química da película passivadora das barras de aço. Essa película funciona como uma barreira protetora, formada de óxidos e hidróxidos aderente que há na superfície do metal que resiste à corrosão. Com a despassivação das barras de aço, a armadura se torna vulnerável aos ataques de agentes agressivos.

O processo de carbonatação está ligado com o ambiente em que a estrutura está inserida, com a maneira como o concreto foi lançado, adensado e curado. Fatores como o tipo de cimento utilizado na estrutura e umidade do ambiente também influenciam esse processo de degradação. Cascudo (1997) explica que maior a carbonatação, quanto maior for o fator água/cimento.

A carbonatação é responsável pela despassivação da armadura da estrutura de concreto armado. No entanto, como dito anteriormente, o processo de corrosão das barras de aço só será iniciado caso haja as seguintes condições presentes: umidade, diferença de potencial, agentes agressivos e oxigênio ao redor da armadura.

Os autores Souza e Ripper (1998) afirmam que os primeiros aspectos patológicos da corrosão das armaduras são a diminuição da capacidade de resistência da armadura e a diminuição da área de aço. A figura (Figura 13) a seguir mostra as fases do processo de corrosão em uma barra de armadura.

Figura 13 - Fases do processo de corrosão em uma barra de armadura.



Fonte: Adaptado, Souza e Ripper (1998).

Além da perda da capacidade resistente da armadura e diminuição da área de aço, o processo corrosivo acarreta outros mecanismos de degradação da estrutura como:

- Perda de aderência entre o aço e o concreto;
- Degradação da camada de concreto que envolve a armadura;
- Fissuração pela continuidade do processo de degradação do concreto. O surgimento de fissuras agrava o processo, pois o acesso direto dos agentes agressivos existentes na atmosfera acelera a corrosão, explicam Souza e Ripper (1998);

Os autores ainda completam que a possibilidade de ocorrência de corrosão nas barras da armadura pode ser diminuída através do controle de porosidade e permeabilidade do concreto, da manutenção das peças que sofrem tensões de serviço, escolha correta das bitolas das barras, cobrimento de acordo com o grau de agressividade do ambiente.

Para a norma NBR 6118 (ABNT, 2014) a durabilidade das estruturas de concreto depende da qualidade e da espessura do concreto utilizado no cobrimento da armadura, determinando a resistência dessa estrutura à maioria dos fatores de degradação (GEYER e BRANDÃO, 2007).

O quadro (Quadro 02) a seguir mostra a relação entre a classe de agressividade e o cobrimento necessário à estrutura de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014):

Quadro 02 – Relação entre a agressividade ambiental e o cobrimento nominal da peça estrutural.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
		Cobrimento nominal (mm)			
Concreto armado	Laje	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com solo	30		40	50
Concreto protendido	Laje	25	30	40	50
	Viga/Pilar	30	35	45	55

Fonte: Adaptado NBR 6118 (ABNT, 2014).

Helene (1992) destaca que a qualidade do concreto de cobrimento, que protege a armadura contra a corrosão e outras anomalias, além da espessura adequada também depende da fôrma, do aditivo desmoldante e principalmente da correta cura dessa superfície.

2.2.3.3 Segregação do concreto

A segregação do concreto é definida como a separação do concreto ainda fresco de uma maneira que a distribuição do material e dos agregados deixa de ser uniforme (Figura 14).

Figura 14 – Separação dos agregados do concreto, configurando a segregação do material.



Fonte: Autora (2019).

Essa manifestação é causada principalmente por erros na relação água/cimento na execução da pasta e devido às condições inadequadas de lançamento e adensamento do

material. Essa patologia prejudica a compactação e o alcance máximo da resistência e durabilidade que se espera do concreto (MEHTA e MONTEIRO, 1994 *apud* GEYER e BRANDÃO, 2007).

Souza e Ripper (1998) completam que falhas na vibração e no adensamento do concreto pode favorecer a formação de vazios na pasta e irregularidades nas superfícies, como cavidades e bolhas, prejudicando o aspecto estético e facilitando a entrada de agentes agressores na estrutura, devido ao aumento da porosidade.

2.2.3.4 Eflorescência e estalactite

O aparecimento de eflorescências e a formação de estalactites nas peças de concreto são manifestações patológicas relacionadas à presença constate de umidade na estrutura. Borges (2008) ao citar Uemoto (1988), define eflorescência como a formação de depósito salino na superfície de elementos da edificação, como consequência da exposição a intempéries. A deposição desses sais, que compõem os materiais construtivos, modifica o aspecto visual da construção e também pode afetar o desempenho da estrutura.

Para Peres (2001), a eflorescência é constituída principalmente de sais de metais alcalinos, como sódio e potássio, e de metais alcalinos-terrosos, dentre eles cálcio e magnésio, que são solúveis ou parcialmente solúveis em água. A manifestação patológica ocorre devido a percolação da água no concreto dissolvendo os compostos da pasta de cimento. Para Andrade e Silva (2005) a eflorescência no concreto ocorre principalmente devido à alta solubilidade do hidróxido de cálcio presente no material quando está em contato com a água, consistindo no processo de lixiviação.

A solução composta por água e sais dissolvidos migra para a superfície da estrutura e por evaporação resulta na formação de um depósito salino. Segundo Souza e Ripper (1998), caracterizam essa manifestação como um depósito de cor branca, muito aderente à superfície de concreto (Figura 15). Para os autores, a dissolução do hidróxido de cálcio junto aos outros componentes do concreto, como a sílica, formam as estalactites (Figura 16).

Figura 15 – Eflorescências de cor branca presentes na estrutura de concreto do JCG.



Fonte: Autora (2019).

Figura 16 – Estalactite encontrada na estrutura inferior da cobertura do JCG.



Fonte: Autora (2019).

Borges (2008), mostra que para a recuperação da estrutura com presença de eflorescência e estalactites é importante eliminar os fatores que permitem que a água percole a estrutura de concreto.

2.2.3.5 Ataques biológicos

O excesso de umidade nas estruturas das edificações ocasiona danos que prejudicam o desempenho dos elementos construtivos. Uma das manifestações patológicas mais comuns devido à presença de umidade é o emboloramento que consiste na formação de manchas escuras nas superfícies dos materiais por causa do desenvolvimento de micro-organismos, como fungos, bactérias e líquens (MARTINS, 2019). Além disso, também há o desenvolvimento de vegetações que penetram e desenvolvem nas estruturas de concreto (Figura 17).

Figura 17 – Manchas escuras encontrada na estrutura inferior da cobertura do JCG.



Fonte: Autora (2019).

Segundo o autor esses microrganismos estão presentes no ar e se instalam em ambientes favoráveis ao seu desenvolvimento e à sua germinação, necessitando de ambientes com teor de umidade elevado. Essa manifestação patológica altera a estética da construção, mas a presença de fungos pode ser prejudicial à saúde dos indivíduos que frequentam o ambiente.

2.2.4 Diagnóstico das manifestações patológicas

No presente estudo para identificar as manifestações patológicas de uma edificação além de detalhar algumas das principais patologias que comprometem as estruturas de concreto, é necessário seguir métodos para análise correta dos danos. Em seguida serão abordados brevemente os métodos de diagnósticos elaborados por Souza e Ripper em 1998 e por Lichtenstein em 1986, em que a são baseada algumas etapas da investigação no sistema estrutural do edifício do JCG.

2.2.4.1 Método Souza e Ripper

Segundo Souza e Ripper (1998), ao identificar problemas nas estruturas de concreto armado e protendido é necessário realizar uma vistoria mais detalhada e planejada para definir a real condição da estrutura. Dessa maneira, os autores elaboraram um método para avaliação de edificação que possui três etapas: levantamento de dados, análise e diagnóstico.

Na etapa de levantamento de dados é analisado o ambiente ao qual a edificação está inserida e a identificação da classe de agressividade que a estrutura está sujeita, concomitantemente ao um levantamento visual e definição de medidas urgentes para a preservação e segurança da construção. Nessa fase também há o levantamento detalhado das patologias com registros através de fotografia, anotações e medições da estrutura para elaboração de um mapeamento de danos.

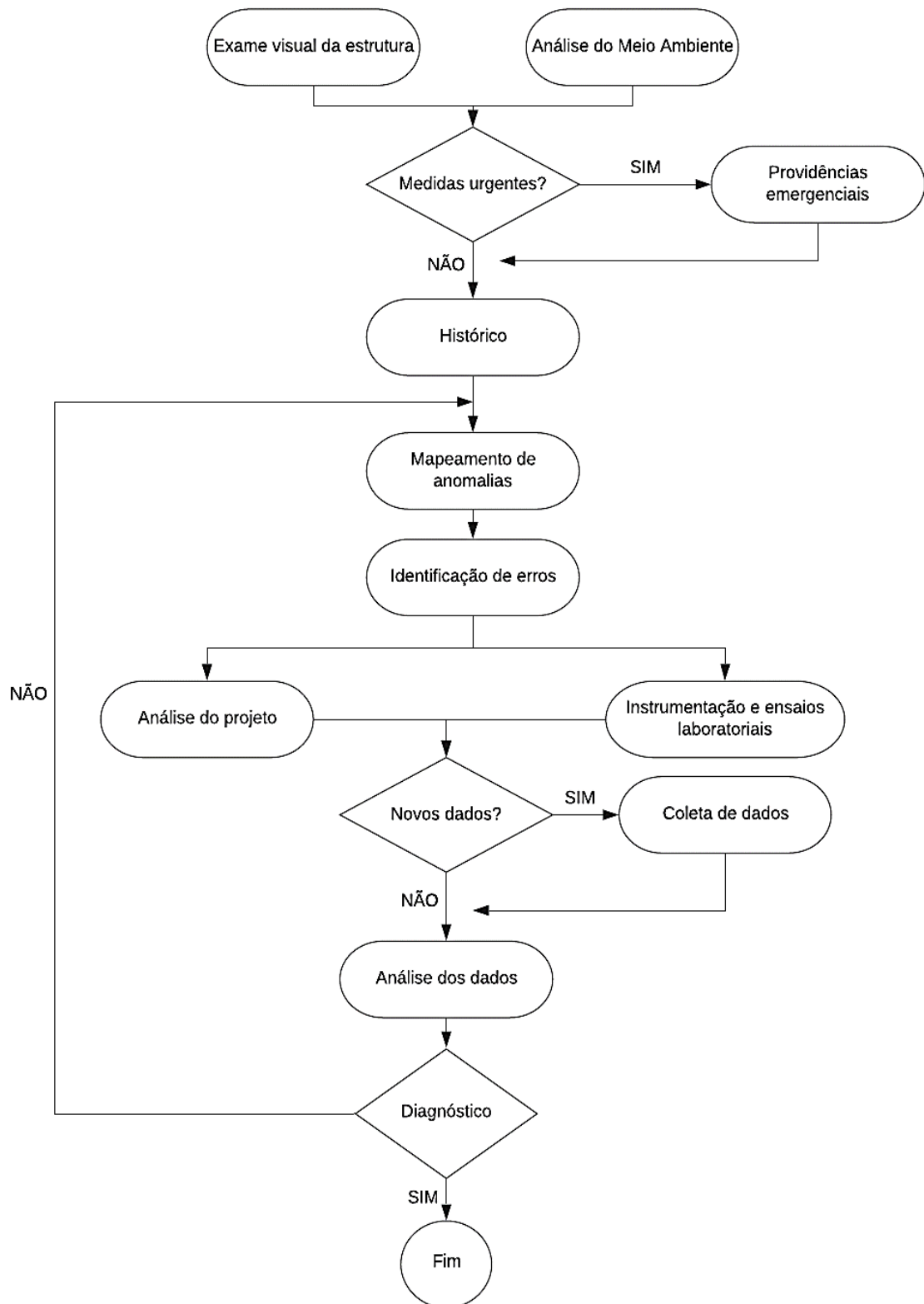
Durante essa etapa inicial, analisa-se o projeto original e os projetos de modificações para identificação de possíveis erros. Além disso, quando necessário há realização de ensaios para melhor compreensão da gravidade das manifestações patológicas.

Para os autores a etapa de levantamento de dados é importante, pois fornecerá informações fundamentais para a correta análise das patologias. Nesse segundo momento são analisados os dados coletados para entender o comportamento da estrutura e identificar as causas e os efeitos das patologias na edificação em estudo.

Souza e Ripper (1998) afirmam que o diagnóstico, além de depender da manifestação patológica também depende de fatores econômicos, técnicos, de conforto e de segurança. Diante disso, são geradas diversas conclusões para recuperação da estrutura, que podem incluir a possibilidade de demolição da estrutura conforme a gravidade e extensão dos danos.

O fluxograma (Figura 18) a seguir apresenta a metodologia de diagnóstico de manifestações patológicas elaborada pelos autores para avaliação de estruturas convencionais.

Figura 18 – Fluxograma para diagnóstico de patologias de estruturas convencionais.



Fonte: Adaptado, Souza e Ripper (1998).

2.2.4.2 Método Lichtenstein

O método de diagnóstico de manifestações patológicas em construções proposto por Lichtenstein (1986) é semelhante ao método descrito anteriormente e se divide em três etapas: levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta.

Na primeira etapa, consiste em detectar manifestação patológica por meio de uma inspeção na estrutura e realizar a coleta de dados e informações necessárias para total compreensão da anomalia que afeta a edificação. Nessa etapa inicial, é possível definir a gravidade, extensão e caracterização do problema. Para o autor, esses dados podem ser obtidos por meio de visita técnica ao local, levantamento histórico do edifício e do problema (anamnese), entrevista com pessoas envolvidas na construção. Além disso, para obter mais informações pode ser realizado de ensaios complementares e pesquisas sobre os danos detectados.

Finalizado o levantamento de subsídios é feito o diagnóstico da situação de acordo com as informações coletadas que consiste em uma explicação científica dos fenômenos ocorridos e do seu desenvolvimento. Em geral, as manifestações patológicas são provocadas por agentes agressivos aos quais os edifícios não são capazes de adaptar, afirma o autor.

Para o autor o diagnóstico da patologia na edificação é uma explicação científica do desenvolvimento desses fenômenos na construção. Em geral, as patologias são provocadas por um conjunto de agentes agressivos, dessa maneira Lichtenstein em 1986 elaborou um quadro com os principais agentes de deterioração de uma edificação (Quadro 03).

Quadro 03 – Agentes de deterioração das edificações (continua)

Origem	Exterior à Edificação		Interior à Edificação	
	Atmosfera	Solo	Imposto pela Ocupação	Consequência da Concepção
1. Agentes Mecânicos	Cargas de neve, de água, de chuva			Cargas permanentes
1.1 Gravidade		Pressão do solo, de água	Sobrecarga de utilização	
1.2 Forças de deformações impostas	Pressão de gelo, dilatação térmica e higroscópica	Escorregamentos, recalque	Esforços de manobra	Retrações, fluência, forças e deformações impostas
1.3 Energia cinética	Vento, granizo, choques exteriores	Sismos, Vibrações exteriores	Choques interiores, abrasão	Impactos de corpo mole
1.4 Vibrações de ruídos	Ruídos exteriores		Ruídos interiores, Vibrações interiores	Ruídos da edificação, Vibrações da edificação

Fonte: Lichtenstein (1986).

Quadro 03 – Agentes de deterioração das edificações (conclusão)

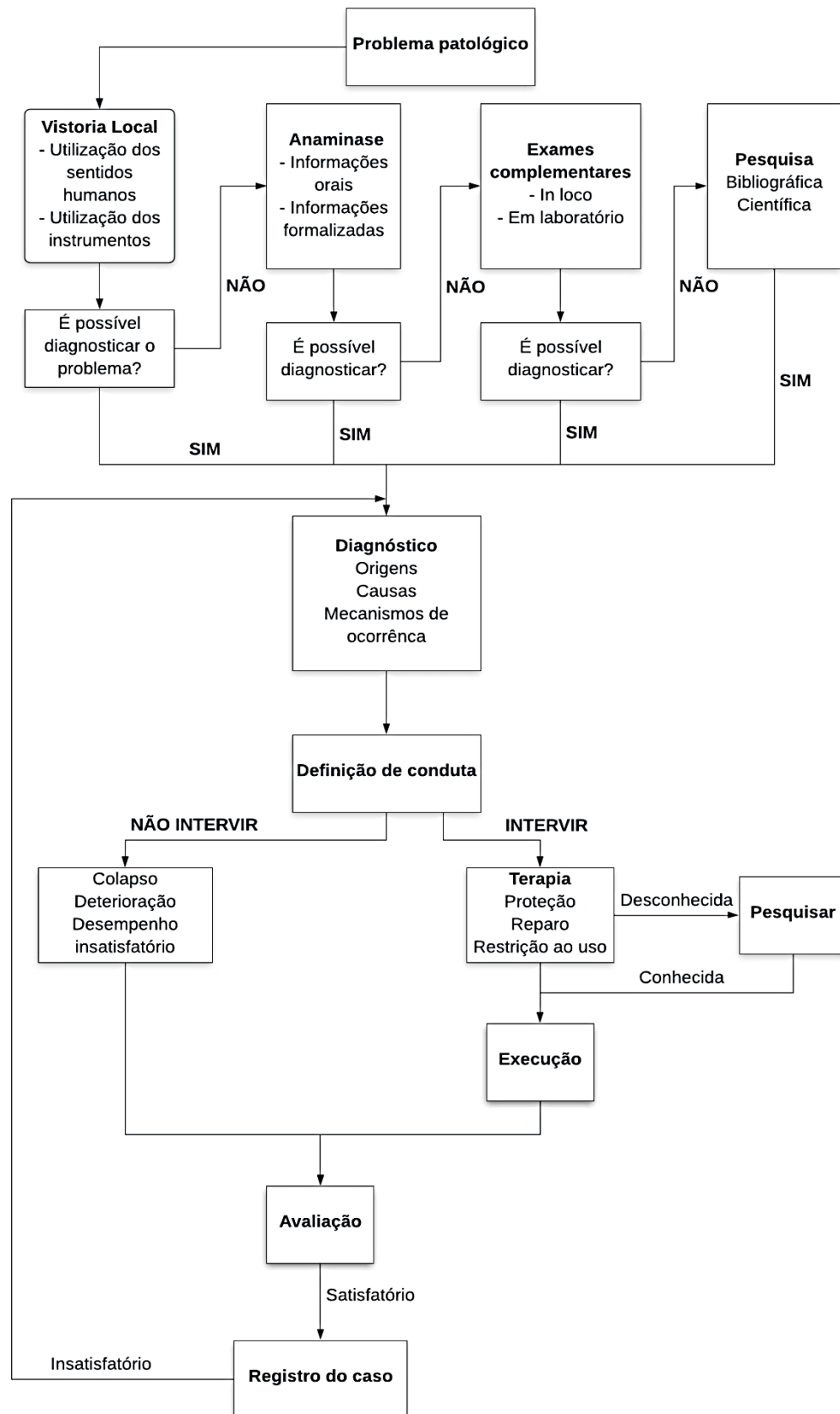
2. Agentes eletromagnéticos				
2.1 Radiação	Radiação Solar		Lâmpada, radiação nuclear	Painel radiante
2.2 Eletricidade	Raios	Correntes parasitárias	Campos magnéticos	Correntes de distribuição
2.3 Magnetismo				Campos Magnéticos
3. Agentes térmicos	Reaquecimento, congelamento, choque térmico	Reaquecimento, congelamento	Calor emitido, cigarro	Aquecimento, fogo
4. Agentes químicos			Ações de lavagem com água, condensações, detergentes, álcool	Águas de distribuição, águas servidas, infiltrações
4.1 Água e solventes	Umidade do ar, condensação, precipitação	Água de superfície, Água subterrânea.	Hipoclorito de sódio (água de lavadeira), água oxigenada	Potenciais eletroquímicos positivos
4.2 Oxidantes	Oxigênio, ozônio, óxidos de nitrogênio	Sulfetos	Agentes combustíveis, amônia	Agentes combustíveis, potenciais eletroquímicos negativos
4.3 Redutores		Ácido carbônico, Ácidos húmicos	Vinagre, ácido cítrico, ácido carbônico	Ácido sulfúrico, Ácido carbônico
4.4 Ácidos	Ácido carbônico, excremento de pássaros, ácido sulfúrico	Cales	Soda cáustica, hidróxido de potássio, hidróxido de amônio	Soda cáustica, cimentos
4.5 Bases	Névoa salina	Nitratos, fosfatos, cloretos, sulfatos	Cloreto de sódio	Cloreto de cálcio, sulfatos, gesso
4.6 Sais	Poeira	Calcário, sílica	Gorduras, óleos, tintas e poeira	Gorduras, óleos, poeira, sujeira
4.7 Matérias inertes				
5. Agentes biológicos				
5.1 Vegetais	Bactérias, grãos	Bactérias, fungos, cogumelos, raízes	Bactérias, plantas domésticas	
5.2 Animais	Insetos, pássaros	Roedores, vermes	Animais domésticos	

Fonte: Lichtenstein (1986).

Com o diagnóstico da manifestação patológica e identificação de suas origens e causas há a etapa que consiste na definição de conduta. Nessa fase, busca atingir o melhor desempenho possível, por meio de intervenção na edificação, dentro do menor custo.

Lichtenstein (1986) explica que nessa última etapa há a definição de qual ação será executada para resolução do problema e quais serão as consequências desse ato na edificação. Dessa maneira, optam pela alternativa mais adequada e eficiente para a solução do problema acompanhada da listagem das técnicas de execução, materiais e equipamentos envolvidos na realização da solução. O fluxograma a seguir (Figura 19) mostra a procedimento de diagnóstico dos problemas patológicos desenvolvido pelo autor.

Figura 19 – Fluxograma de identificação e resolução de problemas patológicos.



Fonte: Adaptado, Lichtenstein (1986)

2.2.4.3 Mapeamento de danos

Para Barthel, Lins e Pestana (2009), o mapa de danos de uma edificação consiste em uma representação gráfica das patologias existentes na construção que registra o estado de conservação do edifício em estudo quando foram realizados o estudo e o levantamento dos danos. Os autores ressaltam a importância desse estudo para embasar futuras análises, ações preventivas e intervenções contra o avanço das patologias.

Tinoco (2009) afirma que para a adequada elaboração do mapa de danos é importante a utilização de fichas de identificação de danos durante a inspeção visual no edifício em estudo. Dessa forma, essas fichas devem conter dados como: a identificação do elemento construtivo, data da vistoria, caracterização do dano, causa, origem, ilustrações (foto e desenho), responsável pela coleta de informações.

A presente pesquisa possuía o intuito de registrar as anomalias das estruturas do JCG por meio de um mapa de danos, mas sua elaboração não foi possível, visto que as medidas adotadas pela contenção da pandemia de COVID-19 impediu o acesso ao clube. Dessa maneira, a análise das patologias se dará com base nos registros fotográficos, nas fichas de identificação de danos e na inspeção visual feita por meio de visitas técnicas a edificação.

2.3 DURABILIDADE E MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS

Como já citado anteriormente, esse estudo busca entender se a manutenção insuficiente do edifício do JCG e o tempo que a construção não é utilizada contribuíram para aparecimento de anomalias nas suas estruturas. Dessa maneira, para a realização da investigação das manifestações patológicas e análise do atual estado de conservação do edifício é necessário abordar alguns conceitos relacionados à vida de uma construção. Assim, serão explanados alguns tópicos relacionados à durabilidade, desempenho e manutenção dos edifícios.

2.3.1 Durabilidade

O conceito de durabilidade é definido como a capacidade de uma estrutura e/ou de seus componentes de satisfazer os requisitos de desempenho por um período de tempo sob influência das ações ambientais e com manutenção adequada (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

Os autores afirmam que o conceito de durabilidade está relacionado à vida útil de uma construção. Dessa maneira durabilidade é a característica dos materiais e/ou componentes quando expostos as condições de uso impostas durante a vida útil da edificação. O conceito também pode ser entendido ao desempenho adequado sob determinadas condições ambientais. Mehta e Monteiro (2008) consideram que uma vida útil longa é sinônimo de durabilidade.

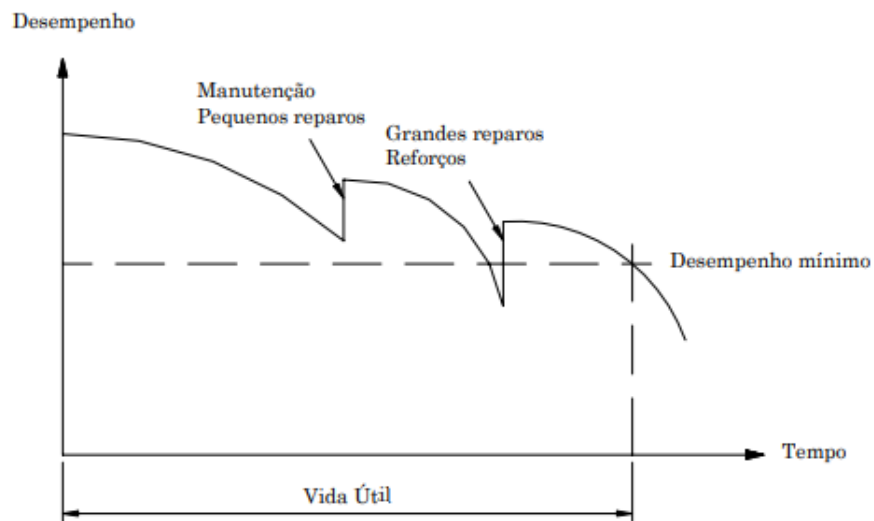
2.3.2 Vida útil

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), a vida útil de uma construção é definida como um período em que um edifício desempenha de forma adequada as atividades para as quais foram projetados e construídos. Para Possan e Demoliner (2013), a vida útil consiste no período entre o início do uso de uma edificação até o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário.

Os autores ainda afirmam que esse período é diretamente influenciado pelas ações de manutenção e reparo e pelo ambiente ao qual a edificação está inserida. Dessa maneira, para que a construção se mantenha funcional e segura é importante a correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção de cada edifício.

A figura (Figura 20) a seguir, indica o desempenho de uma estrutura durante sua vida útil. Lersch (2003) afirma que quando a construção perde sua funcionalidade há a necessidade da realização de reparos para manter as condições apropriadas de uso.

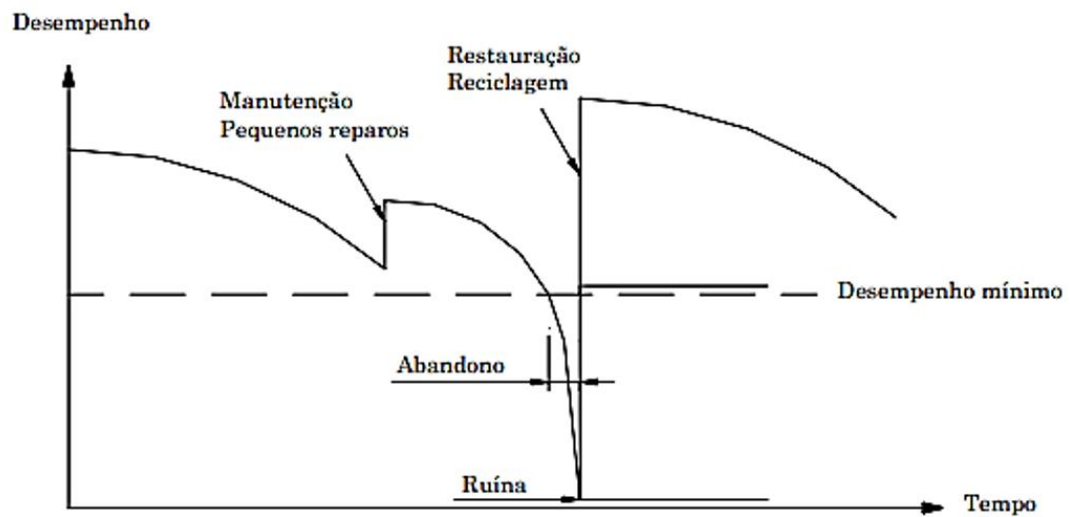
Figura 20 – Fases do desempenho de uma construção durante sua vida útil



Fonte: Lersch (2003)

A autora ainda explica as fases do desempenho de construções que passam por um período de abandono. Diante dessa situação, apenas ações de restauração podem devolver à edificação condições adequadas de uso (Figura 21).

Figura 21 – Fases do desempenho de uma construção abandonada.



Fonte: Adaptado, Lersch (2003)

2.3.3 Manutenção

A manutenção de um edifício é definida como “um conjunto de atividades realizadas para conservar e recuperar a capacidade funcional da edificação e atender as necessidades e segurança de seus usuários”, segundo a norma NBR 5674 (ABNT, 2012). A execução correta dos processos de manutenção permite acompanhar as condições de conservação da construção e prevenir de danos mais graves que necessitam de grandes reparos.

Como dito anteriormente, a realização da manutenção e reparos de acordo com as especificações do Manual de Uso, Operação e Manutenção da edificação influencia diretamente no desempenho e na continuidade da vida útil da construção. Além desse manual, o projeto de um edifício deve proporcionar maneiras e espaços que possibilitam condições de acesso e de inspeção predial que auxiliam a execução da manutenção, conforme a NBR 15575 (ABNT, 2013).

Em uma edificação, a gestão da manutenção deve ser feita pelo proprietário e seguir as orientações do manual de uso, com a finalidade de preservar as características originais da construção, prevenir a perda de desempenho e degradação dos sistemas e componentes (ABNT NBR 15575, 2013). Dessa maneira, a manutenção é um meio de diagnosticar e prevenir manifestações patológicas na edificação.

2.3.3.1 Manutenção Preventiva

Na construção civil, a manutenção preventiva é caracterizada como medidas necessárias com periodicidade que garantem o desempenho adequado dos componentes da edificação antes que apresente manifestações patológicas. A NBR 5462 (ABNT, 1994) define manutenção preventiva como ações realizadas em intervalos “predeterminados, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Os autores Bohn (2017), Souza e Ripper (1998) afirmam que a manutenção preventiva é uma forma de diminuir os gastos com reparos futuros, para assegurar a funcionalidade dos sistemas do edifício.

2.3.3.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva consiste em ações realizadas para devolver o desempenho exigido pela edificação após o aparecimento de manifestações patológicas. Segundo a NBR 5462 (ABNT, 1994), essa manutenção é feita quando um equipamento é incapaz de funcionar

ou desempenhar sua função da maneira adequada. No contexto de uma construção, a manutenção corretiva ocorre quando um componente do edifício não é capaz de desempenhar sua função.

2.3.3.3 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva consiste em uma programação das intervenções de acordo com o acompanhamento do funcionamento e desempenho dos sistemas da edificação, sendo possível determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção. Para a norma NBR 5462 (ABNT, 1994) a manutenção preditiva ou corretiva é fundamentada na análise técnica dos sistemas com o objetivo de reduzir a manutenção preventiva e a manutenção corretiva. Dessa maneira, numa construção a manutenção preditiva possibilita a diminuição de custos de manutenção e previne o surgimento de manifestações patológicas.

3 METODOLOGIA

Essa investigação busca entender a atual condição de conservação do JCG, por meio de um levantamento de danos e diagnósticos das manifestações patológicas nas estruturas de concreto. Assim, a investigação patológica do sistema estrutural do edifício foi realizada apenas nas estruturas do projeto original em concreto, protegidas pela cobertura. Dessa forma, as áreas destinadas às piscinas e ao antigo bosque, que atualmente é um estacionamento, não foram contempladas por essa pesquisa (Figura 22).

Figura 22 – Em amarelo, área destacada do Jóquei Clube, que será abordada pela pesquisa.



Fonte: Adaptado de *Google Earth*®

O presente estudo se concentra somente na verificação e no levantamento de dados das manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado e concreto protendido, sem o intuito de realizar propostas de intervenções e reparos. Para a identificação das patologias na edificação foram adotadas algumas etapas dos métodos de diagnóstico de manifestações patológicas nas construções proposto por Lichtenstein (1986) e o método proposto pelos autores Souza e Ripper (1998), como a identificação e levantamento de dados das manifestações patológicas, além da realização do diagnóstico dessas anomalias e identificação de suas origens e causas.

A partir da conjunção de duas etapas dos métodos de diagnóstico de manifestações patológicas, este trabalho realizou: levantamento de dados e o diagnóstico da situação. Dessa maneira, a primeira etapa dessa pesquisa consistiu em visitas ao local para o acesso e análise dos projetos das estruturas de concreto armado dos pilares e da cobertura da edificação.

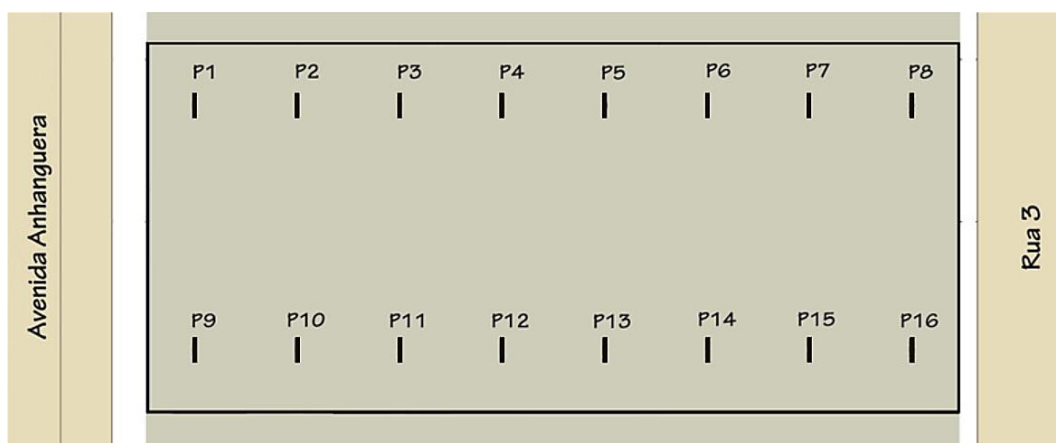
A partir da seleção dos projetos e de desenhos técnicos foram elaboradas pranchas dos 16 pilares e da cobertura em concreto armado, com auxílio do software AutoCAD® 2019, como ferramenta de projeto. A cobertura foi dividida em duas partes (Corpo 1 e Corpo 2) e os pilares foram enumerados, conforme encontrado nos projetos originais do JCG e demonstrado nas figuras abaixo (Figura 23, Figura 24).

Figura 23 – Divisão da cobertura (Corpo 1 e Corpo 2), conforme encontrado nos projetos originais do Jôquei Clube, que será abordada pela pesquisa.



Fonte: Adaptado de Google Earth®

Figura 24 – Representação gráfica da disposição dos pilares da edificação conforme encontrado nos projetos originais do Jôquei Clube, que será abordada pela pesquisa.



Fonte: Autor (2020)

Posteriormente foram feitas visitas técnicas ao local, inspeção visual das patologias com auxílio de registros fotográficos, pranchas das estruturas em estudo e foram elaboradas fichas

de identificação de danos (Figura 25) para melhor caracterização do estado da edificação e precisão durante a coleta de dados.

Figura 25 – Ficha de identificação de danos utilizada no levantamento de manifestações patológicas no JCG.

Data da vistoria:	Número da ficha:
Nome da edificação em estudo:	
Responsável pela coleta de informações:	
Identificação do elemento construtivo (nome e numeração segundo projeto):	
Caracterização do dano e localização:	
☐ Fissura :	
☐ Corrosão das armaduras :	
☐ Segregação do concreto :	
☐ Eflorescência :	
☐ Estalactite :	
☐ Matéria orgânica :	
Observações:	

Fonte: Autor (2020)

Como mencionado anteriormente, para os autores Lichtenstein (1986), Souza e Ripper (1998) essa é a etapa inicial de avaliação das patologias, onde há coleta de informações fundamentais para diagnóstico das anomalias da edificação em estudo.

Dessa maneira, foi possível identificar os tipos de danos presentes na construção. A etapa seguinte consistiu na revisão bibliográfica das patologias encontradas e em detectar as possíveis causas dessas manifestações patológicas na construção.

Após realizar o diagnóstico das manifestações patológicas e indicar suas prováveis origens. Foi realizada uma série de registros fotográficos das estruturas em concreto do JCG englobadas pela a pesquisa, para melhor apresentação e compreensão dessas anomalias.

Com a identificação das manifestações patológicas, o levantamento de suas possíveis causas e registros dos danos da cobertura e dos pilares do JCG, foi possível verificar qual o estado de conservação da edificação.

4 ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa desenvolvida in loco foi iniciada por meio do acesso ao arquivo de documentos do JCG, com inúmeras plantas técnicas de projetos originais e de intervenções do clube. Apesar da dificuldade, devido ao estado de conservação e de organização destes documentos, foi possível obter informações relacionadas às estruturas que o presente estudo abrange.

Por meio de um levantamento fotográfico e elaboração de croquis dos pilares e da cobertura, permitiu desenvolver pranchas técnicas no software AutoCAD 2019 sendo fundamental para entender a estrutura o levantamento das manifestações patológicas.

Durante as visitas técnicas ao clube foi realizado um extenso levantamento fotográfico do edifício e foram produzidas algumas fichas de identificação das manifestações patológicas encontradas nas estruturas e suas possíveis causas. A partir disso, foi possível verificar as condições de conservação da estrutura dos pilares e da cobertura de concreto do edifício do Jôquei Clube de Goiás (JCG), abordadas por essa pesquisa.

Dessa maneira, serão apresentadas as manifestações patológicas levantadas e sua localização na edificação por meio de imagens dos registros fotográficos realizados em 2019/2020 e adaptações gráficas dos projetos do clube feitos no software AutoCAD 2019. Além da descrição do aspecto geral das patologias detectadas, bem como a identificação preliminar das origens dessas anomalias.

Em seguida são apresentadas as análises das condições de conservação das estruturas do JCG, em 2020. Como mencionado anteriormente, o presente estudo propõe apenas o levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas das estruturas em concreto armado envolvidas pela cobertura.

4.1 SITUAÇÃO GERAL DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DO EDIFÍCIO

O levantamento das manifestações patológicas foi iniciado com a inspeção visual da parte superior e inferior da cobertura em concreto armado do JCG (Figura 26, Figura 27). Ao observar as anomalias nas estruturas foi realizado o registro e o estudo para identificar a patologias e suas prováveis origens.

Figura 26 – Visão geral da parte superior da cobertura.



Fonte: Autora (2020).

Figura 27 - Parte inferior da cobertura do clube.



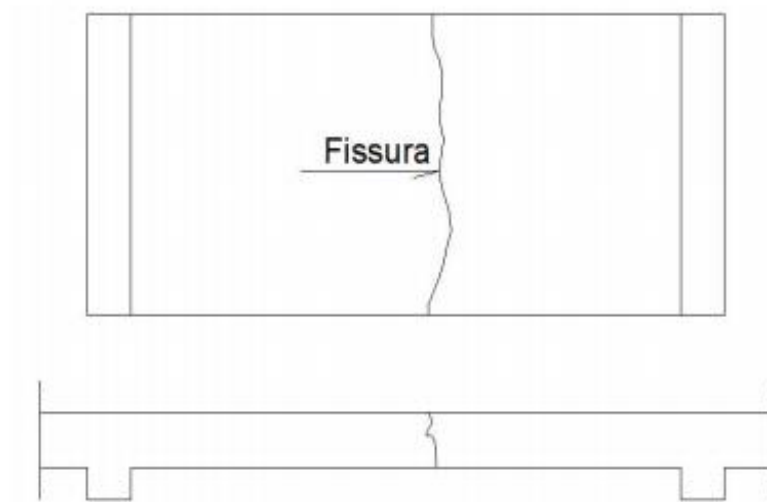
Fonte: Autora (2019).

Notou-se na parte inferior da cobertura em concreto do clube a presença de várias fissuras. Ao identificar essa patologia foi possível perceber que uma de suas prováveis origens é a movimentação térmica da estrutura de concreto decorrente da variação de temperatura do ambiente.

A fissuração na cobertura pode ser resultante da falta de capacidade do material constituinte da estrutura em suportar as tensões atuantes. Dessa maneira, foram identificadas fissuras com aspecto perpendiculares ao eixo principal dos elementos, de largura constante,

caracterizando fissuras de tração que incidem na seção transversal do elemento estrutural (Figura 28, Figura 29, Figura 30), caracterizando fissuras por movimentação térmica.

Figura 28 - Ilustração de uma fissura em uma laje devido a movimentos térmicos.



Fonte: CARASEK, H; CASCUDO (2013).

Figura 29 – Fissura na laje da cobertura do clube.



Fonte: Autora (2019).

Figura 30 – Fissura na laje da cobertura do clube.

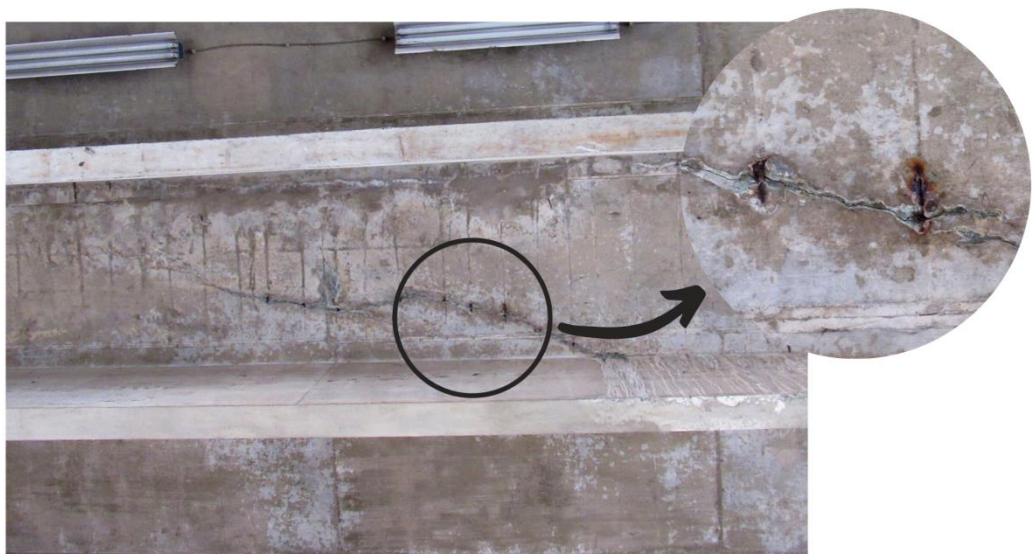


Fonte: Autora (2019).

Na cobertura também foram identificadas fissuras próximas a regiões onde há corrosão das armaduras. Como o processo corrosivo das armaduras há uma expansão do volume das barras causando fissuras no concreto, a corrosão das armaduras indica ser uma das origens da fissuração na estrutura em estudo.

Como mencionado anteriormente, durante o estudo das estruturas da cobertura do clube foi possível perceber o processo de corrosão das armaduras, principalmente na laje de concreto armado que apresentou vários pontos com fissuração, armadura exposta e descolamento de partes de concreto (Figura 31).

Figura 31 – Processo de corrosão na parte inferior da laje da cobertura.



Fonte: Autora (2019).

Ao analisar esse tipo de manifestação patológica na cobertura do JCG, foi possível identificar que a provável origem da corrosão das armaduras é resultado do excesso de umidade na estrutura devido à danificação das telhas da cobertura que permite o acúmulo de água na laje (Figura 32, Figura 33).

Figura 32 – Telhas danificadas da cobertura do clube.



Fonte: Autora (2020).

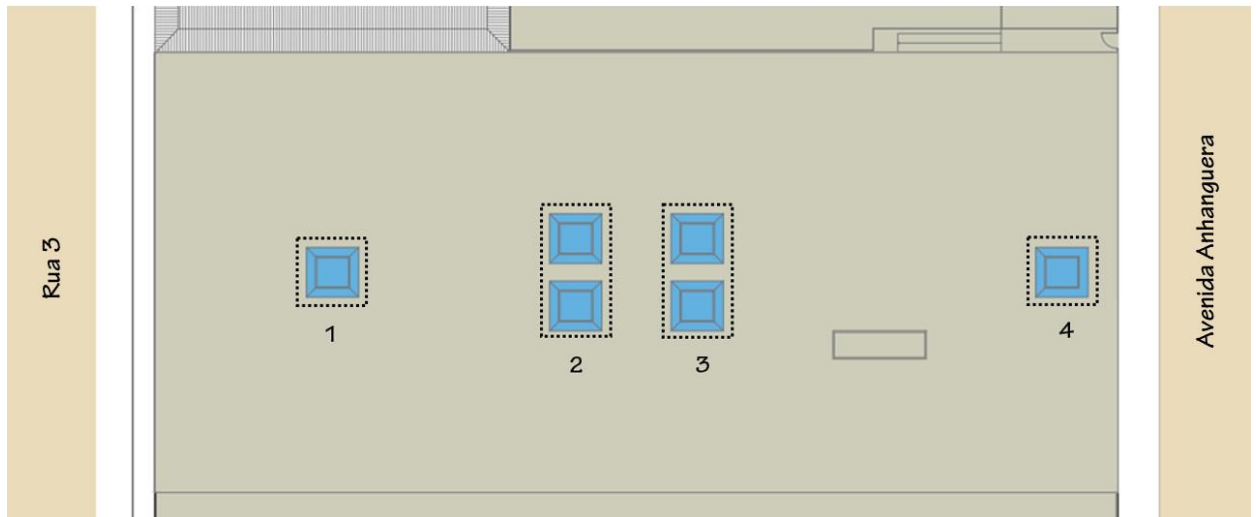
Figura 33 - Deslocamento e falta de reposição de telhas na cobertura.



Fonte: Autora (2020).

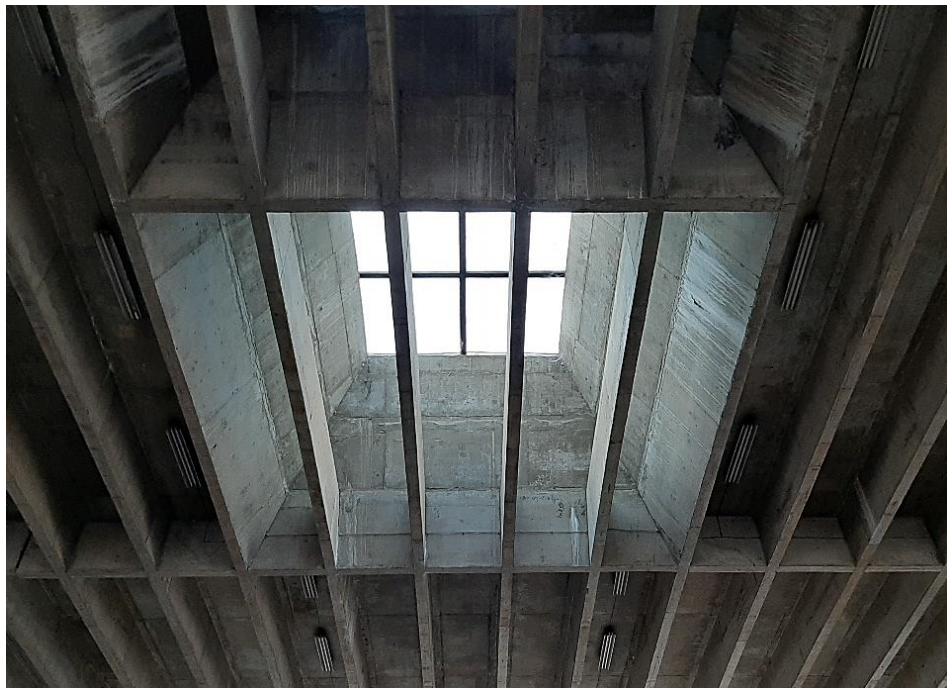
Na observação da cobertura, foi possível perceber a presença de eflorescências estalactites por meio da formação de manchas brancas, alteração da textura e coloração do concreto e formação de estalactites. Essa anomalia se manifestou principalmente nas regiões das claraboias na cobertura do Jockey Clube (Figuras 34 a 38).

Figura 34 – Representação gráfica da cobertura do clube com claraboias enumeradas destacadas em azul.



Fonte: Autora (2020).

Figura 35 – Eflorescência na região da claraboia 2.



Fonte: Autora (2019).

Figura 36 – Eflorescência na região da claraboia.



Fonte: Autora (2019).

Figura 37 – Eflorescência e corrosão das armaduras na região da claraboia.



Fonte: Autora (2019).

Figura 38 – Formação de estalactite na cobertura em concreto do clube.



Fonte: Autora (2019).

As prováveis origens da formação dessas eflorescências e estalactites são o acúmulo de água na laje de concreto e as fissuras que favorecem a entrada da água e permite que infiltre nas estruturas e dissolva elementos da pasta de cimento.

É importante ressaltar que a manifestação dessa patologia pode ser resultado vários fatores, como a falta de manutenção adequada, deslocamento e falta de reposição de peças das telhas da cobertura, além da substituição improvisada das peças das claraboias (Figuras 39 a 44) que originalmente são em vidro, a falta de vedação entre a cobertura e as claraboias. Esses fatores influenciam no escoamento da água pluvial e permitindo o acúmulo dessa água na laje da cobertura.

Figura 39 - Deslocamento das telhas na cobertura.



Fonte: Autora (2020).

Figura 40 - Deslocamento e falta de reposição de telhas na cobertura.



Fonte: Autora (2020).

Figura 41 – Vista superior da claraboia 1.



Fonte: Autora (2020).

Figura 42 – Substituição improvisada das peças da claraboia 2.



Fonte: Autora (2020).

Figura 43 – Vista superior da claraboia 3.



Fonte: Autora (2020).

Figura 44 – Vista superior da claraboia 4.



Fonte: Autora (2020).

Também foi encontrado presença de fungos em um local com alto teor de umidade da cobertura sendo o excesso de água a origem dessa manifestação patológica. Na parte inferior da Figura 45, é possível notar a presença de baldes para conter a água provinda do gotejamento da cobertura.

Figura 45 – Infiltração e presença de fungos na cobertura.



Fonte: Autora (2019).

Após observar a cobertura em concreto foram iniciados os estudos dos 16 pilares da construção. Diferentemente da cobertura, os pilares receberam revestimento e pintura, essa alteração feriu a proposta do projeto original do clube de manter o concreto aparente. Como o concreto dos pilares não estava exposto essa alteração foi um fator que dificultou na identificação das manifestações patológicas dessas estruturas do JCG.

Ao analisar as estruturas foi observada a presença de sujidades e de corrosão das armaduras (Figura 46). As prováveis origens da corrosão das armaduras dos pilares são cobrimento insuficiente, fissuras que permitiram a entrada de agentes agressivos.

Figura 46 – Corrosão da armadura do Pilar 5 no 2º pavimento do clube.



Fonte: Autora (2019).

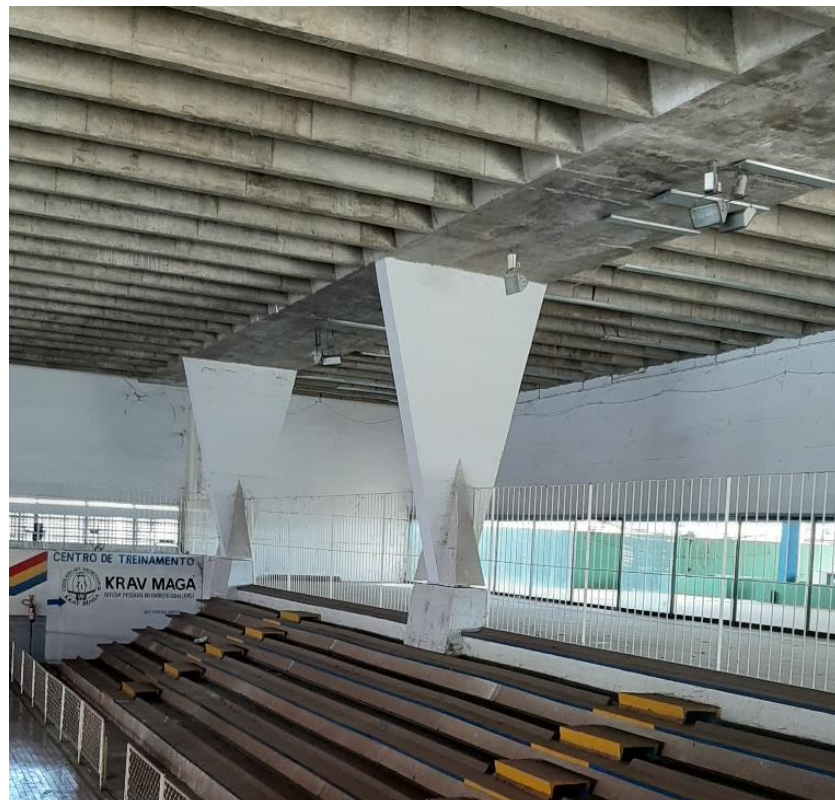
Durante as visitas foi possível identificar a instalações de dois portões metálicos na armadura dos pilares 6, 7, 8, 14, 15 e 16 que dão acesso à academia e às quadras descobertas. Essas intervenções nos pilares não são adequadas, prejudica o desempenho da estrutura podendo torná-la insegura (Figura 47, Figura 48). Além disso, não fazem parte do projeto original do clube e contribuíram para a descaracterização e deterioração da edificação.

Figura 47 – Instalação de portão metálico no Pilar 14.



Fonte: Autora (2019).

Figura 48 – Instalação de portão metálico fixado nos pilares 15 e 16.



Fonte: Autora (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

O Jóquei Clube de Goiás é uma construção muito simbólica para a cidade de Goiânia, por apresentar um conjunto de características modernistas revolucionárias, sendo um marco na identidade da capital. A proposta de um clube urbano projetado pelos arquitetos Paulo Mendes da Rocha e João Eduardo de Gennaro, com pilares em formato de prismas e uma extensa cobertura em concreto, tem grande relevância nacional e internacional para a arquitetura e engenharia.

As contribuições que o presente estudo apresenta a partir da análise do histórico do Jóquei Clube de Goiás e realização do estudo e diagnóstico das manifestações patológicas nas estruturas em concreto da cobertura e dos pilares, foi possível reconhecer que o atual estado de conservação do sistema estrutural da edificação é precário, em razão da falta de manutenção adequada e agravada pelo abandono.

As manifestações patológicas nas edificações são um grande desafio para a engenharia, mas com acompanhamento e realização de manutenções é possível manter as construções seguras e em um bom estado de conservação. Para o processo de recuperação e a possível retomada das atividades do JCG serão necessários vários reparos e a adoção de um programa de manutenção predial para garantir a segurança dos usuários do clube e a conservação da estrutura.

Entre os objetivos do presente estudo, havia o intuito de registrar as anomalias das estruturas por meio de um mapa de danos, mas sua elaboração não foi possível, pois as medidas adotadas pela contenção da pandemia de Covid-19, ocorrida no ano de 2020, período de desenvolvimento dessa pesquisa, impediu o acesso ao clube. Dessa forma, como recomendações de trabalhos futuros com o tema de manifestações patológicas e manutenções na edificação do JCG e continuação dessa pesquisa, propõe-se a elaboração de um mapa de danos das estruturas em concreto da cobertura e dos pilares, e também análise do sistema estrutural das áreas das piscinas e estacionamento que não foram abrangidas pelo presente estudo.

Devido à importância e o simbolismo envolta do Jóquei Clube de Goiás e seu atual estado de conservação precário são necessários estudos sobre a edificação para que toda a sociedade entenda a necessidade de preservar o patrimônio e valorizar nossa história.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de Edifícios Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674. Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 6118. Projeto de Estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

AMBROSIO, Thais da Silva. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004.

ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, G. C. Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON). São Paulo, 2005.

ANGIOLILLO, F. Exposição recupera história de prédio demolido de Paulo Mendes da Rocha. **Folha de S.Paulo**, São Paulo, 26 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrada/2018/10/exposicao-recupera-historia-de-predio-demolido-de-paulo-mendes-da-rocha.shtml>> Acesso em: 07 de novembro de 2019.

BARBOSA, Lucas Jordano de Melo. **Parecer para solicitação de tombamento do edifício sede do Jockey Clube de Goiás**. 2017. Disponível em: <https://www.caugo.gov.br/wpcontent/uploads/2017/12/PARECER_JOQUEI_SOLICITACAO-TOMBAMENTO.pdf>. Acesso 19 de jun. de 2019.

BOHN, Thiago Silveira. **Elaboração de plano de manutenção predial preventiva de edificação industrial segundo a NBR 5674/2012**. 2017.

BORGES, M.G. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

CARASEK, H; CASCUDO, O. **Notas de aula da disciplina de patologia das construções para a turma de engenharia civil**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2013.

CARMONA, T. G. **Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas de concreto sujeitas à carbonatação**. 2004. Dissertação (Mestrado em engenharia)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASCUDO, O. **Inspeção e diagnóstico de estrutura de concreto com problemas de corrosão da armadura**.1997

CAIXETA, E.M.M.P; DIAS, R.S. **Jóquei Clube de Goiás: Um olhar sobre uma cidade em desenvolvimento**. Anais do VI Seminário Nacional de Pesquisa em Arte e Cultura Visual, Goiânia, 2013.

CAIXETA, Eliane Maria Moura; FROTA, José Arthur D'Aló. **Brutalismo: fronteiras goianas**. Anais do X Seminário Docomomo Brasil de Arquitetura Moderna e Internacional: conexões brutalista 1955-75. Curitiba, 2013.

CREMONINI, R.A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre: recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Dissertação (Mestrado) – CPGEC / Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 1988.

DREON, V.C.C. **Concreto aparente: gargalos e oportunidades**. UFRGS, Porto Alegre, 2014.

FIGUEREDO, E.P. **Terapia das Construções de Concreto: metodologia de avaliação de sistemas epóxi destinados à injeção de fissuras passivas das estruturas de concreto**. 1989. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

GEYER, A. L. B; BRANDÃO, R. M L. **Patologias nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no estado de Goiás**. Goiânia, 2007.

GONÇALVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-16.6766514,49.2600076,758.58669174a,1007.00026959d,35y,0h,45t,0r/data=ChYaFAoML2cvMXltdjFiMGd0GAIgASgCKAI>> Acesso em: 22 de outubro de 2019.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Biblioteca**. Acervo fotográfico. Disponível em < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=442701>> Acesso em 20 de Outubro de 2019.

LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a Identificação dos Principais Fatores e Mecanismos de Degradação em Edificações do Patrimônio Cultural de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2003.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. **Boletim técnico**: São Paulo: Escola Politécnica da USP. Universidade de São Paulo, 1986.

MARTINS, William Silva. **Procedimento Para Inspeção e Diagnóstico de Patologias Provenientes de Umidade em Edificações: Estudo de Caso No Instituto Federal De Goiás – Câmpus Goiânia**. Instituto Federal de Goiás, 2019.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008.

NAHAS, M. D. B; CAIXETA, E.M.M.P. **Jóquei Clube de Goiás: Documentação e história em busca do resgate memorial**. Universidade Federal de Goiás, 2011.

PERES, R. M. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico – Um estudo de caso**. 2001. Tese (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

POSSAN, E. **Moldagem da Carbonatação e Previsão de Vida Útil de Estruturas de Concreto em Ambiente Urbano**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em : <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28923/000773564.pdf?sequence=1>>. Acesso outubro de 2019.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista técnico-científica, v. 1, n. 1, 2013.

PFEIL, W. **Concreto Protendido: Introdução**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

ROCHA, R. G.; REAL, M. V.; MOURA, M. W. **Estudo de confiabilidade de vigas de concreto protendido**. Engevista, v. 17, n. 4, p. 573-587, 2015. , Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande, 2015

VERÍSSIMO, G. S.; CÉSAR JUNIOR, K. L. M. **Concreto Protendido: fundamentos básicos**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998

SOUZA. Vicente Custódio e RIPPER. Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

SCHMID, M. R. L. **Concreto protendido: por que protender uma estrutura de concreto?** Revista Concreto & Construções, São Paulo, v. 34, n. 45, p. 33-36, jan./fev./mar. 2007

TINOCO, Jorge Eduardo Lucena. **Mapa de danos: Recomendações básicas**. Centro de estudos avançados da conservação integrada – CECI. Olinda, Pernambuco, 2009, vol. 43. 23p.