

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE GOIÁS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE CASO: PATOLOGIAS EM CONCRETO
ARMADO NO MURO DE CONTENÇÃO EXISTENTE NO
GINÁSIO JK, EM JATAÍ-GO**

GIOVANNA PALLADINO

JATAÍ
2019

GIOVANNA PALLADINO

**ESTUDO DE CASO: PATOLOGIAS EM CONCRETO
ARMADO NO MURO DE CONTENÇÃO EXISTENTE NO
GINÁSIO JK, EM JATAÍ-GO**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior.

JATAÍ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Palladino, Giovanna.

Estudo de caso: Patologias em concreto armado no muro de contenção existente no Ginásio JK em Jataí-GO [manuscrito] / Giovanna Palladino. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2021.

55; il.

Orientador: Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Junior.
Bibliografias.

1. Patologia. 2. Muro de contenção. 3. Estrutura. I. Lopes Junior, Ronan de Oliveira. II. IFG, Câmpus Jataí. III Título.

Folha de Aprovação

Giovanna Palladino

**Estudo de caso: patologias em concreto armado no muro de contenção
existente no ginásio JK, em Jataí-GO**

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

**Monografia defendida e aprovada, em 06 de fevereiro de 2021, pela banca
examinadora constituída pelos seguintes membros:**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior

Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Clarissa dos Santos Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng. Civil Laurentino Borges Muniz

Membro

L.B.M. engenharia - EIRELI

Jataí – GO

2021

Documento assinado eletronicamente por:

- Laurentino Borges Muniz, LAURENTINO BORGES MUNIZ - 2122 - ENGENHEIROS EM COMPUTAÇÃO - LBM ENGENHARIA EIRELI - ME (30583046000141), em 15/02/2021 16:13:43.
- Giovanna Palladino, GIOVANNA PALLADINO - ESTUDANTE - IFG - CAMPUS JATAÍ (19870883090306), em 15/02/2021 15:50:44.
- Clarissa Vitoria Borges dos Santos, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 11/02/2021 17:00:31.
- Renan de Oliveira Lopes Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/02/2021 16:44:19.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 01/02/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 127477

Código de Autenticação: ab33fb64e



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua Maria Vieira Cunha, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3605-0837 (ramal: 837)



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO

**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/Tecnológico - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Giovanna Palladino

Matrícula: 20151020260202

Título do Trabalho: Estudo de caso: Patologias em concreto armado no muro de contenção existente no Ginásio JK, em Jataí-GO.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ 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:

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

Jataí, 04 / 03 / 2021.

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

Giovanna Palladino

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus e Nossa Senhora das Graças, pela força e perseverança nessa caminhada, conduzindo tudo para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus pais, Antonio e Viviane, pelo amor, incentivo e apoio que sempre me deram, por serem minha motivação diária, estejam ao meu lado e sempre acreditem em mim, sem eles isso não seria possível.

A minha irmã, Nicolly, por ser minha melhor amiga, minha companheira, quem me ajuda e inspira em todos os momentos da vida.

A todos os meus familiares, que mesmo distantes, sempre me motivaram e apoiaram.

Aos meus amigos, Alinne, Cleomar, Eduarda, Enaldo, Laura, Matheus e Paula por estarem comigo em todos os momentos, sejam de alegria ou tristeza, por todo incentivo e apoio, enfim, por compartilharem a vida comigo.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Ronan Lopes, pela disponibilidade de tempo e material, empenho, sabedoria e experiência que muito me auxiliou para a conclusão deste trabalho.

Aos meus chefes e engenheiros, Isidro e Dioclecio, que são exemplos de profissionais e que durante esses anos de trabalho juntos, me ensinaram e mostraram o que é a engenharia na prática, auxiliando sempre em minha formação.

Aos engenheiros, Andrea, Bhrunna, Bruno, Diego, Karoll e Laurentino, que sempre me ensinaram, incentivaram e ajudaram, contribuindo assim para o meu crescimento.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, muito obrigada.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar as manifestações patológicas encontradas no muro de contenção do Ginásio de Esportes Juscelino Kubitschek, situado na cidade de Jataí, Goiás. Através de um estudo de caso, identificar e catalogar os problemas patológicos para, com base nas bibliografias consultadas e estudadas, diagnosticar as possíveis origens e causas, e consequentemente, sugerir soluções de correção para tais deteriorações. Primeiramente, visa à discussão e apresentação das prováveis causas, origens e natureza dos defeitos encontrados na estrutura em estudo, procurando identificá-las e catalogá-las, tendo como referência toda bibliografia estudada, visita ao local e inspeção técnica visual. Em seguida, apresenta-se as manifestações patológicas do muro de contenção para correto diagnóstico dos problemas, assim como, suas principais origens e causas. Por fim, tem-se o prognóstico, ou seja, sugere-se uma forma de reabilitação, garantindo reparo, reforço e maior tempo de vida útil para a utilização da estrutura.

Palavras-chave: Patologia. Muro de contenção. Estrutura.

ABSTRACT

This work aims to analyze the pathological manifestations found in the retaining wall of the Juscelino Kubitschek Sports Gym, located in the city of Jataí, Goiás. Through a case study, identify and catalog the pathological problems for, based on the consulted bibliographies and studied, diagnose the possible origins and causes, and consequently, suggest correction solutions for such deteriorations. First, it aims at discussing and presenting the probable causes, origins and nature of the defects found in the structure under study, seeking to identify and catalog them, having as reference all studied bibliography, site visit and visual technical inspection. Then, the pathological manifestations of the retaining wall are presented for the correct diagnosis of the problems, as well as their main origins and causes. Finally, there is the prognosis, that is, a form of rehabilitation is suggested, guaranteeing repair, reinforcement and a longer useful life for the use of the structure.

Keywords: Pathology. Retaining wall. Structure.

LISTA DE FIGURAS

1.1 Problemas patológicos.....	07
2.1 Manifestações patológicas em estruturas de concreto.....	11
2.2 Origem dos problemas patológicos.....	12
2.3 Origens principais dos problemas patológicos.....	12
2.4 Causas físicas de deterioração do concreto.....	14
2.5 Agentes químicos de deterioração do concreto	15
2.6 Desempenho ao longo do tempo	16
2.7 Lei da evolução de custo, Lei de Sitter.....	17
2.8 Tipos de manutenção.....	18
2.9 Estabilidade dos muros de arrimo.....	19
3.1 Planta baixa - subsolo.....	21
3.2 Planta baixa - térreo.....	22
3.3 Vista da fachada do Ginásio de Esportes JK.....	23
3.4 Localização do muro de contenção em corte.....	23
3.5 Localização do muro de contenção em planta baixa.....	24
3.6 Vistoria com a Prefeitura Municipal de Jataí.....	25
3.7 Metodologia de Lichtenstein para resolução dos problemas patológicos.....	26
3.8 Adaptação da metodologia de Lichtenstein para resolução dos problemas patológicos.....	27
4.1 Fissuras horizontais e verticais.....	31
4.2 Desplacamento do reboco.....	32
4.3 Eflorescência.....	33
4.4 Carbonatação e corrosão do aço.....	34
4.5 Corrosão do aço.....	34
4.6 Efeitos da corrosão do aço.....	35
4.7 Escareamento das vigas e pilares.....	36
4.8 Patologias sob o concreto.....	37
4.9 Tratamento anticorrosivo.....	40
4.10 Grampeamento.....	41
4.11 Malha de aço.....	42
4.12 Barras de ferro.....	43

4.13	Aplicação microconcreto.....	44
4.14	Aspersão de água em reparo.....	44

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO.....	7
1.1	Objetivo.....	7
1.1.1	Objetivo Geral.....	7
1.1.2	Objetivos Específicos.....	7
1.2	Estrutura do trabalho.....	8
CAPÍTULO 2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1	Patologias.....	9
2.1.1	Sintomas.....	9
2.1.2	Origem.....	10
2.1.3	Causas.....	12
2.1.3.1	Causas físicas.....	12
2.1.3.2	Causas mecânicas.....	13
2.1.3.3	Causas químicas.....	13
2.2	Desempenho, durabilidade e vida útil das estruturas.....	14
2.3	Manutenção.....	15
2.4	Muros.....	16
2.4.1	Muros de gravidade.....	16
2.4.2	Muros de flexão.....	16
2.4.3	Estabilidade dos muros de arrimo.....	17
2.4.4	Manifestações patológicas.....	17
CAPÍTULO 3	METODOLOGIA.....	19
3.1	Descrição do objeto de estudo.....	19
3.2	Contextualização.....	23
3.3	Método de pesquisa.....	23
CAPÍTULO 4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	26
4.1	Vistoria e Anamnese.....	26
4.2	Identificação e diagnóstico das patologias.....	26
4.2.1	Fissuras.....	26
4.2.2	Deslocamento.....	27
4.2.3	Eflorescência.....	28
4.2.4	Carbonatação e corrosão.....	29
4.3	Diagnóstico: Origens e causas.....	31

4.4	Prognóstico.....	31
4.4.1	Preparo e limpeza.....	26
4.4.2	Impermeabilização e ponte de aderência.....	27
4.4.3	Ancoragem e revestimento.....	28
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO.....		32
REFERÊNCIAS.....		34

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

É notório que a construção civil tem experimentado grandes avanços tecnológicos, ganhos em produtividade; porém, isso também tem contribuído para que as falhas ocorram com maior frequência, uma vez que o planejamento da obra e os projetos são mal elaborados, muitas vezes incompatíveis, não há adequada vistoria na execução e os materiais não seguem um parâmetro de qualidade.

Diante disso, as manifestações patológicas têm se apresentado com maior frequência nas edificações e muitas das vezes em um curto período de sua vida útil, bem antes do que poderia ser esperado. Essa é uma grande preocupação, onde as patologias tem diminuído severamente a vida útil das edificações.

Isso é o que podemos observar na figura 1.1, onde Souza e Ripper, apresentaram, utilizando as principais origens patológicas e levando em consideração pesquisas de vários países, como essas falhas se concentram na fase de projeto e execução. Nota-se que independente do país, essas duas fases, projeto e execução, necessitam de maior planejamento, cautela e vistoria.

Figura 1.1 – Problemas patológicos

Causas dos Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto

Fontes de Pesquisa	Causas dos Problemas Patológicos em Estruturas de Concreto			
	Concepção e projeto	Materiais	Execução	Utilização e outras
Edward Grunau	44%	18%	28%	10%
D.E.Allen (Canadá)	55%	⇐ 49% ⇒		
C.S.T.C. (Bélgica)	46%	15%	22%	17%
C.E.B. Boletim 157	50%	⇐ 40% ⇒		10%
FAAP – Verçoza (Brasil)	18%	6%	52%	24%
B.R.E.A.S. (Reino Unido)	58%	12%	35%	11%
Bureau Securitas	⇐ 88% ⇒			12%
E.N.R. (USA)	9%	6%	75%	10%
S.I.A. (Suíça)	46%		44%	10%
Dov Kaminetzky	51%	⇐ 40% ⇒		16%
Jean Blénot (França)	35%		65%	
L.E.M.I.T. (Venezuela)	19%	5%	57%	

Fonte: Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto- Vicente C.M Souza e Thomaz Ripper

Fonte: (SOUZA E RIPPER, 1998)

Dessa forma, não é diferente em estruturas como nosso objeto de estudo. Existem quantidades expressivas de patologias em muros de contenção, e elas se manifestam por

diversas causas. Além disso, uma das dificuldades dessas estruturas é que sofrem interferências naturais, como a umidade do solo.

Devido a isso, é necessário que o profissional tenha conhecimentos suficientes para o planejamento e execução deste elemento; evitando falhas comuns como: erros em relação ao tipo solo, falha e até mesmo inexistência de sistema de drenagem, erros na execução, entre outros.

Neste trabalho será apresentado as manifestações patológicas identificadas no muro de contenção, construído no Ginásio de Esportes Juscelino Kubitschek, localizado na cidade de Jataí, Goiás. Assim como, um provável diagnóstico e prognóstico, tendo então, uma proposta de intervenção, como forma de reparo às patologias encontradas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal verificar e analisar as manifestações patológicas, que afetam diretamente os materiais e a estrutura do muro de contenção existente no Ginásio de Esportes Juscelino Kubitschek localizado na cidade de Jataí, Goiás.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as manifestações patológicas observadas no muro de contenção do caso estudado;
- Conduzir as pesquisas e anamnese do estudo de caso;
- Elaborar o diagnóstico, analisando as prováveis origens e causas das manifestações patológicas observadas no muro de contenção;
- Propor alternativas de intervenção, que sirva de terapia para as manifestações existentes e contribuam para o aumento da vida útil do muro de arrimo.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos principais. O primeiro capítulo introduz e contextualiza o problema abordado, assim como, apresenta os objetivos esperados ao final deste trabalho, juntamente com a estruturação do mesmo.

O segundo capítulo contém a revisão bibliográfica dos assuntos relacionados com a pesquisa, mostrando conceitos importantes para o entendimento do assunto.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para a realização do estudo de caso.

O quarto capítulo aponta as principais manifestações patológicas que ocorreram no muro de contenção em estudo, apresenta o diagnóstico, analisando suas origens e causas mais incidentes, e por fim o prognóstico.

No quinto capítulo apresenta-se a conclusão sobre o trabalho realizado.

CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Patologias

Patologia é a ciência que estuda os problemas construtivos, as manifestações patológicas, que surgem após a execução de determinada edificação. Sendo assim, designamos como patologia o estudo desde o processo que acarretou o problema como também suas possíveis soluções. (BROTO, 2005)

De acordo com Helene (1992) patologia é a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções, sendo assim, a parte que compõe o diagnóstico do problema.

Para Steen (1991) apud Andrade (1997), o valor do estudo da Patologia das Construções está na necessidade de divulgação das manifestações patológicas mais incidentes e também no conhecimento da evolução dos problemas, que quanto antes forem identificados, menor será o custo para reparação, o que será mostrado posteriormente onde se tratará das manutenções.

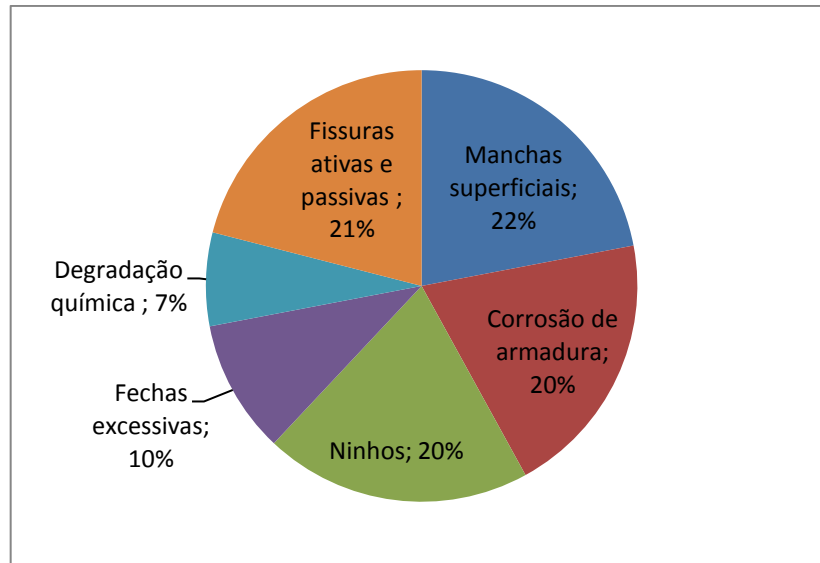
2.1.1 Sintomas

Os sintomas são aqueles que podemos verificar a partir da vistoria, os defeitos aparentes, as manifestações patológicas.

Helene observa:

“Os sintomas mais comuns, de maior incidência nas estruturas de concreto, são as fissuras, as eflorescências, as flechas excessivas, as manchas no concreto aparente, a corrosão de armaduras e os ninhos de concretagem.” HELENE (1992).

Figura 2.1 – Manifestações patológicas em estruturas de concreto.



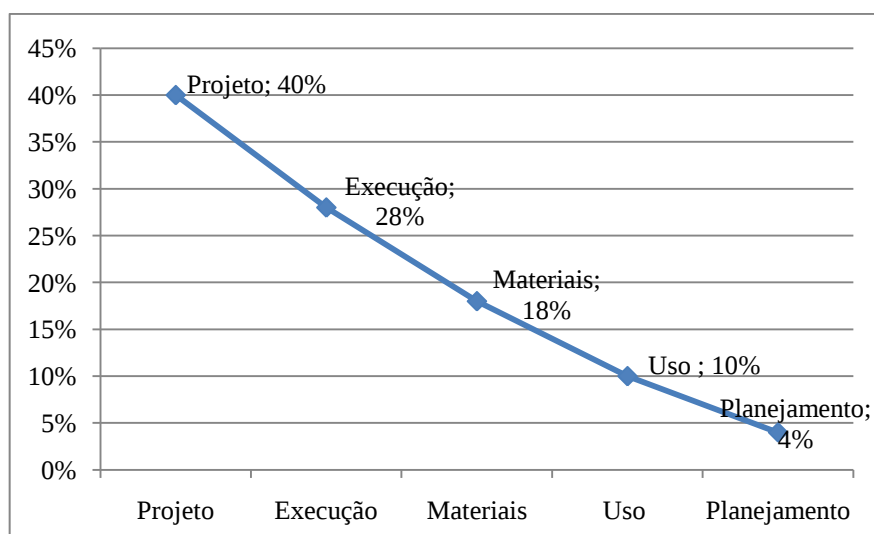
Fonte: Helene, 1992 – Adaptada pelo autor

2.1.2 Origem

Saber a origem da manifestação patológica é parte importante no processo de diagnóstico, prognóstico e formas de intervenção, uma vez que os fenômenos e sintomas possam ser os mesmos, sempre há uma terapia mais adequada dependendo da origem. Desta forma, também poderemos identificar em qual fase se originou o problema, fase de projeto, execução, qualidade do material, mão de obra ou uso. (HELENE, 1992)

Na figura 2.2, temos como maior origem dos problemas patológicos a fase de projetos (40%), então temos a execução (28%), materiais utilizados (18%), o uso (10%) e planejamento (4%).

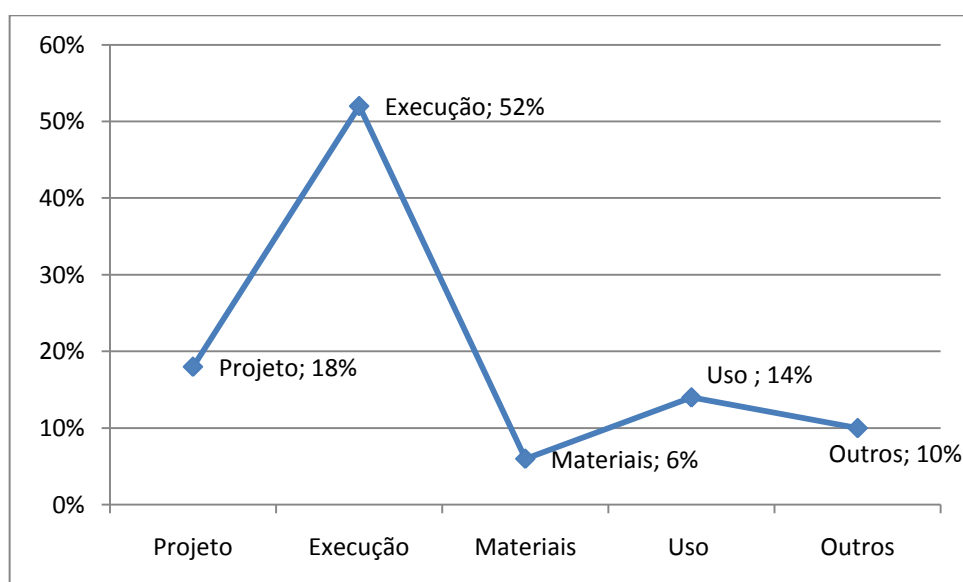
Figura 2.2 – Origem dos problemas patológicos.



Fonte: (GRUNAU, 1981 APUD HELENE, 1992) – Adaptada pelo autor

Já para Carmona & Marega (1988) apud Verçozza (1991), a maior parte das patologias tem origem na fase da execução, chegando a ser responsável por mais da metade das origens patológicas, conforme figura 2.3. Após a execução (52%), temos a fase de projeto (18%), o uso e muitas vezes sua forma inadequada (14%), outras origens (10%) e por fim, os materiais empregados (6%).

Figura 2.3 – Origens principais dos problemas patológicos.



Fonte: (CARMONA & MAREGA, 1988 APUD VERÇOZA, 1991) – Adaptada pelo autor

Nas duas figuras pode-se observar que independente da pesquisa, a maior incidência de origem das patologias estão nas fases de projeto e execução. Por esse motivo, são fases de

grande importância e que precisam de atenção especial, tanto no momento da concepção quanto no acompanhamento.

2.1.3 Causas

Para Andrade & Silva (2005) a causa está ligada com fatores que, direta ou indiretamente, possam contribuir com o surgimento da patologia, como as solicitações mecânicas, condições de exposição, característica dos materiais, espessura do revestimento, entre outros.

Helene (1992) aponta que as causas podem ser advindas de diversos agentes causadores, dentre eles, as cargas, variação da umidade, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos, entre outros.

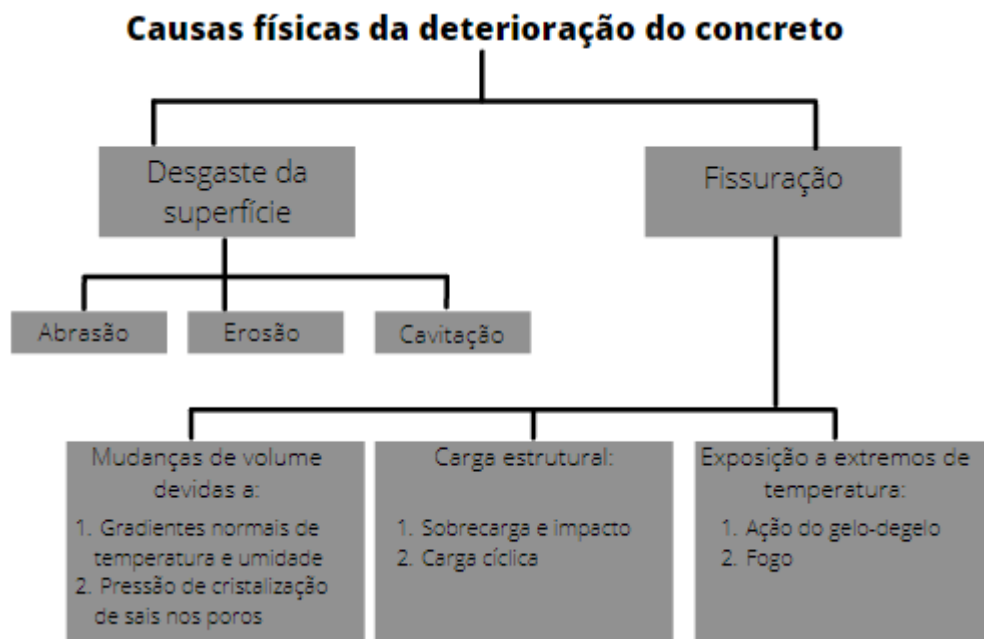
Broto (2005) divide as causas em: físicas, mecânicas e químicas.

2.1.3.1 Causas físicas

Conforme Broto (2005), os problemas patológicos originados de fenômenos físicos, geadas, condensação, altas temperaturas, entre outros, geram causas mais comuns como umidade, erosão e sujeiras.

Na figura 2.4 podemos observar algumas das causas físicas da deterioração do concreto segundo Metha e Monteiro (1994).

Figura 2.4 – Causas físicas de deterioração do concreto.



Fonte: METHA; MONTEIRO, 1994, p. 128 – Adaptada pelo autor

2.1.3.2 Causas mecânicas

As causas mecânicas são, de acordo com Broto (2005), provocadas por movimentos, desgastes, abertura de materiais ou elementos construtivos; e são divididas em cinco tipos: deformações, rachaduras, fissuras, destacamento e erosões mecânicas.

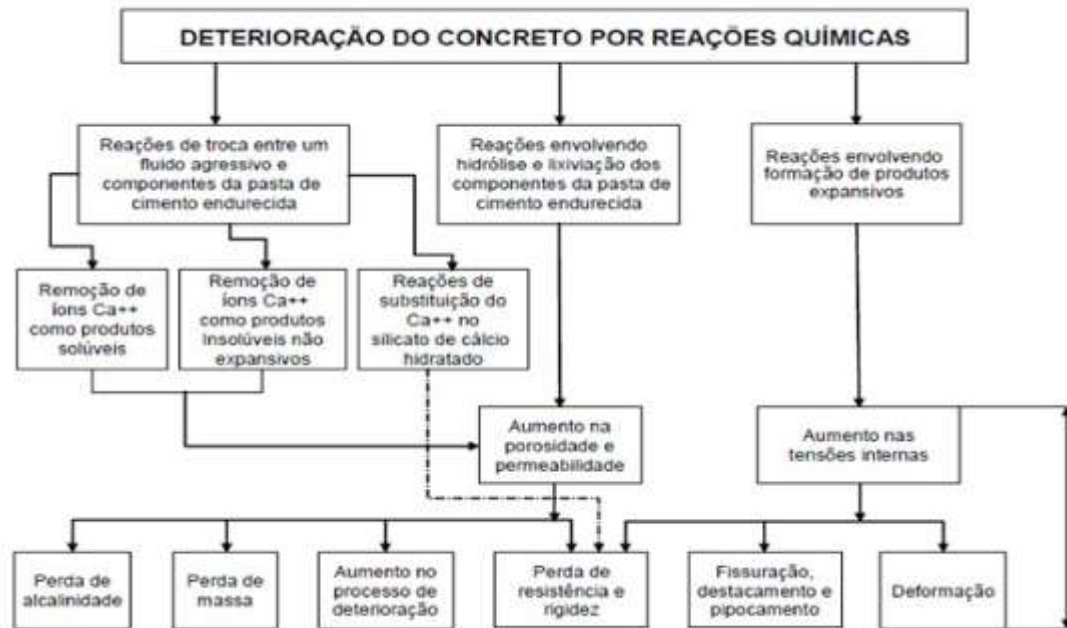
Souza e Ripper (1998) destacam ainda que as causas mecânicas podem ser provocadas por acidentes de veículos, recalque de fundações e ações imprevisíveis, como incêndios, inundações, choques na estrutura, sismos, esforços causados pelo vento, entre outros.

2.1.3.3 Causas químicas

As causas químicas geralmente estão divididas em quatro grupos de danificação, são elas: eflorescências, oxidação e corrosão, organismos animais e vegetais, e erosões. Na maioria das vezes se dão pela presença de sais, ácidos ou álcalis, causando decomposição ou redução da durabilidade dos materiais. (Broto 2005)

De acordo com Souza e Ripper (1998) as causas químicas são as mais comuns em danificação das estruturas e podem se dar de forma intrínseca e extrínseca. Vários fatores contribuem para seu aparecimento, como ar e gases, águas agressivas, reação com ácidos e sais e reação com sulfatos.

Figura 2.5 – Agentes químicos de deterioração do concreto.

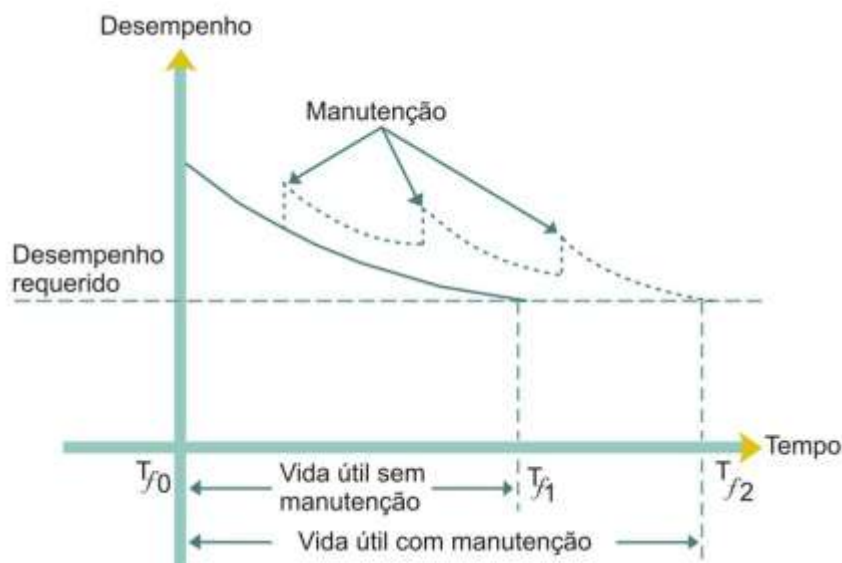


Fonte: METHA; MONTEIRO, 1994, p. 150

2.2 Desempenho, durabilidade e vida útil das estruturas

Segundo a ABNT NBR 15575:2013, desempenho é o comportamento que uma edificação e seus sistemas apresentam durante sua etapa de uso, estando ligada com a manutenção realizada na edificação, atuando diretamente na sua vida útil. Desta forma, compreende-se que é possível prolongar o tempo de vida útil da edificação para que ela continue desempenhando suas funções requeridas, assim, a cada manutenção tem-se uma elevação no desempenho prolongando a vida útil, conforme figura 2.6.

Figura 2.6 – Desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT NBR 15575, 2013.

Em frente a necessidade de manutenções periódicas, temos a ABNT NBR 5674:2012 para garanti-las e para que sejam feitas por profissionais capacitados, sendo realizadas conforme a mesma, para “conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes para atender às necessidades e segurança dos usuários”

Andrade (2005) destaca ainda o fato de muitas estruturas não completarem 20 anos de uso satisfatório, necessitando de manutenções corretivas que amenizem os danos já aparentes.

A durabilidade de uma estrutura está mais relacionada a qualidade dos materiais utilizados e do meio à qual está inserida, já sua vida útil está ligada ao desempenho que a estrutura terá de acordo com o meio ambiente.

De acordo com Silva (1998), é essencial o conhecimento da natureza e da distribuição de poros do material para avaliar a durabilidade das estruturas de concreto armado, tanto pelas substâncias do interior do concreto quanto pelas condições ambientais que definem o grau de agressividade a que estas estruturas estão expostas.

Conforme a ISO 13823 (2008), durabilidade é a capacidade da estrutura ou seus componentes, satisfazerem, com devida manutenção, os requisitos de desempenho do projeto, durante período específico de tempo sob influência das ações ambientais, ou com o processo de envelhecimento natural.

Chama-se de vida útil o período entre o término de uma construção e a manifestação de sua primeira patologia. (HELENE, 2001).

2.3 Manutenção

Helene (1997) afirma que, quanto mais cedo corrigidas, mais efetivas, duráveis, baratas e fáceis de executar, serão as correções.

Isso é o que nos mostra a Lei de Sitter, quanto mais tempo se demora em fazer uma intervenção em determinado problema, maior será seu custo, que conforme a Lei, segue uma progressão geométrica de razão 5, conforme figura 2.7.

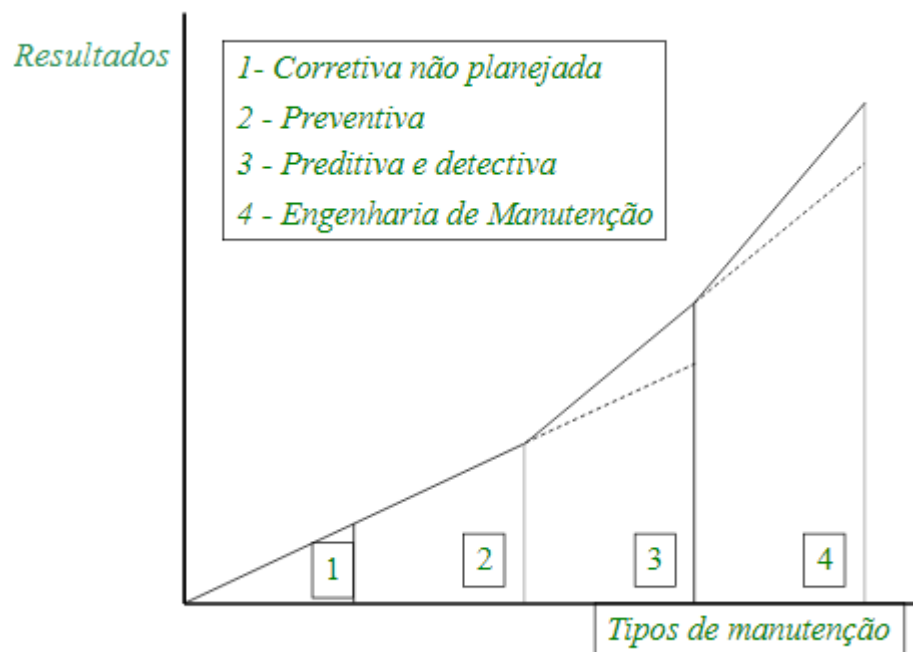
Figura 2.7 – Lei da evolução de custo, Lei de Sitter.



Fonte: SITTER, 1984 apud HELENE, 1997.

As manutenções podem ser divididas em quatro tipos, sendo elas, manutenção corretiva, para recuperação de danos; manutenção preventiva, garantindo o desempenho das estruturas; preditiva ou detectiva, que conduz o desempenho da estrutura por meio de instrumentação; e a engenharia de manutenção, garantindo o desempenho e vida útil de forma mais eficiente e com menos falhas. (PACHECO E TUTIKIAN, 2013)

Figura 2.8 – Tipos de manutenção



Fonte: Kardec e Nascif, 2001

2.4 Muros

Segundo Gerscovich (2010), muros são estruturas corridas de contenção de parede vertical, apoiadas em uma fundação rasa ou profunda, que podem ser construídos em alvenaria, concreto ou elementos especiais. Os muros de arrimo podem ser de gravidade ou flexão.

2.4.1 Muros de gravidade

Entende-se os muros de gravidade as estruturas que resistem aos empuxos horizontais utilizando o peso próprio. Podendo ser construídos de pedra, concreto, gabiões ou pneus usados. (Gerscovich, 2010)

2.4.2 Muros de flexão

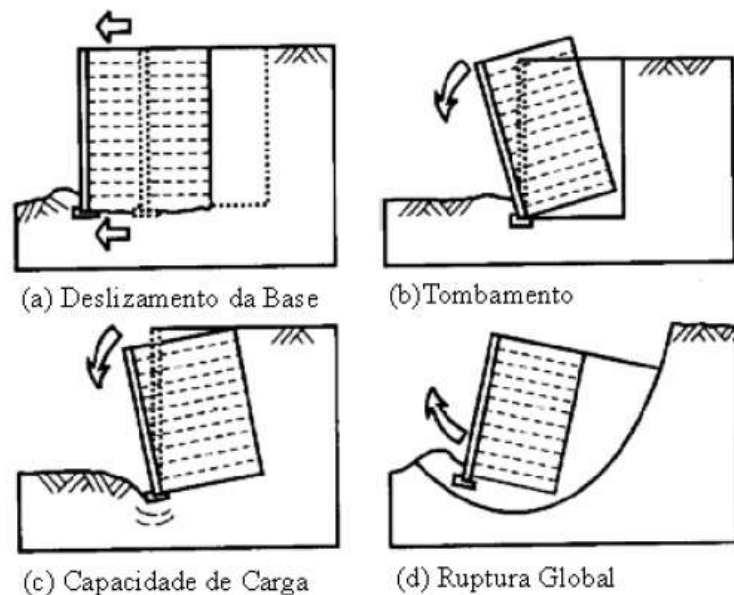
Os muros de flexão são estruturas que resistem aos empuxos por flexão, sendo a estrutura de contenção um conjunto do peso próprio com a base em forma de “L”. Geralmente

construídos de concreto armado e para alturas maiores que, 5 e 7m, podem ser necessárias vigas de enrijecimento. (Gerscovich, 2010)

2.4.3 Estabilidade dos muros de arrimo

Independentemente do tipo de muro de arrimo, altura ou seção, é de suma importância a verificação da estabilidade do mesmo. Condições para verificação conforme figura 2.9.

Figura 2.9 – Estabilidade dos muros de arrimo



Fonte: Gerscovich, 2010, p. 19

Desta maneira, de acordo com Broto (2005), os muros precisam cumprir essas condições para garantir devida estabilidade, devendo ser comprovadas tanto na etapa de projeto, quanto na etapa de cálculo e dimensionamento.

2.4.4 Manifestações patológicas

As manifestações patológicas dos muros de arrimo podem ser causadas por diversos fatores e se apresentar de diferentes formas, que para Broto (2005) são elementos construtivos

que mais sofrem com problemas, onde na maioria das vezes são: tombamento, deslizamento, colapso, deformações, fissuras e rachaduras, e degradação de material devido ao meio.

Geralmente as causas dessas manifestações patológicas, de acordo com Broto (2005) são:

- Deslizamento e desmoronamento do terreno;
- Falta de sistema de drenagem;
- Empuxo do solo saturado;
- Degradação dos materiais;
- Erros no projeto e/ou execução.

Os parâmetros que definem os empuxos ativos são a densidade, ângulo de fricção e a coesão do solo. O valor de coesão varia dependendo da umidade. Em solos úmidos ou alagados, deve-se considerar essa força da água.

Para evitar esse empuxo, que em muitos casos provoca o colapso dos sistemas de contenção, é necessário que se realize a correta impermeabilização e sistema de drenagem.

Além disso, a presença de água no fundo da parede pode causar umidade no interior, fazendo com que se reduza a qualidade dos materiais e conseqüentemente a durabilidade do sistema de contenção. Muitas vezes ocorre de não ser detectado o lençol freático no auge do sistema de contenção, dessa forma, ele se eleva a um nível superior ao previsto nos cálculos. (Broto, 2005)

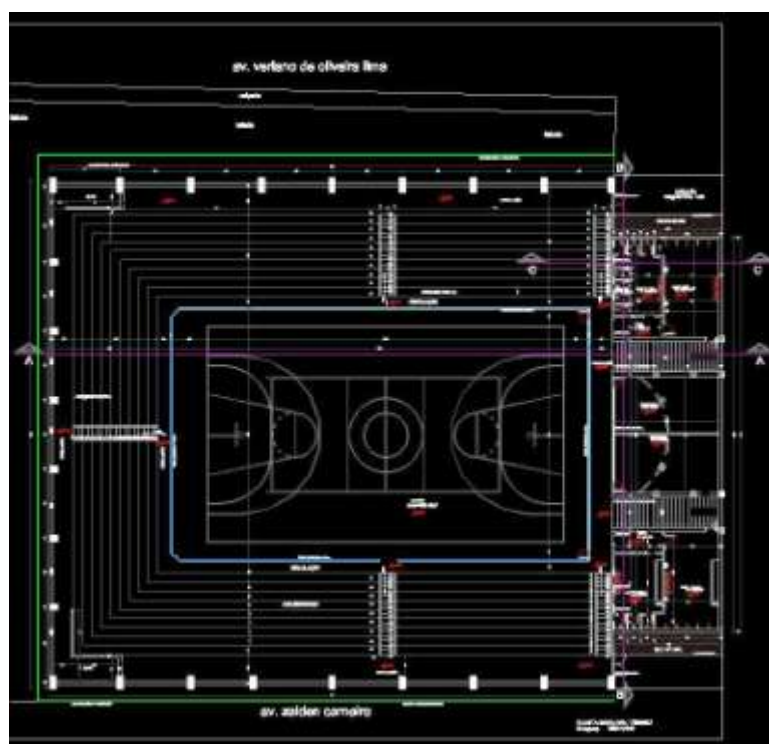
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

3.1 Descrição do objeto de estudo

A construção escolhida para ser objeto deste estudo de caso trata-se do Ginásio de Esportes Juscelino Kubitschek, conhecido popularmente por Tatução, que está situado na Avenida Veriano de Oliveira Lima esquina com a Avenida Goiás, nº 1921, Setor Dom Benedito, no município de Jataí, Goiás. Sua construção teve início no dia 01/09/1978 e término dia 04/11/1978, um período de apenas 2 meses e 3 dias, completando este ano 42 anos desde sua inauguração.

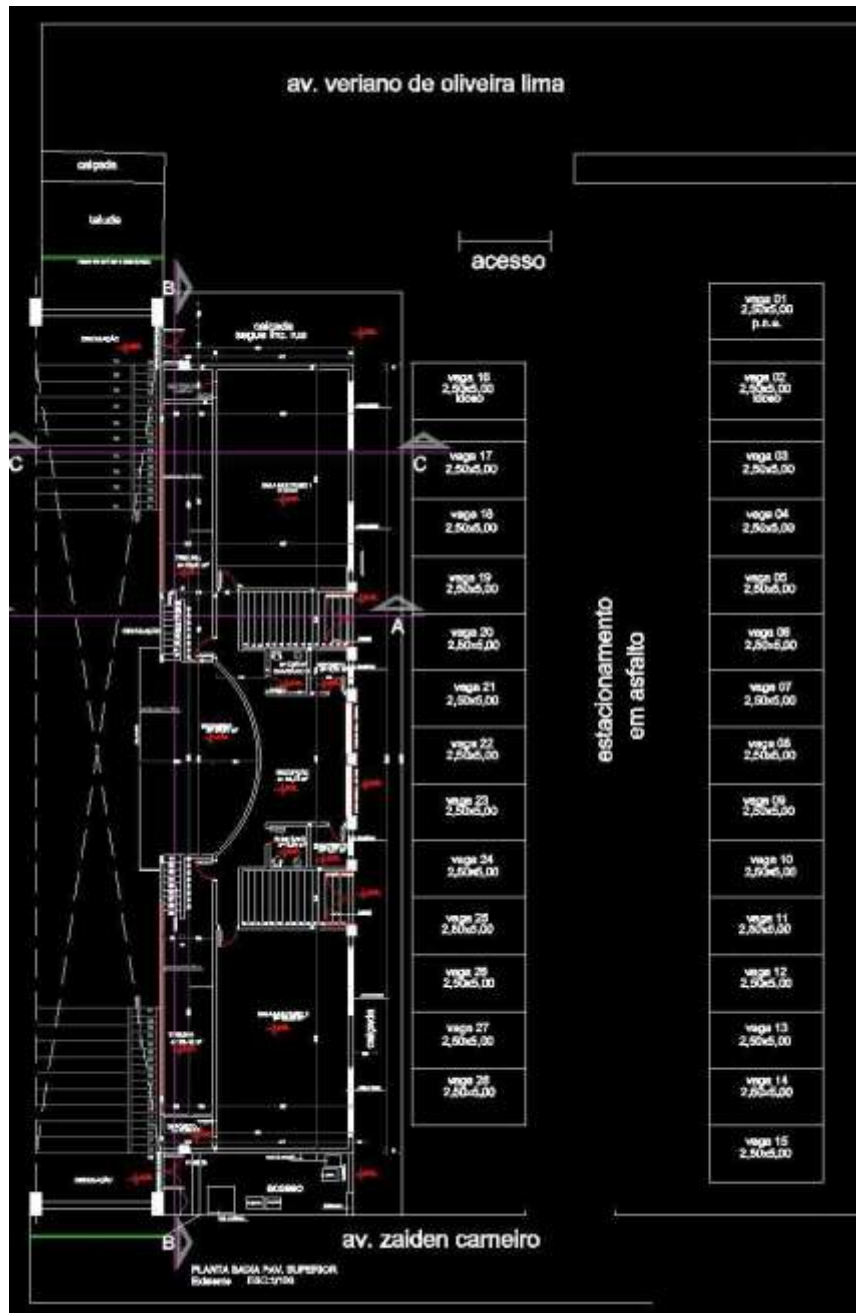
O ginásio apresenta uma área construída de 2.422,74 m² contando com uma quadra poliesportiva coberta, arquibancada, banheiros feminino e masculino e salas que servem atualmente para aulas de judô e jogos. Podemos visualizar as plantas baixas dos pavimentos, subsolo e térreo, nas figuras 3.1 e 3.2, respectivamente, e uma vista da fachada do ginásio na figura 3.3. Ele é comumente utilizado para eventos esportivos e sociais do município, recebendo um grande número de público durante a realização dos mesmos; sendo considerado assim, uma importante obra para a cidade.

Figura 3.1 – Planta baixa - subsolo



Fonte: Prefeitura, 2019.

Figura 3.2 – Planta baixa - térreo



Fonte: Prefeitura, 2019.

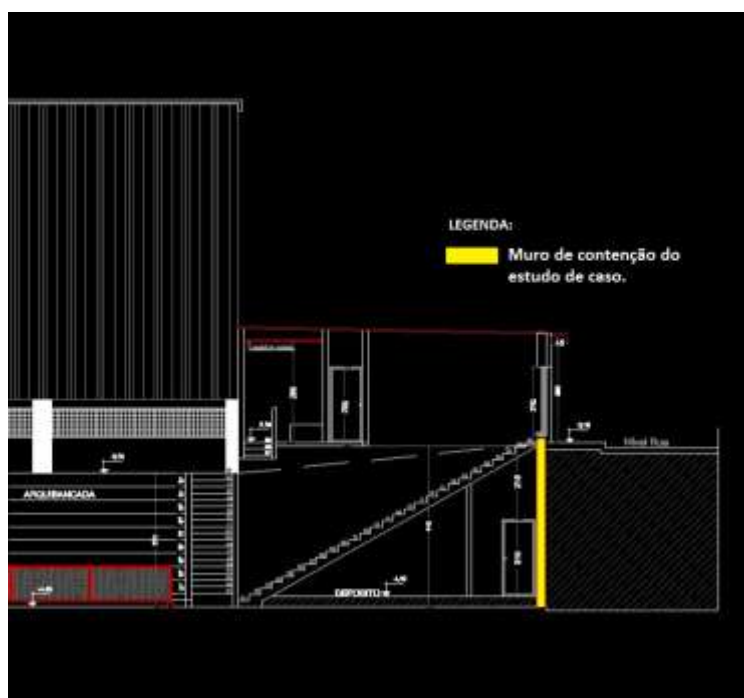
Figura 3.3 – Vista da fachada do Ginásio de Esportes JK.



Fonte: Autor, 2020.

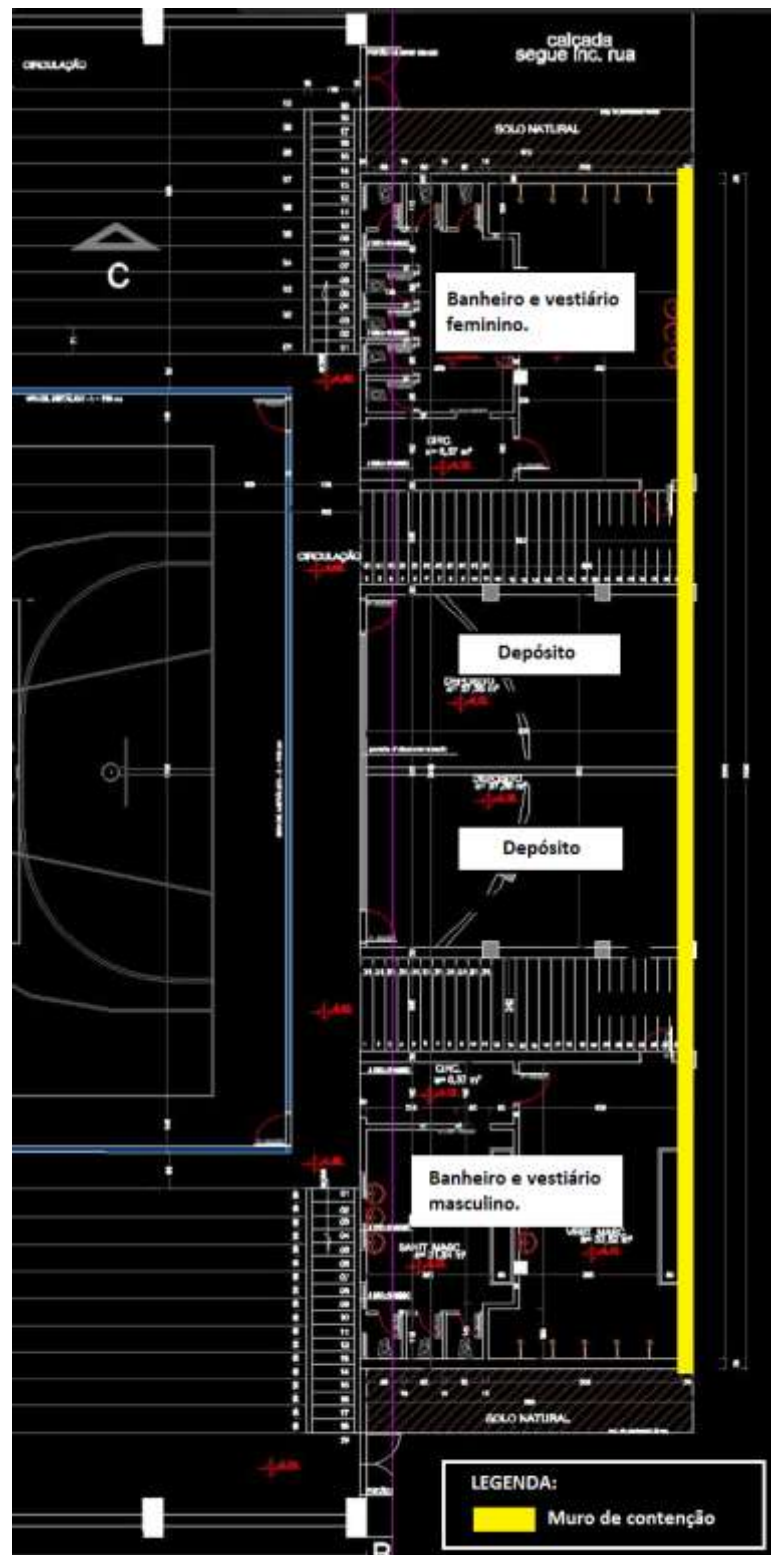
Como pode-se observar, para melhor utilização do terreno, parte do ginásio foi construído no subsolo, fazendo-se necessário a construção de um muro de contenção. Sendo este nosso objeto de estudo, mostrado em corte na figura 3.4. O muro de contenção tem 31,25 metros de extensão e 4,2 metros de altura, um total de 131,25 m² de área, fazendo divisa com os banheiros e vestiários (feminino e masculino) e também duas salas que atualmente servem para depósito, onde podemos verificar sua posição em parte da planta baixa na figura 3.5.

Figura 3.4 - Localização do muro de contenção em corte.



Fonte: Prefeitura (2019) - adaptado pelo autor.

Figura 3.5 - Localização do muro de contenção em planta baixa.



Fonte: Prefeitura (2019) - adaptado pelo autor.

3.2 Contextualização

Atualmente o ginásio passa por uma reforma que teve início dia 02/07/2020 com previsão para término no dia 29/12/2020, mas que provavelmente será prorrogado, contando inicialmente com investimento no valor de R\$ 817.288, 37.

Nesta reforma está previsto a troca de parte da cobertura; reparos nas instalações hidráulicas e elétricas; troca de pisos, revestimentos e forro; revitalização da fachada; adaptação para portadores de necessidades especiais (PNE), como a inclusão de uma arquibancada própria e uma cadeira elevatória para circulação dos mesmos; abertura de portas para saída de emergência nos fundos do ginásio; entre outras benfeitorias.

Porém, verificando que não estava incluso na reforma nenhuma intervenção no muro de contenção, foi apresentada aos fiscais da obra a importância e necessidade de manutenção e reparos na estrutura. Em vistoria, no dia 12/08/2020, mostrada na figura 3.6, entendeu-se a gravidade da situação e foi proposto inclusive a criação de um aditivo para inserir as terapias adequadas após serem diagnosticadas pelo estudo de caso, caso seja possível e viável à municipalidade.

Figura 3.6 - Vistoria com a Prefeitura Municipal de Jataí.

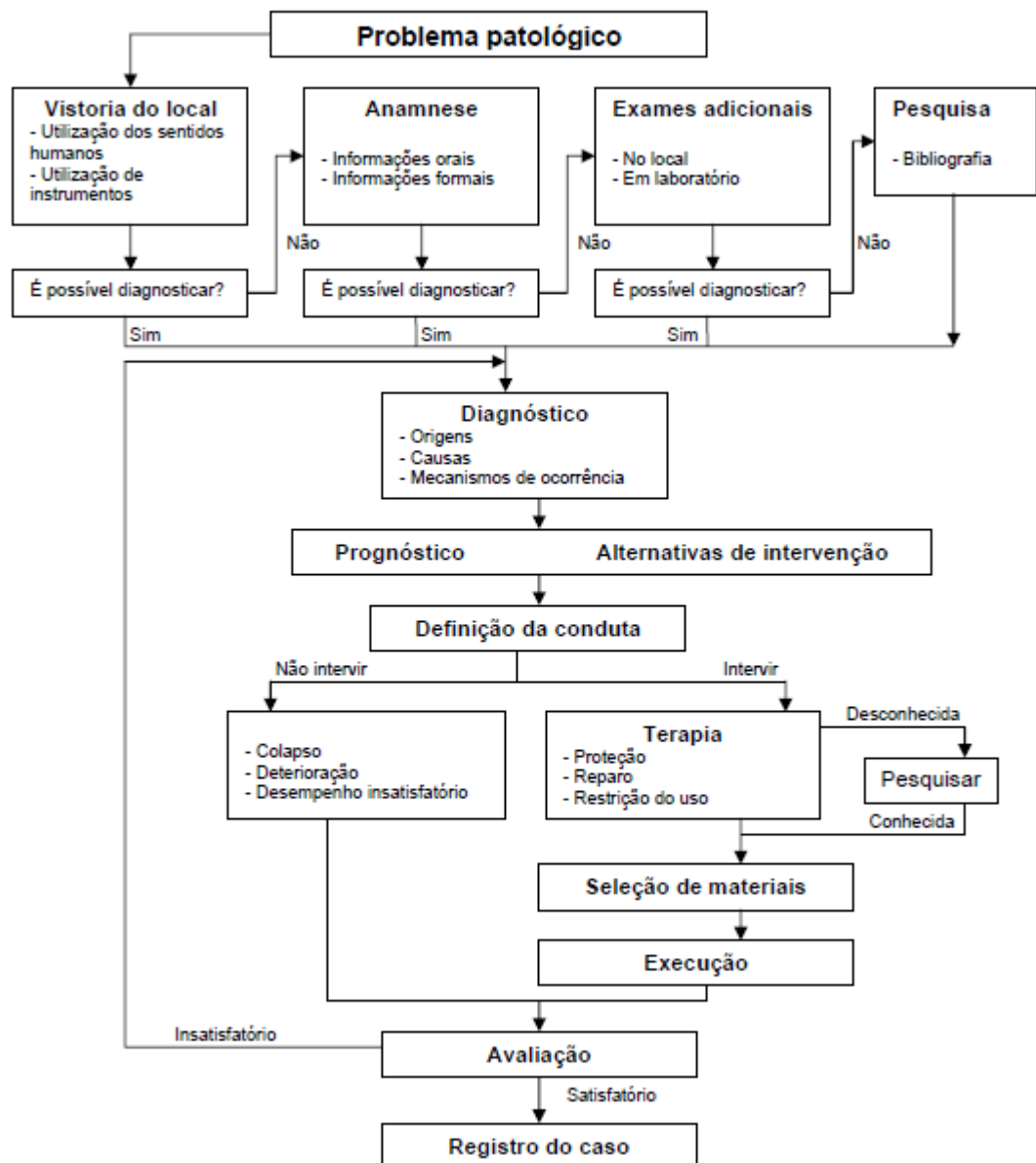


Fonte - Comunicação da Prefeitura Municipal de Jataí (2020)

3.3 Método de pesquisa

Para a realização da pesquisa foi utilizado como estratégia o método estudo de caso, devido a isso, adotou-se como referência para seu desenvolvimento a metodologia de Lichtenstein (1986), demonstrado no fluxograma da Figura 3.7.

Figura 3.7 - Metodologia de Lichtenstein para resolução dos problemas patológicos

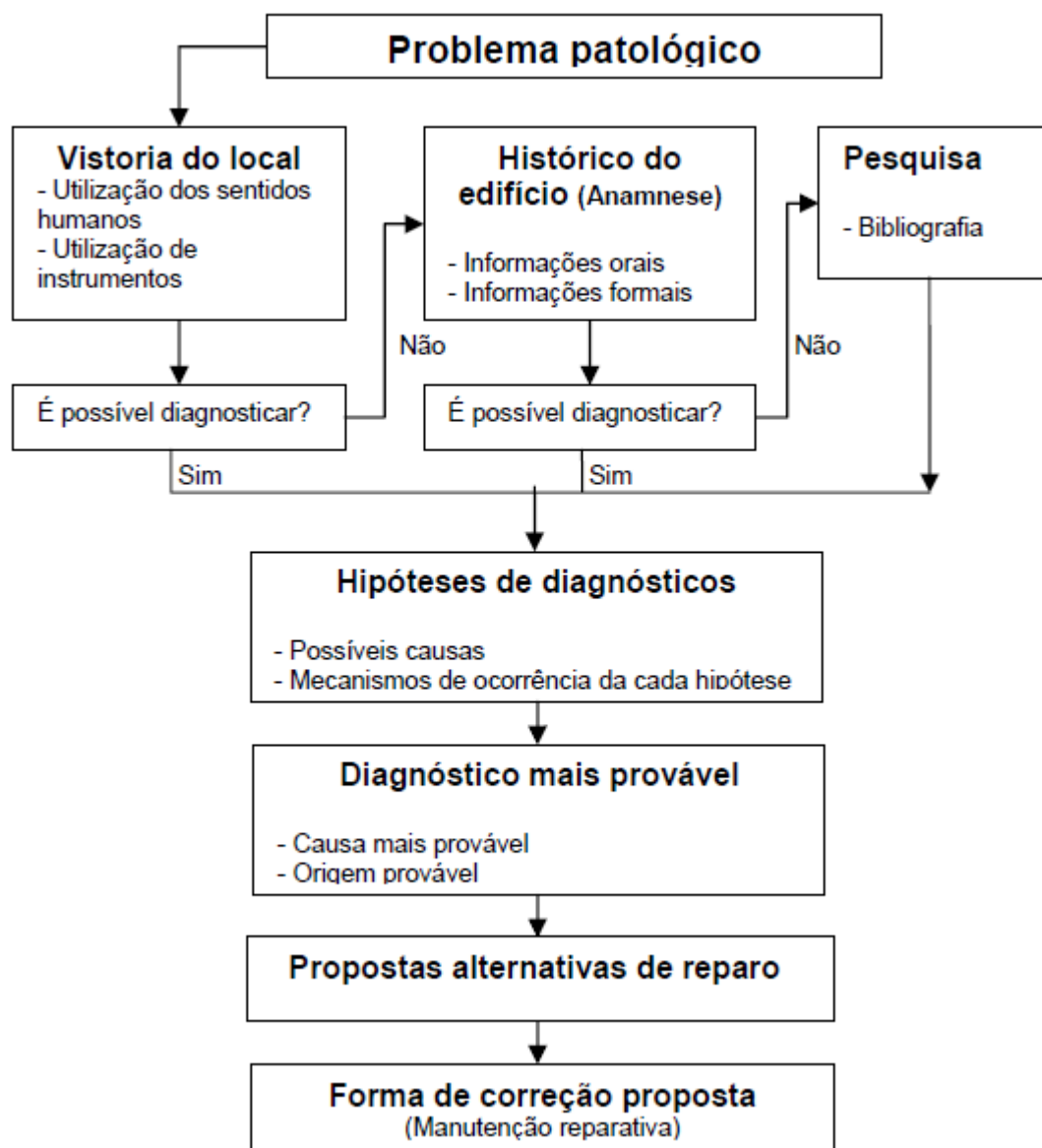


Fonte: Lichtenstein, 1986.

Contudo, para este trabalho, foi adequado a utilização de uma adaptação do método feito por Silva (2007). Conforme afirma o autor, com a adaptação do método de Lichtenstein

(1986) foi possível percorrer um caminho mais curto e simplificado, visto que não foram utilizadas as etapas de exames adicionais devido ao período de excepcionalidade que estamos vivenciando e não haver tempo suficiente para executar e avaliar os resultados das ações reparadoras. Na adaptação de Silva (2007) retirou-se também a etapa de proposta para manutenção dos reparos, devido ao curto prazo para desenvolvimento da pesquisa e também para melhor levantamento, diagnóstico e forma de correção das anomalias. Dado isso, temos o fluxograma da figura 3.8.

Figura 3.8 -Adaptação da metodologia de Lichtenstein para resolução dos problemas patológicos



Fonte: Silva, 2007 - Adaptado pelo autor

O caminho foi iniciado com a vistoria ao local, levantamento do histórico, pesquisa a engenheiros envolvidos com a reforma e obras públicas. Na vistoria verificou-se os efeitos das manifestações patológicas existentes através de inspeção técnica visual e tato. Para desenvolvimento das hipóteses de diagnósticos prováveis foi levado em consideração o histórico do ginásio, sua idade de construção, a existência de reparos ou reforços anteriores.

Com a formulação das hipóteses de diagnósticos, suas causas e origens, considerou-se as possibilidades de alternativas de manutenções reparativas. Dessa forma, respeitando todas as fases, etapas e necessidades do objeto em estudo, pode-se sugerir uma alternativa servindo de reparo e reforço para o mesmo.

CAPÍTULO 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Algumas limitações foram encontradas no desenvolvimento deste trabalho, merecendo destaque as informações incompletas referentes a execução da construção, inexistência de projetos, o período de excepcionalidade, a pandemia do covid-19. Devido a isso, os laboratórios estavam indisponíveis, não podendo ser frequentados, o que fez com que não pudéssemos realizar os exames e ensaios previstos no planejamento inicial do trabalho, dessa forma, sendo repensado e readaptado. Também devido ao covid-19 foi adotado o método de ensino emergencial, então, tendo-se um calendário reduzido, foi-se necessário um novo cronograma de tcc, com um prazo mais curto.

Por se tratar de uma obra pública, o período de eleições e troca de prefeito interferiu em partes do trabalho, principalmente pelo mesmo estar passando por reformas. A obra onde encontra-se o objeto de estudo ficou parada desde o início de Novembro de 2020, e, assim que foi retomada em Janeiro de 2021 foi-se definida a sua paralisação, por período indeterminado, no dia 15 de Janeiro de 2021. Dessa forma, a criação de um aditivo incluindo os reparos necessários no muro de contenção foi adiado, e conseqüentemente, nos impossibilitou o acompanhamento do mesmo.

Sendo assim, de acordo com a programação inicial, a reforma do ginásio terminaria em 29 de Dezembro de 2020, viabilizando a participação e registro da execução do reforço no objeto de estudo, porém, devido às situações adversas citadas anteriormente, essa etapa não pode corroborar com o trabalho.

4.1 Vistoria e Anamnese

Devido à falta de informações sobre a construção e a inexistência de projetos da época, não conseguimos afirmar ao certo quando o muro de contenção começou a apresentar problemas, patologias. Com isso, a parte da vistoria se fez muito importante para o trabalho.

Na vistoria foram analisados os problemas existentes; aqueles que puderam ser identificados através de inspeção técnica visual , sendo que também foram utilizados recursos como: caderno de anotações e máquina fotográfica.

A elaboração das hipóteses para o diagnóstico foi possível, por analogia, devido estudo minucioso das referências bibliográficas, juntamente com a avaliação cuidadosa das manifestações patológicas no muro de contenção. Desta forma, a próxima etapa será a

identificação das origens e causas mais prováveis para o surgimento de cada uma das manifestações patológicas.

4.2 Identificação e diagnóstico das patologias

Após as etapas de vistoria, anamnese e pesquisas, as manifestações patológicas foram identificadas e catalogadas para registro, fazendo assim, parte do diagnóstico.

4.2.1 Fissuras

Podemos observar o aparecimento de fissuras horizontais e verticais no muro de contenção. Para Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo de ocorrência mais comum e que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários, para o fato de que algo de anormal está a acontecer.

Este dano é observado em vários locais da estrutura – muro de contenção; e neste caso, está sendo causado por infiltrações e devido a provável falta de impermeabilização do elemento estrutural em estudo.

Figura 4.1 - Fissuras horizontais e verticais



Fonte: Autor.

4.2.2 Desplacamento

O deslocamento é a queda da massa do reboco e até mesmo do concreto, que ocorre devido a ataques químicos e devido à baixa aderência do revestimento – argamassa – ao concreto. Em todos os pontos onde ocorreram o deslocamento do reboco de forma involuntária, observou-se a expansão da armadura, devido a carbonatação do concreto, oxidação da armadura – que levou à descamação da mesma. Esta descamação causa tensões internas no concreto levando à ruptura superficial do mesmo.

Figura 4.2 - Desplacamento do reboco.



Fonte: Autor.

4.2.3 Eflorescência

A eflorescência se dá devido a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, resultante da água de infiltrações ou intempéries, ela causa alteração no aspecto e coloração da superfície e pode ocorrer de forma agressiva. No muro de contenção ela pode ser observada em praticamente toda área, conforme figura 4.3.

Figura 4.3 - Eflorescência.



Fonte: Autor.

4.2.4 Carbonatação e corrosão

Na carbonatação do concreto ocorre a alteração do pH. Nos poros do concreto encontramos H_2O (água) e $Ca(OH)_2$ (hidróxido de cálcio), quando o CO_2 (dióxido de carbono), encontrado no meio ambiente, entra em contato com o concreto, ele reage com a água formando H_2CO_3 (ácido carbônico) que possui baixo pH. Temos então que o H_2CO_3 reage com o $Ca(OH)_2$, presente no concreto, formando o $CaCO_3 + H_2O$ (carbonato de cálcio), ou seja, o processo de carbonatação, tendo um pH neutro.

Isso implica que, tornando o pH neutro, chegando em níveis de até 9 ou 7, quebramos completamente a camada passivadora do aço, sendo uma das funções do concreto devido sua alta alcalinidade proteger essa camada. Outra forma de proteção da armadura se dá através do recobrimento com o concreto, fazendo com que esse processo de carbonatação demore a afetar o aço.

No caso em estudo será necessário o uso da fenolftaleína para descobrir a que profundidade chegou a carbonatação e se ela já está presente em toda extensão do muro.

Quando a carbonatação atinge a armadura acontece a corrosão do aço, fazendo com que este se expanda e cause a ruptura superficial do concreto (desplacamento), como já ocorrido no muro, conforme figura 4.4. Com a corrosão, além da perda do cobrimento do concreto, temos também a perda de área de seção da armadura, reduzindo sua função de

sustentação na estrutura. Podemos ver nitidamente a perda de área e seção do aço nas figuras 4.5 e 4.6.

Figura 4.4 - Carbonatação e corrosão do aço.



Fonte: Autor.

Figura 4.5 - Corrosão do aço.



Fonte: Autor.

Figura 4.6 - Efeitos da corrosão do aço.



Fonte: Autor.

4.3 Diagnóstico: origens e causas

A etapa de vistoria e inspeção *in loco* fez-se muito importante para a construção do diagnóstico. Após as etapas de pesquisa, anamnese e vistoria, foi feito um escareamento nos locais onde encontram-se as vigas e pilares, conforme figura 4.7.

Figura 4.7 - Escareamento das vigas e pilares.



Fonte: Autor.

Com esse tipo de análise e inspeção, percebe-se que a carbonatação e corrosão estão presentes em toda área do muro, inclusive nos pontos onde ainda não houve deslocamento do concreto. Na figura 4.8 podemos observar o grau em que já se encontra esses dois tipos de patologias, sendo este, um dos locais onde o concreto ainda estava intacto.

Figura 4.8 - Patologias sob o concreto.



Fonte: Autor.

Este foi um agravante para a pesquisa, pois compreende-se que praticamente todo aço da estrutura está comprometido.

O ideal seria a elaboração de um gráfico que demonstrasse a porcentagem da origem das patologias identificadas, porém, como já dito anteriormente, devido à falta de informações sobre a fase de construção do ginásio e a inexistência de projetos, não há como afirmar se determinadas patologias tiveram origem na fase de projeto (patologias congênitas) ou execução (patologias construtivas). Mas depreende-se do apresentado que a maioria das origens se concentram nessas etapas.

Por exemplo, nota-se claramente a falta de drenagem no muro de contenção, o que minimizaria ou ao menos tardaria grande parte das patologias encontradas, este é um erro de planejamento e projeto.

Outro problema encontrado é a inexistência ou a ineficiência da impermeabilização do muro, que tem sua origem na fase de execução. São problemas que não causam apenas manifestações patológicas, mas que influenciam diretamente na estabilidade da estrutura, gerando preocupação com o desempenho e durabilidade da mesma.

Pode-se observar também, que o muro foi construído com alvenaria em tijolo furado, outro fator de influência, não sendo este considerado o método construtivo ideal e indicado para este tipo de estrutura. Uma falha de planejamento e projeto, mas que também poderia ser notada e corrigida na etapa da construção.

As causas estão divididas em físicas, mecânicas e químicas, como umidade, fissuração, corrosão e carbonatação.

Hoje podemos dizer que o muro de contenção encontra-se estabilizado, porém, não pode-se afirmar até quando. Estabilizado pois sua função estrutural, para o qual foi construído, ainda está sendo exercida, mas de fato está comprometida. Foi-se observado em dias chuvosos do nosso município, que o muro encontrava-se úmido em toda sua área, ou seja, ele continua recebendo muita umidade, percebe-se então a necessidade de um reparo não somente como forma de tratamento superficial e estético para as manifestações patológicas, mas também de um reforço para a estrutura e sua vida útil.

4.4 Prognóstico

Baseando-se então nas etapas de anamnese, vistoria e diagnóstico, podemos apontar um possível e efetivo prognóstico para nosso objeto de estudo. Ele se baseará em uma recuperação feita com revestimento do tipo microconcreto fluido em toda área do muro de contenção com uma espessura de 7 cm a 10 cm. Para isso será realizado o preparo e limpeza do substrato e armadura exposta, o grampeamento nas vigas, colocação da malha de ferro e por fim a aplicação do microconcreto.

4.4.1 Preparo e limpeza

De acordo com Helene (1992), a fase do preparo e limpeza do substrato é muito importante dentro do processo, sendo considerado por alguns autores como responsável por 50% ou mais pela eficácia de uma recuperação ou reforço. Assim como, se feitos de maneira inadequada, podem comprometer integralmente os mesmos, independentemente, se executados com materiais e sistemas adequados.

Primeiramente, sugere-se então, realizar a escarificação manual, executada com ponteiro, talhadeira e marreta, feita de fora para dentro. Devido às condições do muro, deve ser feita de forma cautelosa para não comprometer a estrutura, sendo realizada apenas nos locais realmente necessários, onde o material já estiver solto e segregado, para assim atingir o concreto íntegro, obtendo melhores condições de aderência no momento do reforço.

Feito isso, precisamos realizar a limpeza das armaduras que estão expostas, podendo ser feita com lixa-ferro ou escovas de aço. Para o lixamento das barras de aço com a lixa-ferro, o processo deve ser feito em movimentos circulares e de forma enérgica sobre a superfície. O

procedimento para a utilização da escova de aço é a escovação manual da superfície para remoção de produtos da corrosão incrustados na barra. Independente do método empregado, as barras devem ficar limpas de forma que toda carepa de laminação e os resíduos da corrosão sejam removidos.

Deverá ser feito então o lixamento elétrico de toda área do substrato, com um disco de lixa acoplado a lixadeira, através de movimentos circulares, removendo as impurezas na superfície do concreto e também toda eflorescência existente no muro.

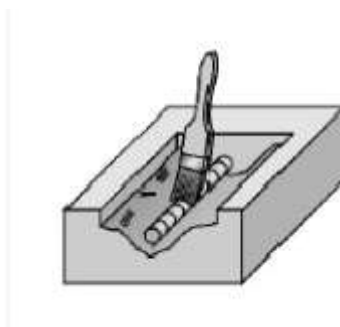
Realizado o preparo das armaduras e substrato, é necessário executar a limpeza de forma correta, garantindo assim a eficiência do reparo. Como foi feito escarificação e utilização de escova de aço, é preciso remover os detritos com jato de ar comprimido, que é a remoção do pó após os procedimentos de preparo. Helene (1992) ressalta a importância de começar sempre o processo pelas cavidades, passando depois para a superfície, evitando desta forma a deposição do pó no interior.

Em seguida, realiza-se o hidrojateamento cuidadoso de toda superfície das armaduras e concreto, porém, como estamos tratando de uma estrutura situada em local fechado e com dificuldade de secagem, não é recomendado proceder com esse tipo de limpeza pois necessitamos de uma superfície completamente seca para boa aderência. Sendo assim, neste caso em específico, essa parte do processo de limpeza será removida, levando em consideração as condições e realidade do nosso objeto de estudo.

4.4.2 Impermeabilização e ponte de aderência

Nas armaduras expostas, deve ser feita a aplicação de um inibidor de corrosão, do tipo ARMATEC ou similar, sendo impreterível e de extrema importância para que impeça, ou ao menos retarde, a transferência da corrosão para o aço do reforço que será executado, sendo aplicado como pintura, com pincel, em demãos, como exemplificado na figura 4.9. Feito isso, aplicar adesivo epóxi na superfície em torno da armadura, que servirá para formação de barreira em relação ao concreto contaminado e também como ponte de aderência.

Figura 4.9 - Tratamento anticorrosivo.



Fonte: Granato, 2002.

Para que as manifestação patológicas não apareçam em um curto período de tempo no revestimento do reparo, é necessário ser feita a impermeabilização da superfície do muro, utilizando argamassa polimérica aplicada com 3 (três) demãos cruzadas. Para isso, será necessário a execução de um chapisco com BIANCO ou similar, proporcionando aderência da argamassa ao substrato.

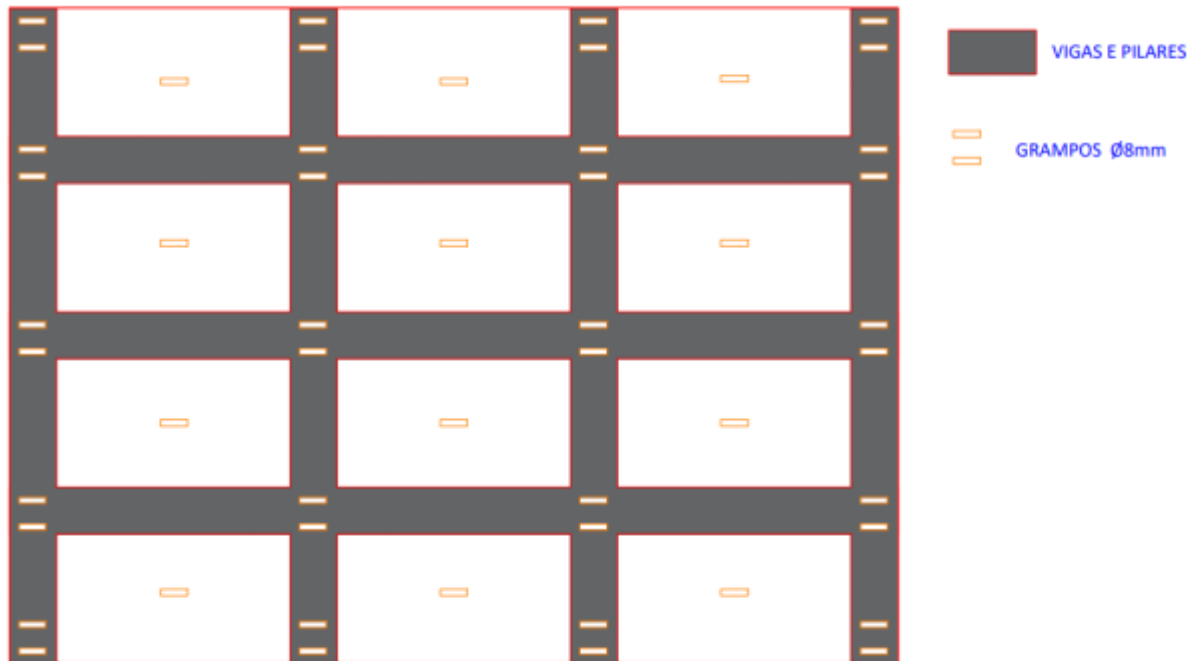
Estando o substrato preparado, limpo e impermeabilizado, recomenda-se a execução de um novo chapisco com BIANCO, este com a finalidade de ponte de aderência para recebimento do microconcreto.

4.4.3 Ancoragem e revestimento

- Ancoragem

A ancoragem será feita através de grampeamento com aço CA-50 8mm nas vigas e pilares existentes no muro de contenção. Dessa forma, será necessário furar os pontos de encontro das vigas e pilares com broca, garantindo no mínimo 4 cm de profundidade, limpar os furos a seco e fixar as barras, do tipo grampos, para a ancoragem com adesivo estrutural, do tipo COMPOUND ADESIVO ou similar. Além disso, colocar um grampo no centro de cada parte da alvenaria, que posteriormente servirá de amarração na malha de aço. O esquema de grampeamento, feito no programa AutoCad, está representado na figura 4.10.

Figura 4.10 - Grampeamento.

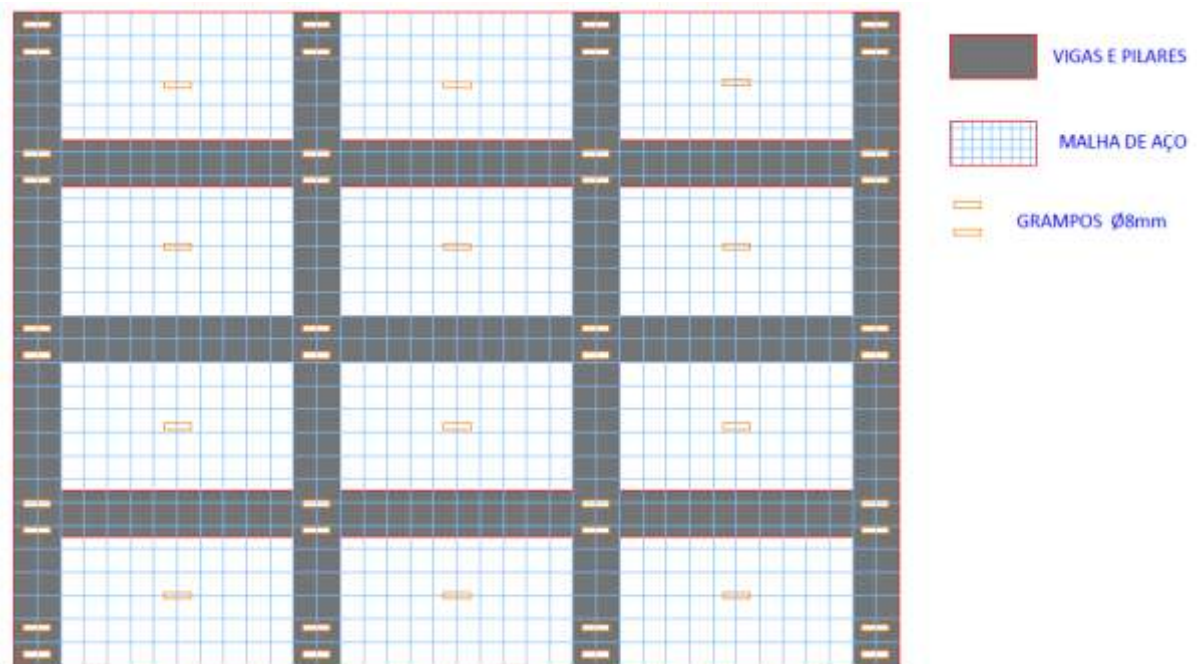


Fonte: Autor.

- Malha de aço

Após a conclusão da etapa de grampeamento, deve-se colocar a malha de aço, do tipo malha POP 4.2mm 15x15. Instalada em toda área do muro e amarrada nos grampos, de forma que ficará como representado na figura 4.11.

Figura 4.11 - Malha de aço.

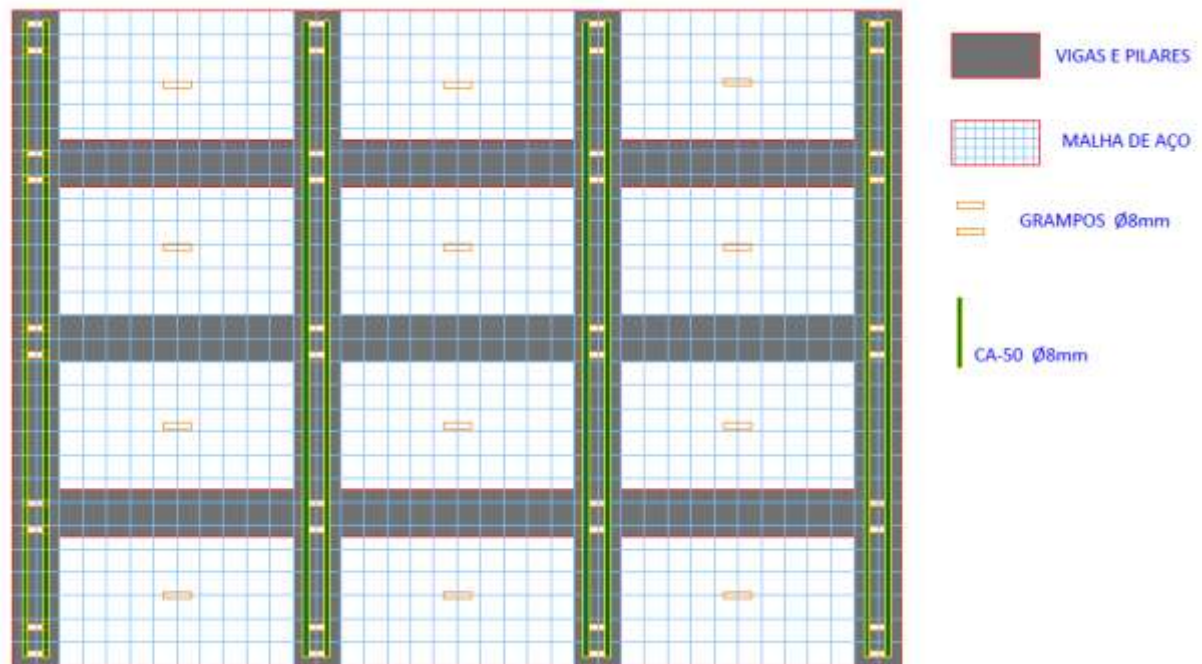


Fonte: Autor.

- Barras de ferro

A próxima etapa será a colocação das barras de ferro CA-50 8mm nos pilares, servindo de reforço para o mesmo. Serão posicionadas duas barras na vertical nos pilares existentes e amarradas aos grampos, conforme figura 4.12, finalizando assim, a parte de ferragens do reforço.

Figura 4.12 - Barras de ferro.



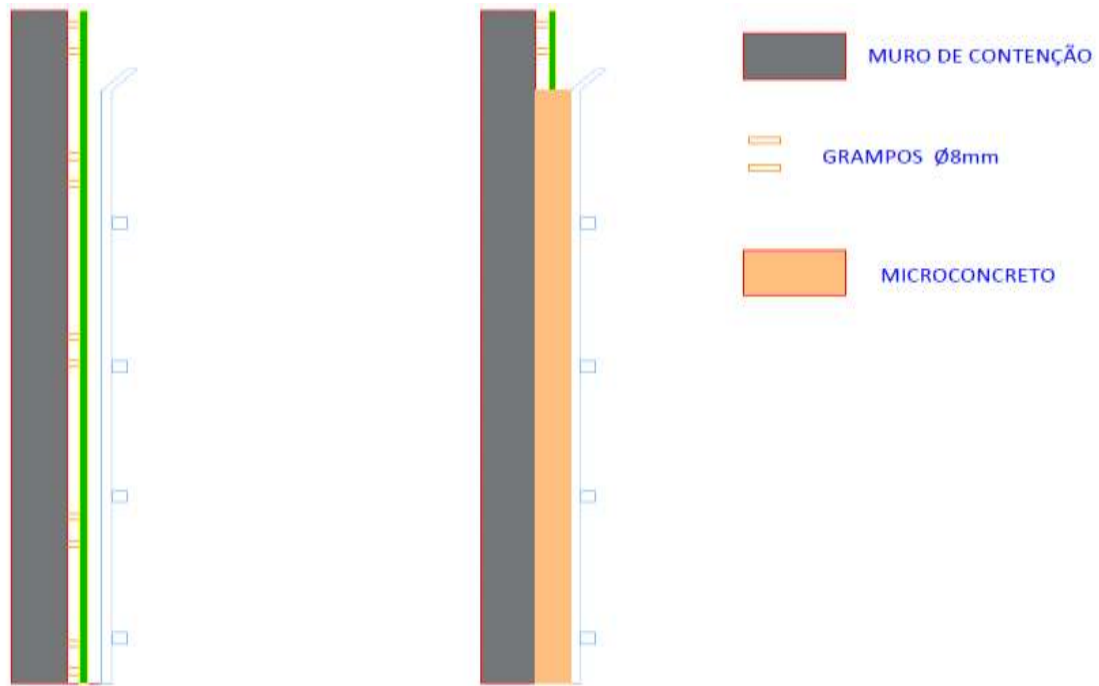
Fonte: Autor.

- Microconcreto

Com a etapa de ferragens concluída, será feita a colocação da forma e aplicação do microconcreto. Para montagem da forma de madeira, será necessário deixar um espaço sobrando na parte superior tornando possível a execução do serviço e aplicação da argamassa de revestimento.

O revestimento escolhido será o microconcreto, do tipo GRAUTE, ou similar, e deverá ter espessura de 7cm a 10cm. Sendo esta, uma argamassa utilizada em reparos estruturais, com base em cimento portland, areia de quartzo e aditivos especiais. Possui alto desempenho, resistência à compressão e também resistência à carbonatação, sendo esta, uma manifestação patológica de grande ocorrência no muro. Na parte superior onde não é possível a instalação de formas, utilizar argamassa do tipo GRAUTE TIXOTRÓPICO, onde seu uso é dispensável, podendo ser aplicado manualmente em superfícies verticais.

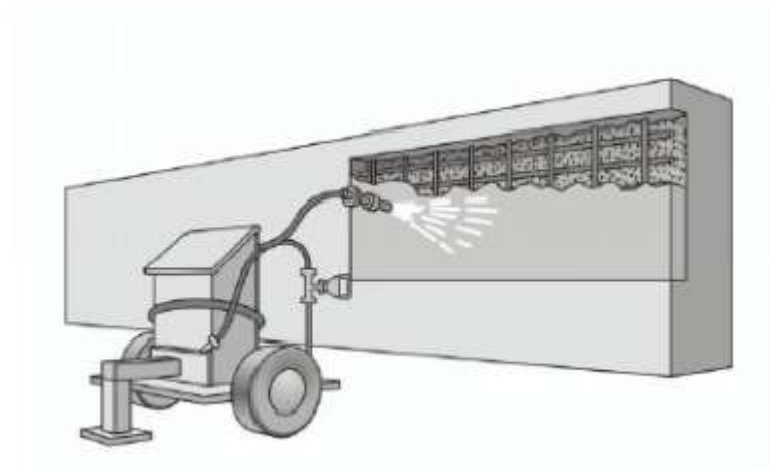
Figura 4.13 - Aplicação microconcreto.



Fonte: Autor.

Após a aplicação da argamassa de reparo, o microconcreto, é necessário efetuar a cura do mesmo. Para isso, deve-se executar conforme exemplo, na figura 4.14, a aspersão de água durante um período de 7 dias, ou cura química.

Figura 4.14 - Aspersão de água em reparo.



Fonte: Granato, 2002.

CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO

O trabalho mostra os resultados obtidos a partir de um levantamento de dados sobre as manifestações patológicas apresentadas no muro de contenção do Ginásio de Esportes Juscelino Kubitschek em Jataí, Goiás. Os resultados referem-se apenas ao muro de contenção existente, apesar de existirem diversas outras patologias na edificação do ginásio.

Por meio das vistorias e análises realizadas pode-se afirmar que a maioria dos danos que ocorreram na estrutura poderiam ter sido evitados ou ao menos minimizados, caso houvesse um bom planejamento da obra na etapa de projetos e um efetivo controle durante o processo construtivo. Foi possível observar também a importância do cuidado em relação aos materiais e mão de obra, para o bom andamento e desempenho da estrutura.

Através do diagnóstico, constatou-se que os problemas-chave que ocasionaram a maioria das manifestações apresentadas foram a falta do sistema de drenagem adequado ao caso, inexistência de impermeabilização e a construção do muro com alvenaria em tijolo furado.

Abordando e considerando todos os fatores levantados e estudados, indicou-se o prognóstico, procedimento que servirá como terapia e reforço para a correção do problema apresentado.

Espera-se com esse trabalho mostrar a importância e cautela necessárias com o planejamento, as especificações e procedimentos construtivos das estruturas, principalmente no âmbito de obras públicas como é o caso estudado.

Para trabalhos posteriores sugere-se a comparação das manifestações patológicas nas obras municipais da cidade de Jataí, analisando as principais causas, origens e danos; ou até mesmo, o estudo das patologias presentes nas obras públicas atualmente, que ocorreram devido a falhas em projetos e execução, contribuindo para a diminuição das mesmas e prolongando sua vida útil, para melhor, mais seguro e maior uso da população. Outra sugestão se dá no acompanhamento da execução do reparo, quando realizado, para dessa forma, ser registrado e catalogado, assim como, analisar a forma de correção proposta e formas de manutenção do reparo.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 5674: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT. NBR 15575: Edificações habitacionais –Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: Manutenção de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.

ANDRADE, J.J.O. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

ANDRADE, Jairo José de Oliveira. Vida Útil das Estruturas de Concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. 2. v, cap. 31, p. 923- 951. ISBN 85- 98576- 05-0

ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. Patologia das Estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005, V.1, Cap. 32.

BROTO, CARLES. Enciclopedia Broto de patologías de la construcción.

CÁNOVAS, M. F. Patologia e terapia do concreto armado. Tradução e adaptação de: Maria Celeste Marcondes et al., coordenação técnica L. A. Falcão Bauer. São Paulo: Editora PINI, 1988.

DA SILVA, T. J. (2002). Como estimar a vida útil de estruturas projetadas com critérios que visam a durabilidade. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 2. Novembro. São José dos Campo

GERSCOVICH, D. M. S. Muros de arrimo. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Estruturas e Fundação, 2010.

GRANATO, J. E. Patologia das construções. Departamento de Estruturas e Fundação, 2002.

HELENE, P. R. L. Corrosão em armaduras para concreto armado. São Paulo: Editora PINI: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986.

HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto. 2ª ed., 3ª reimpressão (jan. 96). São Paulo: Editora PINI, 1992.

HELENE, P, et al. Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. Novembro. São José dos Campos, 2001.

Kardec, Alan & Nascif, Júlio. Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. ISBN 85-7303-323-1.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções. Boletim técnico n. 06. São Paulo: USP, 1986.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. Tradução de Paulo Helene et al. 1. ed. São Paulo: Pini, 1994. 580 p. ISBN 85- 7266- 040- 2.

PACHECO, M; TUTIKIAN, B. Boletim técnico 1 - Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil. ALCONPAT Internacional, México, 2013.

PIANCASTELLI, E. M. Patologia e terapia das estruturas - Origem das enfermidades. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Escola de Engenharia, UFMG. Minas Gerais, 2005.

RIPPER, T.; MOREIRA DE SOUZA, V. C. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Editora PINI, 1998.

SILVA, A. F. Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis. Florianópolis, 2007. 177 f. Dissertação

(Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

VERÇOZA, E. J.; Patologias das edificações. Porto alegre: SAGRA, 1991.