



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIECIAS NATURAIS E EXATAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LEVI DAMASCENO BESSA

**ESTUDO SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM ESTÁDIO
DE FUTEBOL NA CIDADE DE ALTO SANTO - CE**

PAU DOS FERROS

2018

LEVI DAMASCENO BESSA

**ESTUDO SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM ESTÁDIO
DE FUTEBOL NA CIDADE DE ALTO SANTO - CE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Carlos Vinicius
Damasceno Bessa

PAU DOS FERROS

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B557e Bessa, Levi Damasceno.
ESTUDO SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM
ESTÁDIO DE FUTEBOL NA CIDADE DE ALTO SANTO - CE /
Levi Damasceno Bessa. - 2018.
61 f. : il.

Orientador: Carlos Vinicius Damaceno Bessa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2018.

1. Patologia das Edificações. 2. Estrutura de
concreto armado. 3. Matriz GUT. I. Bessa, Carlos
Vinicius Damaceno , orient. II. Título.

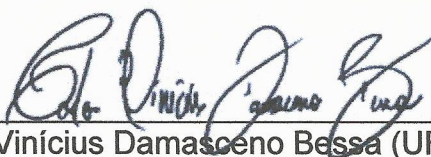
LEVI DAMASCENO BESSA

**ESTUDO SOBRE AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE UM ESTÁDIO
DE FUTEBOL NA CIDADE DE ALTO SANTO - CE**

Trabalho de conclusão de curso,
apresentado a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido, como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharel em Ciência e Tecnologia

Pau dos ferros, 17 de setembro de
2018.

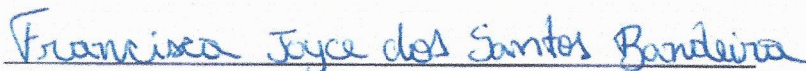
BANCA EXAMINADORA



Carlos Vinícius Damasceno Bessa (UFERSA)
Presidente



Jennef Carlos Tavares (UFERSA)
Membro Examinador



Francisca Joyce dos Santos Bandeira (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Ao meu tio José Maria Bessa (in memóriam).

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, por ter me permitido chegar a esta fase da minha vida, alcançar meus objetivos com saúde e muita força de vontade, não só nos assuntos acadêmicos, mas na vida como um todo. Em segundo aos meus 3 pilares: Minha mãe, meu pai e meu irmão.

Os dois primeiros, Edileuda e Henrique responsáveis por terem construído meu carácter, através de todos seus belos ensinamentos. É com os mesmos que aprendi o valor de um sim ou de um não. Foram os dois que vi desde pequeno, se esforçando para dar o melhor para mim, desde comida à educação. O terceiro pilar, Carlos Vinícius, que além meu irmão é meu orientador deste TCC. Mas não apenas dele, mas sim orientador de toda minha vida, minha meta a ser atingida, um exemplo que sempre quero seguir e me espelhar.

Em segundo aos meus avôs, tios e primos, toda a família que sempre me incentivou e me colocou nas orações de cada viagem que fazia para Mossoró e Pau dos Ferros. Ademais, a todos os professores desde alfabetização até a graduação influenciaram de alguma forma no meu aprendizado. Aos meus amigos de infância e colegas de classe.

Enfim, agradecer a todos que possam ter me ajudado em todo esse processo de construção social, moral e educacional. A todos, obrigado.

“No fim, tudo dá certo e se não deu certo é por que não chegou ao fim”.

Fernando Sabino

RESUMO

Este presente estudo aborda uma análise geral manifestações patológicas presentes na Arena Matheus Aquino, estádio de futebol popularmente conhecido como Coliseu, este que é localizado na Cidade de Alto Santo – Ce. De fato, esta análise tem como finalidade, verificar a situação atual em que o estádio está, desde a estética à segurança. Para isso foi realizado inicialmente um levantamento bibliográfico através de revistas, livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações referentes na área em questão, e posteriormente o estudo de caso para a coleta dos dados e utilização da ferramenta de qualidade matriz GUT, classificando quanto à criticidade dessas anomalias e à urgência de reparação. Os resultados mostram que o estado possui na maioria das análises, problemas críticos que precisam de uma terapêutica a médio longo prazo, tal como mostrou a opinião dos munícipes sobre o aspecto social do estádio. Conclui-se entre outros fatos que as grandes problemáticas se deram por problemas de execução, manutenção e principalmente erros de materiais e projeto.

Palavras-chave: Patologia das Edificações; Estruturas de Concreto armado; Matriz GUT.

ABSTRACT

This present study addresses a general analysis of pathological manifestations present in the Arena Matheus Aquino, soccer stadium popularly known as Coliseum, which is located in the City of Alto Santo - Ce. In fact, this analysis aims to verify the current situation in which the stadium is, from aesthetics to security. For this purpose, a bibliographic survey was carried out through magazines, books, articles, course papers, theses and dissertations in the area in question, and later the case study for data collection and use of the GUT matrix quality tool, classifying as to the criticality of these anomalies and the urgency of repair. The results show that the state has, in most of the analyzes, critical problems that need to be treated in the medium term, as shown by the opinion of the citizens about the social aspect of the stadium. It is concluded among other facts that the great problems were due to problems of execution, maintenance and mainly errors of materials and design.

Keywords: Pathology of Buildings; Reinforced Concrete Structures; Matrix GUT.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de desempenho satisfatório de vida útil.	20
Figura 2 - Possíveis formas de envelhecimento de materiais.	26
Figura 3 – Deterioração devida corrosão das armaduras do concreto	29
Figura 4 - Gradiente de Ph e grau de carbonatação do concreto	31
Figura 5 - Imagem aérea da Arena Coliseu	36
Figura 6 - Fachada da Arena Coliseu	37
Figura 7 - Manchas brancas na arquibancada.....	39
Figura 8 - Manchas pretas, ao lado da entrada no setor de espectadores.	40
Figura 9 - Sistema improvisado e ineficiente de drenagem	40
Figura 10- Acúmulo de água no banco de reservas	41
Figura 11 - Manchas de umidade no banco de reservas	41
Figura 12 - Processo corrosivo no suporte de arquibancadas.....	42
Figura 13 - Coluna de ferro em processo de Oxidação	43
Figura 14 - Fissuras Horizontais na base da arquibancada.....	44
Figura 15 - Fissura horizontal, com objeto de escala.....	44
Figura 16 - Fissura no setor de entrada.....	45
Figura 17 - Mancha do tipo mapeada	45
Figura 18 Fissura em estado crítico.....	46
Figura 19 - Base da arquibancada.....	47
Figura 20 - Armadura exposta ao meio.....	48
Figura 21 - Região exposta ao meio, durante aplicação de Fenolftalína 1%	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Necessidade da construção do estádio do ponto de vista da população.....	53
Gráfico 2 - Segurança do estádio passada aos frequentadores.....	54
Gráfico 3 - frequentadores que já avistaram qualquer manifestação patológica	55
Gráfico 4 - frequentadores que concordam com a capacidade do projeto	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Infiltrações, manchas, bolo ou mofo, eflorescência	25
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação de anomalias físicas no concreto	24
Tabela 2 - Parâmetros do método GUT	32
Tabela 3 - Critérios de Pontuação	33
Tabela 4 - Simulação da Matriz GUT	33
Tabela 5 - Quadro modelo de matriz GUT.....	38
Tabela 6 - Matriz GUT das manifestações patológicas do Coliseu	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ELS	–	Estado Limite de Serviço
ELU	–	Estado Limite Último
NBR	–	Norma Brasileira Regulamentadora
GUT	–	Gravidade, urgência e tendência
PH	–	Potencial de Hidrogênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS GERAL	17
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO	18
2.2	DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO	18
2.2.1	Durabilidade.....	18
2.2.2	Tempo de vida útil das estruturas de obras.....	19
2.3	PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	20
2.4	ETAPAS DA CONSTRUÇÃO E CORRESPONDENTES MANIFESTAÇÕES.....	21
2.4.1	Origens das manifestações decorrentes de projeto	22
2.4.2	Origens das manifestações decorrentes dos materiais.....	22
2.4.3	Origens das manifestações decorrentes de execução	23
2.5	TIPOS COMUNS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	23
2.5.1	Aberturas	23
2.5.2	Infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência	24
2.5.3	Recalque	25
2.5.4	Deterioração do concreto e suas origens	25
2.5.4.5	Ciclos gelo-degelo.....	26
2.5.5	Tensões térmicas	27
2.5.6	Causas químicas	27
2.5.7	Corrosões	28
2.5.8	Abrasão, fluência e fadiga	29
2.5.9	Carbonatação	30
2.5.10	Desgaste por abrasão, erosão e cavitação	31
2.6	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE: MATRIZ GUT	32
2.6.1	Critério avaliativo da matriz gut	32

2.6.2 Ordem de priorização.....	33
2.7.1 Inspeção Visual	34
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DO ESTUDO DE CASO.....	35
3.2 LOCAL DO OBJETO DE ESTUDO	36
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.4 MATERIAIS UTILIZADOS	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 ASPECTOS VISUAIS INICIAS	39
4.2 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS].....	39
4.2.1 Eflorescência	39
4.2.2 Fungos e bolor.....	40
4.2.3 Corrosão	42
4.2.4 Fissuras provenientes movimentação térmica.....	43
4.2.5 Manchas do tipo mapeadas.....	45
4.2.6 Fissuras no concreto armado	46
4.3 ENSAIO DE CARBONATAÇÃO DO CONCRETO	47
4.4 MATRIZ GUT.....	49
4.5 ANÁLISE DO FATOR SOCIAL NA CONSTRUÇÃO DO ESTÁDIO	53
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO A	61

1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande número de conquistas no esporte mais difundido do mundo, o Brasil se tornou o país do futebol e assim, cada vez mais surgem investimentos nesse setor, tornando comum por exemplo, a construção de estádios futebolísticos.

Na cidade de Alto Santo-CE foi construído um estádio com a intenção de promover e difundir o esporte no município. A obra começou no ano de 2009 e se estendeu até 2015, quando houve a inauguração dos serviços (PMAS, 2018).

No entanto, a construção do estádio causa discursões e acervos polêmicos em alguns aspectos. Primeiramente pelo fato do mesmo ter uma capacidade projetada para vinte mil torcedores, em contraste grave com população do município que era inferior a dezesseis mil habitantes na época. Depois pelo fato do chamado Coliseu do sertão, desde sua estreia, só atuar com capacidade de aproximadamente cinco mil torcedores (PMAS, 2018).

Além de fatores sociais, a construção do estádio gera discussão nas análises do ELS (Estado Limite de Serviço) e ELU (Estado Limite Último), com ligação direta destas ocorrências de manifestações patológicas na edificação. O surgimento destes eventos patológicos, seja eles de quaisquer que sejam a natureza, tem sua origem em uma condição de erro, tanto humana quanto do material em si. Assim, manifestações patológicas surgem em qualquer fase da concepção estrutural e estão diretamente ligadas com a vida útil e durabilidade da edificação (SILVA, 2011).

Ademais, surgem muitos questionamentos na procedência da qualidade e origem do material utilizado na construção da obra, tal como antigos problemas que o estádio apresenta por possível erro de execução, projeto ou manutenção.

Devido a isso, torna-se necessário analisar se há ou não, eventos patológicos que comprometam de alguma forma o ELS ou ELU da edificação, podendo assim, justificar a importância de tal pesquisa analisando os parâmetros econômicos, técnicos e sociais. Primeiramente o estudo econômico está diretamente associado aos menores custos de construção e manutenção, haja vista, que o mesmo foi construído com dinheiro público e possíveis reparos também serão oriundos dessa captação de recursos.

Da perspectiva técnica, ressalta-se o estudo das causas dos defeitos construtivos que ocasionaram as manifestações patológicas, isso devido ao importante fato que o estádio municipal tem menos de 10 anos de utilização.

E a temática social, que está acoplada com o fato do estádio ter sido superdimensionado para uma cidade de pequeno porte, possuindo telespectadores frequentemente ativos, e em contrapartida, a edificação não poder comprometer riscos a sociedade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos Geral

Estudar as manifestações patológicas de um estádio de futebol na cidade de Alto Santo – Ce.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar as anomalias realizando seu diagnóstico e prognóstico para análise mais detalhada;
- Aplicar a Matriz GUT para averiguação da criticidade de cada manifestação patológica;
- Conhecer as problemáticas sociais que o estádio desperta na população altosantense;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EDIFICAÇÕES DE CONCRETO ARMADO

O uso do concreto armado pode ser considerado recente, pois as primeiras peças surgiram há pouco mais de 150 anos, porém seu emprego efetivo em construções com embasamento técnico e modelos de cálculo racionais, ocorre há menos de 100 anos. Desde então, tem sido, pelas suas vantagens, utilizado em larga escala pela indústria da construção (CLÍMACO, 2005).

Para Botelho e Marchetti (2003), uma estrutura de concreto armado (lajes, vigas, vasos, bancos de jardim, entre outros) é uma ligação solidária (fundida junta), de concreto (que nada mais é que uma pedra artificial composta por fragmentos de rocha, cimento e água), com uma estrutura resistente a tração que é usualmente o aço.

A NBR 6118 (ABNT, 2007) define como estruturas de concreto armado aquelas cujo comportamento estrutural depende da aderência entre o concreto e a armadura, e nas quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência.

Para Clímaco (2005), o concreto armado é um material composto pela associação do concreto com barras de aço nele inseridas, de modo que estabeleçam um sólido único, do ponto de vista mecânico quando submetido às ações externas. Essa associação aproveita as principais vantagens de ambos, concreto e aço, quanto à resistência, à durabilidade e ao custo, destacando-se a boa resistência à compressão do concreto e a elevada resistência a tração do aço.

2.2 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

2.2.1 Durabilidade

Segundo Flauzino (1988), durabilidade é a capacidade que um elemento tem de perpetuar suas propriedades químicas e físicas durante um determinado período. Esse período, que é denominado vida útil da estrutura, deve compreender as fases da construção e de utilização.

Conforme a NBR 5674/12, as edificações são construídas para atender seus usuários por muitos anos, e ao longo desse tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais.

Modernamente, tendo como base as modificações inseridas nas normas e procedimentos visando à durabilidade das estruturas de concreto armado, é desejada uma vida útil de 50 anos. Em alguns casos há interesse em se projetarem estruturas para prazo superior a 100 anos, dada a sua importância no contexto da obra, sobretudo em se tratando de obras públicas de grande responsabilidade, como túneis, barragens, estádios, etc. (TUTHILL, 1991)

Segundo Angelo (2004), essa ideia de durabilidade eterna conduziu à utilização do concreto armado em estruturas localizadas em ambientes pouco favoráveis ou até mesmo em condições bastante severas. Se ele não fosse corretamente dosado e não se tomassem as devidas precauções quanto ao detalhamento das formas e das armações, a estrutura executada dificilmente resistiria a condições ambientais adversas.

Assim, Palermo (1993) reforça que a utilização do concreto armado passou a ser questionada como um material de construção adequado às obras em que a agressividade do meio ambiente era considerada severa, como por exemplo tubulações de esgoto, ou reservatórios para tratamento de água servida.

2.2.2 Tempo de vida útil das estruturas de obras

Somerville (1987) enfatiza a importância do planejamento de estruturas, onde, na elaboração do projeto, deve ser considerada a totalidade dos problemas que envolvem a estrutura, com o objetivo de garantir sua estabilidade e durabilidade. Dessa forma, conceitua-se a vida útil de uma estrutura como o período mínimo no qual se espera que ela desempenhe as funções previstas, segundo suas finalidades específicas e condições ambientes, sem perdas significativas na sua capacidade de utilização e não requerendo custos elevados de manutenção e reparo.

Assim, Angelo (2004) afirma que a determinação da vida útil da estrutura de concreto armado é tarefa bastante complexa, pois depende do processo de deterioração dos materiais empregados, dos esforços a que os elementos estão submetidos, das condições ambientais e dos agentes agressores, dentre outros.



Figura 1 - Diagrama de desempenho satisfatório de vida útil.
Fonte: Souza e Ripper (2001)

2.3 PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Conforme Helene (1992), a patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

É importante destacar para este trabalho a diferença existente entre os conceitos de origem e causa da patologia. A origem do problema relaciona-se com as fases ou etapas da vida da estrutura em que se originou a patologia, sejam elas: de projeto, de materiais, de execução, de utilização e de manutenção. Já a causa é definida como qualquer fator que possa, direta ou indiretamente, estar contribuindo para a ocorrência da patologia, como por exemplo: as solicitações mecânicas (impactos sobrecargas); as condições de exposição (ambiente marinho, área industrial); as características dos materiais que constituem a estrutura (sílica reativa nos agregados, álcalis no cimento, cloreto nos aditivos); a espessura do cobrimento, entre outros fatores (ANDRADE & SILVA, 2005)

2.4 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO E CORRESPONDENTES MANIFESTAÇÕES

A durabilidade de uma obra em concreto armado é fruto de um trabalho coordenado entre várias etapas, sendo elas: concepção e projeto da estrutura, escolha dos materiais que serão utilizados, execução das estruturas, utilização e manutenções preventivas. Isoladamente, cada uma dessas etapas desempenha um papel de elevada importância no que se refere à durabilidade da estrutura, podendo a deficiência de uma delas influenciar negativamente na durabilidade das estruturas de concreto (ANGELO, 2004)

Estudos têm demonstrado que quanto mais cedo se detectar uma anomalia, mais eficiente e menos onerosa será a intervenção. Muitos cuidados são deixados de lado quando se projeta, se constrói ou se utiliza uma edificação, prejudicando a vida útil e o desempenho de sua estrutura (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

Segundo Palermo (1993), em levantamentos feitos em edificações brasileiras que apresentavam algum tipo de patologia, cada uma das etapas acima citadas seria responsável por um grau de incidência de anomalias, sendo: 52% devido à má execução 24% devido à má utilização, 18% devido à deficiência de projeto, 6% devido à deficiência das propriedades dos materiais.

No Brasil, são 27% devido à má execução, 14% devido à má utilização, 49% devido à deficiência de projeto, 10% devido à deficiência das propriedades dos materiais (CUNHA, 1994).

2.4.1 Origens das manifestações decorrentes de projeto

Para Andrade (1997) tal etapa é de importância fundamental na definição de condições de durabilidade que uma estrutura apresentará durante sua vida útil, pois os fatores que mais influem na durabilidade das obras - as características do concreto, as condições de carregamento e exposição são determinadas em tal fase de processo construtivo.

De acordo com Clímaco (1990), a maioria dos problemas envolvendo erros grosseiros, seja no projeto estrutural ou durante a construção, envolve alguns dos seguintes problemas: - arranjo estrutural inapropriado; - insuficiência ou inadequação das armaduras e detalhamento; - qualidade do concreto inadequada; - geometria inapropriada.

Segundo Sitter, apud Rostam (1991), “um dólar gasto na fase de projeto equivale a 5 dólares na fase de construção, a 25 dólares na fase de manutenção preventiva e a 125 dólares na fase de reconstrução”. Pode-se interpretar esta frase como sendo: valem mais o tempo, o esforço e as pesquisas na fase de projeto, quando ainda as mudanças podem ocorrer com mais flexibilidade e facilidade, do que depois, em uma fase posterior, quando as alterações durante a construção e/ou o re-projeto das estruturas já construídas conduzem a custos bem maiores.

2.4.2 Origens das manifestações decorrentes dos materiais

Definidas as especificações dos materiais na fase de projeto, deve-se controlar bem a aquisição dos insumos para fabricação do concreto, objetivando a garantia das especificações e que o concreto não seja rejeitado. É importante que a caracterização dos materiais componentes do concreto esteja em conformidade com o que recomenda a NBR 12654 (ABNT, 1992).

No cimento devem ser monitorados seus aspectos físicos, como finura, início e fim de pega, resistência à compressão, expansibilidade, calor de hidratação, assim como, também, seus aspectos químicos, como perda ao fogo e resíduo insolúvel, teores de aluminato tricálcio e de álcalis (SILVA, 2011)

Para os agregados faz-se necessária a análise mineralógica e química do material, para detectar a presença de contaminantes reativos no agregado, cujas reações químicas expansivas com os álcalis do cimento podem ser bastante

deletérias ao concreto. Assim como, também, é importante atentar para as características físicas dos agregados, como a sua distribuição granulométrica e seu formato dos grãos, pois diferenças nessas propriedades podem levar a uma maior variabilidade nas propriedades do concreto fresco e endurecido (ANDRADE & SILVA, 2005).

2.4.3 Origens das manifestações decorrentes de execução

A NBR 14931 (ABNT, 2004) define como execução da estrutura de concreto todas as atividades desenvolvidas na sua execução, ou seja, sistema fôrmas, armaduras, concretagem, cura e outras, bem como as relativas à inspeção e documentação de como construído, incluindo a análise do controle de resistência do concreto.

Silva (2011) reforça quando afirma que falhas construtivas durante a etapa de execução da obra podem causar repercussões danosas ao desempenho da estrutura de concreto.

Para Souza e Ripper (1998), a etapa de execução da estrutura é responsável por boa parte dos problemas patológicos. A ocorrência dos erros é, basicamente, devido ao processo de produção, que é bastante prejudicado, por muitas vezes refletir os problemas socioeconômicos, que provocam a baixa qualidade técnica dos trabalhadores menos qualificados.

2.5 TIPOS COMUNS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

2.5.1 Aberturas

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha (OLIVEIRA, 2011).

ANOMALIAS	ABERTURAS
Fissura	Até 0,5
Trinca	De 0,5 a 1,5
Rachadura	De 1,5 a 5,0
Fenda	De 5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Tabela 1- Classificação de anomalias físicas no concreto
Fonte: Oliveira (2012)

2.5.2 Infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência

Infiltrações, manchas, bolor ou mofo, eflorescência	
Infiltrações	Infiltração ocorre quando a quantidade de água é maior ela pode pingar, ou até fluir resultando numa infiltração
Manchas	A água ao atravessar uma barreira fica aderente, resultando daí uma mancha.
Bolor ou mofo	O termo bolor ou mofo é entendido como a colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se inclusive as argamassas inorgânicas. O termo emboloramento, de acordo com Allucci (1988) constitui-se numa “alteração observável macroscopicamente na superfície de diferentes materiais, sendo uma consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos”. O desenvolvimento de fungos em revestimentos internos ou de fachadas causa alteração estética de tetos e paredes, formando manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou ocasionalmente, manchas claras esbranquiçadas ou amareladas.
Eflorescência	Formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade. Apresenta-se com aspecto esbranquiçado à superfície da pintura ou

	reboco; Criptoflorescência: Formação de cristais no interior da parede ou estrutura pela ação de sais. Causam rachaduras e até a queda da parede; Gelividade: Ação da água depositada nos poros e canais capilares dos materiais que ao se congelar podem causar a desagregação dos mesmos devido ao seu aumento de volume.
--	---

Quadro 1 - Infiltrações, manchas, bolo ou mofo, eflorescência
Fonte: Shirakawa (1995)

2.5.3 Recalque

Define-se recalque como sendo o deslocamento vertical para baixo sofrido pela base da fundação em relação à superfície do terreno. Esse deslocamento é resultante da deformação do solo proveniente da aplicação de cargas ou devido ao peso próprio das camadas sobre a qual se apoia o elemento da fundação (Oliveira, 2011).

Recalque é o fenômeno de rebaixamento de uma edificação devido ao adensamento do solo sob sua fundação. Se esse recalque ocorrer sob uma parte da estrutura da edificação, não ocorrendo na outra, vai provocar o recalque diferencial (OLIVEIRA, 2011).

2.5.4 Deterioração do concreto e suas origens

Segundo Siemes et al. (1985), a deterioração das estruturas de concreto pode estar relacionada às seguintes causas: corrosão nas armaduras; ataques químicos (águas contaminadas, carbonatação, sulfatos e cloro); efeitos físico-químicos (reação álcalis- agregados) e efeito de gelo e degelo.

A deterioração dos materiais frente aos agentes agressores pode ser avaliada através de quatro curvas típicas propostas por Flauzino (1988), como na Figura 2 a seguir.

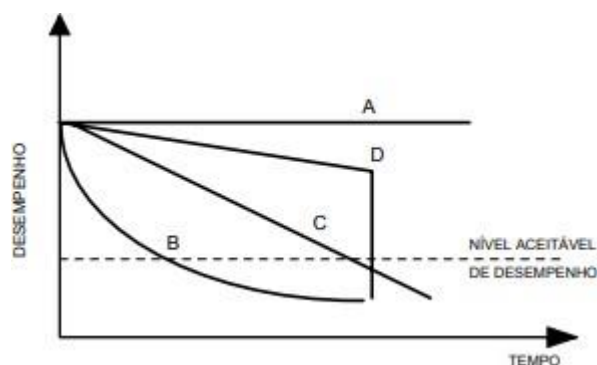


Figura 2 - Possíveis formas de envelhecimento de materiais no decorrer do tempo, sob ação de agentes agressivos.

Fonte: Flauzino (1988)

Onde a curva A representa materiais com propriedades constantes. A curva D, materiais com propriedades que se perde ao longo do tempo. Na C, materiais com deterioração linear. A curva B com deterioração gradativa.

O concreto é composto por uma série de materiais que lhe conferem propriedades de resistência, elasticidade e durabilidade. Portanto, o processo de deterioração de cada componente (agregados, cimento, aditivos, etc.) deve ser levado em consideração no estudo da durabilidade das estruturas de concreto, individualmente e no seu conjunto (ANGELO, 2004).

2.5.4.5 Ciclos gelo-degelo

Ciclos de gelo- degelo Apesar destes fenômenos não serem tão comuns no Brasil, eles são importantes nos países atingidos por baixas temperaturas durante o inverno. Os efeitos destes fenômenos sobre o desempenho do concreto dependerão do seu estágio de endurecimento. Se ocorrer o congelamento antes do endurecimento, o processo de hidratação do cimento será suspenso, sendo retomado após o descongelamento, sem perda significativa da resistência, apesar da expansão interna da água (LAPA, 2008).

Se o congelamento ocorrer após o endurecimento do concreto, mas sem que ele tenha atingido sua resistência final, a expansão devido ao congelamento da água resultará em perdas significativas de resistência. Quando o concreto endurecido é exposto a baixas temperaturas, a água retida nos poros capilares congela e expande. Ao descongelar, verifica-se um acréscimo expansivo nos

poros, que aumenta com a sucessão de 09 ciclos, causando uma pressão de dilatação que provoca fissuração no concreto, e conseqüentemente sua deterioração (FERREIRA, 2000).

Atualmente acredita-se que os efeitos das geadas no concreto se devem à pressão osmótica. Segundo esta tese, somente uma parte da água existente nos poros está sujeita ao congelamento à uma determinada temperatura. As águas dos pequenos poros e a solução de alta alcalinidade congelam somente com temperaturas muito baixas. Para alcançar o equilíbrio do sistema, ocorre a migração da água e da solução, gerando a pressão osmótica, que se for maior que a resistência do concreto, provoca a sua fissuração (SILVA, 1998).

A degradação do concreto pode ocorrer também pela aplicação de sal para acelerar o degelo. As ações de cloros neste processo podem ser danosas ao concreto, contribuindo para a sua degradação em função dos mecanismos de corrosão das armaduras (CODY, 1996).

A aplicação do sal produz também uma redução da temperatura na superfície do concreto causando um choque térmico, além de tensões internas que podem provocar fissuras devido a diferença de temperatura entre a superfície e o interior do concreto (SILVA, 1998).

2.5.5 Tensões térmicas

A variação de temperatura provoca uma mudança volumétrica nas estruturas de concreto. Se as contrações e expansões são restringidas, e as tensões de tração resultantes forem maiores que a resistência do concreto, poderão ocorrer fissuras. Em elementos de concreto com grandes dimensões, como por exemplo, barragens ou blocos de fundação, poderão surgir fissuras devido aos efeitos do gradiente térmico causado pelo calor de hidratação do cimento, que pode originar tensões de tração (FERREIRA, 2000).

O fenômeno da retração está ligado a deformações em pastas de cimento, argamassas e concretos, independentemente do carregamento, sendo sua principal causa a perda de água da pasta de cimento. A retração pode ocorrer no concreto em seu estado plástico ou endurecido (LAPA, 2008).

2.5.6 Causas químicas

O contato do concreto com ácidos em altas concentrações não é habitual. Já a ação de chuvas ácidas nos grandes centros e nas áreas industriais é mais frequente. Os ácidos sobre o concreto atuam destruindo seu sistema poroso e produzindo uma transformação completa na pasta de cimento endurecida (ANDRADE, 2003).

O resultado destas ações é a perda de massa e uma redução da seção do concreto. Esta perda acontece em camadas sucessivas, a partir da superfície exposta, sendo a velocidade da degradação proporcional à quantidade e concentração do ácido em contato com o concreto (ANDRADE, 2003).

Os fluidos agressivos podem penetrar nos poros do concreto de três formas: difusão, resultado da diferença de concentrações iônicas entre os fluidos externos e internos; por pressão hidrostática, resultado da diferença de pressão dos fluidos; por forças capilares, resultado de mecanismos capilares (FERREIRA, 2000).

2.5.7 Corrosões

O concreto confere ao aço uma barreira física que o separa e o protege do meio ambiente, mas também confere a este, uma elevada alcalinidade, que permite formar uma película fina de óxido de ferro na superfície do aço, chamada de camada de passivação, mantendo-o inalterado por um tempo indeterminado, desde que o concreto seja de boa qualidade, e que suas propriedades físico-químicas não se alterem devido às ações externas. A camada de passivação é criada pouco depois do início da hidratação do cimento, sendo constituída de Fe_2O_3 , e adere fortemente ao aço (FERREIRA, 2000).

A corrosão eletroquímica da armadura do concreto pode ocorrer devido à falta de uniformidade do aço (diferentes aços, soldas), do contato com metais com menor potencial eletroquímico, assim como da heterogeneidade do meio físico e químico que rodeia o aço (FERREIRA, 2000).

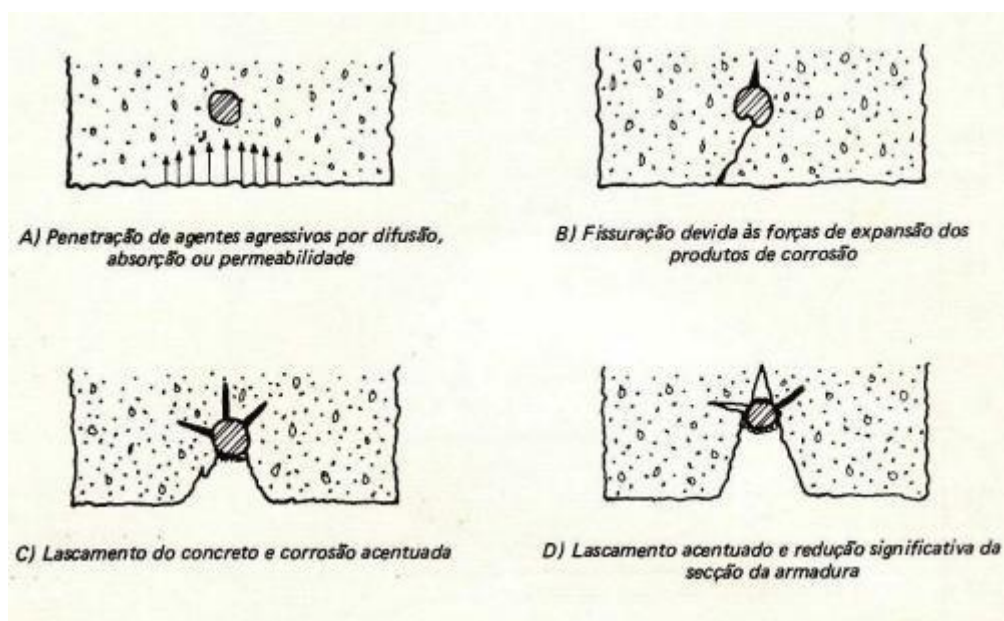


Figura 3 - Deterioração progressiva devida à corrosão das armaduras do concreto

Fonte: Shaffer (1971)

2.5.8 Abrasão, fluência e fadiga

A abrasão é o processo que causa desgaste superficial no concreto por esfregamento, enrolamento, escorregamento ou fricção constante, sendo particularmente importante no estudo do comportamento de pisos industriais, pavimentos rodoviários e de pontes (BAUER,2002).

A resistência superficial e a dureza do concreto influenciam o desgaste por abrasão. A utilização de agregados graúdos mais resistentes e o aumento da resistência à compressão, elevam a sua resistência à abrasão (ALMEIDA,2000).

A erosão é importante para as estruturas sujeitas ao desgaste pelo escoamento das águas, sendo necessário separar o desgaste provocado pelo carreamento de partículas finas pela água dos estragos causados pela cavitação. Enquanto a erosão é o desgaste causado pela passagem abrasiva dos fluidos contendo partículas finas suspensas, a cavitação é a degradação da superfície do concreto causada pela implosão de bolhas de vapor de água quando a velocidade ou direção do escoamento sofre uma mudança brusca (ANDRADE,1992).

A fluência ou deformação lenta pode ser definida como a deformação que o concreto sofre devido a um carregamento contínuo, podendo ocorrer sob compressão, tração ou cisalhamento. Como ela é parcialmente reversível, trata-se de uma propriedade viscoelástica (LAPA, 2008)

Podem existir dois tipos de fluência, a básica e por secagem quando ocorre troca de umidade para o ambiente externo, sendo a fluência total a soma das duas. Portanto, a umidade relativa do meio envolvente é um dos fatores externos mais importantes neste processo, sendo a fluência tanto maior, quanto menor for a umidade relativa (HASPARYK et al, 2005).

A fadiga provoca o aumento da deformação por aplicação repetida de uma carga ao longo de um tempo. Tensões cíclicas e carregamentos repetitivos inferiores à tensão máxima resistente podem provocar ruptura por fadiga em estruturas de pontes, ou naquelas sujeitas às ações do vento e do mar (FERREIRA, 2000).

2.5.9 Carbonatação

Carbonatação é um processo de redução da alcalinidade do concreto que reage com o CO_2 , que ao longo do tempo atinge a armadura, despassivando a camada protetora do aço e iniciando um processo de corrosão generalizada. (CASTRO, 1998))

Para ANGELO (2004), carbonatação é um dos processos de alterações químicas do concreto que está relacionado à redução e/ou à perda da capacidade de proteger os aços. É a transformação do hidróxido de cálcio — Ca(OH)_2 — em carbonato de cálcio — CaCO_3 —, na presença do dióxido de carbono — CO_2 . Nessa reação química, a alcalinidade do concreto é reduzida do pH acima de 12 para valores até próximos de 8,5, colocando o aço das armaduras em situação vulnerável à corrosão.

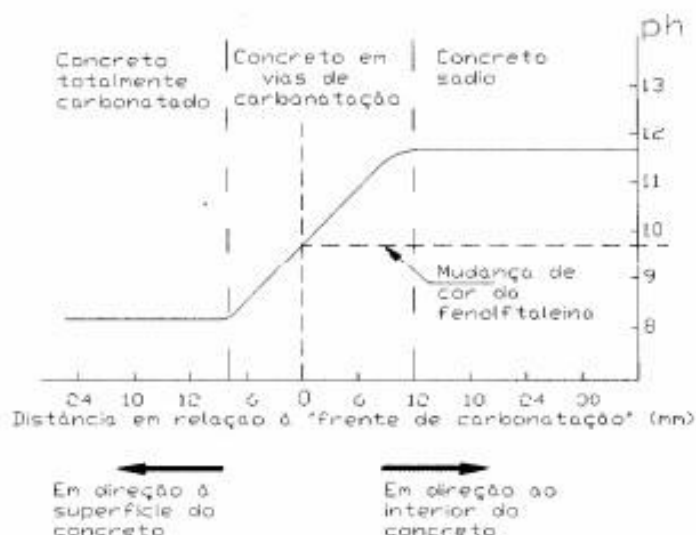


Figura 4 - Gradiente de Ph e grau de carbonatação do concreto

Fonte: Durval (1992)

Andrade (1992) ainda enfatiza que a carbonatação depende de um número de fatores, que se adequadamente tratados podem evitar ou minimizar o avanço da corrosão, que são: cobrimento do concreto adequado ao ambiente, principalmente quando agressivo e com umidade; concreto com baixa permeabilidade; fissuras controladas com abertura não excedendo os limites de norma.

2.5.10 Desgaste por abrasão, erosão e cavitação

A abrasão é o processo que causa desgaste superficial no concreto por esfregamento, enrolamento, escorregamento ou fricção constante, sendo particularmente importante no estudo do comportamento de pisos industriais, pavimentos rodoviários e de pontes (BAUER,2002).

A resistência superficial e a dureza do concreto influenciam o desgaste por abrasão. A utilização de agregados graúdos mais resistentes e o aumento da resistência à compressão, elevam a sua resistência à abrasão (ALMEIDA,2000).

A erosão é importante para as estruturas sujeitas ao desgaste pelo escoamento das águas, sendo necessário separar o desgaste provocado pelo carreamento de partículas finas pela água dos estragos causados pela cavitação. Enquanto a erosão é o desgaste causado pela passagem abrasiva

dos fluidos contendo partículas finas suspensas, a cavitação é a degradação da superfície do concreto causada pela implosão de bolhas de vapor de água quando a velocidade ou direção do escoamento sofre uma mudança brusca (ANDRADE,1992).

2.6 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE: MATRIZ GUT

Gomide (2006), recomenda a utilização de uma metodologia que facilite descrever a importância de cada falha, classificando através de um peso que multiplicado dará a criticidade e prioridade para a realização da manutenção a ser feita para o reparo de tal patologia. A matriz GUT é a matriz que relaciona gravidade, urgência e tempo. Os dados devem ser dispostos de forma decrescente quanto ao grau de risco das anomalias e falhas e a gravidade das mesmas.

A matriz é um método de simples montagem e fácil implementação que segundo Sotille (2014), permite a alocação de recursos nos tópicos considerados mais importantes, contribuindo para elaboração de um planejamento estratégico que é capaz de se adequar a análise e classificação de qualquer matéria em diversas áreas.

2.6.1 Critério Avaliativo da Matriz GUT

Primeira deve ser feita uma listagem dos problemas patológicos encontrados em toda a edificação, em seguida é necessário que seja realizada uma análise baseando-se em três parâmetros que a matriz GUT propõe. Meireles (2001) define o conceito de cada um deles conforme a Tabela 2.

Variável	Conceito
Gravidade	Considera a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele
Urgência	Considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se não se atuar sobre o problema
Tendência	Considera o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação

Tabela 2 - Parâmetros do método GUT
Fonte: Meireles (2001)

Periard (2011) recomenda que a atribuição de valores na Tabela 2 seja definida através dos critérios apresentados na Tabela 3.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá pior rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Tabela 3 - Critérios de Pontuação
Fonte: Periard (2011)

2.6.2 Ordem de priorização

A ordem de priorização e as decisões de resolução dos problemas são executadas, é necessário estabelecer um ranking com os resultados obtidos através da própria matriz GUT. (BRITO, 2017).

Segundo Periard (2011), o cálculo desses resultados é realizado através da multiplicação dos parâmetros do método, como está descrita na Tabela 4.

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	GxUxT	Prioridade
X	2	3	5	30	2
Y	1	2	1	2	4
Z	4	4	3	48	1
K	2	5	2	20	3

Tabela 4 - Simulação da Matriz GUT
Fonte: Brito (2017)

As prioridades são de ordem decrescente do valor do produto GUT.

2.7 PROCESSO DE INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

2.7.1 Inspeção visual

Segundo Castro (1994) a inspeção visual consiste em uma importante etapa para a determinação dos agentes patológicos que atuam na estrutura degradando-a, e ainda, em muitos casos, quando as manifestações patológicas já estão perfeitamente definidas, não há a necessidade de se fazer inspeções mais aprofundadas visto que o diagnóstico já está concluído

Castro (1994) ainda enfatiza que durante a inspeção, para a elaboração de diagnóstico com a determinação das possíveis causas de dano e dos fatores que influenciam os danos, podem ser necessários, além da inspeção visual, alguns ensaios que possam direcionar melhor os diagnósticos

As anomalias nas estruturas de concreto geralmente se manifestam de forma bem característica, permitindo assim que um profissional experiente possa deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências (KLIMPEL e SANTOS, 2010).

A manutenção periódica e preventiva possibilita o prolongamento da vida útil das estruturas. Entenda-se por manutenção periódica a atividade praticada regularmente e que altere a curva natural de degradação dos materiais, fazendo com que os materiais restaurem parte de suas propriedades ao nível de quando estavam recém-construídas. (LICHTENTSTEIN, 1985)

2.7.2 Manutenção

Helene (2013), ainda confirma quando relata que a falta de manutenção faz com que pequenas manifestações patológicas, que teriam baixo custo de recuperação, evoluam para situações de desempenho incorreto com ambientes insalubres, de deficiente aspecto estético, de possível insegurança estrutural e de alto custo de recuperação.

A manutenção se inicia com a vistoria visual dos elementos, seguida do estudo dos desgastes dos materiais frente aos processos destrutivos. Prossegue com a escolha correta dos materiais de acordo com o processo de desgaste e finaliza na ação de reparos (ANGELO, 2004)

O CEB/90 sugere que as inspeções sejam feitas de acordo com a destinação das estruturas e segundo a periodicidade: casas, escritórios, etc ⇒ 10 anos; edifícios industriais ⇒ 5 a 10 anos; pontes rodoviárias ⇒ 1 a 4 anos; pontes ferroviárias ⇒ 1 a 2 anos.

3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DO ESTUDO DE CASO

Para desenvolvimento do presente trabalho, foi realizado um estudo de caso em um estádio de futebol. O estudo de caso é uma pesquisa detalhada que estuda um fenômeno dentro do seu contexto real, na qual se fundamenta em fontes de evidências para que favoreçam o desenvolvimento das suposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados e que para se realizar um estudo de caso de qualidade são fundamentais seis fontes de evidências: a) a documentação, b) os registros em arquivos, c) as entrevistas, d) a observação direta, e) a observação participante e os f) artefatos físicos (YIN, 2001).

Para essa pesquisa, utilizaremos a classificação do estudo quanto a sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Quanto a sua abordagem, a presente pesquisa se classifica como qualitativa. Sendo composta por algumas características básicas configurando esse tipo de estudo, Biklen e Borgdan (2003) destacam cinco destas: o ambiente natural, dados descritivos, atenção com o processo, preocupação com o significado e processo de análise indutivo. Com esse método, é possível qualificar as fases do processo construtivo em que foram ocorridas as falhas patológicas, partindo assim para sugestões de consequências e reparos.

Quanto à natureza é uma pesquisa aplicada, uma vez que gera conhecimentos para aplicação prática e soluções de problemas específicos. Uma pesquisa aplicada é uma investigação e comprovação ou rejeição de hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos. (RODRIGUES, 2007).

Quanto aos objetivos, é uma pesquisa classificada como descritiva, pois tem como objetivo estudar características de um grupo, onde há preocupação com a atuação prática. (GIL, 2002).

Quanto aos procedimentos, classifica-se como bibliográfica, documental e estudo de caso. Onde a pesquisa documental segundo Marconi e Lakatos (2010), consiste na coleta de dados em documentos, escritos ou não de fontes primárias.

Já a pesquisa bibliográfica é caracterizada por colher conhecimentos acerca de um problema utilizando referências teóricas. (CERVO; BERVIAN, 2002).

3.2 LOCAL DO OBJETO DE ESTUDO

O estádio de futebol Coliseu fica localizado na cidade de Alto Santo (Figura 5 e Figura 6). De acordo com dados do IBGE (2014), o município registra 16.823 habitantes e se situa na microrregião do Baixo Jaguaribe, mesorregião do Jaguaribe.



Figura 5 - Imagem aérea da Arena Coliseu
Fonte: Google Earth (2018)



Figura 6 - Fachada da Arena Coliseu

Fonte: Google Earth (2018)

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que se resolva um problema de manifestação patológica, é necessária a realização de três etapas obrigatoriamente, sendo o levantamento de subsídios a primeira delas, onde se obtém as informações necessárias e suficientes para compreensão dos fenômenos e o diagnóstico e prognóstico as demais etapas, sucessivamente. (MAZER, 2012)

A primeira etapa foi dada pela inspeção visual, para analisar as fragilidades e diversas formas de manifestações patológicas no estádio. A pesquisa constou de duas visitas in loco durante o mês de agosto, realizando registros fotográficos para análise dos dados, ensaios com uso de paquímetro para classificação das fissuras, ensaios com fenolftaleína para determinação da carbonatação, e ao final, a realização da matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência) para melhor compreensão e qualificação dos resultados.

Após isso, foram analisados os dados e estabelecidos possíveis diagnósticos e prognósticos dos eventos patológicos. Foi atribuída assim, a Matriz GUT com a seguinte configuração:

Manifestação Patológica	G	U	T	GUT	Grau de Priorização

Tabela 5 - Quadro modelo de matriz GUT

Fonte: Bessa, 2018.

Para comprovar a problemática social e importância do estudo para o município, foram realizadas entrevistas com pessoas que moram na cidade afim de saber a opinião dos moradores em vários aspectos da construção do estádio. A mesma foi realizada no mês de setembro do ano corrente, onde foram entrevistadas dez pessoas escolhidas aleatoriamente. O questionário encontra-se em anexo.

3.4 MATERIAIS UTILIZADOS

Para realizar o processo de inspeção visual, foram utilizados alguns materiais básicos e considerados, na maioria, de fácil acesso. Ademais, na segunda etapa foi usado a fenolftaleína para teste de carbonatação.

- Lápis e papel, para anotações sobre as manifestações.
- Smartphone com câmera digital e flash.
- Lupa
- Paquímetro
- Fenolftaleína 1%

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ASPECTOS VISUAIS INICIAS

Em inspeção visual, foi observado a atual situação do estádio onde foi elaborada uma análise de possíveis manifestações patológicas. Tais manifestações variam se estendem por praticamente todo o estádio: pilares, vigas, arquibancada, banheiros etc. As manifestações presentes na arena coliseu são de todas as formas e têm sua origem ampla, desde falhas no processo construtivo até a falta de manutenção.

4.2 ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS]

4.2.1 Eflorescência

A arena Coliseu apresentou em praticamente todos setores manchas brancas ou pretas causadas no processo de eflorescência, como é mostrado nas Figuras 7 e Figura 8. O problema, como apresentou forma de escorrimento, ocorreu devido a carbonatação do cálcio liberada na hidratação do cimento. Esta manifestação ao se agravar, pode trazer sérios problemas estéticos ao estádio e surgir um efeito de repulsa dos telespectadores.



Figura 7 - Manchas brancas na arquibancada

Fonte: Bessa, 2018



Figura 8 - Manchas pretas, ao lado da entrada no setor de espectadores.

Fonte: Bessa, 2018

4.2.2 Fungos e Bolor

O estado Coliseu não dispõe de nenhum sistema eficiente de drenagem. O escoamento da água é através de orifícios improvisados, como é mostrado na Figura 9. Ainda na Figura 10 percebe-se a ausência de planejamento na concepção do projeto ao notar-se a falta de um canal de drenagem.

Devido a isso, os assentos de reservas constantemente ficam alagados. Com a constante umidade que esse problema propicia, outro surge: os fungos e o bolor.



Figura 9 - Sistema improvisado e ineficiente de drenagem

Fonte: Bessa, 2018



Figura 10- Acúmulo de água no banco de reservas

Fonte: Bessa, 2018

Com uma maior aproximação dos bancos, é possível ver o estado em que os mesmos se encontram, visto na Figura 11. Se o estádio continuar sem o devido sistema, essas manifestações se agravarão, afetando os diversos momentos de ELS do estádio.



Figura 11 - Manchas de umidade no banco de reservas

Fonte: Bessa, 2018

4.2.3 Corrosão

Na visita, foi observado que todas as estruturas de ferro, externas, apresentaram manchas avermelhadas de oxidação, mais conhecidas como ferrugens. Este problema ocorreu devido à falta de manutenção na arena, assim, o metal se desgastou aos poucos, se depreendeu das estruturas ferrosas do estádio.

Portanto, como mostrado nas Figuras 12 e 13, o estádio está com um processo de oxidação bem acentuado, com sensatez visual de seção estufada e perda de massa.



Figura 12 - Processo corrosivo no suporte de arquibancadas
Fonte: Bessa. 2018

Se contínuos, os processos de deterioração de todas as estruturas metálicas se acentuarão, podendo haver futuros colapsos, visto que alguns elementos metálicos fazem parte da estrutura de apoio de setores do estádio.



Figura 13 - Coluna de ferro em processo de Oxidação

Fonte: Bessa, 2018

4.2.4 Fissuras provenientes movimentação térmica

Ao chegar no setor das arquibancadas (ver Figuras 14 e 15), foi constatado que há fissuras horizontais contínuas, que se estende por toda a base de onde fica localizado os espectadores. Esse tipo de manifestação patológica no coliseu tem origem térmica, associada aos altos picos durante o dia e queda brusca durante a noite, de temperatura na cidade de Alto Santo. Estas fissuras se agravadas, podem propiciar o contato direto das armações com o meio, desencadeando outras manifestações com agentes de intemperismo.



Figura 14 - Fissuras Horizontais na base da arquibancada

Fonte: Bessa, 2018



Figura 15 - Fissura horizontal, com objeto de escala

Fonte: Bessa, 2018

Na região que dá acesso a zona de espectadores, também foi possível notar esse tipo de manifestação, como é mostrado na Figura 16.



Figura 16 - Fissura no setor de entrada

Fonte: Bessa, 2018.

4.2.5 - Manchas do tipo mapeadas

Como mostrado na Figura 17, foram encontradas fissuras do tipo do tipo mapeadas. A fissura em questão localiza-se na região posterior a da arquibancada.



Figura 17 - Mancha do tipo mapeada

Fonte: Bessa 2018

Esse tipo de manifestação está associado é causada também pelas variações de temperatura na cidade ou até pelo excessivo desempenho da argamassa, ou seja, erros de material ou execução.

A longo prazo, esse tipo de manifestação poderá gerar problemas estéticos e estruturais. O primeiro, apesar de não está localizada em uma região muito visível, poderá ser um problema na estética do interior da Arena. O segundo se torna um problema que requer atenção, onde é válido ressaltar que fica próximos as fundações.

4.2.6 Fissuras no concreto armado

Em várias áreas do estádio, como na laje que dá acesso ao campo ou na arquibancada (ver Figura 18), foram encontradas fissuras no concreto armado.

Esta configuração de fissura (rachadura, definida pela abertura) já se apresenta bem acentuada, como possível causa a deformação da flexão máxima ou sobrecarga. Devido a isso, o estado limite último pode ser atingido fazendo que com entre em colapso total.



Figura 18 Fissura em estado crítico

Fonte : Bessa, 2018



Figura 19 - Base da arquibancada

Fonte: Bessa, 2018

A fissura do apoio lateral da torcida, mostrada na Figura 19, da ordem de 10 cm, pode ter como causa a corrosão interna, armadura insuficiente, excesso de carga ou até recalque. Com o passar o tempo, poderá haver um aumento da fissura e maior perda da secção de concreto. Assim, poderá acontecer colapsos que comprometem toda a estrutura da arena coliseu.

4.3 ENSAIO DE CARBONATAÇÃO DO CONCRETO

Além dos materiais ferrosos, externos, o processo de oxidação no estádio coliseu, se entende na parte interna (Ver figura 15), ou seja, em suas armações. Foi aplicado os testes de carbonatação, não havendo sinais de tal processo. Foi aplicado também teste com paquímetro, constatando perca de massa na secção e notou-se o aço quebradiço.



Figura 20 - Armadura exposta ao meio

Fonte: Bessa, 2018



Figura 21 - Região exposta ao meio, durante aplicação de Fenolftalína 1%

Fonte: Bessa, 2018

Entretanto, devido ao contato direto da armação com o ar e outros agentes, poderá ocasionar futuramente a carbonatação.

4.4 MATRIZ GUT

Número correspondente	Manifestações Patológicas	G	U	T	GUT	Grau de Priorização	Estado
8		5	5	5	125	1º	Crítico
9		5	5	5	125	1º	Crítico

4		4	5	5	100	3º	Crítico
5		4	4	4	64	4º	Regular

6		3	4	4	48	5°	Crítico
1		3	3	2	18	6°	Regular
2		2	3	2	12	7°	Regular

7		2	2	3	12	9°	Regular
3		2	3	2	12	8°	Crítico

Tabela 6 - Matriz GUT das manifestações patológicas do Coliseu Fonte: O autor
(2018)

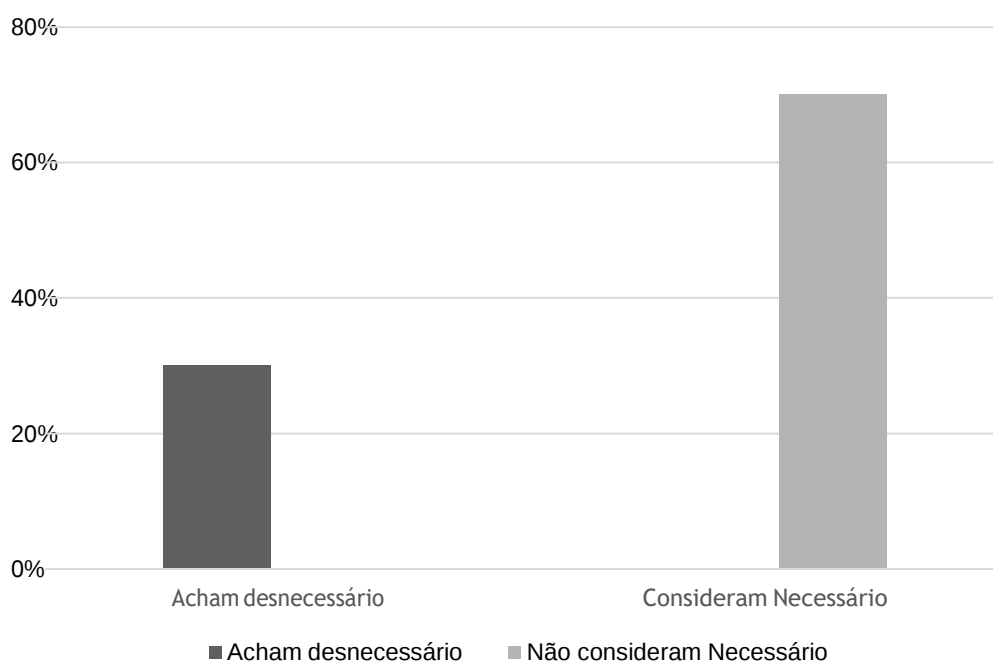
4.5 ANÁLISE DO FATOR SOCIAL NA CONSTRUÇÃO DO ESTÁDIO

A construção do estádio na cidade de alto santo, gerou principalmente em sua fase inicial, vários questionamentos e discussões no que se tratava a sua necessidade, pois como a cidade é de um porte pequeno, o dinheiro gasto nesta obra alavancaria um verdadeiro progresso se gastos em outros setores como saúde e educação.

A pesquisa de satisfação do estádio foi realizada com a escolha aleatória de 10 pessoas. As perguntas apresentaram os seguintes resultados:

Quando perguntados sobre a necessidade do estádio, os resultados foram satisfatórios do ponto de vista de apoio ao ideal da construção, onde 70 % das pessoas não foram de acordo com a construção do estádio, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Necessidade da construção do estádio do ponto de vista da população

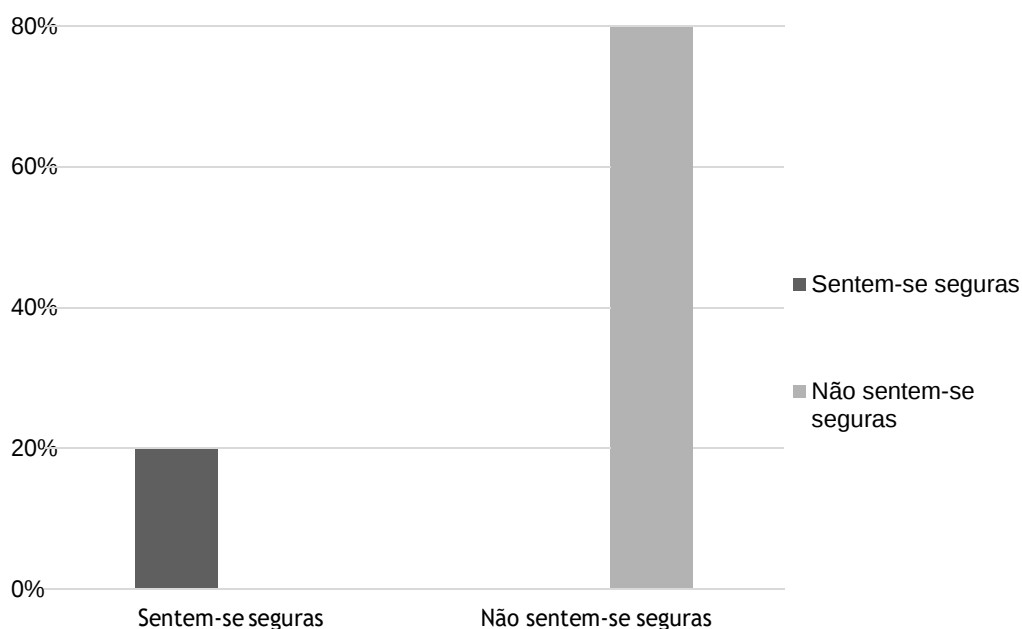


Fonte: O autor (2018)

Os moradores, em sua maioria, alegaram que o estádio serviu para incentivar o esporte na cidade.

Já quando questionados sobre a segurança do estádio, apenas 20% das pessoas disseram se sentir seguras dentro do estádio, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2 - Segurança do estádio passada aos frequentadores



Fonte: O autor (2018)

Ao serem perguntados se já tinham notado alguma manifestação, o resultado foi unânime: todos que frequentaram o estádio esse ano já notaram algum tipo de problema, como fissuras ou corrosões. Esse fator foi usado como explicação, por parte dos moradores, de não se sentirem seguras durante os jogos.

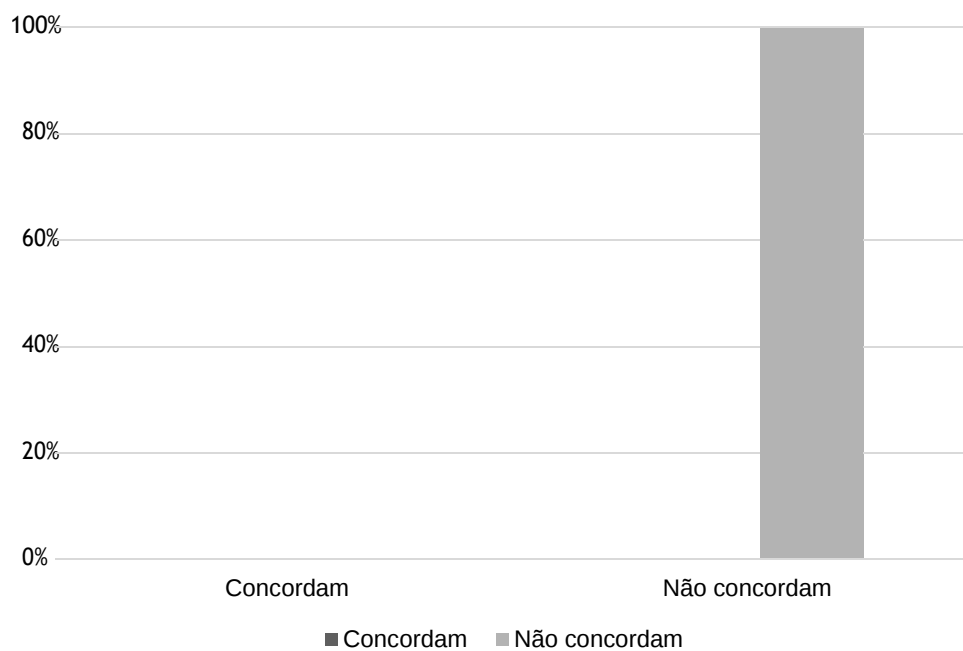
Gráfico 3 - Quantidade de frequentadores que já avistaram qualquer manifestação patológica



Fonte: O autor (2018)

O resultado foi o mesmo quando perguntados se concordavam com um projeto para 20 mil pessoas, número maior que a população.

Gráfico 4 - Quantidade de frequentadores que já concordam com a capacidade do projeto



Fonte: O autor (2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o presente estudo realizado no estádio coliseu constatou que o mesmo possui diversas manifestações patológicas como fissuras, eflorescências, armações ou colunas com corrosão, entre outros.

Ademais, foi possível verificar que estes problemas se espalhavam por todo a arena, desde a região próxima a entrada até os bancos de reserva, passando por toda a arquibancada, tornando para o gestor público a grande importância da manutenção e reforma de algumas áreas.

Também foi possível investigar as possíveis causas e consequências das manifestações, construindo assim, a matriz GUT, onde foi definido o grau de prioridade das manifestações do coliseu, tendo as intervenções no pilar da arquibancada e na laje de acesso como críticos e urgentes.

Assim, devido a quantidade elevada de manifestações principalmente como fissuras na arquibancada, os frequentadores do estádio alegaram não se sentir seguros ao assistirem o espetáculo esportivo. Ainda em pesquisa os entrevistados, posicionaram contra a construção do estádio.

Ressalta-se por último a necessidade de mais estudos no Estádio Coliseu, tal como a aplicação de novos ensaios como esclerometria e ultrassom para um melhor diagnóstico para a terapêutica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14931:20 04: **Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118:200 7: **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12654: 1992: **Controle tecnológico de materiais componentes do concreto**. Rio de Janeiro, 1992.

ALMEIDA, I. R. **Influência da resistência à abrasão do agregado na resistência à abrasão de concretos de alto desempenho**. In: Congresso Brasileiro do Concreto – REIBRAC, 42, 2000, Fortaleza. Anais. São Paulo: IBRACON, 2000 (CD Rom)

ANDRADE, J.J.O. et al. **Avaliação das características do concreto quando submetido à degradação de origem química**. In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 45, 2003, Vitória - ES. Anais. São Paulo: IBRACON, 2003 (CD Rom)

ANDRADE, W. P. **Abrasão do concreto de superfícies hidráulicas**. In: Congresso Brasileiro do Concreto. REIBRAC, 34, 1992, Curitiba - PR. Anais. São Paulo: IBRACON, 1992 (CD Rom)

ANDRADE , J.J.O. **Durabilidade das estruturas de concreto armado : Análise das manifestações patológicas nas estruturas do estado de Pernambuco**. Escola de engenharia Universidade Federal do Rio Grande do Sul , 1997, Porto Alegre - RS

ANDRADE, Maria del Carmem. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. Tradução e adaptação de Antônio Carmona e Paulo Helene. 1. ed. São Paulo: Pini, 1992. 104 p. ISBN 85- 7266- 011- 9

ANGELO, M.V.A. **Análise das patologias das estruturas em concreto armado do estádio Magalhães Pinto – Mineirão**: Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

BAUER, R. J. F. et al **Influência dos endurecedores de superfícies sobre a resistência ao desgaste por abrasão** In: Congresso Brasileiro do

Concreto— REIBRAC, 44, 2002, Belo Horizonte - MG. Anais. São Paulo: IBRACON, 2002 (CD Rom)

BBOTELHO, H.C.; MARCHETTI, O. **Concreto armado eu te amo, v.1. 6ª edição**. Editora Blucher, São Paulo, 2010

BRITO, Thaís Farias de. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT**: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior. 2017. 79 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017

CASTRO, L. Materiais de construção – **Patologia das Edificações 2**. São Paulo, Centro de Eventos-Amostra Científica. 1994.

CLIMACO, J.C.T.S. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. Editora Universidade de Brasília: Finatec, Brasília, 2005

CLÍMACO, J.C.T.S. (1990), "**Repair of structural concrete involving the addition of new concrete**", Tese de Doutorado, Polytechnic of Central London, Londres, 239p

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BETON – CEB. CEB/90: CEB-FIP **Model Code 1990. Design Code**. Lausanne: CEB, 1993. chap. 1-3, p.154; chap. 4-10, p.287; chap.11-14, p.66.

CUNHA, José Celso da. **Uma análise dos erros e problemas em estruturas de concreto armado**. Informador das Construções, n. 1268/31, p. 23, jan. 1994

CODY, R. D. et al **Experimental deterioration of highway concrete by chloride deicing salts**. Enviroment & Engineering Geoscience. V. 2, n. 4, Winter , 1996. p. 575- 588

DURVAL, Roger. **La Durabilité des armatures et du béton d'enrobage**. Paris: Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 1992. p. 173-225 (La durabilité des bétons. Collection de l'Association Technique de l'Industrie des Liants Hydrauliques)

FERREIRA, Rui Miguel. **Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão**. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000

FLAUZINO, Wanderley D.. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações: tecnologia de edificações**. São Paulo: PINI, 1988. p.79-84.

GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; PUJADAS, Flávia Zoéga Andreatta; NETO, Jerônimo Cabral Pereira Fagundes. **Técnicas de inspeção e manutenção predial**. São Paulo: PINI, 2006. 227 p

HASPARYK, Nicole Pagan; LOPES, Anne N. M.; ANDRADE, Moacir A. S.; SANTOS, Sérgio B. dos. **Deformações por Retração e Fluência**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 1 cap. 22, p. 655- 685. ISBN 85- 98576- 04- 2

HELENE, P. R. Do L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

HELENE, P.. **A Nova NBR 6118 e a Vida Útil das Estruturas de Concreto**. In: **II Seminário de Patologia das Construções**. 2004, Porto Alegre. Novos Materiais e Tecnologias Emergentes. Porto Alegre: LEME.UFRGS, 2004. v.1.

KLIMPEL, E. C.; SANTOS, P. R. C. **Levantamento das manifestações patológicas presentes em unidades do conjunto habitacional Moradias Monteiro Lobato**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Patologia nas Obras Cíveis) – Instituto IDD, Curitiba, 2010, 98p

LAPA, S. L. **Patologia recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**. 1. ed. São Paulo: Art & Ciência, 2001

LICHTENTSTEIN, N.B. **Patologia das construções; procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. Dissertação de mestrado. São Paulo: USP / Escola Politécnica, 1985. 191 p.

OLIVEIRA, A. M. **Fissuras, trincas, rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Curso de especialização em gestão em avaliações e perícias. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

PALERMO, Giovanni. **Geometria do concreto durável**. Revista Técnica, p. 33-38, jul./ago. 1993

PMAS. **Governo municipal de Alto Santo**. Disponível em: <http://www.altosanto.ce.gov.br>. Acesso em: 20 de setembro de 2018.

ROSTAM, Steen. **Durability of concrete structures** - the CEB-FIP approach. In: COLLOQUIUM ON THE CEB-FIP MC90, ago. 1991, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1991. p.369-430

SHAFFER Jr., Thomas F. 1971. **Aço galvanizado para estruturas de concreto armado**. In: Simpósio sul-americano de corrosão metálica, 2, Rio de Janeiro, 1971. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Corrosão, Instituto Brasileiro de Petróleo, 1971.

SIEMES, A.J.M., VROUWENVELDER, A.C.W.M., VAN DEN BEUKEL, A. **Durability of building: a reliability analysis**. Heron, v. 30, n. 3, 1985.

SILVA, Turíbio José da. **Predicción de la vida útil de forjados unidireccionales de hormigón mediante modelos matemáticos de deterioro**. 1998. 290f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola técnica superior d'enginyers de Camins, Universidade Politècnica da Catalunya, Barcelona, 1998

SILVA, K.S. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. Universidade Federal do Ceara. Fortaleza, 2011.

SOMERVILLE, G. (1987), "The design life of concrete structures", **Cement & Concrete Association**, Reprint 4/87, Londres, 12p.

SOTILLE, Mauro Afonso et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 2001.

STAMATIS, D. H. **Failure Modes and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution**. 2^a Edição. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 2003.

TUTHILL, L.H. **Long service life of concrete**. **Concrete International**, ACI, p.15-17, July 1991

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspección, diagnóstico y pronóstico em la construcción civil**. Boletín Técnico. ALCONPAT Internacional, Mérida – México, 2013.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO

- 1) No quesito necessidade, você foi/é de acordo com a construção do Estádio?
- 2) Você se sente seguro no estádio Coliseu?
- 3) Concorda com u projeto para capacidade de 20 mil pessoas?
- 4) Já Frequentou o Estádio? Se sim, observou algum problema: Fissuras, Manchas, Corrosão(ferrugem)?