



**ESTUDO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA
METODOLOGIA ORIGINAL DE DETERMINAÇÃO DO GRAU DE
DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS (GDE/UNB) COM OS RESULTADOS
DESTA METODOLOGIA AJUSTADA SEGUNDO O FLUXOGRAMA DE
INSPEÇÕES EM MARQUISES DE CONCRETO.**

FLORIANÓPOLIS
2020



KLEITON MELLO CASA
RODRIGO TAVARES DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO DOS RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA
METODOLOGIA ORIGINAL DE DETERMINAÇÃO DO GRAU DE
DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS (GDE/UNB) COM OS RESULTADOS
DESTA METODOLOGIA AJUSTADA SEGUNDO O FLUXOGRAMA DE
INSPEÇÕES EM MARQUISES DE CONCRETO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Patologia das Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Prof. Msc. Joelcio Luiz Stocco.

Coorientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

FLORIANÓPOLIS
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida e por nos ter proporcionado chegar até aqui, dando-nos a oportunidades de adquirir conhecimentos e o prazer de conviver e conhecer ótimos professores e colegas de curso, que nos fez evoluir na vida profissional e pessoal.

A nossas famílias, por toda a dedicação e paciência contribuindo diretamente para que pudéssemos ter um caminho mais fácil e prazeroso durante esses anos, compreendendo e colaborando durante o período deste curso.

Agradecemos aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado em especial ao professor orientador Msc. Joelcio Luiz Stocco pela valiosa colaboração e paciência na orientação deste trabalho, nos incentivando a buscar sempre o melhor.

Ao grande auxílio prestado pelo Diego Menezes, que disponibilizou alguns de seus equipamentos, possibilitando concluir o trabalho com a realização das inspeções.

Agradecemos também ao nosso professor e coordenador Luiz Fernando Trilha, por toda dedicação conosco, sempre incentivando a nunca desistirmos e buscarmos sempre a ética e o profissionalismo todos os dias.

RESUMO

O número de casos de colapso de marquises vem crescendo cada vez mais, principalmente os casos com vítimas fatais que ocorrem em grandes centros urbanos de muitas cidades. Tendo como exemplo mais recente dois casos com vítimas fatais em São Paulo, em apenas dez dias, fatos que podem ser minimizados com a realização de inspeções periódicas e manutenções preventivas nestes elementos. Logo, este trabalho possuiu como objetivo comparar os resultados da aplicação da metodologia original de determinação do grau de deterioração de estruturas (GDE/UnB) com os resultados desta metodologia ajustada segundo o Fluxograma de Inspeções em marquises de concreto. Para tanto, foi executado um estudo de caso com a realização da inspeção em duas etapas, etapa preliminar e etapa detalhada de inspeção, assim como aplicou-se também a metodologia de inspeção GDE/UnB original, o que permitiu analisar os resultados de ambos os métodos aplicados para o mesmo elemento. A aplicação dos métodos de inspeção realizou-se em uma marquise de concreto armado de uma edificação localizada no município de Piçarras, cidade litorânea de Santa Catarina. E por fim, chegou-se que para o método ajustado a classificação da estrutura é estado CRÍTICO, já para aplicação do método original, chegou-se na classificação de estado SOFRÍVEL.

Palavras chave: Marquise de concreto, manifestação patológica, inspeção, grau de deterioração, método GDE/UnB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Marquise de laje engastada em balanço (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007).	21
Figura 2. Marquise apoiada em vigas engastadas (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007).	21
Figura 3. Queda de marquise Loja Arapuã em 1988 (GONÇALVES, 2011).	22
Figura 4. Queda de marquise zona Oeste de São Paulo (UOL, 2019).	23
Figura 5. Queda de marquise do shopping center em Penápolis (G1 SP, 2019).	23
Figura 6. Fluxograma da etapa de inspeção preliminar (HELENE e PEREIRA, 2007).	25
Figura 7. Fluxograma da etapa de inspeção detalhada (HELENE e PEREIRA, 2007).	26
Figura 8. Etapas de um diagnóstico nas estruturas (TUTIKIAN e PACHECO, 2013). ..	28
Figura 9. Fluxograma de avaliação do grau de deterioração, metodologia GDe/UnB (Adaptado SOUZA, 2009).	43
Figura 10. Fluxograma da metodologia do trabalho (O Autor, 2019).	48
Figura 11. Exemplo de manifestação patológica listada no roteiro (O Autor, 2019). ..	57
Figura 12. Fachada da edificação escolhida para a Inspeção (O Autor, 2019).	60
Figura 13. Croqui Planta baixa de toda a marquise (O Autor, 2019).	61
Figura 14. Croqui Corte Transversal da Marquise Inspeccionada, Fachada Frontal (O Autor, 2019).	62
Figura 15. A esquerda a Edificação em janeiro de 2011, a direita em novembro de 2019 (Google Maps, 2011 / o Autor, 2019).	63
Figura 16. Superfície inferior da Marquise na Fachada Frontal (O Autor, 2019).	64
Figura 17. Manchas de Infiltração na Fachada Frontal (O Autor, 2019).	64
Figura 18. Superfície inferior da Marquise na Fachada Lateral (O Autor, 2019).	65
Figura 19. Face superior da marquise (O Autor, 2019).	66
Figura 20. Formulário de Cadastro da Marquise (GONÇALVES, 2011).	68
Figura 21. Parte do Checklist - Dados Cadastrais (O Autor, 2019).	73

Figura 22. Checklist Dados Cadastrais (O Autor, 2020).....	74
Figura 23. Parte do Checklist Preparatório de Inspeção (O Autor, 2019).	76
Figura 24. Checklist Dados Preparatório de Inspeção – Folha 1/2 (O Autor, 2020). ...	77
Figura 25. Checklist Dados Preparatório de Inspeção – Folha 2/2 (O Autor, 2020). ...	78
Figura 26. Parte do Checklist auxiliar – Exame Visual (O Autor, 2019).	79
Figura 27. Resultado da realização do Ensaio de Carbonatação, Fachada Frontal face inferior (O Autor, 2019).	85
Figura 28. Resultado da realização do Ensaio de Carbonatação, Fachada Lateral face inferior (O Autor, 2019).	86
Figura 29. Aplicação do Ensaio de Detecção Magnética de Armaduras (O Autor, 2019).	87
Figura 30. Gráfico comparativos dos métodos (O Autor, 2020).....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fatores de Ponderação para manifestações patológicas em marquises de concreto armado (GONÇALVES, 2011).	34
Tabela 2. Fator de intensidade de manifestação de um dano (GONÇALVES, 2011). .	35
Tabela 3. Fator de relevância estrutural (FONSECA, 2007).	39
Tabela 4. Exemplo de Fator de Ponderação e Intensidade de uma laje (O Autor, 2020).	40
Tabela 5. Exemplo de Grau de Dano calculado de uma laje (O Autor, 2020).	41
Tabela 7. Fp e Fi, Impermeabilização deficiente em marquises de concreto (O Autor, 2019).	50
Tabela 8. Fp e Fi, Armaduras negativas em marquises de concreto (O Autor, 2019). .	51
Tabela 9. Fp e Fi, Fissuras em marquises de concreto (O Autor, 2019).	51
Tabela 10. Classificação dos danos e fatores de intensidade (<i>Fi</i>) (O Autor, 2020).	54
Tabela 11. Classificação dos Danos e Fatores de Ponderação (O Autor, 2020).	54
Tabela 12. Fatores de Intensidade avaliado – Metodologia GDe (O Autor, 2019).	69
Tabela 15. Fatores de Intensidade avaliado – Inspeção preliminar (O Autor, 2019). ...	80
Tabela 16. Fatores de Intensidade avaliado e Grau de Dano (O Autor, 2019).	82
Tabela 18. Fatores de Intensidade avaliado – Inspeção detalhada (O Autor, 2019).	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação do nível de deterioração do elemento (GONÇALVES, 2011).	37
Quadro 2. Classes de agressividade ambiental (CAA) (NBR 6118, ABNT 2014).....	45
Quadro 3. Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto (NBR 6118, ABNT 2014).....	46
Quadro 4. Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\phi_c = 10$ mm (NBR 6118, ABNT 2014).	47
Quadro 5. Itens alterados da metodologia GDE/UnB (O Autor, 2019).	49
Quadro 6. Nova Classificação de nível de deterioração do elemento (O Autor, 2020).	55
Quadro 7. Etapas da Inspeção Preliminar (O Autor, 2019).....	56
Quadro 8. Etapas da Inspeção Detalhada (O Autor, 2019).	59
Quadro 9. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Metodologia GDe (O Autor, 2019).....	71
Quadro 10. Análise da aplicação da metodologia GDE/UnB (O Autor, 2019).	71
Quadro 11. Análise do Checklist Dados Cadastrais (O Autor, 2019).....	73
Quadro 12. Análise do Checklist Dados Preparatório de Inspeção (O Autor, 2019)....	76
Quadro 13. Análise da aplicação do Checklist - Pré-Análise (O Autor, 2019).....	81
Quadro 14. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Inspeção preliminar (O Autor, 2019).	83
Quadro 15. Análise aplicação de cálculos para Pré-diagnóstico (O Autor, 2019).....	83
Quadro 16. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Inspeção detalhada (O Autor, 2019).....	90
Quadro 17. Análise da aplicação da etapa de inspeção detalhada (O Autor, 2019).....	90

LISTA DE EQUAÇÕES

(1) Equação para Grau de Dano para $F_i \leq 2,0$	36
(2) Equação para Grau de Dano para $F_i \geq 3,0$	36
(3) Equação de Deterioração do Elemento.....	36
(4) Equação de Deterioração da Família de Elementos	37
(5) Equação do Grau de Deterioração Global da Estrutura.....	39

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE QUADROS	10
LISTA DE EQUAÇÕES.....	11
SUMÁRIO.....	12
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. Objetivo Geral	14
1.2.2. Objetivos Específicos	15
1.3. HIPÓTESE	15
1.4. JUSTIFICATIVAS	15
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1. MARQUISES.....	19
2.1.1. Histórico	19
2.1.2. Tipos de marquises de concreto	20
2.1.3. Acidentes com marquises.....	22
2.2. PROCEDIMENTOS BÁSICOS DE INSPEÇÕES.....	24
2.2.1. A importância das Inspeções.....	24
2.2.2. Etapas de Inspeção	25
2.2.3. Inspeção preliminar	26
2.2.4. Inspeção detalhada	27
2.2.5. Diagnóstico.....	28
2.2.6. Prognóstico	29

2.3.	METODOLOGIA DE INSPEÇÃO GDE/UnB	30
2.3.1.	Origem da metodologia	30
2.3.2.	Formulação da metodologia	33
2.3.3.	Estrutura de aplicação e cálculo da metodologia GDE/UnB	39
2.4.	ALGUNS PARÂMETROS PARA INSPEÇÃO	44
3.	PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA.....	48
3.1.	FLUXOGRAMA DE TRABALHO	48
3.2.	AJSTES PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UnB	49
3.2.1.	Classificação dos danos e fatores	49
3.2.2.	Roteiro de Inspeção	55
3.3.	ESTUDO DE CASO - MARQUISE INSPECIONADA	60
3.3.1.	Descrição da marquise	60
3.3.2.	Histórico da Marquise	62
3.3.3.	Manifestações patológicas observadas.....	63
4.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	67
4.1.	INSPEÇÃO COM MÉTODO GDE/UnB ORIGINAL	67
4.1.1.	Fator de intensidade	69
4.1.2.	Grau de deterioração Global do elemento.....	70
4.1.1.	Análise da Inspeção.....	71
4.2.	INSPEÇÃO COM MÉTODO GDE AJUSTADO	72
4.2.1.	Dados Cadastrais – Inspeção Preliminar	72
4.2.2.	Dados Preparatório de Inspeção – Inspeção Preliminar.....	75
4.2.1.	Pré-Análise – Inspeção Preliminar	79
4.2.1.	Pré-Diagnóstico – Inspeção Preliminar.....	81
4.2.2.	Etapa de Inspeção detalhada	84
4.2.3.	Quantificação dos valores - Inspeção Detalhada	88
4.2.1.	Diagnóstico - Inspeção Detalhada.....	89
4.2.2.	Análise da inspeção detalhada.....	90
4.3.	COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS	90

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	92
5.1. RECOMENDAÇÃO PARA FUTUROS TRABALHOS	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXO.....	98
ANEXO A — FORMULAÇÃO PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO E AÇÕES RECOMENDADAS SEGUNDO NIVEIS DE DETERIORAÇÃO (ADAPTADO DE FONSECA, 2007).....	98
ANEXO B –FATORES DE PONDERAÇÃO (FP) PARA LAJES	101
ANEXO C – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DE INTENSIDADE E PONDERAÇÃO.	102
ANEXO D — CLASSIFICAÇÃO DE FISSURAS EM ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO E FATORES DE PONDERAÇÃO (Fp) (VERLY, 2015).	104
ANEXO E — FOTOS ILUSTRATIVAS DE DANOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO E FATORES DE INTENSIDADE (VERLY, 2015).	107
ANEXO F — FORMULARIO DE CADASTRO DE MARQUISE (GONÇALVES, 2011).	111
APÊNDICE	112
APÊNDICE A — CHECKLIST DOS DADOS CADASTRAIS.	112
APÊNDICE B — CHECKLIST PREPARATÓRIO DE INSPEÇÃO	113
APÊNDICE C — CHECKLIST AUXILIAR – PRÉ-ANÁLISE	115
APÊNDICE D – MANUAL DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DETERIORAÇÃO DE MARQUISES DE CONCRETO. ...	118
APÊNDICE E – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DE INTENSIDADE E PONDERAÇÃO.....	120
APÊNDICE F –FATOR DE PONDERAÇÃO (FP) PARA LAJES EM BALANÇO	122
APÊNDICE G –FATORES DE PONDERAÇÃO (FP) PARA VIGAS.....	123
APÊNDICE H– QUADROS DE DETERIORAÇÃO GLOBAL DA ESTRUTURA	124

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho possui como principal temática a aplicação, em marquise de concreto armado, da metodologia de inspeção (GDE/UnB) com ajustes e combinada com o Fluxograma de Inspeção, aplicando também a metodologia de inspeção (GDE/UnB) original e analisando seus resultados.

A combinação no processo executivo de armaduras de aço e Cimento Portland, proporcionou a verticalização das edificações, com esta evolução dos edifícios, veio a preocupação com a segurança das pessoas que em seu entorno circulam, de modo a protegê-las de objetos que possam vir cair e até mesmo chuva e sol, iniciou-se assim a construção de marquises em edifícios (RIZZO, 2007).

As marquises são projetadas normalmente com função de cobertura e proteção, podendo receber diversos tipos de cargas, como tráfego de pessoas, anúncios comerciais, impermeabilização, dentre outras cargas. Portanto, sua estrutura depende praticamente do vão do balanço e da carga aplicada (BASTOS, 2006).

Conforme Gonçalves (2011), mesmo sendo parte integrante de uma edificação, as marquises possuem uma importância ainda maior, por serem projetadas para fora da edificação e em locais com grande circulação de pessoas, porém na maioria das vezes, as edificações não têm passado por inspeção ou manutenções periódicas, o que inclui suas partes integrantes, como por exemplo, as marquises.

No início da década de 90, em Copacabana, houve o desabamento de duas marquises, tendo vítimas fatais. Fatos que ganharam destaque nos meios de comunicação, chamando a atenção de técnicos, que realizaram uma investigação sistemática, procurando os motivos dos colapsos. Desde então, muitas marquises entraram em colapso e fazendo vítimas fatais, gerando uma grande discussão sobre os riscos e utilidades das marquises (RIZZO, 2007).

A falta de manutenção ou inspeção periódica das edificações, principalmente das marquises, traz uma grande preocupação, devido ao fato de colapso e ruínas destes elementos, que conseqüentemente podem fazer vítimas fatais. Devido a estes motivos,

existe a importância do estudo do comportamento destas estruturas, de seus planos de manutenção, e a aplicação de um método de inspeção para preservação de marquises.

Grandes avanços tecnológicos e organizacionais foram gerados na última década na construção civil brasileira, ao qual obteve ganhos de produtividade e qualidade. As inspeções prediais vêm aos poucos ganhando espaço na construção civil, assim como a aplicação da metodologia de inspeção GDe/UnB, que consiste em uma inspeção prática de estruturas de concreto, através de um exame visual, identificando os danos e o risco de cada elemento estrutural. Metodologia que possui diversas adaptações e aplicações em estruturas de concreto armado de edificações distintas, como pontes, viadutos e edifícios.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

A metodologia original de determinação do Grau de Deterioração de Estruturas (GDE/UnB) leva aos mesmos resultados desta mesma metodologia ajustada segundo o Fluxograma de Inspeções em marquises de concreto?

1.2. OBJETIVOS

Neste item apresentam-se os objetivos geral e específicos da pesquisa a ser desenvolvida.

1.2.1. Objetivo Geral

Comparar os resultados da aplicação da metodologia original de determinação do Grau de Deterioração de Estruturas (GDE/UnB) com os resultados desta metodologia ajustada segundo o Fluxograma de Inspeções em marquises de concreto.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a). Analisar procedimentos para inspeção geral, juntamente com a metodologia de inspeção GDE/UnB para marquises de concreto armado;
- b). Realizar ajustes na metodologia de inspeção GDe/UnB, que possibilite aplicá-la em marquises de concreto armado;
- c). Combinar a metodologia GDE/UnB com os procedimentos de inspeção, afim de realizar uma inspeção pratica e precisa para marquise de concreto.
- d). Aplicar a metodologia GDE/UnB e a metodologia ajustada e comparar seus resultados;

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que, a metodologia original de determinação do Grau de Deterioração de Estruturas (GDE/UnB) leva a valores diferentes dela ajustada.

1.4. JUSTIFICATIVAS

É de grande importância a identificação das causas que levam o aparecimento de manifestações patológicas em edificações, assim como em marquises de concreto armado. Desta forma existe a necessidade da aplicação de uma metodologia de inspeção especifica para marquises de concreto, para que seja possível determinar, de forma pratica, as condições reais do elemento, verificando quais ações preventivas devem ser tomadas, evitando assim acidentes com vítimas fatais.

Segundo Oliveira (2013), a não existência de medidas preventivas e tratamentos de pequenas falhas, leva um aumento de condições graves que retorna em altos custos posteriores. Pois, a adoção de medidas estratégicas de inspeção e manutenção preventiva bem elaboradas, utiliza de valores muito menores, o que facilitam na inclusão em

orçamentos de manutenção, prevenindo ações emergenciais, visto que, em casos emergenciais não há margem de tempo e nem espaço para negociações de orçamentos.

A importância de se realizar inspeções regulares e em conjunto dos resultados a realização das devidas manutenções periódicas, torna-se fundamental para o desempenho e vida útil do elemento, prevenindo assim gastos com valores altíssimos em situações extremas, situações que podem levar ao colapso do elemento e danos irreversíveis a vidas humanas.

Segundo Melo (2011), a quantidade de casos de colapso de marquises cresceu muito nas últimas décadas, com sua grande maioria em centros urbanos de diversas partes do mundo. Isto se torna um fato preocupante, pois algumas dessas estruturas apresentam risco de colapso, trazendo perigo potencial a vida das pessoas.

A importância em se ter um bom planejamento, tanto executivo como de manutenção periódica e preventiva, mas acima de tudo a realização de inspeções periódicas, faz com que se evite desperdício de tempo e principalmente de materiais para concepção e preservação de tal elemento. Sendo que este setor da construção civil, é um grande gerador de materiais descartados, que ao longo período desencadeiam grandes impactos ambientais.

Segundo Klein et al. (1991), o método de inspeção do Grau de Deterioração de Estrutura (GDE/UnB), possui parâmetros adotados de fácil adaptação para outros tipos de estrutura de concreto armado, incluído elementos como marquises de concreto, conforme as características particulares de cada elemento. Fato que foi comprovado por diversas aplicações e adaptações de diversos outros autores em outras edificações de concreto armado.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Primeiramente o método de pesquisa utilizado foi o Estudo de Caso e teve como base artigos acadêmicos, teses, dissertações, monografias, normas e livros técnicos sobre o assunto.

- a) Realizar um estudo sobre marquises de concreto;
- b) Realizar um estudo sobre os procedimentos básicos de inspeção;
- c) Pesquisar sobre a metodologia GDE/UnB para marquises de concreto;
- d) Análise e adaptação da metodologia GDE/UnB;
- e) Aplicação das metodologias de inspeção, GDE/UnB e a versão GDE/UnB adaptada;
- f) Análise comparativa dos resultados;

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, conforme apresentado a seguir.

O **Capítulo 1** apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, assim como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

O **Capítulo 2** apresenta a referencial teórico e discorre sobre marquises de concreto armado. Fazendo uma abordagem sobre procedimentos padrões de inspeções e a metodologia do Grau de Deterioração de Estruturas (GDE/UnB), aplicada em marquises de concreto.

O **Capítulo 3** trata sobre o estudo realizado, relatando a inicial análise e elaboração do roteiro de inspeção para marquises de concreto armado, com base na pesquisa desenvolvida no capítulo anterior, e sua aplicação prática, em busca dos resultados desejados.

O **Capítulo 4** apresenta a análise dos resultados deste estudo, com base na metodologia GDE/UnB para marquises e essa mesma metodologia ajustada, comparando ambos os métodos aplicados.

O **Capítulo 5** apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros. Após, são apresentadas as referências bibliográficas, seguidas de anexos e apêndices.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é exposta a fundamentação teórica, que disserta sobre a marquises de concreto armado, seguindo com a apresentação dos procedimentos de uma inspeção e a sua importância, encerrando com a descrição da metodologia de inspeção GDE/UnB.

2.1. MARQUISES

Marquises são elementos estruturais, que fazem parte da edificação, que tem sua projeção avançando em relação ao alinhamento do edifício sobre os logradouros públicos, em sua grande maioria são de construídas em concreto armado, caracterizada por ser um elemento em balanço engastado no plano das fachadas. Idealizada inicialmente para proteção das pessoas que transitam nas calçadas, protegendo do sol, chuva e possíveis objetos que possam vir a cair dos pavimentos superiores, além de contribuir para uma arquitetura harmônica e embelezadora da edificação (GONÇALVES, 2011).

No entanto, as marquises por serem elementos estruturais, em muitos casos de concreto armado, possuem características particulares, visto que são estruturas com apenas a região do engastamento em contato com a edificação, ficando assim submetidas a esforços de flexão junto ao apoio superior, o que deixa a estrutura se não perigosa, mas com a necessidade de uma atenção especial, quanto a segurança, desempenho e durabilidade (MELO, 2011).

2.1.1. Histórico

No início do século XX, a utilização do Cimento Portland combinados com estudos técnicos de dimensionamentos de concreto armado de Mörsch, aos quais incorporaram armaduras de aço no processo de execução, gerou um grande avanço nos

métodos construtivos até os dias atuais, facilitando a verticalização das edificações (WITTKOWSKI, 2010).

A verticalização das edificações em busca de alturas ainda não alcançadas e arquiteturas diversificadas, surgiram novas preocupações. Visto que grandes edifícios se localizavam em centros urbanos e normalmente com áreas comerciais nos pavimentos térreos, a circulação de pessoas próximo dos edifícios se tornou constante, tornando a queda de objetivos dos pavimentos acima, uma preocupação. A partir disto, passou-se a executar marquises nos edifícios, para proteção e segurança do público que trafegavam próximos dos edifícios (RIZZO, 2007).

Em 1937, através do Decreto 6000/37 no Rio de Janeiro, a execução de marquises se tornou obrigatória, principalmente em edifícios comerciais ou conforme o zoneamento ao qual pertencia. Em 1970, com o Decreto 3800, houve algumas alterações ao que se referia a execução de marquises, porém, ainda era obrigatória. Foi apenas em 1988, com Decreto 8272/88 e em 1991 com o Decreto 10426/91, que a execução de marquises em edifícios deixou de ser exigida, no Rio de Janeiro (RIZZO, 2007).

2.1.2. Tipos de marquises de concreto

Normalmente as marquises são de concreto armado e possuem uma forma retangular, sendo assim tratadas como lajes em balanço em relação a fachada. Contudo, podem introduzir cargas concentradas em pequenas áreas, elevando consideravelmente as tensões de compressão, tendendo a formação de fissuras (WITTKOWSKI, 2010).

Segundo Wittkowski (2010), as marquises são classificadas conforme a existência e a posição das vigas. Sendo estas a seguir:

a) Marquises com lajes simples em balanço: A Figura 01, é referente a uma laje em simples balanço sem apoios. Normalmente possuem o engaste com laje interna. Sua estrutura é composta de um esquema estático com uma das extremidades livre e

outra engastada, sua armadura principal é negativa e transversal, não necessitando a colocação de armadura positiva.

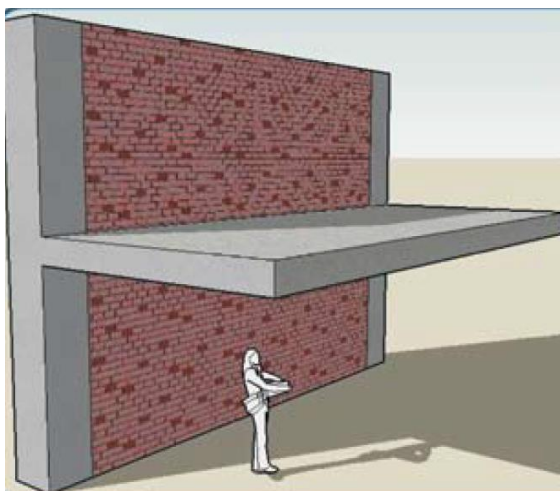


Figura 1. Marquise de laje engastada em balanço (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007).

b) Marquises formadas por lajes e vigas: Nas marquises compostas por lajes e vigas, as possibilidades de projeto aumentam, permitindo grandes balanços, reduzindo a espessura nas lajes, conforme a Figura 02. Na execução destas marquises, a disposição da armadura é em uma única direção, apoiando a laje nas vigas laterais e de borda. No caso da laje com engaste na laje interna, pode-se suprimir a viga de borda, tornando a laje de borda livre.

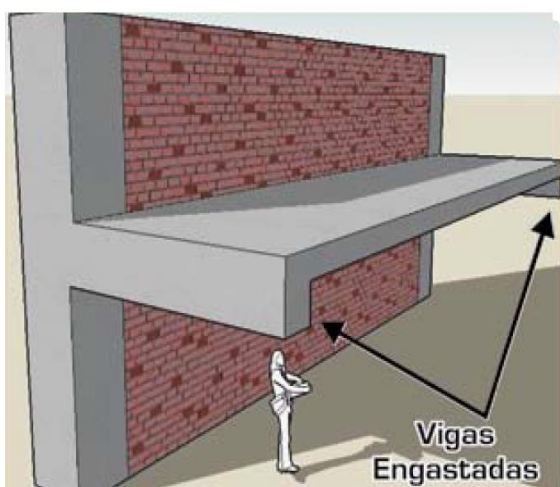


Figura 2. Marquise apoiada em vigas engastadas (MEDEIROS e GROCHOSKI, 2007).

2.1.3. Acidentes com marquises

Inúmeros casos de acidentes com marquises já ocorreram em diversas cidades do Brasil, muitos não são noticiados e nem analisados para saber o que originou o colapso. O maior número de colapso de marquise no Brasil, ocorreu no Rio de Janeiro, devido à grande número de marquises executadas, provavelmente motivado pelo Decreto 6000/37, que obrigou a construção de marquises em edifícios comerciais (RIZZO, 2007).

A Figura 03, é referente ao colapso de uma marquise no centro de Porto Alegre, em outubro de 1988, uma marquise da Loja Arapuã de 16 m desabou por volta da 16h, no momento da queda havia grande movimento no local devido a uma comemoração do dia das crianças, cerca de 10 pessoas ficaram feridas e outras 9 vítimas fatais (GONÇALVES, 2011).



Figura 3. Queda de marquise Loja Arapuã em 1988 (GONÇALVES, 2011).

Muitos fatos de desabamento de marquises ocorreram nas últimas décadas e continuam a acontecer, o que demonstra o risco que estes elementos podem causar a população, por exemplo, a queda de uma marquise de concreto com aproximadamente 15 metros, ocorreu na zona Oeste de São Paulo, no dia 13/11/2019 as 19 horas, na rua

Bela Cintra, bairro Jardim Paulista, tendo uma vítima fatal e um ferido, conforme mostra a Figura 04 (UOL, 2019).

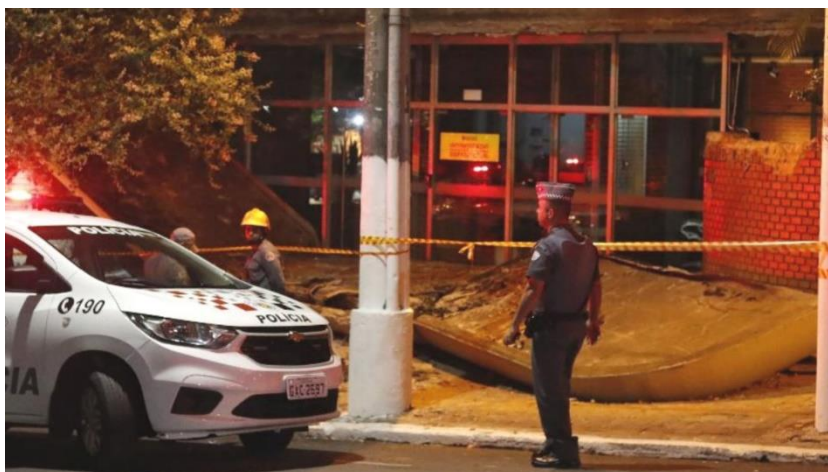


Figura 4. Queda de marquise zona Oeste de São Paulo (UOL, 2019).

No dia 23/11/2019, em Penápolis, no interior de São Paulo, uma marquise de um shopping desabou, o acidente ocorreu ao meio dia, horário de grande movimento no local, no momento do acidente duas mulheres passavam por ali, uma delas ficou ferida e outra faleceu (G1 SP, 2019). A Figura 05, mostra o local após o colapso da marquise, que era de concreto e estrutura metálica, é possível ver as máquinas de ar condicionado penduradas, pois estavam sobre a marquise.



Figura 5. Queda de marquise do shopping center em Penápolis (G1 SP, 2019).

2.2. PROCEDIMENTOS BÁSICOS DE INSPEÇÕES

Segundo Tutikian e Pacheco (2013), trata-se de uma atividade que compreende a coleta de elementos, tanto de projetos como de construção da edificação, realizando-se uma análise minuciosa da construção, elaboração e execução de relatórios, uma avaliação do estado da obra e suas recomendações, podendo esta ser de uma nova vistoria, de uma obra de manutenção, de uma recuperação, de reforço ou reabilitação da estrutura.

2.2.1. A importância das Inspeções

A publicação das normas brasileiras, NBR 6118 – **Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos** (ABNT, 2014) e a NBR 15575 – **Edificações habitacionais - Desempenhos** (ABNT, 2013), fez com que o setor passasse por um processo de questionamentos e reorganização, pois, tópicos como vida útil e manutenção entraram em destaque nas discussões de grupos de estudos.

De fato, medidas de prevenção e manutenção preventivas adotadas e aplicadas de maneira correta antes que quaisquer degradações venham a ocorrer, solicitariam valores muito menores, e o mais importante, possíveis de se prever em um orçamento pré-aprovado, evitando assim medidas de ações urgentes. Sem mencionar que a ausência de manutenção, gera um aumento de riscos de acidentes, trazendo sérios perigos aos usuários (OLIVEIRA, 2013).

Em um sistema de manutenção, inúmeras decisões devem ser tomadas para cada tipo de intervenção, tendo como base as inspeções periódicas. Essas inspeções, tem como objetivo identificar em cada componente construtivo, o grau de degradação e problemas de desempenhos, obtendo informações suficientes para avaliar prioridades de serviços de manutenção (OLIVEIRA, 2013).

Ainda Oliveira (2013), menciona que, para o funcionamento satisfatórios, toda edificação deve ser submetida a uma rotina de inspeção e manutenção, afim de verificar de maneira antecipada, eventuais processos de degradação de várias naturezas e vários componentes, afim de trata-los de maneira adequada, fazendo com que a vida útil de projeto da edificação seja atendida e até mesmo ultrapassada.

2.2.2. Etapas de Inspeção

A Figura 06 e 07 são um fluxograma mais detalhado das etapas de uma inspeção, que servem como um guia para uma inspeção, na busca de resultados mais precisos, auxiliando na determinação de quais ensaios realizar, sendo possível obter um diagnóstico mais exato sobre o estado da estrutura ou edificação. Como é possível observar, o fluxograma é dividido em duas etapas principais de inspeção, sendo a etapa preliminar e a etapa detalhada, cada uma contendo micro etapas específicas e detalhadas, concluído com o diagnóstico e prognóstico (MELO, 2011).

A Figura 06 é referente ao fluxograma de inspeção preliminar, ao qual contém suas etapas mais detalhadas para auxiliar na aplicação da inspeção.

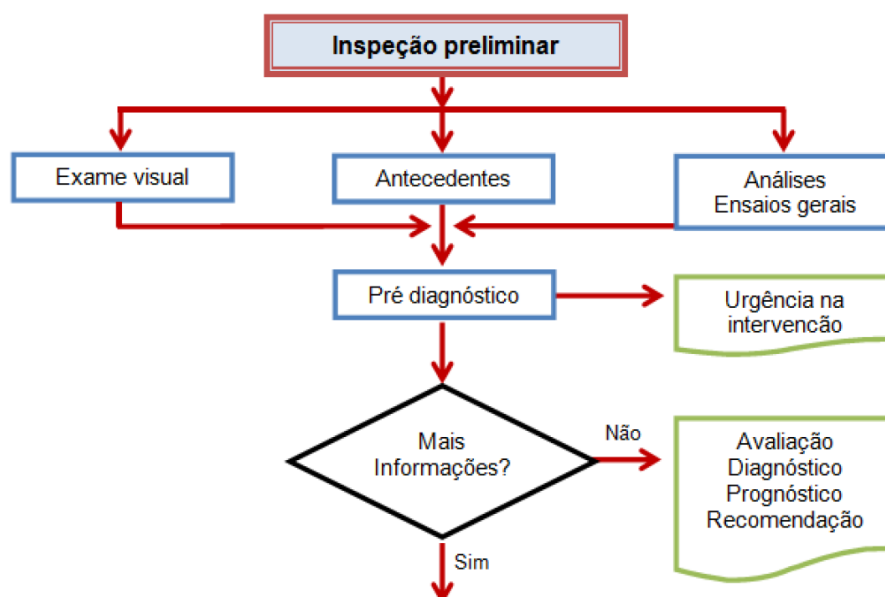


Figura 6. Fluxograma da etapa de inspeção preliminar (HELENE e PEREIRA, 2007).

A Figura 07 é referente ao fluxograma de inspeção detalhada, ao qual contém suas etapas específicas que se tem com base inicial as informações coletadas na inspeção preliminar.

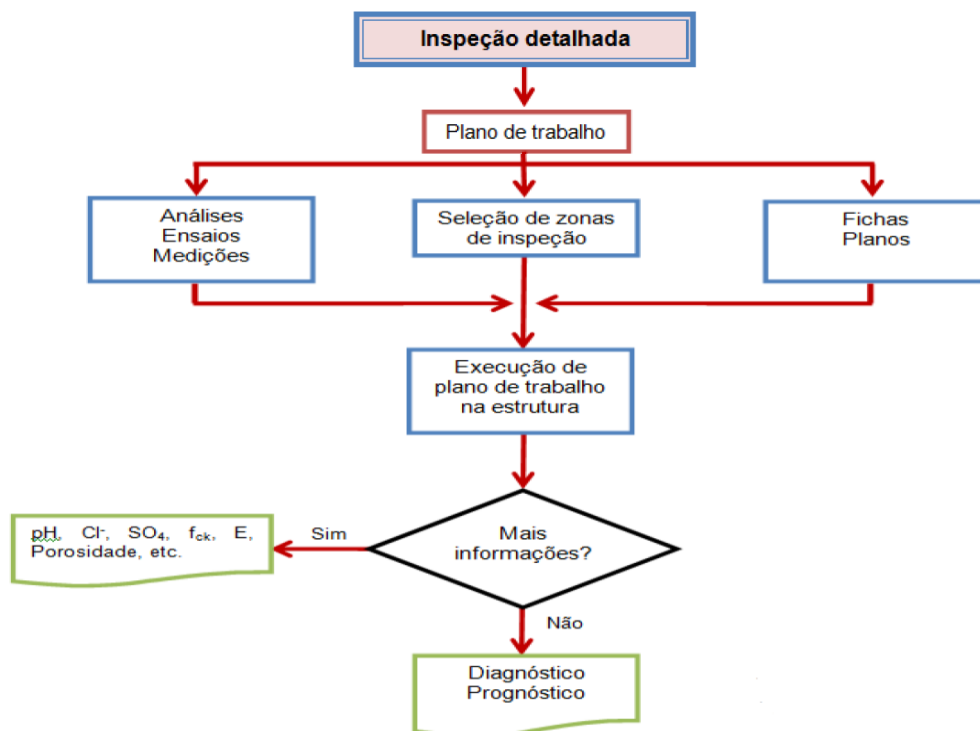


Figura 7. Fluxograma da etapa de inspeção detalhada (HELENE e PEREIRA, 2007).

2.2.3. Inspeção preliminar

Esta é uma etapa de grande importância, pois, as informações obtidas nesta etapa, servirão como base para um estudo mais detalhado das manifestações patológicas, que verificará a origem e natureza das mesmas. Assim, recomenda-se a utilização de formulários de avaliação (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

Ainda com Tutikian e Pacheco (2013), nestes formulários de avaliação é importante buscar informações sobre a estrutura, como idade ou tempo de serviço, procedência e natureza dos materiais constituintes, resistência característica, característica da construção, quanto ao início das manifestações patológicas,

intervenções ou reparos anteriores, possíveis mudanças no uso da estrutura, entre outros itens.

A agressividade do ambiente é outro ponto importante que deve ser identificado para avaliação da interação da estrutura com o ambiente exposto, possibilitando, verificar se a estrutura foi planejada de forma adequada ao meio e situação em que se encontra, conforme exigido por norma. Sendo necessário que se realize um exame visual geral da estrutura, identificando se o problema é generalizado ou localizado, anotando pontos importantes como sinais de corrosão, fissuras, regiões com desprendimento de concreto com ou sem exposição de armadura, degradação do concreto, logo, a elaboração de um registro fotográfico de qualquer anomalia se torna importante (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

2.2.4. Inspeção detalhada

Segundo Helene (1992), realizada a inspeção preliminar, poderá existir a possibilidade de uma averiguação mais detalhada e criteriosa da estrutura, o que dependerá da natureza das anomalias verificadas e da experiência do profissional. Nesta investigação detalhada devem ser abordados fichas, croquis e planos para levantamento dos danos, assim como um plano de amostras, utilização de uma tabela para tipificação dos danos, abordar técnicas de ensaios, medições e análises adequadas para a situação apresentada, importante delimitar regiões onde deverão ser realizados os ensaios necessários, assim como, a planificação dos materiais e equipamentos.

Conhecida a estrutura, deve-se através da realização dos ensaios e inspeções apontar as manifestações patológicas de maneira mais precisa possível, disponibilizando dados suficientes para caracterização dos danos, afim de orientar a determinação das causas e suas origens, realizando-se assim um diagnóstico sobre o estado da estrutura e também prever seu comportamento futuro (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

2.2.5. Diagnóstico

Segundo Tutikian e Pacheco (2013), as manifestações patológicas possuem sintomas dinâmicos, ou seja, o diagnóstico de uma manifestação patológica não deve ser algo imediato, deve haver uma análise onde se considere e entenda todo processo de evolução do caso, pois uma manifestação patológica pode ter um aspecto durante uma fase analisada e durante outro período pode estar completamente diferente.

Apesar de todo o cuidado na apuração dos fatos, existira ainda incertezas quanto ao diagnóstico levantado, com sua eficácia confirmada com a resposta positiva da edificação mediante a terapia prescrita, porém, vale salientar que, está incerteza ainda poderá existir mesmo com uma resposta positiva, pois existem manifestações patológicas que podem ser tratadas com mesmo “remédio” e vice-versa (LAPA, 2008).

A Figura 08 apresenta uma base das etapas e a importância da realização de um diagnóstico preciso das estruturas com suas manifestações patológicas.

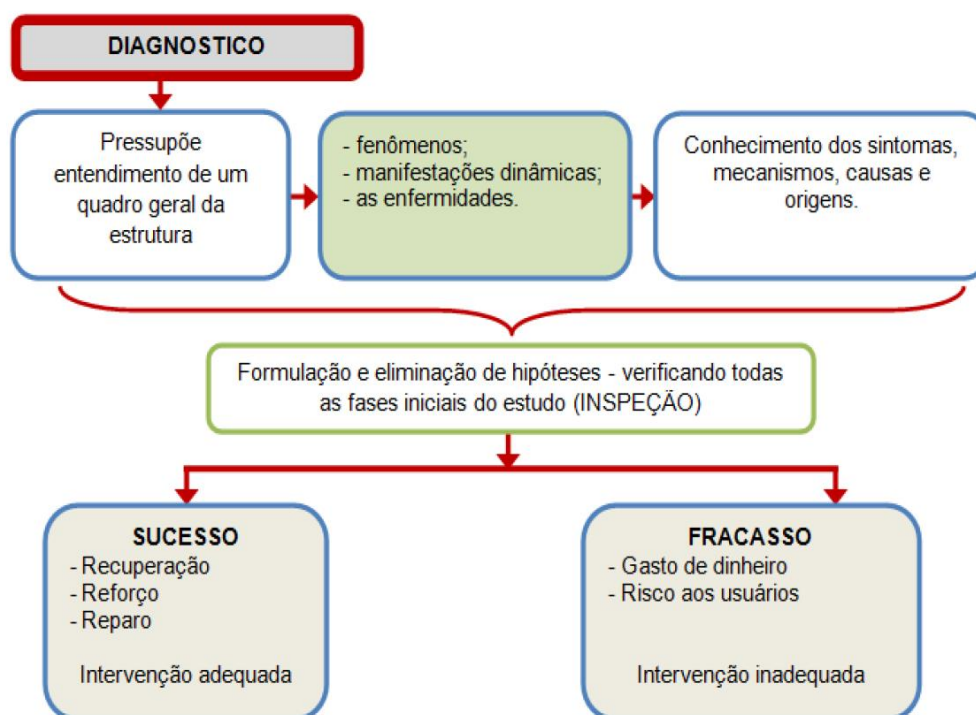


Figura 8. Etapas de um diagnóstico nas estruturas (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

A elaboração de um diagnóstico, inicia-se com os estudos referentes ao caso e análise do entendimento dos fenômenos e manifestações dinâmicas. Logo, realiza-se uma interpretação compondo um quadro cronológico de cada item levantado progressivamente, buscando entender o funcionamento da estrutura, concepção, reações diante de agentes agressivos, como surgiram as manifestações e entre outros. Assim as composições destes dados acabam que por orientar e direcionar para obtenção de melhores informações (TUTIKIAN e PACHECO, 2013).

2.2.6. Prognóstico

Conforme Tutikian e Pacheco (2013), o prognóstico deve ser realizado estudando e analisando o problema, como base em parâmetros ao longo do tempo, obtendo as possíveis alternativas de desenvolvimento da falha, avaliando a evolução natural do problema, condições de exposição da estrutura, tipo e localização do terreno e a tipologia do problema. Este estudo é muito importante para todos os tipos de casos, pois, em inúmeros casos, a possibilidades de se resolver e solucionar o problema, pode ser remota, ao qual nestas situações, criam-se medidas de controle, para que a manifestação patológica não venha a evoluir. Em alguns prognósticos, pode exigir métodos de intervenção com um custo benefício considerável ou satisfatório para solução do problema, visto que, pode existir uma evolução negativa do caso e inevitável, gerando um prognóstico pessimista da situação.

Após estabelecido o prognóstico, deve-se tomar as devidas decisões sobre o que fazer, analisando todas as alternativas possíveis para intervenção da manifestação patológica, definindo entre erradicar a enfermidade, impedir ou controlar a evolução, não intervir, ou até mesmo demolir o objeto.

2.3. METODOLOGIA DE INSPEÇÃO GDE/UnB

A metodologia do Grau de Deterioração de Estrutura da Universidade de Brasília (GDE/UnB), trata-se de um método de inspeção de estruturas de concreto armado, método este que já passou por diversos estudos e adaptações de vários autores, que buscavam realizar sua aplicação em estruturas de concreto de edificações distintas, como Obras de Arte Especiais e edifícios de concreto armado, através de modificações em pontos específicos do sistema da metodologia.

O método em si, tem como base uma aplicação de forma a quantificar e classificar o grau dos danos dos elementos estruturais através de uma inspeção preliminar, ao qual é realizado um exame visual, guiado por um roteiro definido para cada elemento e o conjunto de elementos da estrutura, contendo tabelas que indicam as descrições dos danos e suas intensidades através de valores, juntamente com um relatório fotográfico que auxilia na interpretação dos danos, encerrando com a realização de diversos cálculos, ao quais são acompanhados de um quadro onde analisa-se o resultado calculado com nível de deterioração indicado e as ações a serem adotadas quanto ao prazo para realização de uma inspeção detalhada e uma intervenção na estrutura (VERLY, 2015).

2.3.1. Origem da metodologia

Klein et al. (1991) inspecionaram onze Obras de Arte Especiais (OAEs) na região metropolitana de Porto Alegre/RS, tal execução se tornou possível através de um convênio firmado entre a Prefeitura Municipal de Porto Alegre e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A metodologia foi desenvolvida com o objetivo de criar um processo de vistorias sistematizado, classificando as estruturas conforme a variedade e a gravidade dos problemas encontrados por meio da definição de um grau de risco, com a finalidade de orientar a manutenção periódica, priorizando as ações de

reparos. Os autores utilizaram para elaboração da metodologia, conceitos recomendados pelo DNER (1987) e pela NBR 9452 – Vistorias de pontes e viadutos de concreto (ABNT, 1986), elaborando um *Caderno de Inspeções* para orientar as vistorias (BOLDO, 2002).

Com embasamento na proposta de Klein et al. (1991), Castro (1994) em sua dissertação de mestrado na Universidade de Brasília constatou que a proposta de Klein et al. (1991) aplicada em estruturas de concreto de edificações convencionais não obteve resultados satisfatórios, pois esta possuía caráter específico para OAEs. Castro (1994), baseando-se juntamente com o estudo desenvolvido por Tuutti (1982), que avalia a evolução do processo de corrosão de armaduras, propôs alterações na metodologia de forma a destinar sua aplicação para estrutura de concreto de edificações convencionais, introduzindo parâmetros e conceitos que permitissem quantificar o grau de deterioração da estrutura e de seus elementos. Da mesma maneira, as vistorias continuaram orientadas através de um *Caderno de Inspeção*, contendo informações básicas sobre a estrutura e planilhas com dados necessários para o processo de avaliação.

Lopes (1998), com o objetivo de aperfeiçoar o sistema de manutenção predial desenvolvido e utilizado pelo Banco do Brasil desde 1989, denominado Sistema de Conservação Predial (Siscop), sugeriu a inclusão do componente “estrutura” com base na metodologia desenvolvida por Castro (1994). Em sua dissertação de mestrado, observou que o sistema Siscop abrangia apenas 15 componentes exceto o componente estrutura, constatando isto como uma deficiência do sistema. Diante disto, realizou uma exposição detalhada das medidas necessárias para incluir e compatibilizar o componente estrutura com os demais, para obtenção do parâmetro Siscop, chamado índice de degradação da edificação (ID). Deste modo, Lopes (1998), realizou algumas alterações na metodologia de Castro (1994), sendo estas nas famílias de elementos e lista de danos, modificações nos fatores de ponderação de danos e alterações na formulação de cálculo do grau de deterioração do elemento, assim como a necessidade de realização de ensaios específicos em elementos distintos durante a inspeção detalhada.

Com base na proposta de Lopes (1998), Boldo (2002) realizou a aplicação da metodologia em 40 edificações, dos mais variados tipos em diversas regiões do Brasil, pertencentes ao Exército Brasileiro. Para tal aplicação, Boldo (2002) verificou a necessidade de algumas alterações na metodologia, alterando inicialmente o nome para *Roteiro de Inspeção para Estruturas de Concreto*, de modo a dar ênfase a sua importância, alterou a conceituação dos danos, buscando estarem atualizados conforme as normas vigentes na época e gerando uma nova planilha com 20 danos constantes e seus fatores de intensidade, introduzindo juntamente uma lista de fotos dos danos para facilitar a identificação dos mesmos. A formulação para o cálculo do grau de deterioração de uma família de elementos também sofreu alteração, ao qual constatou que a formulação anterior “mascarava” o resultado final da metodologia, por fim realizou alterações nos prazos de intervenções e periodicidade das inspeções.

Com os resultados obtidos na aplicação da metodologia no prédio do Instituto Central de Ciências – ICC, Fonseca (2007), verificou a necessidade de reformular alguns pontos importantes na metodologia utilizada por Boldo (2002). Alterou a conceituação dos danos no *Roteiro de Inspeção* conforme as normas vigentes na época e modificações nos valores dos fatores de ponderação e intensidade de alguns danos. Nos fatores de ponderação alterou a escala de pontuação de 0 a 10 passando para de 1 a 5, ao analisar que a maioria dos danos estavam acima de 5, sendo necessário reformular o cálculo de grau de dano. Fonseca (2007), modificou para cinco níveis de deterioração e não quatro, utilizando como base a norma do DNIT 010 – PRO (2004). Basicamente foi no estudo realizado por Fonseca (2007), que se utilizou a abreviação GDE/UnB para a metodologia do Grau de Deterioração de Estrutura da Universidade de Brasília.

Com embasamento na proposta de Fonseca (2007), Euqueres (2011) realizou a aplicação da metodologia em onze pontes no estado de Goiás, realizando alterações na metodologia que possibilitou sua aplicação nessas OAEs. Alterando primeiramente no *Roteiro de Inspeção* os tipos de danos possíveis para cada elemento, assim como alterações nos elementos que compõe as OAEs, consequentemente ajustou os fatores de

ponderações fixos conforme cada elemento. Decidiu de tal modo que a metodologia se mantivesse como modelo de inspeção visual, visando a conservação da estrutura e a praticidade da inspeção. Realizou também, alterações nos prazos das intervenções e periodicidade nas inspeções, assim como os itens que compõe o fator de relevância estrutural, que foram adequados de modo que possibilitou avaliar as OAEs, assim Euqueres (2011) concluiu que a metodologia alterada apresentou limitações para pontes com mais de 70m (setenta metros) de extensão, devido à dificuldade em visualizar todos os elementos da OAE.

Verly (2015), menciona que tal metodologia teve a introdução de parâmetros e conceitos que permitissem a aplicação em estruturas de concreto armado usuais e seus componentes, quantificando o grau de deterioração dessas estruturas.

2.3.2. Formulação da metodologia

O método é aplicado da seguinte forma, primeiro determina-se o grau de dano que cada elemento possui, com isso é possível quantificar o grau de deterioração desses elementos, após, é determinado o grau de deterioração da família de elementos, ou seja, o conjunto de elementos de mesma natureza, e por fim, da estrutura como um todo.

2.3.2.1. Fator de ponderação (Fp)

O fator de ponderação tem como princípio quantificar a importância relativa de um dano, referindo-se a sua estética, desempenho e segurança dos elementos de uma família de elementos específica, ou seja, considera o provável grau de comprometimento estrutural ou de desempenho causado por um determinado dano detectado em um elemento que compõe um conjunto estrutural. Logo para a definição deste fator, são estabelecidos os problemas mais relevantes quanto aos aspectos de durabilidade e de segurança estrutural, sendo possível que um determinado dano tenha fatores de

ponderação distintos de acordo com as características da família de elementos ao qual o elemento está inserido e também as consequências que o dano pode causar a ele, desta forma estes valores podem variar de 1 a 5 (GONÇALVES, 2011).

A Tabela 01, apresenta valores constantes para Fator de Ponderação (Fp), aos quais referem-se à avaliação de marquises de concreto armado, aplicado por Gonçalves (2011), que ressalta sobre o riscos que as fissuras transversais e longitudinais em marquises de concreto armado podem acarretar, determinando valores variáveis para fator de ponderação (Fp) das fissuras, sendo próximos a 3 para fissuras transversais e valor de 5 para fissuras longitudinais, ou seja, paralelas e próximas do engaste.

Fator de Ponderação	
Danos	Fp
Carbonatação	3
Cobrimento deficiente	3
Contaminação por cloretos	4
Corrosão das armaduras	5
Desagregação	3
Desplacamentos	3
Eflorescência	2
Falhas de concretagem	3
Fissuras	3 a 5
Flechas/Sobrecarga excessiva	5
Manchas	3
Umidade	3
Desvio de geometria	3

Tabela 1. Fatores de Ponderação para manifestações patológicas em marquises de concreto armado (GONÇALVES, 2011).

2.3.2.2. Fator de intensidade (Fi)

O Fator de Intensidade (Fi), segundo Gonçalves (2011), pode-se entender como o fator que classifica e quantifica a gravidade e evolução de um dano avaliado em um determinado elemento. Este valor pode variar entre 0 a 4.

A Tabela 02, apresenta a descrição genérica, de cada nível de dano e os valores a ele atribuído como Fator de intensidade.

Descrição	Fi
Elementos sem lesões	0
Elementos com lesões leve	1
Elementos com lesões toleráveis	2
Elementos com lesões graves	3
Elementos em estado crítico	4

Tabela 2. Fator de intensidade de manifestação de um dano (GONÇALVES, 2011).

A pontuação aplicada do Fator de intensidade, pode ser tornar muito subjetiva, caso não se tenha uma classificação mais detalhada, onde se identifique o nível da gravidade e evolução do dano avaliado. Deste modo, Castro (1994) elaborou um caderno de inspeções, ao qual foi modificado por Boldo (2002), Fonseca (2007) e Euqueres (2011), onde contemplam uma relação de danos e o valor sugerido para o Fator de Intensidade, acompanhado de imagens e desenhos para auxiliar na avaliação do dano quanto a sua intensidade, porém esta relação não elimina esse fator de subjetividade, apenas ajuda a reduzi-lo, conforme mostrado no Anexo A , B, C, D e E (VERLY, 2015).

2.3.2.3. Grau de Dano (D) e Grau de deterioração do elemento (Gde)

Para realizar o cálculo do grau de deterioração do elemento (Gde), primeiro é necessário calcular o Grau de Dano (D) de cada dano contido e analisado no quadro do Fator de Ponderação (Fp), relacionando com o Fator de Intensidade (Fi) aplicado a cada dano, conforme equação 1 e 2 apresentadas.

$$\text{Para } Fi \leq 2,0 \quad D = 0,8 \times Fi \times Fp \quad (1)$$

$$\text{Para } Fi \geq 3,0 \quad D = (12 \times Fi - 28) \times Fp \quad (2)$$

Onde

D = Grau de dano

Fi = Fator de intensidade

Fp = Fator de ponderação

Calculado do grau de dano deve-se aplicar a equação 3, que se refere -ao cálculo do Grau de deterioração do elemento (Gde).

$$Gde = D_{m\acute{a}x} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \quad (3)$$

Onde

Gde = Grau de deterioração do elemento

D = Grau de dano

D_{máx} = Grau de dano máximo (maior valor calculado do Grau de Dano)

Através do cálculo de grau de deterioração do elemento (Gde) é possível obter valores que auxiliam na classificação quanto ao nível de deterioração do elemento, onde estes níveis se relacionam com as ações necessárias a serem adotadas, conforme apresentado no Quadro 01.

Gde	Nível de Deterioração	Ações a serem adotadas
0-15	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva
15-50	Médio	Definir prazo para nova inspeção. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 2 anos).
50-80	Alto	Definir prazo para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano).
80-100	Sofrível	Definir prazo para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses).
>100	Crítico	Inspeção especial emergencial. Planejar intervenção imediata.

Quadro 1. Classificação do nível de deterioração do elemento (GONÇALVES, 2011).

2.3.2.4. Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf)

O grau de deterioração de uma família de elementos, tem como princípio avaliar um conjunto de elementos que compõe a mesma família de elementos (VERLY, 2015).

Apenas os elementos com $Gde > 15$ são considerados para o cálculo Gdf. Os valores $Gde < 15$ não influenciam de maneira considerável para o cálculo de deterioração de uma família de elementos (Gdf) e deterioração da estrutura (Gd), pois, valores abaixo disso compreende que a estrutura está em um “Estado aceitável” e assim é recomendado apenas a manutenção preventiva (GONÇALVES, 2011).

$$Gdf = Gde_{máx} \times \left[\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m Gde_{(i)} - Gde_{máx}}{\sum_{i=1}^m Gde_{(i)}}} \right] \quad (4)$$

Onde:

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Gde = Grau de Deterioração do elemento

Gdemáx = Grau de dano do Elemento máximo (maior valor calculado de Gde entre cada elemento)

O que foi observado por Gonçalves (2011), que quando a equação 4 é aplicada em apenas um elemento, ou seja, quando não há um conjunto formado de dois ou mais elementos da mesma família, este resultado será igual ao valor Gde já calculado anteriormente, deste modo utiliza-se assim apenas para um conjunto de dois ou mais elementos.

2.3.2.5. Grau de deterioração global de estrutura (Gd)

Após a determinação do grau de deterioração da família de elementos (Gdf), realiza-se o cálculo do grau de deterioração global da estrutura (Gd), ao qual é determinado pelos diferentes graus de deterioração das famílias de elementos da edificação. Para realização deste cálculo são considerados ainda, os Fatores de relevância Estrutura da família (Fr), baseados por princípio de importância relativa de cada família que subdividem a estrutura, quanto ao comportamento e desempenho.

Na Tabela 03, é apresentado o Fator de Relevância de Família (Fr), conforme visto, as lajes têm o Fator de Relevância estrutural igual a 4 e as vigas o valor de 5, Gonçalves (2011) aplica estes valores em marquises apoiada sobre vigas, pois neste formato as vigas acabam por ter maior relevância estrutural, porém, em marquises apenas em balanço sem as vigas de apoio, aplica-se a laje o valor de 5 e as vigas valor de 0, pois a laje se torna o elemento principal.

Fator de Relevância Estrutural (Fr)	
Elemento	Fr
Elementos de composição arquitetônica	1
Reservatório Superior	2
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação.	3
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários.	4

Continua

Continuação

Vigas e pilares principais.	5
-----------------------------	---

Tabela 3. Fator de relevância estrutural (FONSECA, 2007).

De acordo com Gonçalves (2011), após adotado o Fator de Relevância da Família, aplica-se a equação 05, para o Grau de deterioração Global de estrutura (Gd).

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)} \times Gdf_{(i)}}{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)}} \quad (5)$$

Onde:

Gd = Grau de Deterioração Global de Estrutura

Fr = Fator de Relevância Estrutural

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Em sequência da verificação do resultado, utiliza-se o Quadro 03, para determinação do Nível de deterioração da estrutura e ações a serem adotadas.

2.3.3. Estrutura de aplicação e cálculo da metodologia GDE/UnB

A aplicação da metodologia do Grau de Deterioração de Estrutura (GDE/UnB) segue um fluxograma com etapas a serem seguidas para se obter o resultado do nível de deterioração da estrutura. Primeiramente deve-se entender que em cada elemento da estrutura será aplicado o roteiro de inspeção de forma independente, até a etapa onde se calcula o Grau de deterioração do elemento (Gde). Como exemplo, em uma marquise com vigas de apoio, deve-se utilizar o Fator de Ponderação (Fp) própria para cada elemento, sendo uma para a laje e uma para a viga, onde avalia-se a intensidade de cada dano em cada elemento através do Fator de Intensidade (Fi), nessa etapa utiliza-se os Anexos B, C e D como base para aplicação dos valores de intensidade. A Tabela 04

apresenta um exemplo de aplicação de Fator de Ponderação (Fp) e Fator de Intensidade (Fi) aplicado em uma marquise sem vigas de apoio, formada apenas pela laje.

Elemento:	Laje	
Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)
Carbonatação	3	4
Cobrimento deficiente	3	1
Contaminação por cloretos	4	0
Corrosão das armaduras	5	3
Desagregação	3	0
Desplacamento	3	2
Eflorescência	2	0
Falhas de concretagem	3	0
Fissuras	3 a 5	2
Flechas / Sobrecarga excessiva	5	0
Manchas	3	2
Umidade	3	0
Desvio de Geometria	3	0

Tabela 4. Exemplo de Fator de Ponderação e Intensidade de uma laje (O Autor, 2020).

Concluído essa etapa de análise, aplica-se para cada dano avaliado a equação 1 ou 2, onde calcula-se o Grau de Dano (D) de cada um dos danos avaliados, neste momento se o fator de intensidade for menor ou igual a dois aplica-se a equação 1 e quando for maior ou igual a três aplica-se a equação 2. Abaixo segue exemplo dessa aplicação, a primeira seria para o Dano Cobrimento deficiente resultando no valor D= 2,4 e o segundo para Carbonatação resultando no valor D= 60.

$$\text{Cobrimento deficiente} \Rightarrow D = 0,8 \times Fi \times Fp \Rightarrow D = 0,8 \times 1 \times 3 \Rightarrow \underline{D = 2,4}$$

$$\text{Carbonatação} \Rightarrow D = (12 \times Fi - 28) \times Fp \Rightarrow D = (12 \times 4 - 28) \times 3 \Rightarrow \underline{D = 60}$$

A Tabela 05 é um exemplo da aplicação do cálculo de Grau de Dano (D) para todos os danos avaliados em uma laje. Neste exemplo, o dano Fissuras utilizou-se o Fator de Ponderação (Fp) como sendo 3.

Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)
Carbonatação	3	4	60
Cobrimento deficiente	3	1	2,4
Contaminação por cloretos	4	0	0
Corrosão das armaduras	5	3	40
Desagregação	3	0	0
Desplacamento	3	2	4,8
Eflorescência	2	0	0
Falhas de concretagem	3	0	0
Fissuras	3 a 5	2	4,8
Flechas / Sobrecarga excessiva	5	0	0
Manchas	3	2	4,8
Umidade	3	0	0
Desvio de Geometria	3	0	0
Somatória do Grau de Dano:			116,80

Tabela 5. Exemplo de Grau de Dano calculado de uma laje (O Autor, 2020).

Com todos os Graus de Dano (D) calculados, aplica-se a equação 3 para o cálculo do Grau de deterioração do elemento (Gde), ao qual utiliza-se da somatória de todos os Grau de Dano e o maior valor de Grau de Dano calculado (D_{máx}). Abaixo segue um exemplo da aplicação da equação 3, ao qual o resultado de Gde foi 89,18.

$$Gde = D_{máx} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \Rightarrow Gde = 60 \times \left[1 + \frac{116,8 - 60}{116,8} \right] \Rightarrow \underline{Gde = 89,18}$$

Caso o exemplo aplicado fosse uma marquise com vigas de apoio, haveria necessidade de seguir o roteiro até esse ponto para cada viga separadamente, onde após calculados os valores Gde de cada um dos elementos seria necessário a aplicação da equação 4 para o Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf) para as vigas, pois em uma marquise com vigas de apoio, normalmente essas são compostas por mais de uma viga, desse modo estas fariam parte de um conjunto de elementos da mesma família para aquela marquise.

Para entendimento desta etapa, será utilizado os valores calculados até o momento, sendo $Gde=89,18$ para a laje da marquise, e será adicionado como exemplo, duas vigas de apoio para a marquise, onde uma terá o valor calculado de $Gde = 90,39$ e a segunda de $Gde = 87,63$ simulando a aplicação da metodologia nestes elementos. Abaixo a equação 4 aplicada no exemplo descrito, ao qual o valor de $Gde_{máx}$ se trata do maior valor de Gde calculado dos elementos da mesma família, neste caso as vigas, sendo este o valor de $90,39$, no cálculo considera-se também a somatória de Gde dos dois elementos, sendo $178,02$. Como a laje é um único elemento não há necessidade da aplicação dessa equação, pois, o seu resultado será o mesmo do valor de Gde .

Aplicação da equação 4 nas vigas de apoio:

$$Gdf = Gde_{máx} \times \left[\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m Gde_{(i)} - Gde_{máx}}{\sum_{i=1}^m Gde_{(i)}}} \right]$$

$$Gdf = 90,39 \times \left[\sqrt{1 + \frac{178,02 - 90,39}{178,02}} \right] \Rightarrow \underline{Gdf = 110,42}$$

Para continuação do roteiro de cálculo da metodologia, segue-se para a equação 5, ao qual calcula-se o Grau de deterioração Global de estrutura (Gd), porém, para a execução dessa equação, deve ser determinado o Fator de relevância (Fr) de cada elemento que compõe a estrutura calculada, através da Tabela 03, mencionada no item 2.3.2.5 deste trabalho. No exemplo da marquise com as vigas de apoio, para as vigas consideram-se $Fr=5$ e a laje $Fr=4$. Abaixo segue a aplicação da equação 5 para o caso exemplificado.

Multiplica-se os valores de Fr e Gdf de cada elemento, seguido da equação 5:

$$Laje = Gdf \times Fr \Rightarrow Laje = 89,18 \times 4 = 356,72$$

$$Vigas = Gdf \times Fr \Rightarrow Vigas = 110,42 \times 5 = 552,10$$

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)} \times Gdf_{(i)}}{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)}} \Rightarrow Gd = \frac{(4+5) \times (356,72 + 552,10)}{(4+5)} \Rightarrow \underline{Gd = 100,98}$$

Calculado o valor de do Grau de deterioração Global de estrutura (Gd), compara-se o valor encontrado com o Quadro 01 do item 2.3.2.3 deste trabalho e verifica-se o Nível de Deterioração da estrutura, que indica as ações necessárias a serem adotadas, no caso exemplificado com valor de Gd igual a 100,98, logo a marquise ficou classificada como nível Crítico e as ações serão a definição de uma Inspeção especial emergencial e planejar intervenção imediata.

A Figura 09, apresenta o fluxograma com as etapas a serem seguidas para a aplicação da metodologia do Grau de Deterioração de Estrutura (GDE/UnB).

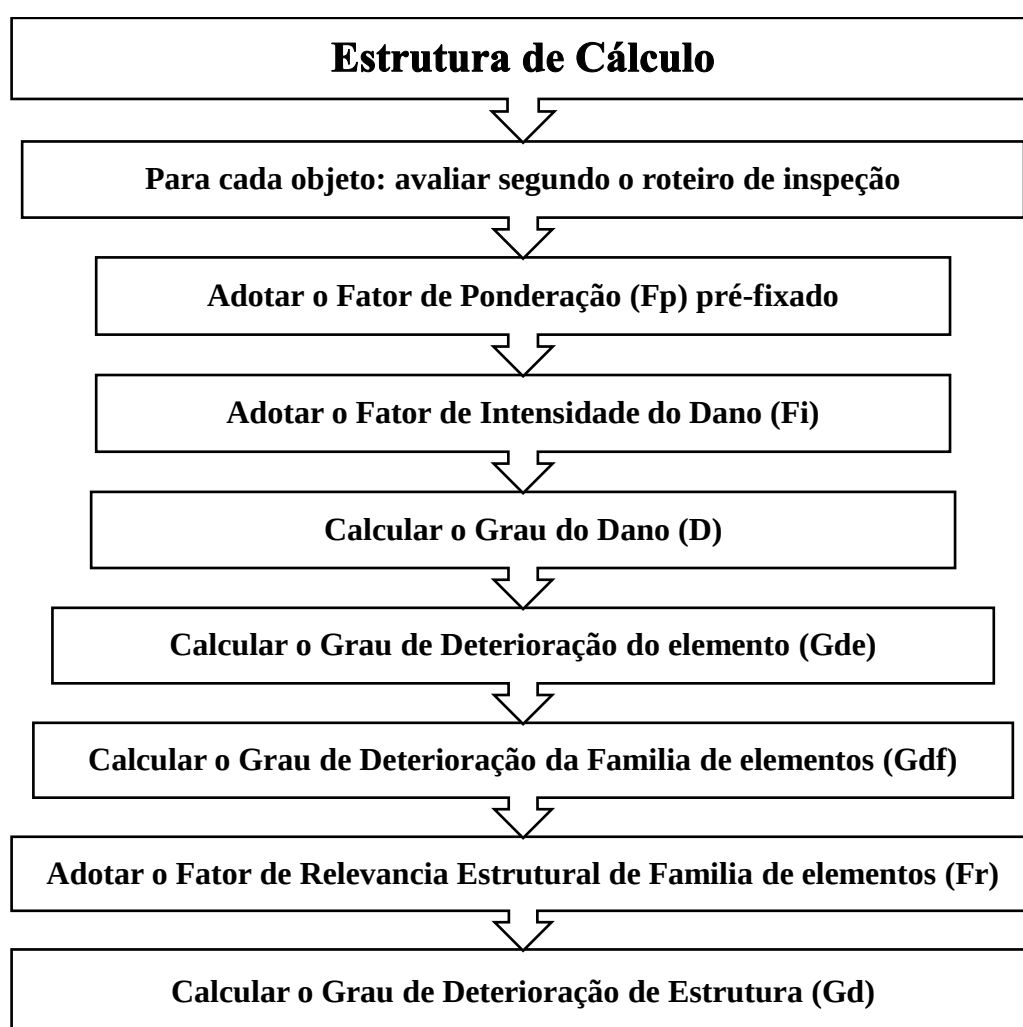


Figura 9. Fluxograma de avaliação do grau de deterioração, metodologia GDe/UnB (Adaptado SOUZA, 2009).

2.4. ALGUNS PARÂMETROS PARA INSPEÇÃO

Os parâmetros utilizados para a utilização da metodologia GDE/UnB tem como base diversas normativas, sendo entre elas as principais, a NBR 6118 – **Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos** (ABNT, 2014), NBR 15575 – **Edificações habitacionais - Desempenhos** (ABNT, 2013) e NBR 12655 – **Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento** (ABNT, 2015), aos quais discorrem pontos importantes quanto a classificação da agressividade do ambiente para com o elemento estrutural de concreto armado, mecanismos de deterioração, requisitos para concreto exposto a solução com sulfatos, teor máximo de íons cloreto para proteção de armaduras do concreto, como requisitos para projetos e execução de elementos estruturais. Estes parâmetros foram selecionados para posterior elaboração do Manual de aplicação da Metodologia GDE/UnB atualizado por Euqueres (2011), e última verificação atualizada por Verly (2015).

2.4.1.1. Verificações para Agressividade do ambiente

A NBR 6118 (ABNT, 2014) dispõe de prescrições genéricas quanto a durabilidade de estruturas de concreto armado, em função da agressividade do ambiente ao qual se encontra, relacionada as ações físicas e químicas que atuam sobre o elemento, independentemente de ações mecânicas, variações volumétricas de origem térmica, entre outros previstas no dimensionamento. O Quadro 02 apresenta a classificação de agressividade exposta a estrutura de concreto conforme o ambiente localizado.

Classe de Agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Frac	Rural	Insignificante
		Submersa	

Continua

Continuação

II	Moderada	Urbana ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinha ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito Forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	
^a Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).			
^b Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.			
^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.			

Quadro 2. Classes de agressividade ambiental (CAA) (NBR 6118, ABNT 2014).

Através da classificação da agressividade do ambiente, a NBR 6118 (ABNT, 2014) indica a relação água/cimento ideal do concreto para cada classe de agressividade ambiental para melhor desempenho de durabilidade e resistência a compressão do concreto, no Quadro 03 é apresentado os requisitos mínimos para cada relação água/cimento.

Concreto ^a	Tipo ^{b,c}	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	II	II
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de Concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

Continua

Continuação

^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Quadro 3. Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto (NBR 6118, ABNT 2014).

Do mesmo modo a NBR 6118 (ABNT, 2014) adota um critério de aceitação ao qual estabelece cobrimento mínimo das armaduras para desempenho de durabilidade, qual pode-se permitir uma variabilidade durante a execução de $\Delta C = 5$ mm ou até uma redução de 5 mm, porém, apenas quando houver um controle adequado de qualidade e limites rígidos de tolerância na execução, tendo como parâmetro a face externa do estribo. O Quadro 04, apresenta os cobrimentos mínimos para as armaduras de acordo com a agressividade do ambiente.

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	II	II
		Cobrimento nominal em mm			
Concreto Armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Vigas/Pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido	Laje ^b	25	30	40	50
	Vigas/Pilar	30	35	45	55

Continua

Continuação

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para o concreto armado. ^b Para face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigência desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitando um cobrimento nominal ≥ 15 mm. ^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatório, estações de tratamento de água e esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes químicos e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV. ^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm

Quadro 4. Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para $\square c = 10$ mm (NBR 6118, ABNT 2014).

3. PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

O presente capítulo discorre sobre o procedimento escolhido deste trabalho, que após uma análise dos procedimentos de inspeção e da metodologia GDE/UnB, seguiu-se com ajustes na metodologia original, encerrando-se com uma aplicação comparativa.

3.1. FLUXOGRAMA DE TRABALHO

Para o prosseguimento dos procedimentos para aplicação da metodologia GDE/UnB em marquises de concreto, conforme a Figura 10, foi elaborado um fluxograma da metodologia do trabalho, possibilitando assim a definição das etapas consistentes para atingir o objetivo do trabalho.

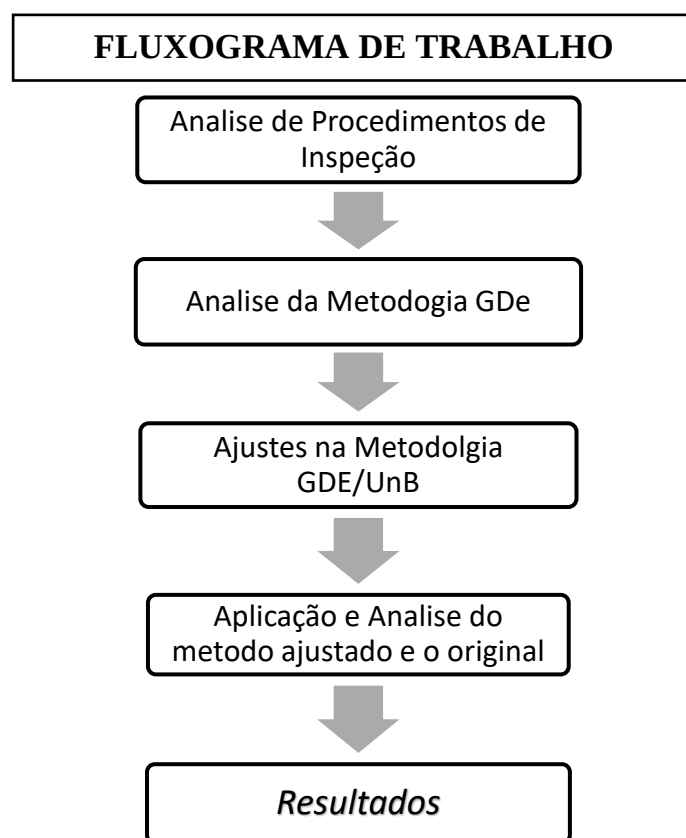


Figura 10. Fluxograma da metodologia do trabalho (O Autor, 2019).

3.2. AJUTES PARA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GDE/UnB

Após a execução de todo o referencial bibliográfico, o primeiro passo se teve, com uma análise dos procedimentos de inspeção e a metodologia GDE/UnB para marquises de concreto armado. Verificou cada passo indicado em ambos os sistemas, o que possibilitou observar a existência de compatibilidade entre esses métodos, realizando assim, algumas modificações na metodologia GDE/UnB.

As modificações realizadas foram divididas em dois pontos:

- a) **Classificação dos danos e fatores:** Modificações realizadas nos itens classificatórios, com adição e criação de itens, alteração de nomenclaturas e intensidade dos danos;
- b) **Roteiro de Inspeção:** Alterações com inclusão de checklist padronizados, etapas preliminares e etapas detalhadas.

3.2.1. Classificação dos danos e fatores

As primeiras modificações realizadas na metodologia GDE/UnB foram em alguns itens que classificam o fator de intensidade do dano e o fator de ponderação deste dano, conforme o Apêndice E, Apêndice F.

O Quadro 05 apresenta de modo resumido, uma lista dos itens modificados e o que foi realizado em cada item.

Item	Descrição	Situação
A	Impermeabilização Deficiente	INCLUIDO
B	Armaduras Negativas	NOVO
C	Fissuras	ADAPTADO
D	Umidade	NOME ALTERADO

Quadro 5. Itens alterados da metodologia GDE/UnB (O Autor, 2019).

O item A impermeabilização deficiente, mostrado no Quadro 05, foi apenas adicionado, pois, se trata de um item que já existia na metodologia GDE/UnB, mas que era utilizado em outros elementos estruturais. Gonçalves (2011) observou que a deficiência do sistema de impermeabilização de uma marquise de concreto pode ser um fator de grande relevância para o desencadear outras manifestações patológicas, verificou em seu estudo que a impermeabilização é o quinto fator de maior incidência de nos casos de colapso de marquises de concreto. A Tabela 07, mostra os detalhes deste item.

Impermeabilização deficiente		Fator de Ponderação (Fp) = 3
<i>Fi</i>	Tipo de Dano	
2→	Danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização.	
3→	Descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração).	
4→	Degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade, ou ausente de sistema.	

Tabela 6. Fp e Fi, Impermeabilização deficiente em marquises de concreto (O Autor, 2019).

O item B do Quadro 05, Bastos (2006) menciona sobre a importância das armaduras negativas na concepção de marquises de concreto, por serem lajes em balanço, o que exige um grande esforço do elemento para sua estabilidade, sendo as armaduras negativas grandes auxiliares nesta estabilidade. Assim criou-se este item para aplicação do roteiro de inspeção, com isso considerou-se um Fator de Ponderação (Fp) de valor 5, devido a sua importância, sendo aplicado para o Fator de intensidade (Fi), de 2 a 4, caracterizando o grau de intensidade do dano, como mostrado na Tabela 08.

Armaduras negativas		Fator de Ponderação (Fp) = 5
<i>Fi</i>	Tipo de Dano	
2→	Identificadas e/ou consta em projeto, dimensionamento e execução deficiente	
3→	Não consta em projeto, dimensionamento e execução muito deficiente, ou não identificadas.	
4→	Ausência de armadura negativa	

Tabela 7. Fp e Fi, Armaduras negativas em marquises de concreto (O Autor, 2019).

No item C do Quadro 05, fissuras, foi alterado o Fator de Ponderação, que sugeria o valor entre 2 a 5, que variava conforme o risco de ruptura que aquela fissura representa para o elemento, mas no caso de marquises, optou-se por utilizar ao valor 5, devido ao grau de risco que as fissuras podem representar em marquise de concreto. Conforme Gonçalves (2011), as marquises de concreto ficam sobre efeito constante de intempéries, o que facilita a ação de agentes agressivos que aceleram o aparecimento de manifestações patológicas, e por estarem em balanço, muitas vezes com um engaste, o colapso pode ocorrer mais rápido que em outros elementos, devido a isto apesar que a NBR 6118 (ABNT, 2014) indique valores limites para fissuras em estruturas de concreto armado, de 0,2mm a 0,4mm, o ideal é que não existam fissuras neste elemento.

A Tabela 09, apresenta os Fatores de Ponderação e Fatores de Intensidades ajustados para marquises de concreto armado.

Fissuras		Fator de Ponderação (Fp) = 5
<i>Fi</i>	Tipo de Dano	
1→	Abertura menores do que as máximas previstas em norma.	
2→	Com abertura até 40% acima dos limites de norma.	
3→	Aberturas excessivas; na transversal.	
4→	Aberturas excessivas; na longitudinal paralela e próxima do engaste.	

Tabela 8. Fp e Fi, Fissuras em marquises de concreto (O Autor, 2019).

Ainda na Tabela 09, foi alterado os Fatores de Intensidade, mantendo os valores de 1 a 4, alterando apenas a descrição dos itens de valor 3 e 4. Gonçalves (2011) menciona que as fissuras transversais nas marquises podem evidenciar um certo risco, mesmo quando a existência de vigas de apoio, porém as fissuras longitudinais, principalmente próximo do engaste e paralela a fachada da edificação, são as que podem representar maior risco, devido a sua posição, pois estão em uma região de grande esforço do elemento, e podem evidenciar o início de colapso da marquise, transformando a região em um ponto frágil do elemento.

O item D do Quadro 05, a nomenclatura umidade foi alterada para Infiltrações de Água, conforme sugerido por Verly (2015) em sua formulação da metodologia, ficando mais compatível esta descrição para deste tipo de manifestação patológica no elemento.

A Tabela 10 é referente aos danos e seus fatores de intensidades (F_i) com suas descrições após os ajustes para a aplicação da metodologia GDD/UnB.

Classificação dos danos e fatores de intensidade (F_i)		
Tipos de danos	F_i	Valores do Fator de Intensidade do Dano
Carbonatação:	1→	Localizada, com regiões com $pH < 9$, sem afetar as armaduras.
	2→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco.
	3→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
	4→	Generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
Cobrimento deficiente:	1→	Menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitindo a localização da armadura.
	2→	Menor que o previsto em norma, permitindo a localização visual da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões.
	3→	Deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas.
Contaminação por cloretos:	2→	Em elementos no interior sem umidade.
	3→	Em elementos no exterior sem umidade.
	4→	Em ambientes úmidos

Continua

Continuação

Corrosão de armaduras:	2→ 3→ 4→	Manifestações leves, pequenas manchas. Grandes manchas e/ou fissuras de corrosão Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
Desagregação:	2→ 3→ 4→	Início de manifestação. Manifestações leves, início de estofamento do concreto. Por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.
Desplacamento:	2→ 3→ 4→	Pequenas escamações do concreto. Lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura. Lascamento acentuado com perda relevante de seção
Eflorescência:	1→ 2→ 3→ 4→	Início de manifestações. Manchas de pequenas dimensões. Manchas acentuadas, em grandes extensões. Grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).
Falhas de concretagem:	1→ 2→ 3→ 4→	Superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça. Significante em relação às dimensões da peça. Profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura Perda relevante da seção da peça.
Fissuras:	1→ 2→ 3→ 4→	Abertura menores do que as máximas previstas em norma. Com abertura até 40% acima dos limites de norma. Aberturas excessivas; na transversal. Aberturas excessivas; na longitudinal paralela e próxima do engaste.
Flechas/Sobrecarga excessiva:	1→ 2→ 3→ 4→	Não perceptíveis a olho nu. Perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma. Superiores em até 40% às previstas na norma. Excessivas.
Impermeabilização deficiente:	2→ 3→ 4→	Danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização. Descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração). Degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade, ou ausente de sistema.

Continua

Continuação

Infiltração de água:	1→	Indícios de umidade.
	2→	Pequenas manchas.
	3→	Grandes manchas.
	4→	Generalizada
Manchas:	2→	Manchas escuras de pouca extensão, mas significativas (<50% da área visível do elemento estrutural).
	3→	Manchas escuras de grande extensão (>50%).
	4→	Manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).
Armaduras negativas	2→	Identificadas e/ou consta em projeto, dimensionamento e execução deficiente.
	3→	Não consta em projeto, dimensionamento e execução muito deficiente, ou não identificadas.
	4→	Ausência de armadura negativa.

Tabela 9. Classificação dos danos e fatores de intensidade (F_i) (O Autor, 2020).

Conforme mencionado alguns fatores de ponderação também alteraram, a Tabela 11 é referente aos danos e seus fatores ponderação (F_p) após os ajustes para a aplicação da metodologia GDD/UnB.

Elemento:	Laje / Vigas
Danos	Fator de Ponderação (F_p)
Fissuras	5
Flechas/Sobrecarga excessiva	5
Falhas de concretagem	3
Desagregação	3
Desplacamento	3
Cobrimento deficiente	3
Corrosão das armaduras	5
Impermeabilização deficiente	3
Infiltração de água	3
Manchas	3
Eflorescência	2
Carbonatação	3
Contaminação por cloretos	4
Armadura negativa	5

Tabela 10. Classificação dos Danos e Fatores de Ponderação (O Autor, 2020).

Conforme o Quadro 06, foram alteradas as ações a serem adotadas segundo o nível do grau de deterioração classificado para o elemento, de modo que ficasse mais compatível ao roteiro aplicado para o elemento em foco.

Gde	Nível de Deterioração	Ações a serem adotadas
0-15	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva
15-50	Médio	Definir prazo para nova inspeção. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 2 anos).
50-80	Alto	Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano). Definir prazo para nova inspeção.
80-100	Sofrível	Planejar intervenção em curto prazo (máx. 6 meses). Definir prazo para nova inspeção.
>100	Crítico	Planejar intervenção imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.). Definir prazo e natureza de nova inspeção.

Quadro 6. Nova Classificação de nível de deterioração do elemento (O Autor, 2020).

3.2.2. Roteiro de Inspeção

Para elaboração deste roteiro buscou-se seguir como base o fluxograma de inspeções apresentado no item 2.2.2 deste trabalho, Figuras 06 e 07, juntamente com a metodologia GDE/UnB para marquises de concreto armado, subdividindo esta etapa em duas partes, sendo estas:

- a) **Etapa Preliminar de Inspeção:** com o objetivo de levantamento de dados cadastrais, anamnese do elemento, utilização da edificação, pré-análise e um pré-diagnóstico;
- b) **Etapa de Inspeção Detalhada:** com o objetivo de uma análise mais profunda das manifestações patológicas, buscando obter um diagnóstico mais preciso;

3.2.2.1. Etapa preliminar de inspeção

Primeiro ponto para elaboração do roteiro foi a etapa de Inspeção Preliminar, que auxilia na definição de itens para inspeção detalhada, buscando métodos práticos que facilitassem a obtenção de informações cadastrais da edificação, dados preparatórios para inspeção, informações do histórico, realizando uma pré-análise e um pré-diagnóstico, possibilitando uma identificação rápida em que estado de deterioração a marquise se encontra, caso for um estado crítico, realiza-se medidas emergenciais.

Diante do fluxograma mostrado neste trabalho, definiu-se uma sequência de etapas preliminares a ser realizada, conforme mostrado no Quadro 07.

ETAPAS PRELIMINAR DE INSPEÇÃO			
1	Dados Cadastrais	Dados do Proprietário Dados da Edificação Dados da Concepção	Nome e Endereço, Fone, Dados legais, responsáveis pelo projeto e execução, etc...
2	Checklist preparatório	Dados iniciais p/ Inspeção Descrição da Marquise	Data de início, ambiente e clima, acessos, dimensões e croqui...
3	Pré-Análise	Anamnese Exame Visual	Histórico, utilização, exame visual das manifestações conforme roteiro...
4	Pré-Diagnóstico	Avaliação do resultado Análise dos Ensaios	Aplica-se a formula Gde/UnB, verificar se há riscos, definir Ensaios p/ Inspeção Detalhada

Quadro 7. Etapas da Inspeção Preliminar (O Autor, 2019).

No primeiro item, Dados Cadastrais, foi elaborado um checklist, com a função de cadastro inicial de dados, obtendo informações como a identidade do proprietário ou responsável, dados da obra, uso da edificação, localização, existência de projetos, empresa executora, legalidade da obra, manutenções já realizadas e entre outros dados. Este primeiro item é de preenchimento do responsável ou proprietário do imóvel, podendo ser observado com maiores detalhes no Apêndice A.

No item 2 do Quadro 07, Checklist preparatório, conforme o Apêndice B, foi elaborado um checklist para o engenheiro que realizará a inspeção, preencher. Este tem o objetivo de obter dados preliminares para a avaliação, como data e horário da realização da inspeção, condições climáticas no momento, meios de acesso a marquise, se existirá dificuldades para a realização da inspeção, classe de agressividade ambiental, disponibilidade dos projetos. Juntamente com dados referentes a marquise a ser avaliada, especificando as dimensões do objeto em um croqui, se o modelo estrutural possui ou não vigas de apoio, se há possível sobrecarga causada por equipamentos, utilização e possibilidade de acesso ao público em geral.

No item 3 do Quadro 07, compreende a uma verificação visual e preliminar, buscando evidências de intervenções ou manutenções já realizadas na marquise, se já houve antecedentes de manifestações patológicas no elemento. Complementando este item, foi incluído uma etapa de exame visual do elemento, em forma de preenchimento manual quanto a manifestações patológicas listadas nesta etapa do roteiro.

Conforme o Apêndice C, este preenchimento tem como base o item da metodologia GDe/UnB utilizado em lajes, porém, com os ajustes mencionadas neste trabalho. Onde estão listados diversos danos, indicando a sua existência ou não, e atribuído seu Fator de Intensidade (Fi) avaliado visualmente.

A Figura 11 é um exemplo de uma manifestação patológica do Apêndice C, onde, neste caso a manifestação patológica tem fator de intensidade é 3, abaixo tem uma referência do valor máximo desta manifestação, auxiliando no exame visual.

Desagregação:	☒ Sim	☐ Não	<input checked="" type="text" value="3"/> 2 a 4
crítico = 4 = por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.			

Figura 11. Exemplo de manifestação patológica listada no roteiro (O Autor, 2019).

Após o preenchimento da lista no Apêndice C, utiliza-se os valores anotados no quadro do Apêndice F ou G, conforme o elemento, para que seja possível realizar a aplicação da equação 1 ou 2 deste trabalho, afim de se obter o Grau de Dano (D) de cada manifestação patológica e posteriormente aplicando a equação 3 para o grau de deterioração do elemento (Gde), em caso de marquises apoiadas em vigas, segue-se para a equação 4 e 5. Após realizados os devidos cálculos, será verificado o valor Gd obtido e comparado no Quadro 01 deste trabalho, classificando e determinando os riscos das condições atuais do elemento.

Esta etapa de exame visual, serve como uma pré-avaliação da marquise, afim de se obter dados das condições atuais da marquise, quanto a riscos de colapso em evolução, tornando possível, a tomada das devidas ações necessárias e imediatas se preciso, evitando riscos ao público.

Esta pré-avaliação, contempla o item 4 do Quadro 07, Pré-diagnóstico, compreendendo a avaliação dos resultados coletados visualmente, elaborando-se assim um pré-diagnóstico, e posteriormente, observado os itens pré-avaliados conforme a metodologia GDE/UnB, define-se os ensaios necessários para início da etapa de Inspeção Detalhada.

Na etapa de exame visual, alguns itens não são possíveis de serem avaliados visualmente, tornando-se necessário a realização de ensaios específicos para tais danos, pois o resultado obtido no pré-diagnóstico, não deve ser considerado o diagnóstico final do elemento, servindo apenas como base para continuidade da Inspeção.

3.2.2.2. Etapa de inspeção detalhada

Após a realização da etapa preliminar da metodologia inicia-se a etapa de inspeção detalhada, também dividida em etapas, conforme mostrado no Quadro 08, contemplando quatro itens, de maneira que se mantenha em equilíbrio com o Fluxograma de Inspeção mostrada neste trabalho e a metodologia GDE/UnB.

ETAPAS DE INSPEÇÃO DETALHADA			
1	Análise inicial	Plano de ação	Avaliação dos Resultados obtidos na Etapa Preliminar, verificando itens de maiores riscos e Ensaios necessários.
2	Realização dos Ensaios	Ensaios Específicos	Realiza-se os Ensaios Necessários de Inspeção.
3	Quantificação dos Resultados	Aplicação da Metodologia Gde/UnB	Aplica-se a formula Gde/UnB, juntamente com os resultados dos Ensaios.
4	Resultado GDe/UnB	Avaliação do resultado Analise quantitativa	Comparar os valores com a tabela de deterioração.

Quadro 8. Etapas da Inspeção Detalhada (O Autor, 2019).

O item 1 do Quadro 08, considerou-se como a definição do plano de ação para inspeção da Marquise, onde neste item observa-se quais os pontos foram avaliados na etapa preliminar, porém, com um grau mais crítico, verificando se há necessidade de ensaios específicos, visto que alguns itens podem ser difíceis de avaliar visualmente ou impossíveis.

No item 2 do Quadro 08, Realização dos Ensaios, é especificamente a realização dos ensaios necessários, ao quais são determinados após a realização do item anterior, visto que alguns ensaios correrão na grande maioria das inspeções, podendo estes serem previstos antecipadamente.

No item 3 do Quadro 08, Quantificação dos Resultados, aplica-se a metodologia GDE/UnB, conforme os Apêndices D, E, F, G e H, juntamente com os resultados dos ensaios realizados em manifestações patológicas específicas, de modo que ao preencher os Quadros de Fatores de Ponderação, Apêndices F e G, possibilitem ser preenchidos com maior precisão.

Esta etapa finaliza-se com o item 4 do Quadro 08, Resultado GDE/UnB, onde após aplicados os valores comparam-se o resultado com o a Tabela 1 do Apêndice D, que possibilita verificar o nível de deterioração da Marquise avaliada, aplicando-se a ação necessária conforme recomendado no item.

3.3. ESTUDO DE CASO - MARQUISE INSPECIONADA

Foi inspecionada uma marquise de concreto de uma edificação comercial localizada na Avenida José Temístocles de Macedo número 610, no bairro Centro, no município de Piçarras, do estado de Santa Catarina. A edificação tem no momento uma sorveteria instalada no local, onde o proprietário desta sorveteria já realizou e realizava no momento, trabalhos de reforma na edificação.

A Figura 12 apresenta uma imagem do local de inspeção no dia da realização dos procedimentos para aplicação da metodologia, como é possível observar, a edificação possui a marquise na fachada frontal e na fachada lateral, pois o local está em uma esquina, e a localização da edificação é de uma avenida de frente a orla marítima o que pode proporcionar um grande risco ao público caso a edificação não realize manutenções de maneira correta .



Figura 12. Fachada da edificação escolhida para a Inspeção (O Autor, 2019).

3.3.1. Descrição da marquise

A fachada frontal da marquise tem 11,20 metros de extensão, e um balanço de 3,10 metros, composto por 1,10 metros em concreto e uma projeção de 2,00 metros em

estrutura metálica. A fachada lateral possui 22,00 metros de extensão e 1,10 metros de largura. Em toda fachada frontal e 11,00 metros da fachada lateral, existe um painel publicitário em material metálico e ACM, com altura aproximada de 1,20 metros, fixado com parafuso no concreto da marquise. A Figura 13, corresponde a um croqui da planta baixa da edificação com detalhes da marquise, onde as cotas estão em metros.

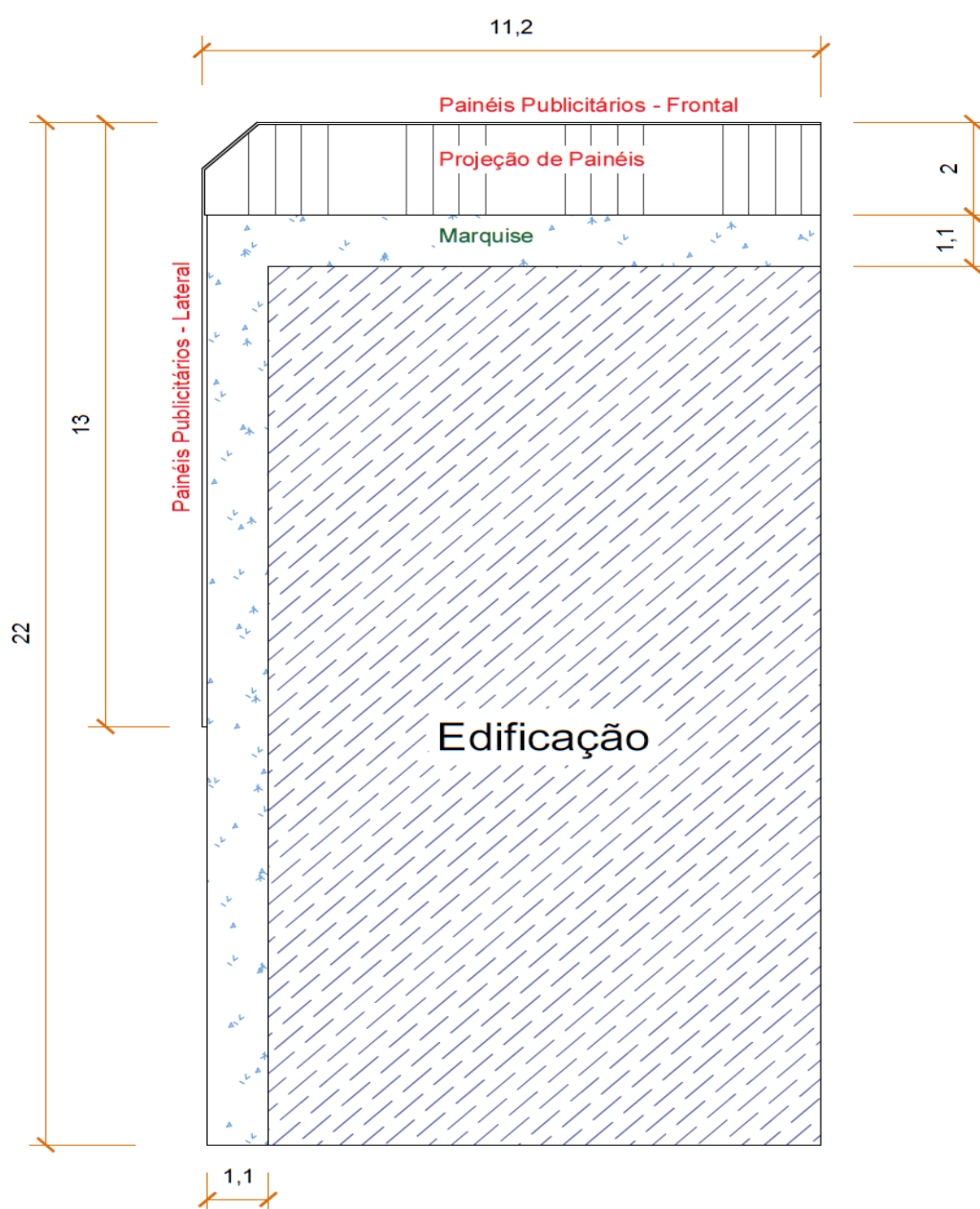


Figura 13. Croqui Planta baixa de toda a marquise (O Autor, 2019)

A Figura 14, é referente a vista em corte lateral da marquise, apresentando um modelo esquemático da montagem do painel publicitário instalado, este croqui é referente a fachada frontal, onde o painel foi prolongado a frente da fachada com a função de estender a cobertura da marquise.

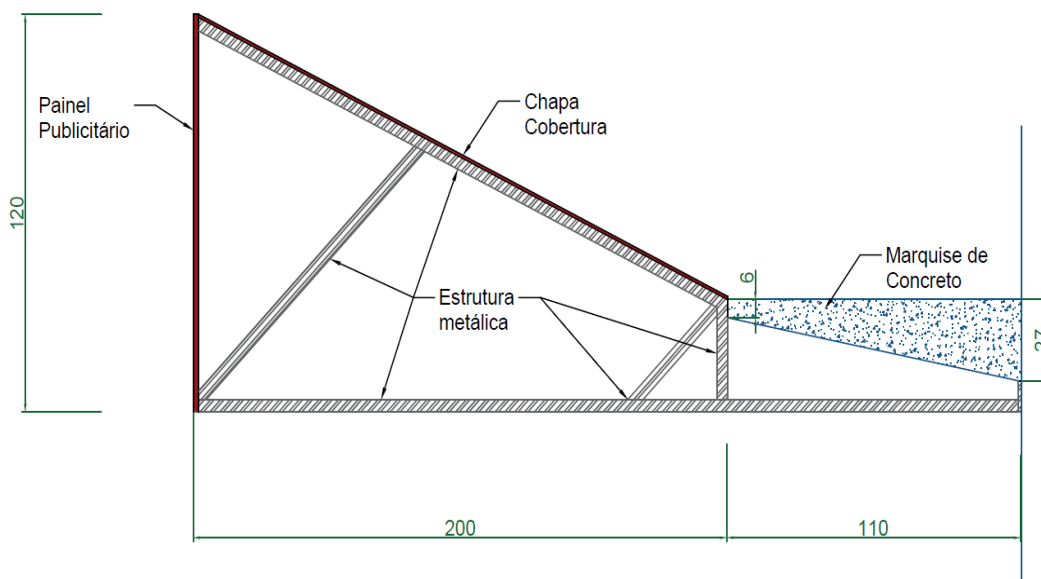


Figura 14. Croqui Corte Transversal da Marquise Inspeccionada, Fachada Frontal (O Autor, 2019)

3.3.2. Histórico da Marquise

Segundo o proprietário da sorveteria, o comércio tem pouco mais de dois anos, onde foi realizada apenas uma reforma interna para adequação do ambiente e na área externa apenas foi instalado o painel publicitário. A marquise não aparenta reformas anteriores, assim como ausência de reforço estrutural, mesmo para a instalação dos painéis publicitários, inclusive a edificação passava por reparos pontuais no momento da visita, que foram solicitados pelo atual usuário do imóvel, onde não foi possível identificar a empresa executora e profissional responsável.

Na Figura 15 é possível observar as mudanças realizadas na fachada da edificação, a esquerda da Figura 15 é de janeiro de 2011 e a direita é novembro de 2019.



Figura 15. A esquerda a Edificação em janeiro de 2011, a direita em novembro de 2019 (Google Maps, 2011 / o Autor, 2019).

3.3.3. Manifestações patológicas observadas

Na marquise foram observadas manifestações patológicas semelhantes em toda sua extensão, tanto na fachada frontal, como na fachada lateral.

A Figura 16, é referente a fachada frontal, tanto a esquerda como a direita da Figura 16, observou-se fissuras na face inferior da marquise, em sentido transversal, paralelo aos suportes metálicos do painel publicitário, juntamente com corrosão nas armaduras e pontos com deslocamentos de concreto.

Notou-se que, essas manifestações patológicas podem ter sido agravadas pela sobrecarga dos ventos sobre o painel publicitário, ao qual está fixado por parafusos diretamente na marquise, assim como o próprio efeito agressivo do ambiente local, visto que fica de frente a orla marítima.

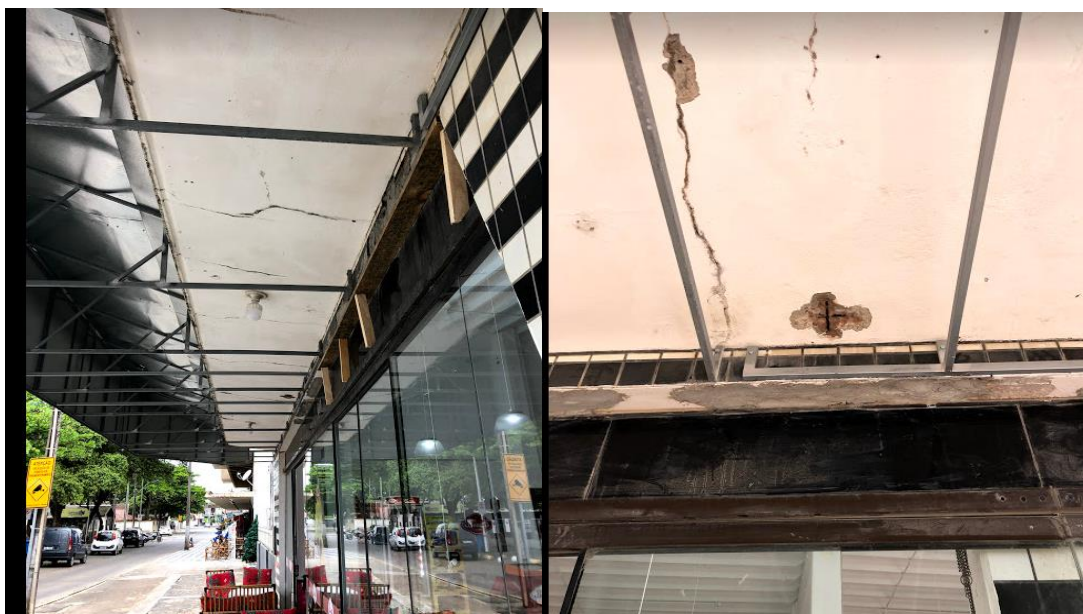


Figura 16. Superfície inferior da Marquise na Fachada Frontal (O Autor, 2019).

A Figura 17, na parte frontal da Marquise em continuidade com a fachada lateral, encontrou-se indícios de infiltração na face inferior, com formação de bolhas na pintura.



Figura 17. Manchas de Infiltração na Fachada Frontal (O Autor, 2019).

A Figura 18, é referente a fachada lateral, tendo na face inferior da marquise manifestações patológicas semelhantes da fachada frontal, a existência de fissuras transversais na imagem à esquerda e pontos com corrosão com início de deslocamento na imagem à direita.



Figura 18. Superfície inferior da Marquise na Fachada Lateral (O Autor, 2019).

A Figura 19, mostra a face superior da marquise, em sentido para fachada frontal, observou-se a inexistência de sistema de impermeabilização ao longo do elemento, contendo apenas uma camada de concreto para regularização da superfície. É possível verificar que a estrutura metálica dos painéis está fixada com parafusos, estando diretamente na face superior da marquise, o que pode facilitar a infiltração de fluidos.

Ainda na Figura 19, nota-se que o edifício estava em reformas, apresentando diversos pontos de corrosão de armaduras em outros elementos estruturais, possíveis indícios de que problemas com corrosão e outras manifestações patológicas na edificação são generalizados.



Figura 19. Face superior da marquise (O Autor, 2019).

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente capítulo discorre sobre os resultados obtidos através da aplicação da metodologia de inspeção GDE/UnB descrita no capítulo anterior, verificando os resultados e comparando-os.

4.1. APLICAÇÃO COM MÉTODO GDE/UnB ORIGINAL

Realizou-se a aplicação da inspeção pela metodologia GDE/UnB, conforme a versão aplicada por Gonçalves (2011). Nesta aplicação, seguiu-se utilizando os Anexos A B, C e D, conforme sugerido pela metodologia de inspeção, juntamente com a sequência de cálculos para obtenção do Grau de Dano e o Anexo E criado por Gonçalves (2011).

Inicialmente para esta aplicação não há uma rotina de Pré-Análise específica, mas a metodologia sugere a realização de um cadastramento do elemento, deste modo utilizou-se o Anexo E para cadastramento da marquise sugerido por Gonçalves (2011) para registrar a realização da inspeção da marquise.

A Figura 20 é referente ao formulário para cadastro da marquise criado por Gonçalves (2011), do qual contempla dados como o endereço e tipo de uso da edificação, assim como a data da realização da inspeção, também contempla alguns dados técnicos sobre a marquise, assim como uma foto da marquise a ser inspecionada.

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Mestrado em Engenharia Civil Área de concentração - Engenharia da Construção	Título:	Inspeção técnica de marquises	Página	
	Finalidade:	Cadastro Inicial	Código	MARQ-01
	Referência:	CENTRO - PIÇARRAS SC	Inspeção	Responsável
				Data
				KLEITON
				28/11/2019
			Preparado	KLEITON
			Verificado	KLEITON

Planilha - Cadastro - Parte I

Dados Cadastrais

Endereço	AV. JOSÉ TEMISTÓCLES DE MACEDO Nº610
Uso da Edificação	COMERCIAL
Proprietário/Morador	
Contato	
Referência	

Possibilidades de inspeção detalhada

Acesso	☒	Escada	☐	Via Aptos	☐	Inacessível	☐	Outros:	
--------	-------------------------------------	--------	--------------------------	-----------	--------------------------	-------------	--------------------------	---------	--

Dados Técnicos

Arranjo estrutural	☒	Laje diretamente engastada	☐	Laje apoiada em vigas engastadas
Sobrecarga devido a equipamentos	☐	Não	☒	Sim: possível sobrecarga devido a painel publicitário
Revestimentos / acabamentos	☐	Concreto aparente	☒	Camada de revestimento superior / inferior ou forro em parte inferior
Acesso de pessoas	☐	Acesso por várias pessoas por período considerável de tempo	☐	Possibilidade de acesso de pessoas periodicamente
	☒	Sem acesso para utilização por pessoas, acesso apenas para manutenção		
Outros elementos	☐	Painel Publicitário	☐	Parede ou mureta na borda da marquise:

Fotos

Figura 20. Formulário de Cadastro da Marquise (GONÇALVES, 2011).

4.1.1. Fator de intensidade

A avaliação dos fatores de intensidade foi executada resultando em muito valores semelhantes aos avaliados anteriormente, porém, alguns itens tiveram valores diferentes devido a forma que segue a metodologia, sendo os itens:

- Fissuras;
- Impermeabilização deficiente;
- Armaduras negativas;

Conforme o Tabela 12, é possível verificar que os itens Impermeabilização deficiente e Armadura negativa não constam na lista, pois seguem a metodologia GDE/UnB aplicada por Gonçalves (2011). O item umidade manteve-se o nome original, sem alterar suas classificações. Abaixo uma demonstração da aplicação das equações 1 e 2 em dois danos distintos, que da mesma forma foram aplicados nos demais danos.

$$\underline{\text{Deslocamentos}} \Rightarrow D = 0,8 \times Fi \times Fp \Rightarrow D = 0,8 \times 2 \times 3 \Rightarrow \underline{D = 4,8}$$

$$\underline{\text{Fissuras}} \Rightarrow D = (12 \times Fi - 28) \times Fp \Rightarrow D = (12 \times 2 - 28) \times 3 \Rightarrow \underline{D = 4,8}$$

Elemento:		Laje		
Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)	
Carbonatação	3	4	60	
Cobrimento deficiente	3	2	4,8	
Contaminação por cloretos	4	0	0	
Corrosão das armaduras	5	3	40	
Desagregação	3	0	0	
Deslocamento	3	2	4,8	
Eflorescência	2	0	0	
Falhas de concretagem	3	0	0	
Fissuras	3 a 5	2	4,8	
Flechas / Sobrecarga excessiva	5	1	4	
Manchas	3	2	4,8	
Umidade	3	2	4,8	
Desvio de Geometria	3	0	0	

Tabela 11. Fatores de Intensidade avaliado – Metodologia GDE (O Autor, 2019).

O item fissuras aplicou-se como indicado por Gonçalves (2011), tendo variação no Fator de Ponderação de 3 a 5, conforme o sentido das fissuras, ficando neste caso com o valor de 3 e o fator de intensidade de 2, seguindo a classificação no Anexo C.

O item Desvio de Geometria, verificou-se que sua classificação, Anexo C, como um item não adequado para o elemento avaliado, deixando-se assim o valor de 0.

4.1.2. Grau de deterioração Global do elemento

Após a avaliação dos Fatores de intensidade e Grau de Dano, foi aplicada a equação 3 para o grau de deterioração do elemento (Gde), abaixo a aplicação da equação 3, sendo que a somatória dos Danos é 128 e o D_{máx} é 60, sendo este o Dano com maior valor.

$$Gde = D_{máx} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \Rightarrow Gde = 60 \times \left[1 + \frac{128-60}{128} \right] \Rightarrow \underline{Gde = 91,88}$$

A equação 4, referente ao grau de deterioração da família (Gdf), por se tratar de um único elemento não teve necessidade de aplicação, pois resultaria no mesmo valor de Gde. Aplicando-se o valor na equação 5, para o Grau de Dano global do Elemento (Gd) e fator de relevância (Fr) igual a 5 para marquise em simples balanço, obtém-se o valor de 91,88 conforme mostrado no cálculo abaixo.

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)} \times Gdf_{(i)}}{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)}} \Rightarrow Gd = \frac{(5) \times (91,88)}{(5)} \Rightarrow \underline{Gd = 91,88}$$

O Quadro 09, como ser observado, é o resultado da aplicação das devidas equações que resultou no valor de 91,88, tendo como Grau de Deterioração classificado como “Sofrível”, determinando quais ações a serem adotadas e a indicação de uma inspeção especializada e rigorosa, com intervenções a um prazo máximo de 6 meses.

Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =	91,88
Grau de Deterioração (Classificação):	SOFRÍVEL
Ações a serem adotadas:	Definir prazo para inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).

Quadro 9. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Metodologia GDE (O Autor, 2019).

4.1.1. Análise da Inspeção

Analizando a aplicação da metodologia GDE/UnB para marquises, foi notado que a metodologia é rápida de ser aplicada, pelo motivo que, observando seus resultados, percebe-se que se trata de uma metodologia que determina o estado atual do elemento sem aplicar uma inspeção aprofundada, mas que se torna útil no apontamento de quais marquises com grau de risco que necessitam de uma solução e em qual prazo de tempo, prevenindo problemas de colapso, como uma metodologia de inspeção preliminar.

O Quadro 10, aponta de maneira resumida quais os pontos positivos e pontos negativos na aplicação da metodologia GDE/UnB para marquises de concreto.

Análise - Inspeção Metodologia GDE/UnB	
Pontos Negativos	Determina apenas o estado atual do elemento Não inspeciona detalhadamente
Pontos Positivos	Rápida de ser aplicada

Quadro 10. Análise da aplicação da metodologia GDE/UnB (O Autor, 2019).

4.2. APLICAÇÃO COM MÉTODO GDE AJUSTADO

A aplicação da inspeção na marquise seguiu conforme a sequência dos itens descritos no roteiro ajustado, sendo que o conjunto destes itens contemplam as duas etapas principais, sendo estas:

- **Inspeção Preliminar:** Compreende os itens, Dados Cadastrais, Dados Preparatórios de Inspeção, Pré-Análise e Pré-diagnóstico;
- **Inspeção Detalhada:** Compreende os itens, Análise Inicial, Ensaios detalhados, Quantificação dos dados, Resultados ou diagnóstico;

Deste modo, será apresentado o resultado e análise direta de cada item de cada etapa correspondente.

4.2.1. Dados Cadastrais – Inspeção Preliminar

Aplicou-se o Checklist de dados cadastrais, conforme o Apêndice A, onde inicialmente houve dificuldades pelo responsável para o seu preenchimento, devido a quantidade de informações solicitadas, devido à idade do imóvel e por ele ser apenas o responsável da edificação e não o proprietário, em consequência, alguns dados acabaram sem resposta, assim como seus dados pessoais, solicitando sigilo.

Ressalta-se que a obtenção dessas informações é importante, pois comprovam que houve autorização do responsável da edificação para realizar a inspeção, assim como a possível criação de um histórico de inspeções e comprovações do serviço executado naquele elemento.

Informações como mostrado a Figura 21, ao qual é uma parte do Apêndice A, como a empresa executora da obra, podem ser de grande dificuldade de se obter quando se trata de um edifício com idade avançada, como neste caso, acima de 40 anos, deste modo, pode ser passivo de não preenchimento.

Empresa executora/responsável: NÃO INFORMADO		
Telefone:	E-mail:	
Endereço:	Rua:	Nº:
Bairro:	Cidade:	UF:
ART:		
Aprovação e Habite-se:		

Figura 21. Parte do Checklist - Dados Cadastrais (O Autor, 2019).

O Quadro 11, apresenta de forma resumida uma relação dos pontos negativos, que seria a dificuldade na aplicação do checklist, Apêndice A, e os pontos positivos na aplicação deste item, que foram de grande relevância nesta etapa inicial, comprovando a autorização da vistoria, e gerando um arquivo com histórico da inspeção, auxiliando para futuras consultas do imóvel referente ao elemento avaliado e os procedimentos já realizados.

Análise - Dados Cadastrais	
Pontos Negativos	Dificuldade de preenchimento Obter Dados das execuções antigas
Pontos Positivos	Comprova a autorização do serviço Arquivo histórico para futuras consultas

Quadro 11. Análise do Checklist Dados Cadastrais (O Autor, 2019).

A Figura 22 é referente ao Checklist Dados Cadastrais, conforme apresentado no Apêndice A, tendo como uma das funções a comprovação da autorização de execução da inspeção assim como a obtenção de dados referente aos executores da edificação e a existência de projetos.

DADOS CADASTRAIS			
<u>Dados do Proprietário/Responsável</u>			
Nome:			Telefone:
E-mail:			
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
Cargo/Função:			
<u>Dados da Edificação</u>			
Nome da Edificação:			
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
Tipo de uso:	(☒). Comercial (☐). Residencial (☐). Industrial (☐). Outros		
<u>Dados de Concepção da Marquise</u>			
Data da Construção ou idade:			
Projeto Arquitetônico:	(☐). Não existe	(☒). Existe	
Projeto Estrutural:	(☐). Não existe	(☒). Existe	
Projeto Impermeabilização:	(☒). Não existe	(☐). Existe	
Projeto Drenagem:	(☒). Não existe	(☐). Existe	
Empresa executora/responsável:			
Telefone:	E-mail:		
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
ART:	Aprovação e Habite-se:		
Histórico das intervenções realizadas:	Data:	28/11/2019 (atual)	Tipo: Reforma geral
	Data:	2017	Tipo: Instalação dos painéis
	Data:		Tipo:
	Data:		Tipo:
Empresa executora:	NÃO INFORMADO		Telefone:
Motivo da nova inspeção solicitada:			

Figura 22. Checklist Dados Cadastrais (O Autor, 2020).

4.2.2. Dados Preparatório de Inspeção – Inspeção Preliminar

Nesta etapa da inspeção utilizou-se o Checklist que consta no Apêndice B, que proporcionou obter dados necessários para início dos trabalhos, como por exemplo, o meio de acesso a marquise, as condições climáticas no momento do início da inspeção, que podem alterar todo sistema de inspeção ou até mesmo adiar a execução do processo.

Como pode ser visto no Apêndice B, o início da inspeção se deu as 14 horas do dia 28 de novembro de 2019, onde o meio de acesso a marquise foi através de escada manual, pois não havia um acesso de livre circulação para a marquise.

No momento dos trabalhos o clima era de céu nublado, temperatura amena, assim como a agressividade ambiental observada era de classe IV, pois a edificação estava localizada em uma via próxima a orla marítima, exposta a maresia (ou nuvem de névoa salina).

Segundo informações coletadas, a edificação possui projetos legais, arquitetônicos e estrutural, porém os mesmos não foram disponibilizados.

No item que compreende a Descrição da Marquise, o elemento foi identificado como diretamente engastado, pois, o mesmo era de laje em simples balanço sem vigas de apoio.

A Figura 23, mostra uma parte do Apêndice B, apresenta as dimensões da marquise, como a edificação está localizada entre duas ruas, logo a marquise também compreende a duas fachadas do edifício, sendo representada com duas medidas no comprimento. Na largura da marquise, na fachada frontal existe um prolongamento da marquise em estrutura metálica sobre o passeio, sendo 1,10m em concreto e 2,00m em estrutura metálica, para fixação do painel publicitário, já na fachada lateral, este prolongamento não existe, tendo o painel fixado diretamente na marquise, com isso o preenchimento tornou-se um pouco difícil, já que a situação não foi prevista, medidas apresentadas na Figura 23.

Dimensões:	
Comprimento: Frontal 11,2 / Lateral 22,0m	Espessura Laje (Base): 0,27 m
Largura: Frontal 1,10 + 2m / Lateral 1,10m	Espessura Laje (Borda): 0,06 m
Altura média em relação ao passeio:	3,06 m

Figura 23. Parte do Checklist Preparatório de Inspeção (O Autor, 2019).

Ainda na Figura 23, a altura aproximada entre o passeio e a marquise, é de 3,06 metros, sendo que sua espessura de borda é de 0,06 metros e sua espessura de base é de 0,27 metros, ou seja, próximo do engaste na edificação, sendo a face superior plana, e com inclinação na face inferior. Para melhor entendimento desta etapa, incluiu-se no Apêndice B, a Figura 13 e 14, referente ao croqui da planta baixa e vista em corte transversal.

Conforme o Apêndice B, a marquise possui em sua face inferior uma camada de emboço com acabamento em pintura, e sua face superior uma camada de regularização, estando ausente de sistema de impermeabilização, possui pingadeira de borda e foi indicado neste checklist a possível sobrecarga dos painéis publicitários. O Apêndice B, também consta a idade do imóvel, com aproximadamente 40 anos, ponto de grande importância para a avaliação do elemento.

O Quadro 12, indica os pontos negativos e positivos do Checklist aplicado, sendo que esta etapa teve um grande aproveitamento na aplicação e coleta de dados.

Análise - Dados Preparatório de Inspeção	
Pontos Negativos	Preenchimento das dimensões
Pontos Positivos	Grande número de detalhes Espaço para Croqui

Quadro 12. Análise do Checklist Dados Preparatório de Inspeção (O Autor, 2019).

As Figuras 24 e 25 são referentes ao Checklist Preparatório de Inspeção, com função de registrar o início da inspeção e também detalhes da marquise inspecionada.

Checklist Preparatório de Inspeção			
<u>Dados iniciais para Inspeção</u>			
Data:	28/11/2019	Horário:	14:00
Acessos para Inspeção			
Detalhada:	(☒) Escadas	(____). Inacessível	
	(____) Via Aptos	(____). Outros:	
Condições climáticas:	(____) Sol	(☒) Nublado	(____). Chuvoso
Observações:			
<u>Projetos</u>			
	Estrutural	Impermeabilização	Drenagem
Existentes e disponíveis:	(____)	(____)	(____)
Inconsistentes:	()	()	()
Não existentes:	(____)	(☒)	(☒)
Existentes e não disponíveis:	(☒)	()	()
<u>NBRs utilizadas:</u>			
Agressividade do ambiente:	(____) I	(____) II	(____) III (☒) IV
Observações:			
<u>Descrição da Marquise</u>			
Modelo estrutural:	(☒) Diretamente engastada (____). Apoiada em Vigas engastada (____). Outros:		
<u>Dimensões:</u>			
Comprimento:	Frontal 11,2 / Lateral 22,0m	Espessura Laje (Base):	0,27 m
Largura:	Frontal 1,10 + 2m / Lateral 1,10m	Espessura Laje (Borda):	0,06 m
Altura média em relação ao passeio:	3,06 m		
Sobrecarga de equipamentos:	(____). Não (☒) Sim	Qual? Possível existência de sobrecarga devido a instalação de Paineis Publicitários na Fachada Frontal e metade da Fachada Lateral.	
Revestimentos e acabamento:	(____). Concreto aparente (____). Emboço em ambas as faces (☒) Emboço na face inferior (____) Camada Impermeabilização (☒) Pintura existente		

Figura 24. Checklist Dados Preparatório de Inspeção – Folha 1/2 (O Autor, 2020).

Circulação de público na Marquise:

- (___) Acesso constante de muitas pessoas, na marquise.
 (___) Acesso aleatório e periódico de pessoas, na marquise.
 (X) Acesso restrito apenas para eventual manutenção

Drenagem local:

- (___) Tubulações para drenagem
 (X) Pingadeira de Borda na laje ou mureta
 (___) Furos na laje

Outros:

- (X) Paineis Publicitários
 (___) Alvenaria de borda
 (40) Idade da Edificação (anos)

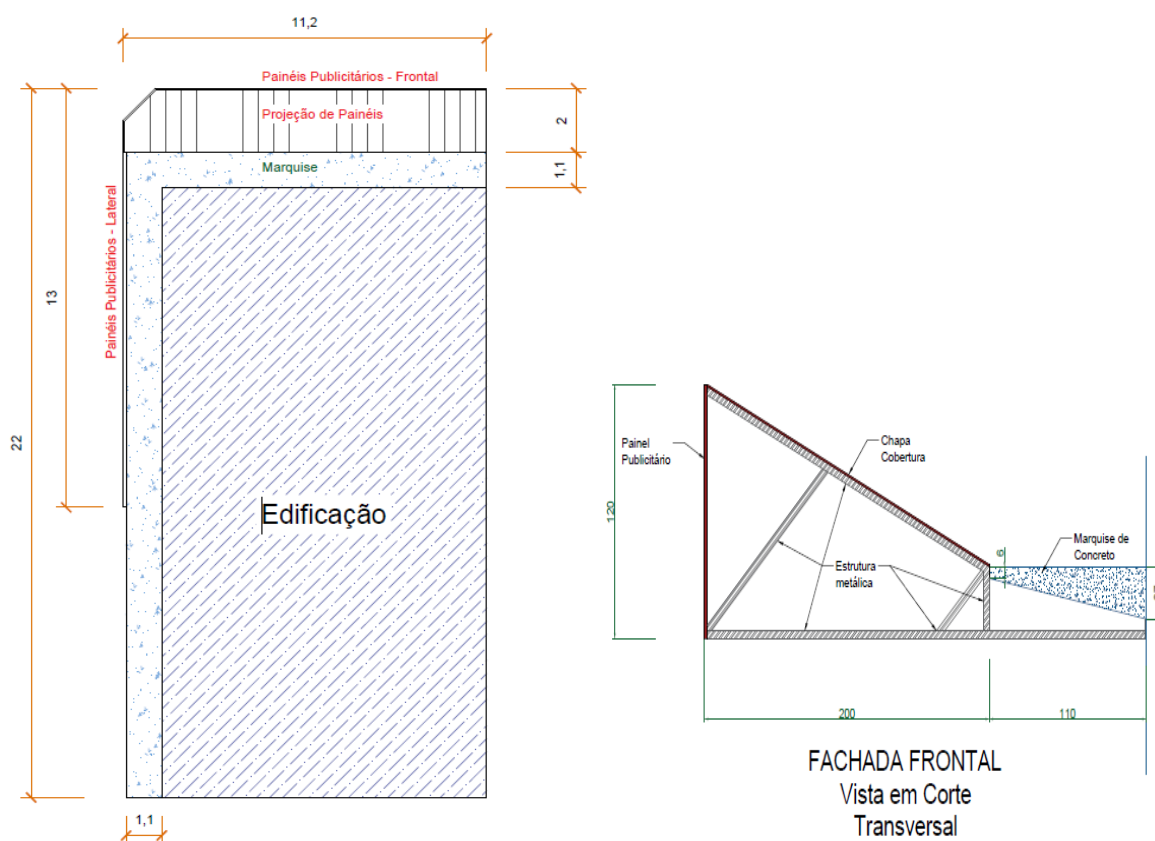
Croqui da marquise:

Figura 25. Checklist Dados Preparatório de Inspeção – Folha 2/2 (O Autor, 2020).

4.2.1. Pré-Análise – Inspeção Preliminar

A aplicação da Pré-Análise, seguiu o roteiro do Checklist com o Apêndice C, ao qual serve como um exame visual, listando e quantificando as manifestações patológicas. A primeira etapa deste item foi uma breve anamnese do elemento, onde foram encontrados indícios de reparos já realizados e que também estavam acontecendo no momento, mas não aparentava existir pontos que indicassem reforço da estrutura.

Junto a essa análise foi apontado a instalação do painel publicitário a aproximadamente 2,5 anos, o qual pode vir a prejudicar o bom desempenho do elemento, já que o mesmo possivelmente não foi projetado para tal carga.

A Figura 26 apresenta uma parte do Apêndice C e mostra como ficou parte do Checklist de Pré-Análise, quanto a este breve anamnese do elemento avaliado.

Histórico de intervenções:	Sinais de manutenções realizadas	(~~X~~) Sim	() Não
	Evidências de reforço estrutural	() Sim	(~~X~~) Não
	Evidências de reparos realizados na laje	(~~X~~) Sim	() Não
	Utilização conforme projetada/concebida	() Sim	(~~X~~) Não
Painéis Publicitários instalados a 2 anos, no início das atividades da sorveteria			

Figura 26. Parte do Checklist auxiliar – Exame Visual (O Autor, 2019).

Seguindo o roteiro conforme o Apêndice C, o exame visual do elemento iniciou aplicando os valores para o fator de intensidade de cada manifestação patológica, auxiliado pelo Apêndice E.

Como pode ser visto no Tabela 15, o item impermeabilização deficiente, foi avaliado com valor 4, pois, não foi identificado visualmente um sistema de impermeabilização na face superior da marquise, visto que, a ausência deste sistema pode vir a potencializar o aparecimento de manifestações patológicas no elemento.

Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)
Fissuras	5	3
Flechas/Sobrecarga excessiva	5	1
Falhas de concretagem	3	0
Desagregação	3	0
Desplacamento	3	2
Cobrimento deficiente	3	2
Corrosão das armaduras	5	3
Impermeabilização deficiente	3	4
Infiltração de água	3	2
Manchas	3	2
Eflorescência	2	0
Carbonatação	3	0
Contaminação por cloretos	4	0
Armadura negativa	5	0

Tabela 12. Fatores de Intensidade avaliado – Inspeção preliminar (O Autor, 2019).

Ainda com o Tabela 15, o item corrosão de armadura, foi avaliado com o fator de intensidade 3, por apresentar pontos de corrosão com aparecimento de fissuras, o que indica uma corrosão pouco mais avançada, conforme referências no Apêndice E.

As fissuras, por estarem no sentido transversal da marquise, e observado seu encaminhamento junto das armaduras, adotou-se o nível 3 de intensidade, devido a sua gravidade, sendo compatível com as referências no Apêndice E.

O item Flechas/Sobrecarga excessiva, neste caso não foi observado flechas ou deformações expressivas, mas a estrutura do painel publicitário que prolonga a marquise na fachada frontal, podem estar causando uma sobrecarga com reações diferentes das projetadas para a marquise, porém não comprovadas, sendo avaliada com fator de intensidade 1, não perceptíveis a olho nu.

Outros quatro itens foram observados como indícios de manifestações patológicas, totalizando oito itens, sendo estes:

- Desplacamento em pequenos trechos com corrosão;
- Cobrimento deficiente, visível nos pontos deslocados;
- Infiltração de água;
- Manchas em pequenas áreas;

Alguns itens como carbonatação, armaduras negativas, contaminação por cloretos, e até mesmo o item cobrimento deficiente, acabam que por exigir ensaios específicos para sua avaliação, gerando assim a necessidade do prosseguimento do roteiro para a etapa de inspeção detalhada.

O Quadro 13, apresenta uma relação dos pontos negativos e positivos da aplicação desta etapa. Para pontos negativos, alguns itens ficaram difíceis de avaliar conforme Apêndice E, aparentando diferente da realidade, que foi o caso do item Flechas/ Sobrecarga Excessivas, assim como alguns itens nesta etapa não são possíveis de avaliar sem os devidos ensaios, porém, toda esta etapa de Pré-Análise foi aplicada de maneira eficaz e simples para o processo, ponto que superar os itens negativos apontados.

Análise - Pré-Análise de Inspeção	
Pontos Negativos	Itens diferentes da realidade
	Itens não inspecionáveis visualmente
Pontos Positivos	Praticidade para avaliar

Quadro 13. Análise da aplicação do Checklist - Pré-Análise (O Autor, 2019)

4.2.1. Pré-Diagnóstico – Inspeção Preliminar

Após o término do exame visual, aplicou-se os valores avaliados na fórmula de Grau de Dano (D), equação 1 e 2, valores observados no Tabela 16, que possibilitou visualizar os danos com valores mais altos, correspondendo ao grau de agressividade dos mesmos. Abaixo a aplicação das equações 1 e 2 para dois danos distintos, os demais danos seguem os mesmos procedimentos, observando sempre os valores do Fi.

$$\text{Deslocamentos} \Rightarrow D = 0,8 \times Fi \times Fp \Rightarrow D = 0,8 \times 2 \times 3 \Rightarrow \underline{D = 4,8}$$

$$\text{Fissuras} \Rightarrow D = (12 \times Fi - 28) \times Fp \Rightarrow D = (12 \times 4 - 28) \times 3 \Rightarrow \underline{D = 60}$$

Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)
Fissuras	5	3	40
Flechas/Sobrecarga excessivas	5	1	4
Falhas de concretagem	3	0	0
Desagregação	3	0	0
Desplacamento	3	2	4,8
Cobrimento deficiente	3	2	4,8
Corrosão das armaduras	5	3	40
Impermeabilização deficiente	3	4	60
Infiltração de água	3	2	4,8
Manchas	3	2	4,8
Eflorescência	2	0	0
Carbonatação	3	0	0
Contaminação por cloretos	4	0	0
Armadura negativa	5	0	0

Tabela 13. Fatores de Intensidade avaliado e Grau de Dano (O Autor, 2019).

Logo após esta etapa, aplicou-se a equação 3 para o grau de deterioração do elemento, valores observados no Quadro 14, chegando-se assim ao valor de 97,94 de grau de deterioração do elemento (Gde). Abaixo a aplicação da equação 3, sendo que a somatória dos Danos é 103,20 e o D_{máx} é 60, sendo este o Dano com valor mais alto.

$$Gde = D_{máx} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \Rightarrow Gde = 60 \times \left[1 + \frac{102,3 - 60}{102,3} \right] \Rightarrow \underline{Gde = 97,94}$$

A formulação para o grau de deterioração da família (Gdf), equação 4, não teve necessidade de aplicação, pois, trata-se de um único elemento, o que resultaria no mesmo valor de Gde.

Aplicando-se o valor na equação 5, para o Grau de Dano global do Elemento (Gd) e fator de relevância (Fr) sugerido de 5 para marquise em simples balanço, obtém-se novamente o valor de 97,94, conforme mostrado na resolução do cálculo abaixo.

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr(i) \times Gdf(i)}{\sum_{i=1}^k Fr(i)} \Rightarrow Gd = \frac{(5) \times (97,94)}{(5)} \Rightarrow \underline{Gd = 97,94}$$

Comparado o valor com o Apêndice D deste trabalho, o valor corresponderá a classificação de Nível de Deterioração igual a Sofrível, indicando que ações devem ser adotadas a curto prazo, evitando-se assim que o elemento entre em colapso, conforme Quadro 14.

Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =	97,94
Grau de Deterioração (Classificação):	SOFRÍVEL
Ações a serem adotadas:	Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses). Definir prazo e natureza de nova inspeção.

Quadro 14. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Inspeção preliminar (O Autor, 2019).

Conforme o Quadro 15, o presente resultado foi satisfatório e prático de se obter, mas o importante é que esta etapa é de grande parte visual e de serve como medida de segurança, deste modo é importante realizar o próximo passo, que seria a inspeção detalhada para se certificar que os resultados pré-avaliados são validos ou não.

Análise - Pré-Diagnóstico de Inspeção	
Pontos Negativos	Nenhum
Pontos Positivos	Resultado satisfatório Facilitador p/ próxima etapa

Quadro 15. Análise aplicação de cálculos para Pré-diagnóstico (O Autor, 2019).

4.2.2. Etapa de Inspeção detalhada

Após a etapa anterior, iniciou-se a aplicação da etapa de inspeção detalhada, que conforme o roteiro ajustado, o primeiro passo foi uma análise inicial, verificando pré-diagnóstico e a classificação de estado sofrível para o elemento, juntamente com a análise do Tabela 16, notou-se a necessidade de determinados ensaios para algumas manifestações patológicas, pois, não puderam ser verificadas visualmente e outras necessitam de sua confirmação, sendo elas:

- Cobrimento deficiente;
- Corrosão das armaduras;
- Carbonatação;
- Contaminação por cloretos;
- Armadura negativa;

Esta etapa mostrou ser eficiente, pois, cria a possibilidade do profissional, através dos resultados obtidos do grau de dano, poder realizar um cronograma para realização da inspeção detalhada, facilitando a seleção dos equipamentos necessários para a continuidade dos trabalhos.

Devido à falta de alguns equipamentos e disponibilidade concedida pelo proprietário do local, alguns ensaios não foram realizados, como por exemplo, contaminação por cloretos, potencial de corrosão.

4.2.2.1. Ensaio de Carbonatação

Foi realizado o ensaio de carbonatação, que compreende na utilização de uma solução com fenolftaleína para destacar a frente carbonatada, pois, a fenolftaleína ao entrar em contato com concreto com pH acima de 8,3 torna-se vermelho carmim, e valores abaixo disso indica que o concreto está carbonatado, ficando com aparência incolor. A solução utilizada foi na proporção de cada 1g de fenolftaleína, adiciona-se 50ml de água e 50ml de álcool.

Realizou-se a aspersão do composto em local específico na marquise, realizando primeiro um aumento da área e profundidade do local, e limpeza posterior. Esta etapa, exigiu cautela na escolha do local, pois, a estrutura encontrava-se com um considerável grau de deterioração, e a realização de muitas janelas de inspeção poderiam contribuir para um colapso do elemento. Deste modo realizou-se a inspeção na Fachada Frontal e Lateral.

A Figura 27, é referente ao ensaio realizado na parte inferior da marquise, na fachada frontal, a janela de inspeção teve um tamanho de 45,0cm de comprimento, por 6,0cm de largura aproximadamente, e a profundidade maior está localizada no ponto central com 40,0mm. Apesar de parecer uma grande área de abertura, tomou-se cuidado para não fazer uma grande remoção de material, concentrando-se na parte central. Neste local havia um ponto com fissura transversal, sendo outro motivo para escolha do local.

Como é possível observar na Figura 27, a área está em grande parte carbonatada, sendo o ponto mais profundo da abertura com regiões em vermelho carmim, verificou-se que o processo de carbonatação atingiu uma profundidade aproximada de 35mm, alcançando as armaduras inferiores.

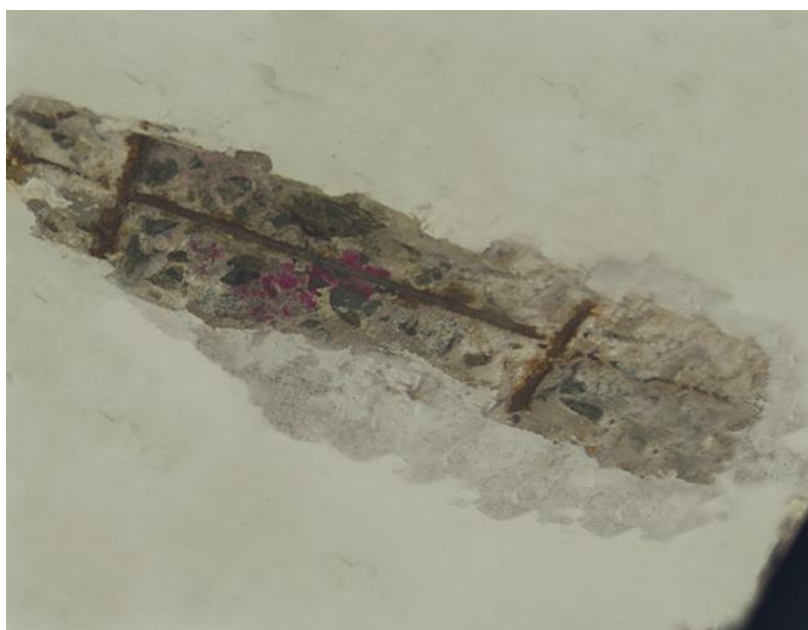


Figura 27. Resultado da realização do Ensaio de Carbonatação, Fachada Frontal face inferior (O Autor, 2019).

Da mesma maneira realizou-se os procedimentos para o ensaio de carbonatação na fachada lateral, como visto na Figura 28, tendo abertura total aproximada de 25,0cm e largura 7,0cm, com a profundidade de 50,0mm no ponto central da abertura, nota-se um resultado diferente, porém, a área carbonatada já atingiu a armadura, mas possui maior área de concreto não carbonatado a partir dos 25,0mm de profundidade.



Figura 28. Resultado da realização do Ensaio de Carbonatação, Fachada Lateral face inferior (O Autor, 2019).

4.2.2.1. Ensaio de Detecção Magnética de Armaduras

Para verificação das armaduras negativas e do cobrimento, realizou-se o ensaio de detecção magnética de armaduras, onde o aparelho utilizado foi o modelo DMF 10 Zoom Professional, marca Bosch, porém, o mesmo apenas detecta o local onde existe a possível presença do aço sob o concreto, mas não indica a profundidade e diâmetro das barras, mas é um aparelho de grande eficácia para inspeções.

Devido a limitações do aparelho não foi possível determinar os diâmetros do aço e profundidade, outra dificuldade foi que na parte superior da marquise, havia uma camada de regularização, aumentando a espessura da laje e dificultando a identificação das barras. A presença de aço deu-se a espaçamentos de aproximadamente 15cm em

ambas direções, não sendo possível afirmar se seriam armaduras negativas com diâmetros consideráveis para o elemento, devido ao estado da estrutura e a ausência de sistemas de escoramento, assim como, a não autorização do proprietário, não se realizou a abertura de janelas de inspeção na face superior, para verificação das armaduras negativas.

A Figura 29, apresenta o aparelho usado e o momento do sinal que indica a presença de aço sob o concreto, ensaio sendo aplicado na face superior da marquise.



Figura 29. Aplicação do Ensaio de Detecção Magnética de Armaduras (O Autor, 2019).

O cobrimento pode ser identificado na face inferior da marquise, devido a existência de pontos com deslocamento de concreto nos locais com corrosão e fissuras, logo verificou-se cobrimentos com 2,0cm de profundidade na fachada lateral, e pontos com até 1,5cm de profundidade na fachada frontal, constatando um cobrimento deficiente conforme norma vigente e em conjunto com a agressividade do ambiente local.

4.2.3. Quantificação dos valores - Inspeção Detalhada

Realizados os ensaios específicos no elemento, ajustou-se os valores quantificados na inspeção preliminar conforme análise dos resultados ensaiados, sendo eles:

- Carbonatação: valor era 0 passou a 4;
- Armadura negativa: valor era 0 passou a 3;

Conforme pode ser observado no Tabela 18, apresenta os valores ajustados em conjunto com os valores calculados do Grau de Dano de cada um dos danos avaliados, dos quais foram novamente aplicadas as equações 1 e 2.

Danos	Fator de Ponderação (<i>Fp</i>)	Fator de Intensidade (<i>Fi</i>)	Grau de Dano (<i>D</i>)
Fissuras	5	3	40
Flechas/Sobrecarga excessivas	5	1	4
Falhas de concretagem	3	0	0
Desagregação	3	0	0
Desplacamento	3	2	4,8
Cobrimento deficiente	3	2	4,8
Corrosão das armaduras	5	3	40
Impermeabilização deficiente	3	4	60
Infiltração de água	3	2	4,8
Manchas	3	2	4,8
Eflorescência	2	0	0
Carbonatação	3	4	60
Contaminação por cloretos	4	0	0
Armadura negativa	5	3	40

Tabela 14. Fatores de Intensidade avaliado – Inspeção detalhada (O Autor, 2019).

Na Tabela 18, os valores ajustados que passaram de 3, tiveram um aumento significativo no Grau de Dano, devido a formulação da equação, porém, abaixo disso ou igual a 2, os valores não afetaram muito na reavaliação.

No item corrosão de armaduras, pode ser observado que as armaduras expostas ainda não apresentavam perdas de seção significativas, as perdas foram mínimas e imperceptíveis, deste modo a avaliação para o item corrosão de armaduras manteve-se com o mesmo valor, sendo necessário o ensaio de potencial de corrosão, porém, o equipamento não estava disponível.

4.2.1. Diagnóstico - Inspeção Detalhada

Realizados os devidos cálculos na etapa anterior, seguiu-se para a próxima formulação aplicando-se a equação 3, sendo a somatória dos danos o valor de 263,20 e o maior valor de Grau de Dano (D) calculado o $D_{máx}$ igual a 60.

$$Gde = D_{máx} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right] \Rightarrow Gde = 60 \times \left[1 + \frac{263,2 - 60}{263,2} \right] \Rightarrow \underline{Gde = 106,32}$$

Aplicando-se o valor na equação 5, para o Grau de Dano global do Elemento (Gd) e fator de relevância (Fr) igual a 5, resulta se no valor de 106,32, conforme mostrado na resolução do cálculo abaixo.

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)} \times Gdf_{(i)}}{\sum_{i=1}^k Fr_{(i)}} \Rightarrow Gd = \frac{(5) \times (106,32)}{(5)} \Rightarrow \underline{Gd = 106,32}$$

Para o resultado de GD houve um aumento de 8,38 no valor do Grau de Deterioração do Global do elemento, devido aos Danos que foram realizados os devidos ensaios, como pode ser observado no Quadro 16, diferença que foi o suficiente para alterar a Classificação do elemento que resultou na inspeção preliminar em estado de Sofrível alterou-se na Inspeção Detalhada para estado crítico.

Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =	106,32
Grau de Deterioração (Classificação):	CRÍTICO
Ações a serem adotadas:	Planejar intervenção imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.). Definir prazo e natureza de nova inspeção.

Quadro 16. Valor Gde, Classificação e Ações a serem adotadas – Inspeção detalhada (O Autor, 2019).

4.2.2. Análise da inspeção detalhada

O Quadro 17, apresenta de forma resumida uma análise da aplicação da inspeção detalhada, apontado os pontos negativos e pontos positivos desta etapa. Logo o que era esperado na aplicação desta etapa se confirmou, que seria a verificação e afirmação dos dados coletados na inspeção preliminar, comprovando ou não o pré-diagnóstico, porém, como mostrado no Quadro 17, esta etapa gerou pouca variação no resultado das aplicações dos cálculos.

Análise - Inspeção Detalhada	
Pontos Negativos	Valores finais com pouca expressividade
Pontos Positivos	Resultado reafirmou o resultado da Pré-Análise

Quadro 17. Análise da aplicação da etapa de inspeção detalhada (O Autor, 2019).

4.3. COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS

Para verificação dos resultados dos métodos realizou-se uma comparação gráfica entre os métodos aplicados, usando o resultado de Grau de deterioração Global de cada método, juntamente com a somatória realizada do Grau de Danos de cada um. A Figura 30, apresenta, em forma de gráfico de barras, os valores resultantes.

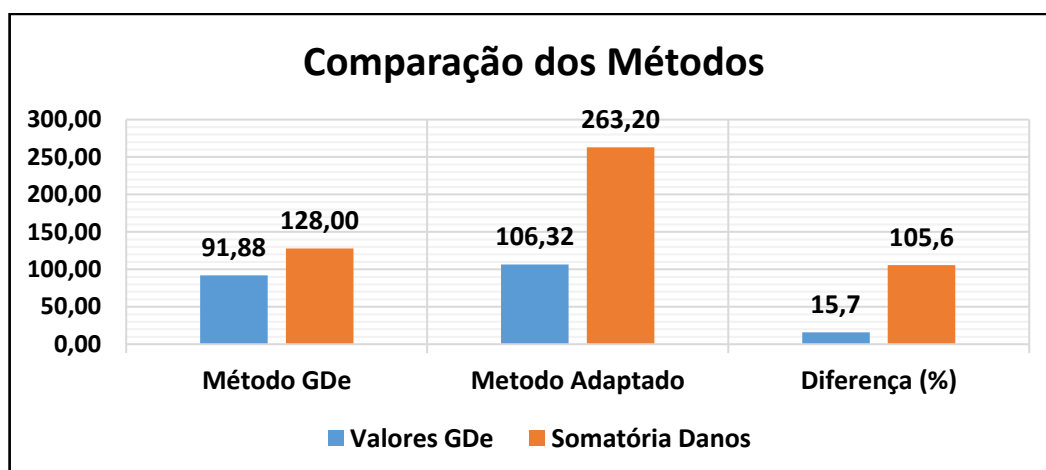


Figura 30. Gráfico comparativos dos métodos (O Autor, 2020).

Ainda na Figura 30, nos valores de GDe, observa-se que o método ajustado ficou em 106,32, já o método original para o estudo ficou em 91,88, analisando em porcentagens, a direita da Figura 30, apresenta 15,7% maior para o método ajustado.

Resultado expressivo, fazendo com que os valores ficassem próximos do ponto de diferença para classificação do Nível de Deterioração do elemento, classificando em estado CRÍTICO para o método ajustado e SOFRÍVEL para o método original, sendo o suficiente para alterar o diagnóstico sugerido, enquanto o método ajustado indicou ações emergenciais de intervenção, o método original sugeriu uma inspeção detalhada e uma intervenção a prazo de 6 meses.

Comparando a somatório do Grau de Dano de cada manifestação patológica verificada, tem-se o valor de 263,20 para o método ajustado e 128,00 para o método original, o que representa 105,60% de diferença, analisando deste modo, a diferença se torna grande. O que vale ressaltar nesta análise, é que o método original tem apenas 13 danos para verificação, sendo 14 danos para o método ajustado, onde alguns danos do método ajustado foram alterados especificamente para marquises de concreto.

Outro fator importante a se considerar, é que o método original utilizado para o estudo, avalia de maneira rápida, mas não detalhada, enquanto o método ajustado, inclui desde a etapa preliminar de inspeção como a etapa de inspeção detalhada, já indicando a obrigatoriedade da intervenção e período de reanálise, observando deste modo e graficamente houve uma eficácia na obtenção dos resultados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A aplicação dos métodos de inspeção foi possível de ser executada, proporcionando uma a verificação da diferença entre o método de inspeção GDE/UnB ajustado segundo o fluxograma de inspeção e o método de inspeção GDE/UnB original.

Aplicando o método de inspeção GDE original usado para o estudo, verificou-se que o mesmo avaliava o elemento em forma de uma inspeção preliminar, que indicou um valor de 91,88, que ao final da aplicação classifica o elemento em um estado sofrível, sugerindo a aplicação de uma inspeção detalhada e intervenção a prazo de 6 meses.

. Para o método GDE ajustado, este ocorreu em duas etapas, uma de inspeção preliminar, resultando em um valor de 97,94 com classificação de estado sofrível do elemento, sugerindo uma intervenção a curto prazo. Após a primeira etapa, deu-se seguimento a etapa de inspeção detalhada, conforme proposto, onde foram aplicados os devidos ensaios possíveis, avaliados na inspeção preliminar, que classificou o elemento em estado crítico, devido ao novo resultado avaliado de 106,32.

Comparando os valores de classificação do grau de deterioração da estrutura, a diferença entre os métodos foi de 15,7%, diferença expressiva que resultou em uma classificação diferente entre os métodos para a aplicação no mesmo elemento. Essa diferença é consequência de alguns ajustes realizados na metodologia GDE/UnB, sendo esses:

- A criação do dano Armaduras Negativas,
- Inclusão do dano Impermeabilização Deficiente,
- Ajustes no dano Fissuras,
- Retirada do dano Desvio de Geometria;
- Alteração da identificação do dano Umidade para Infiltrações;

Ajustes estes que em conjunto com o Fluxograma de Inspeções, contribuíram para a diferença nos resultados e classificação do elemento, concluindo assim em uma

inspeção detalhada e com resultados mais precisos, devido a realização de alguns ensaios específicos.

5.1. RECOMENDAÇÃO PARA FUTUROS TRABALHOS

A aplicação do presente trabalho ocorreu com êxito, porém existe a necessidade de muitos outros estudos, afim de contribuir na melhora de alguns pontos, como por exemplo:

- Realização de um número maior de avaliações, pois, um maior número de amostras para aplicação do método, pode gerar novas observações, consequentemente mais valores comparativos.
- Recomendação da alteração de itens do Apêndice E, com descrições mais específicas para marquises de concreto armado.
- Simplificar os processos de inspeção da metodologia, prevendo alguns ensaios conforme itens avaliativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452 – Vistoria de pontes e viadutos de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 15575 – Edificações habitacionais - Desempenhos**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

BASTOS, P. S. S. Apostila, Disciplina: **Estruturas de Concreto Armado IV: Marquises**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Bauru, 2006. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto4/MARQ.pdf>. Acesso em 14 set. 2019.

BOLDO, P. **Avaliação quantitativa de estruturas de concreto armado de edificações no âmbito do exército brasileiro**. Orientador: João Carlos Teatini de S. Clímaco, PhD. Dissertação (Mestrado) –Universidade de Brasília - DF, Brasília 2002. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M02-1A-Pl%C3%ADnio-Boldo.pdf> Acesso em 22 set. 2019.

CASTRO, E. K. de. **Desenvolvimento de metodologia para manutenção de estruturas de concreto armado**. Orientador: João Carlos Teatini de S. Clímaco, PhD. Dissertação (Mestrado) –Universidade de Brasília - DF, Brasília 1994. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M94-4A-Eliane-de-Castro.pdf> Acesso em 22 set. 2019.

DNER (1987) **Um Modelo para Identificação dos Segmentos Críticos de Uma Rede de Rodovias**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Diretoria de Trânsito. Rio de Janeiro: DEST/Dr.T.

DNIT 010/2004 PRO, NORMA (2004) **“Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento”**

EUQUERES, P. **Estrutura de inspeção de estruturas de pontes de concreto armado**. Orientador: Enio José Pazini Figueiredo, Dr. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás - GO, Goiás 2011. Disponível em:

<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/9949/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Priscilla%20Euqueres%20-%202011.pdf> Acesso em 22 set. 2019.

FONSECA, R. P. da. **A estrutura do instituto central de ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção.** Orientador: Antônio Alberto Nepomuceno, Dr. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília - DF, Brasília 2007. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3062/1/2007_RegisPamponetdaFonseca.pdf Acesso em 22 set. 2019.

G1 SÃO PAULO. **Prédio onde marquise caiu e matou jovem de 18 anos é periciado em Penápolis.** 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2019/11/25/predio-onde-marquise-caiu-e-matou-jovem-em-penapolis-passa-por-pericia.ghtml> Acesso em 17 fev. 2020.

GONÇALVES, M. O. **Marquises de concreto armado da cidade de Viçosa-MG: Manifestações patológicas, inspeção e avaliação de grau de deterioração.** Orientador: Reginaldo Carneiro da Silva. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa - MG, Viçosa 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3741/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 14 set. 2019.

GOOGLE MAPS. **Avenida José Temístocles de Macedo nº 610, Bairro Centro, município de Piçarras - SC,** Street View setembro de 2011. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/Av.+Jos%C3%A9+Temist%C3%B3cles+de+Macedo,+610,+Balne%C3%A1rio+Pi%C3%A7arras+-+SC,+88380-000/@-26.7686375,-48.6672848,3a,75y,185.6h,90.24t/data=!3m6!1e1!3m4!1sxnNr0o-WN6kJDj_nXeEMWA!2e0!7i13312!8i6656!4m5!3m4!1s0x94d8d38f0e246c91:0xfda5a8dd8d1413a4!8m2!3d-26.7687164!4d-48.6673011. Acesso em 29 mar. 2020.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estrutura de concreto armado.** 2ª Edição. São Paulo: Pini 1992.

HELENE, P. R. L.; PEREIRA, F. (Ed.) **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto.** Bogotá, Colômbia, SIKA. 600 p. 2007. ISBN 85-60457-00-3.

KLEIN, D., GASTAL, F., CAMPANOLO, J.L. & SILVA FILHO, L. C., **Critérios adotados na vistoria de obras de arte,** XXV Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural, Porto Alegre, pp. 185-196, Novembro, 1991.

LAPA, J. S. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** Orientador: Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2008. Disponível em:

https://www.academia.edu/28706118/PATOLOGIA_RECUPERA%C3%87%C3%83_O_E_REPARO_DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO. Acesso em 15 set. 2019.

LOPES, B. A. R. **Sistema de manutenção predial para grandes estoques de edifícios: Estudo para inclusão do componente “Estrutura de Concreto”**. Orientador: João Carlos Teatini de S. Clímaco, PhD. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília - DF, Brasília 1998. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M98-11A-Benedito-Lopes.pdf> Acesso em 22 set. 2019.

MEDEIROS, M. H. F. de; GROCHOSKI, M. **Marquises: Por que algumas caem?** Revista Concreto. São Paulo, 2007, v. 12, n. 24, p. 95-103. Disponível em: http://www.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/Marquises_quedas.pdf. Acesso em 15 set. 2019.

MELO, A. C. de A. **Estudo das manifestações patológicas nas marquises de concreto armado do Recife**. Orientador: Dra. Eliana Cristina Barreto Monteiro. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco - PE, Recife 2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/d49.pdf>. Acesso em 15 set. 2019.

OLIVEIRA, C. S. P. de. **Análise crítica de experiências e discussão de estratégias para implantação de leis de inspeção de elementos de fachadas**. Orientador: Luiz Carlos Pinto da Silva Filho. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/79846>. Acesso em 15 set. 2019.

RIZZO, B. E. **Marquises – uma abordagem**. Centro de Estudos e Pesquisas de Desastres, Rio de Janeiro 2007. Disponível em: http://www0.rio.rj.gov.br/defesacivil/PDF/marquise_o_que_fazer.pdf. Acesso em 14 set. 2019.

SOUZA, D. A. S. **A estrutura do teatro nacional Claudio Santoro em Brasília: Histórico de projeto, execução, intervenções e estratégia para manutenção**. Orientador: Antonio Alberto Nepomuceno. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília - DF, Brasília 2009. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M09-6A-Deise-Souza.pdf>. Acesso em 15 set. 2019.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. Boletim Técnico. 1ª Ed. ALCONPAT Internacional. Mérida – México, 2013. Disponível em: http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B1_Inspe%C3%A7%C3%A3o-Diagn%C3%B3stico-e-Progn%C3%B3stico-na-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil1.pdf. Acesso em 15 set. 2019.

TUUTTI, K. "**Corrosion Steel in Concrete**", Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm. 1982 469p. Doctoral Thesis.

VERLY, R. C. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de artes especiais**. Orientador: João Henrique da Silva Rêgo, Dr. Dissertação (Mestrado) –Universidade de Brasília - DF, Brasília 2015. Disponível em: <http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M15-15B-Rog%C3%A9rio-Verly.pdf> Acesso em 22 set. 2019.

UOL NOTÍCIAS. **Homem morre após queda de marquise no Jardim Paulista, em São Paulo**. 2019. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2019/11/13/homem-morre-apos-queda-de-marquise-no-jardim-paulista.htm> Acesso em 17 fev. 2020.

WITTKOWSKI, A. **Patologias em sistemas estruturais: Marquise do Quartel da Polícia Militar do Paraná e Marquise do Palácio Iguaçu**. Orientador: Carlos Frederico Alice Parchen, M.S.c. Monografia (Especialização em Construção Obras Públicas) – Universidade do Paraná, Curitiba 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34377/WITTKOWSKI%2C%20ANDERLEY.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 14 set. 2019.

ANEXO

ANEXO A — FORMULAÇÃO PARA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DETERIORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO E AÇÕES RECOMENDADAS SEGUNDO NÍVEIS DE DETERIORAÇÃO (ADAPTADO DE FONSECA, 2007).

Metodologia GDE/UnB

Manual de Aplicação da Metodologia
GDE/UnB em Marquises de Concreto

Grau de um Dano (D)

$$D = 0,8 \times Fi \times Fp \quad \text{para } Fi \leq 2,0$$

$$D = (12 Fi - 28) \times Fp \quad \text{para } Fi > 2,0$$

D = Grau de dano

Fi = Fator de intensidade

Fp = Fator de ponderação

Grau de deterioração de um elemento (Gde)

$$Gde = D_{máx} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D(i) - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D(i)} \right]$$

Gde = Grau de Deterioração do Elemento

$D_{máx}$ = Grau de dano máximo (maior valor)

Tabela 1 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento e ações recomendadas

Gde	Nível de deterioração	Ações recomendadas
0 - 15	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
15 - 50	Médio	Definir prazo e natureza de nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
50 - 80	Alto	Definir prazo e natureza de inspeção especializada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
80 - 100	Sofrível	Definir prazo e natureza de inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).
>100	Crítico	Inspeção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.) Planejar intervenção imediata

Continua

Continuação

Metodologia GDE/UnB	Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB em Marquises de Concreto
----------------------------	---

Grau de deterioração de uma família de elemento (*Gdf*)

$$Gdf = Gde_{m\acute{a}x} \times \left[\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m Gde(i) - Gde_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m Gde(i)}} \right]$$

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Gde = Grau de Deterioração do Elemento

Gdemáx = Grau de dano do Elemento máximo (maior valor)

Tabela 2 – Fatores de relevância estrutural das famílias de elementos (*Fr*)

Família	Fr
Elementos de composição arquitetônica	1
Reservatório Superior	2
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação.	3
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários.	4
Vigas e pilares principais.	5

Grau de Deterioração Global de Estrutura (*Gd*)

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr(i) \times Gdf(i)}{\sum_{i=1}^k Fr(i)}$$

Gd = Grau de Deterioração Global de Estrutura

Fr = Fator de Relevância Estrutural

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Continua

Continuação

Metodologia GDE/UnB	Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB em Marquises de Concreto
----------------------------	--

Tabela 1 – Classificação dos níveis de deterioração de estrutura e ações recomendadas

<i>Gde</i>	<i>Nível de deterioração</i>	<i>Ações recomendadas</i>
0 - 15	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
15 - 50	Médio	Definir prazo e natureza de nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos).
50 - 80	Alto	Definir prazo e natureza de inspeção especializada. Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano).
80 - 100	Sofrível	Definir prazo e natureza de inspeção especializada rigorosa. Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses).
>100	Crítico	Inspeção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.) Planejar intervenção imediata

ANEXO B – FATORES DE PONDERAÇÃO (FP) PARA LAJES

Elemento:	Laje		
Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)
Carbonatação	3		
Cobrimento deficiente	3		
Contaminação por cloretos	4		
Corrosão das armaduras	5		
Desagregação	3		
Desplacamento	3		
Eflorescência	2		
Falhas de concretagem	3		
Fissuras	3 a 5		
Flechas / Sobrecarga excessiva	5		
Manchas	3		
Umidade	3		
Desvio de Geometria	3		
Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =			
Grau de Deterioração (Classificação):			
Ações a serem adotadas:			
Esquema Estrutural/Observações			

ANEXO C – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DE INTENSIDADE E PONDERAÇÃO.

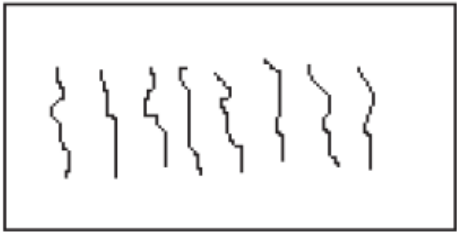
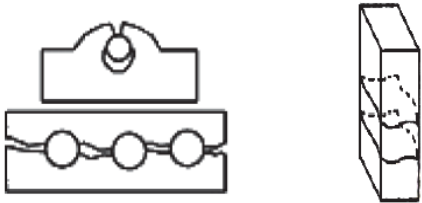
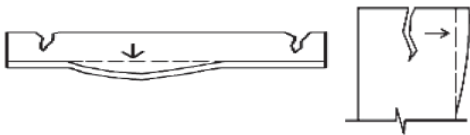
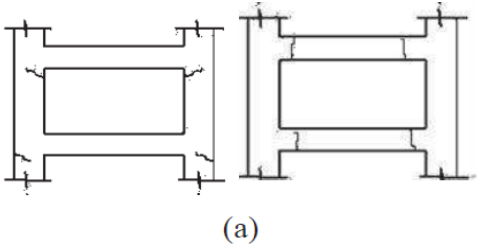
Tabela A.1: Classificação dos danos e fatores de intensidade (<i>Fi</i>)		
Tipos de danos	<i>Fi</i>	Valores do Fator de Intensidade do Dano
Carbonatação:	1→	Localizada, com regiões com pH < 9, sem atingir a armadura.
	2→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco.
	3→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
	4→	Generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
Cobrimento deficiente:	1→	Menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitindo a localização da armadura.
	2→	Menor que o previsto em norma, permitindo a localização visual da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões.
	3→	Deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas.
Contaminação por cloretos:	2→	Em elementos no interior sem umidade.
	3→	Em elementos no exterior sem umidade.
	4→	Em ambientes úmidos
Corrosão de armaduras:	2→	Manifestações leves, pequenas manchas.
	3→	Grandes manchas e/ou fissuras de corrosão
	4→	Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
Desagregação:	2→	Início de manifestação.
	3→	Manifestações leves, início de estofamento do concreto.
	4→	Por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.
Desplacamento:	2→	Pequenas escamações do concreto.
	3→	Lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura.
	4→	Lascamento acentuado com perda relevante de seção
Eflorescência:	1→	Início de manifestações.
	2→	Manchas de pequenas dimensões.
	3→	Manchas acentuadas, em grandes extensões.
	4→	Grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).

Continua

Continuação

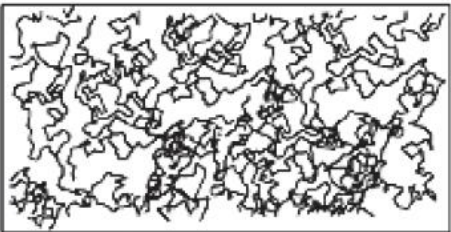
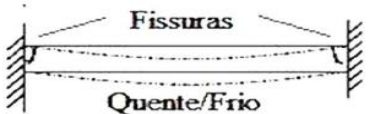
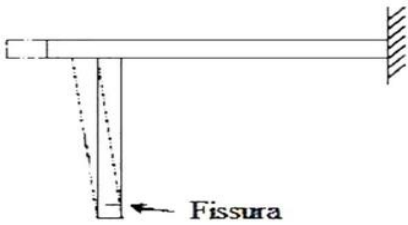
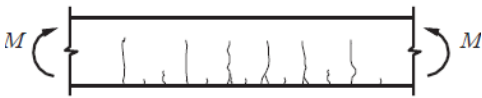
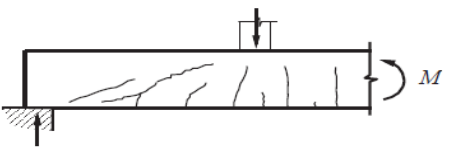
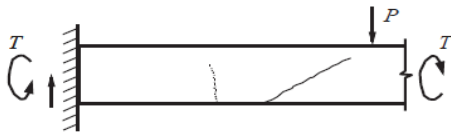
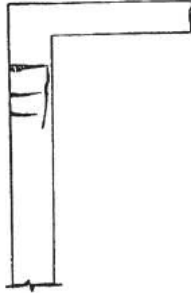
Falhas de concretagem:	1→ 2→ 3→ 4→	Superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça. Significante em relação às dimensões da peça. Profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura Perda relevante da seção da peça.
Fissuras:	1→ 2→ 3→ 4→	Abertura menores do que as máximas previstas em norma. Estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma. Aberturas excessivas; estabilizadas. Aberturas excessivas; não estabilizadas.
Flechas/Sobrecarga excessiva:	1→ 2→ 3→ 4→	Não perceptíveis a olho nu. Perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma. Superiores em até 40% às previstas na norma. Excessivas.
Umidade:	1→ 2→ 3→ 4→	Indícios de umidade. Pequenas manchas. Grandes manchas. Generalizada
Manchas:	2→ 3→ 4→	Manchas escuras de pouca extensão, mas significativas (<50% da área visível do elemento estrutural). Manchas escuras de grande extensão (>50%). Manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).
Desvios de Geometria:	2→ 3→ 4→	Pilares e cortinas com excentricidade, $\leq h/100$ ($h = \text{altura}$). Pilares e cortinas com excentricidade, $h/100 \leq e < h/50$. Pilares e cortinas com excentricidade, $\geq h/50$.

ANEXO D — CLASSIFICAÇÃO DE FISSURAS EM ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO E FATORES DE PONDERAÇÃO (F_p) (VERLY, 2015).

	Fissuras*	Descrição	Croquis	F_p
ESTADO PLÁSTICO	De retração plástica do concreto	- Comuns em lajes e paredes. - Aproximadamente paralelas, superficiais e afastadas entre si de 0,3 a 1 m.		2
	De assentamento do concreto	- Sobre as armaduras. - Em pilares, ficam abaixo dos estribos. - Interação com armaduras vizinhas.		3
	De movimentação de fôrmas	- Indicam posicionamento e/ou fixação incorretos ou resistência insuficiente de fôrmas/escoramentos		3
ESTADO ENDURECIDO	De retração do concreto por secagem	- Fissuras em pilares e/ou vigas, por diferença grande de rigidezes (a). - Aspecto de mosaico em lajes e paredes, podendo aparecer em ambas as faces (b). - Indicam restrição de movimentos. - Profundidade reduzida. - Aberturas < 0,1 a 0,2 mm.	 (a)  (b)	3

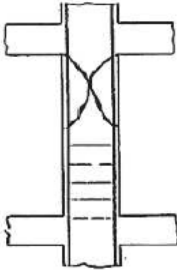
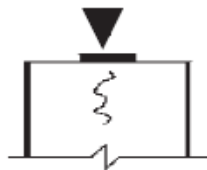
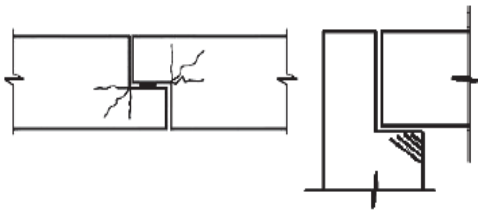
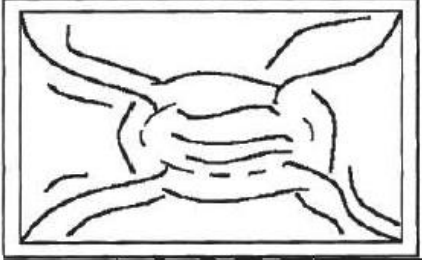
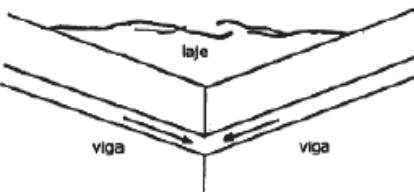
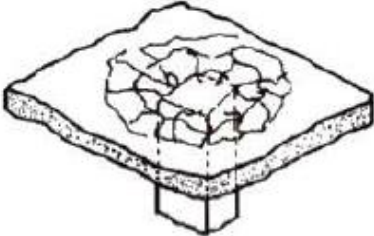
Continua

Continuação

ESTADO ENDURECIDO	Mapeadas	- Mais visíveis em superfícies lisas de lajes e paredes. - Abertura e extensão reduzidas. - Superfícies de concreto com desempenho excessivo. - Danos só estéticos, em geral		2
	De variações de temperatura	- Em geral, normais ao eixo de elementos lineares, - Indicam restrição de movimento por mau funcionamento de juntas de dilatação ou sua ausência.	 	3
ERROS DE PROJETO/EXECUÇÃO OU CARGAS EXCESSIVAS	De flexão	- Normais ao eixo, em trechos de momento fletor elevado e com boa aderência aço-concreto.		4
	De força cortante e flexão	- Mesma inclinação nas duas faces. - Podem entrar na zona de compressão e se dirigir aos apoios.		4
	De flexão, cortante e torção	- Inclinações diferentes nas faces laterais, com menor abertura da fissura em uma das faces.		4
	De flexo-tração em pilares	- Normais ao eixo do pilar na face tracionada e paralelas na face comprimida: podem indicar esmagamento do concreto. - Mais próximas de extremidades com maior momento.		5

Continua

Continuação

ERROS DE PROJETO/EXECUÇÃO OU CARGAS EXCESSIVAS	De compressão	- Paralelas ao eixo ou bi diagonais no centro iminência de ruptura. - Indicam espaçamento excessivo ou deslocamento de estribos.		5
	De carga concentrada em área reduzida	- Em apoios de pontes, estruturas pré-moldadas e apoios indiretos. - Indicam armadura deficiente de fretagem e mau detalhamento.		3
	Em apoios do tipo Gerber (vigas e pilares)	- Comuns em pontes e estruturas pré-moldadas. - Indicam deficiência ao movimento em aparelhos de apoio e/ou detalhamento inadequado.		3
	De flexão em lajes	- Na face inferior, saindo dos cantos e paralelas a bordos com continuidade ou vãos maiores. - Na face superior, paralelas a bordos com continuidade.		4
	De momentos volventes	- Em cantos de lajes extremas, podendo surgir nas duas faces. - Influenciadas por variações de temperatura e retração.		3
	De punção	- Traçado circunferencial e/ou radial em torno do pilar.		5

ANEXO E — FOTOS ILUSTRATIVAS DE DANOS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO E FATORES DE INTENSIDADE (VERLY, 2015).



Figura 1: corrosão de armadura ($Fi = 2$)



Figura 2: corrosão de armadura ($Fi = 3$)



Figura 3: corrosão de armadura ($Fi = 4$)



Figura 4: desagregação ($Fi = 2$)



Figura 5: deslocamento ($Fi = 2$)



Figura 6: deslocamento ($Fi = 3$)



Figura 7: deslocamento ($Fi = 4$)



Figura 8: eflorescência ($Fi = 2$)



Figura 9: eflorescência ($Fi = 3$)



Figura 10: eflorescência ($Fi = 4$)



Figura 11: falhas de concretagem ($Fi = 1$)



Figura 12: falhas de concretagem ($Fi = 2$)



Figura 13: falhas de concretagem ($Fi = 3$)



Figura 14: falhas de concretagem ($Fi = 3$)



Figura 15: falhas de concretagem ($Fi = 4$)



Figura 16: manchas ($Fi = 2$)



Figura 17: manchas ($Fi = 3$)



Figura 18: manchas ($Fi = 4$)



Figura 19: sinais de esmagamento de concreto ($F_i = 4$)



Figura 20: sinais de esmagamento de concreto ($F_i = 4$)



Figura 21: flechas ($F_i = 4$)



Figura 22: recalque ($F_i = 4$)

ANEXO F — FORMULARIO DE CADASTRO DE MARQUISE (GONÇALVES, 2011).

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Mestrado em Engenharia Civil Área de concentração - Engenharia da Construção	Título:	Página		
	Inspeção técnica de marquises	Código	MARQ-01	
	Finalidade:	Inspeção	Responsável	Data
	Cadastro Inicial		KLEITON	28/11/2019
Referência:	CENTRO - PIÇARRAS SC		Preparado	KLEITON
			Verificado	KLEITON

Planilha - Cadastro - Parte I

Dados Cadastrais

Endereço	AV. JOSÉ TEMISTÓCLES DE MACEDO Nº610
Uso da Edificação	COMERCIAL
Proprietário/ Morador	
Contato	
Referência	

Possibilidades de inspeção detalhada

Acesso	☒	Escada	☐	Via Aptos	☐	Inacessível	☐	Outros:	
--------	-------------------------------------	--------	--------------------------	-----------	--------------------------	-------------	--------------------------	---------	--

Dados Técnicos

Arranjo estrutural	☒	Laje diretamente engastada	☐	Laje apoiada em vigas engastadas	
Sobrecarga devido a equipamentos	☐	Não	☒	Sim:	possível sobrecarga devido a painel publicitário
Revestimentos / acabamentos	☐	Concreto aparente	☒	Camada de revestimento superior / inferior ou forro em parte inferior	
Acesso de pessoas	☐	Acesso por várias pessoas por período considerável de tempo	☐	Possibilidade de acesso de pessoas periodicamente	
	☒	Sem acesso para utilização por pessoas, acesso apenas para manutenção			
Outros elementos	☐	Painel Publicitário	☐	Parede ou mureta na borda da marquise:	

Fotos



APÊNDICE

APÊNDICE A — CHECKLIST DOS DADOS CADASTRAIS.

DADOS CADASTRAIS			
<u>Dados do Proprietário/Responsável</u>			
Nome:			Telefone:
E-mail:			
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
Cargo/Função:			
<u>Dados da Edificação</u>			
Nome da Edificação:			
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
Tipo de uso:	(☒). Comercial (☐). Residencial (☐). Industrial (☐). Outros		
<u>Dados de Concepção da Marquise</u>			
Data da Construção ou idade:			
Projeto Arquitetônico:	(☐). Não existe	(☒). Existe	
Projeto Estrutural:	(☐). Não existe	(☒). Existe	
Projeto Impermeabilização:	(☒). Não existe	(☐). Existe	
Projeto Drenagem:	(☒). Não existe	(☐). Existe	
Empresa executora/responsável:			
Telefone:	E-mail:		
Endereço:	Rua:	Nº:	
Bairro:	Cidade:	UF:	
ART:	Aprovação e Habite-se:		
Histórico das intervenções realizadas:	Data:	28/11/2019 (atual)	Tipo:
	Data:	2017	Tipo:
	Data:		Tipo:
	Data:		Tipo:
Empresa executora:	NÃO INFORMADO		Telefone:
Motivo da nova inspeção solicitada:			

APÊNDICE B — CHECKLIST PREPARATÓRIO DE INSPEÇÃO

Checklist Preparatório de Inspeção			
<u>Dados iniciais para Inspeção</u>			
Data:	28/11/2019	Horário:	14:00
Acessos para Inspeção			
Detalhada:	(☒) Escadas	(☐) Inacessível	
	(☐) Via Aptos	(☐) Outros:	
Condições climáticas:	(☐) Sol	(☒) Nublado	(☐) Chuvoso
Observações:			
<u>Projetos</u>	Estrutural	Impermeabilização	Drenagem
Existentes e disponíveis:	(☐)	(☐)	(☐)
Inconsistentes:	(☐)	(☐)	(☐)
Não existentes:	(☐)	(☒)	(☒)
Existentes e não disponíveis:	(☒)	(☐)	(☐)
NBRs utilizadas:			
Agressividade do ambiente:	(☐) I	(☐) II	(☐) III
			(☒) IV
Observações:			
<u>Descrição da Marquise</u>			
Modelo estrutural:	(☒) Diretamente engastada (☐) Apoiada em Vigas engastada (☐) Outros: _____		
Dimensões:			
Comprimento:	Frontal 11,2 / Lateral 22,0m	Espessura Laje (Base):	0,27 m
Largura:	Frontal 1,10 + 2m / Lateral 1,10m	Espessura Laje (Borda):	0,06 m
Altura média em relação ao passeio:	3,06 m		
Sobrecarga de equipamentos:	(☐) Não (☒) Sim	Qual? Possível existência de sobrecarga devido a instalação de Painel Publicitário na Fachada Frontal e metade da Fachada Lateral.	
Revestimentos e acabamento:	(☐) Concreto aparente (☐) Emboço em ambas as faces (☒) Emboço na face inferior (☐) Camada Impermeabilização (☒) Pintura existente		

Continua

Continuação

Circulação de público na Marquise:

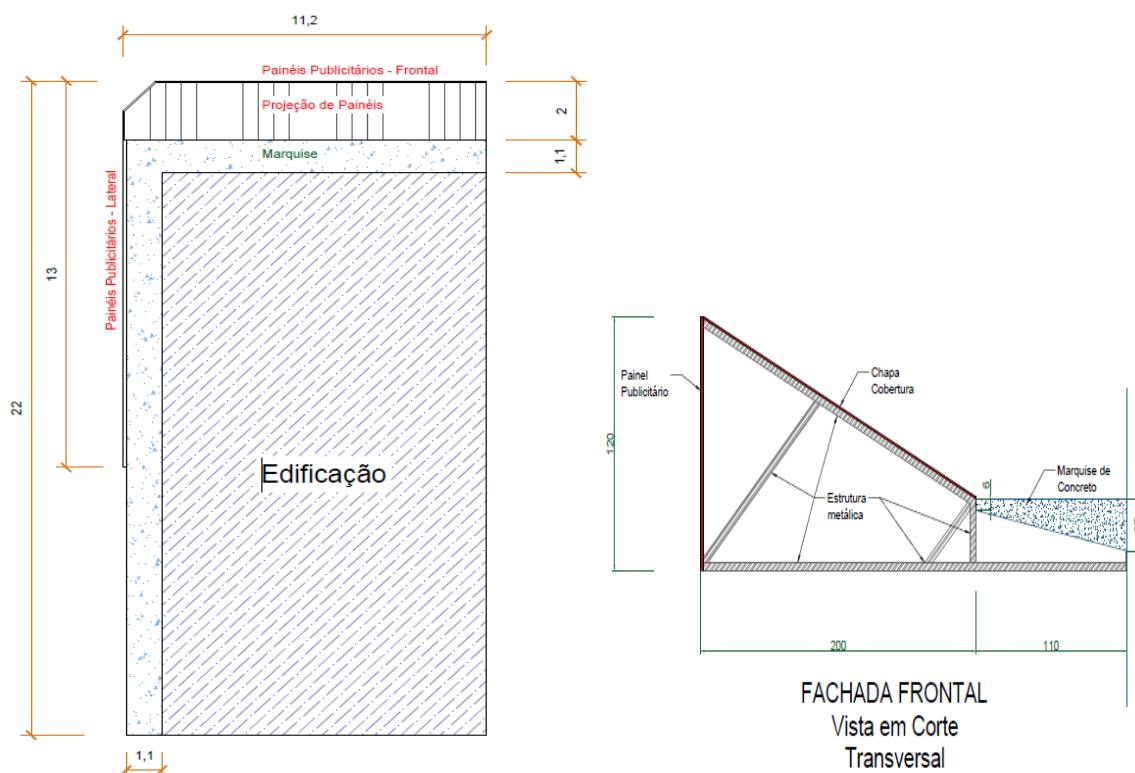
- (☐) Acesso constante de muitas pessoas, na marquise.
 (☐) Acesso aleatório e periódico de pessoas, na marquise.
 (☒) Acesso restrito apenas para eventual manutenção

Drenagem local:

- (☐) Tubulações para drenagem
 (☒) Pingadeira de Borda na laje ou mureta
 (☐) Furos na laje

Outros:

- (☒) Paineis Publicitário
 (☐) Alvenaria de borda
 (☒) Idade da Edificação (anos)

Croqui da marquise:

APÊNDICE C — CHECKLIST AUXILIAR – PRÉ-ANÁLISE

Checklist auxiliar - Pré-Análise			
<u>Aspectos Visuais Pré-Análise</u>	Deverão auxiliar no plano de inspeção detalhada, somente assim será possível obter dados precisos para conclusão do laudo		
Histórico de intervenções:	Sinais de manutenções realizadas	(X) Sim	(<u> </u>). Não
	Evidências de reforço estrutural	(<u> </u>) Sim	(X). Não
	Evidências de reparos realizados na laje	(X) Sim	(<u> </u>). Não
	Utilização conforme projetada/concebida (<u> </u>) Sim (X). Não		
Painéis Publicitários instalados a 2,5 anos, no início das atividades da sorveteria			
Manifestações patológicas visíveis			
Fissuras:	(X) Sim (<u> </u>). Não	(3) 1 a 4	
	Fissuras da direção longitudinal	Parte Inferior (<u> </u>) Sim (X). Não	
		Parte Superior (<u> </u>) Sim (X). Não	
	Fissuras da direção transversal	Parte Inferior (X) Sim (<u> </u>). Não	
		Parte Superior (<u> </u>) Sim (X). Não	
	Fissuras da direção longitudinal junto ao engaste	(<u> </u>) Sim (X). Não	
	Crítico = 4 =	Aberturas excessivas; na longitudinal paralela e junto do engaste.	
Fissuras transversais na parte inferior próxima as fixações dos painéis			
Flechas/Sobrecarga excessiva:	(X) Sim (<u> </u>). Não	(1) 1 a 4	
	Crítico = 4 =	Excessivas.	
	Deformação estrutural visível na direção long.	(<u> </u>) Sim (X). Não	
	Deformação estrutural visível na direção transversal	(<u> </u>) Sim (X). Não	
	Esmagamento do concreto na parte inferior	(<u> </u>) Sim (X). Não	
	Possível sobrecarga devido a instalação de Paineis Publicitários		

Continua

Continuação

Falhas de concretagem:	(☐) Sim Crítico = 3 =	(☒) Não	(☐) 1 a 3	Perda relevante da seção da peça.
Desagregação:	(☐) Sim Crítico = 4 =	(☒) Não	(☐) 2 a 4	Perda acentuada de seção e esfrelamento do concreto.
Desplacamento:	(☒) Sim Crítico = 4 =	(☐) Não	(☒) 2 a 4	Lascamento acentuado com perda relevante de seção
DEVIDO A CORROSÃO DE ARMADURA				
Cobrimento deficiente:	(☒) Sim Crítico = 3 =	(☐) Não	(☒) 1 a 3	Deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas.
PERCEPTIVEL EM PONTOS COM DESPLACAMENTOS				
Corrosão de armaduras:	(☒) Sim Crítico = 4 =	(☐) Não	(☒) 2 a 4	Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
Impermeabilização deficiente:	(☒) Sim Crítico = 4 =	(☐) Não	(☒) 2 a 4	Degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade
INEXISTENTE				
Infiltração de água:	(☒) Sim Crítico = 4 =	(☐) Não	(☒) 1 a 4	Generalizada

Continua

Continuação

Manchas:	(☒) Sim (). Não (☐) 2 a 4 Crítico = 4 Manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).
Eflorescência:	(☐) Sim (☒). Não (☐) 1 a 4 Crítico = 4 Grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).
Carbonatação:	(☒) Sim (☐). Não (☐) 1 a 4 Crítico = 4 Generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
NECESSIDADE DE ENSAIOS	
Contaminação por cloretos:	(☐) Sim (☐). Não (☐) 2 a 4 Crítico = 4 Em ambientes úmidos
NECESSIDADE DE ENSAIOS	
Armaduras negativas	(☐) Sim (☐). Não (☐) 2 a 4 Crítico = 4 Ausência de armadura negativa
NECESSIDADE DE ENSAIOS	

APÊNDICE D – MANUAL DA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO
QUANTITATIVA DA DETERIORAÇÃO DE MARQUISES DE CONCRETO.

Metodologia GDE/UnB	Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB em Marquises de Concreto
----------------------------	--

Grau de um Dano (D)

$$D = 0,8 \times Fi \times Fp \quad \text{para } Fi \leq 2,0$$

$$D = (12 Fi - 28) \times Fp \quad \text{para } Fi > 2,0$$

D = Grau de dano

Fi = Fator de intensidade

Fp = Fator de ponderação

Grau de deterioração de um elemento (Gde)

$$Gde = D_{m\acute{a}x} \times \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^m D(i) - D_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m D(i)} \right]$$

Gde = Grau de Deterioração do Elemento

Dmáx = Grau de dano máximo (maior valor)

**Tabela 1 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento
e ações recomendadas**

Gde	Nível de deterioração	Ações recomendadas
0 - 15	Baixo	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
15 - 50	Médio	Planejar intervenção em longo prazo (máximo 2 anos). Definir prazo e natureza de nova inspeção.
50 - 80	Alto	Planejar intervenção em médio prazo (máximo 1 ano). Definir prazo e natureza de nova inspeção.
80 - 100	Sofrível	Planejar intervenção em curto prazo (máximo 6 meses). Definir prazo e natureza de nova inspeção.
>100	Crítico	Planejar intervenção imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.) Definir prazo e natureza de nova inspeção.

Continua

Continuação

Grau de deterioração de uma família de elemento (Gdf)

$$Gdf = Gde_{m\acute{a}x} \times \left[\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m Gde(i) - Gde_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^m Gde(i)}} \right]$$

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Gde = Grau de Deterioração do Elemento

Gdemáx = Grau de dano do Elemento máximo (maior valor)

Tabela 2 – Fatores de relevância estrutural das famílias de elementos (Fr)

Família	Fr
Elementos de composição arquitetônica	1
Reservatório Superior	2
Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas, lajes secundárias, juntas de dilatação.	3
Lajes, fundações, vigas secundárias, pilares secundários.	4
Vigas e pilares principais.	5

Grau de Deterioração Global de Estrutura (Gd)

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr(i) \times Gdf(i)}{\sum_{i=1}^k Fr(i)}$$

Gd = Grau de Deterioração Global de Estrutura

Fr = Fator de Relevância Estrutural

Gdf = Grau de Deterioração da Família de Elementos

Classificação da Marquise - Após a realização do Cálculo de Deterioração Global da Estrutural, deve-se comparar o valor Gd com a **Tabela 1** deste manual, afim de classificar o nível de deterioração do elemento e aplicar as ações recomendadas neste item.

APÊNDICE E – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES DE INTENSIDADE E PONDERAÇÃO.

Tabela A.1: Classificação dos danos e fatores de intensidade (<i>Fi</i>)		
Tipos de danos	<i>Fi</i>	Valores do Fator de Intensidade do Dano
Carbonatação:	1→	Localizada, com regiões com pH < 9, sem afetar as armaduras.
	2→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco.
	3→	Localizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
	4→	Generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.
Cobrimento deficiente:	1→	Menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitindo a localização da armadura.
	2→	Menor que o previsto em norma, permitindo a localização visual da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões.
	3→	Deficiente, com armaduras expostas em extensões significativas.
Contaminação por cloretos:	2→	Em elementos no interior sem umidade.
	3→	Em elementos no exterior sem umidade.
	4→	Em ambientes úmidos
Corrosão de armaduras:	2→	Manifestações leves, pequenas manchas.
	3→	Grandes manchas e/ou fissuras de corrosão
	4→	Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
Desagregação:	2→	Início de manifestação.
	3→	Manifestações leves, início de estofamento do concreto.
	4→	Por perda acentuada de seção e esfarelamento do concreto.
Desplacamento:	2→	Pequenas escamações do concreto.
	3→	Lascamento de grandes proporções, com exposição da armadura.
	4→	Lascamento acentuado com perda relevante de seção
Eflorescência:	1→	Início de manifestações.
	2→	Manchas de pequenas dimensões.
	3→	Manchas acentuadas, em grandes extensões.
	4→	Grandes formações de crostas de carbonato de cálcio (estalactites).

Continua

Continuação

Falhas de concretagem:	1→ 2→ 3→ 4→	Superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça. Significante em relação às dimensões da peça. Profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura Perda relevante da seção da peça.
Fissuras:	1→ 2→ 3→ 4→	Abertura menores do que as máximas previstas em norma. Com abertura até 40% acima dos limites de norma. Aberturas excessivas; na transversal. Aberturas excessivas; na longitudinal paralela e próxima do engaste.
Flechas/Sobrecarga excessiva:	1→ 2→ 3→ 4→	Não perceptíveis a olho nu. Perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos na norma. Superiores em até 40% às previstas na norma. Excessivas.
Impermeabilização deficiente:	2→ 3→ 4→	Danos na camada protetora e/ou perda de elasticidade do material da impermeabilização. Descontinuada, degradada em alguns pontos (pontos de infiltração). Degradação acentuada, com perda relevante da estanqueidade, ou ausente de sistema.
Infiltração de água:	1→ 2→ 3→ 4→	Indícios de umidade. Pequenas manchas. Grandes manchas. Generalizada
Manchas:	2→ 3→ 4→	Manchas escuras de pouca extensão, mas significativas (<50% da área visível do elemento estrutural). Manchas escuras de grande extensão (>50%). Manchas escuras em todo o elemento estrutural (100%).
Armaduras negativas	2→ 3→ 4→	Identificadas e/ou consta em projeto, dimensionamento e execução deficiente. Não consta em projeto, dimensionamento e execução muito deficiente, ou não identificadas. Ausência de armadura negativa.

APÊNDICE F –FATOR DE PONDERAÇÃO (FP) PARA LAJES EM BALANÇO

Elemento:	Laje		
Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)
Fissuras	5		
Flechas/Sobrecarga excessiva	5		
Falhas de concretagem	3		
Desagregação	3		
Desplacamento	3		
Cobrimento deficiente	3		
Corrosão das armaduras	5		
Impermeabilização deficiente	3		
Infiltração de água	3		
Manchas	3		
Eflorescência	2		
Carbonatação	3		
Contaminação por cloretos	4		
Armadura negativa	5		
Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =			
Grau de Deterioração (Classificação):			
Ações a serem adotadas:			
Esquema Estrutural/Observações			

APÊNDICE G – FATORES DE PONDERAÇÃO (FP) PARA VIGAS

Elemento:	Vigas		
Danos	Fator de Ponderação (Fp)	Fator de Intensidade (Fi)	Grau de Dano (D)
Fissuras	5		
Flechas/Sobrecarga excessiva	5		
Falhas de concretagem	3		
Desagregação	3		
Desplacamento	3		
Cobrimento deficiente	3		
Corrosão das armaduras	5		
Impermeabilização deficiente	3		
Infiltração de água	3		
Manchas	3		
Eflorescência	2		
Carbonatação	3		
Contaminação por cloretos	4		
Armadura negativa	5		
Grau de Deterioração do Elemento (Gde) =			
Grau de Deterioração (Classificação):			
Ações a serem adotadas:			
Esquema Estrutural/Observações			

APÊNDICE H– QUADROS DE DETERIORAÇÃO GLOBAL DE ESTRUTURA

Grau de Deterioração Global de Estrutura (G _d)				
Marquise em Balanço:				
Família de Elementos	G _{df}	F _r	F _r X G _{df}	Grau de Deterioração Global de Estrutura (G _d)
Lajes	106,32	5	531,60	
Total:	0,0	5,0	531,60	106,32
Nível de Deterioração:	CRITICO			
Ações a serem adotadas:	Inspeção especializada imediata e medidas emergenciais (alívio de cargas, escoramento, etc.) Planejar intervenção imediata			

Grau de Deterioração Global de Estrutura (G _d)				
Marquise em Balanço com Vigas de apoio:				
Família de Elementos	G _{df}	F _r	F _r X G _{df}	Grau de Deterioração Global de Estrutura (G _d)
Vigas engastadas	-	5	-	
Lajes	-	4	-	
Total:	0,0	9,0	-	
Nível de Deterioração:				
Ações a serem adotadas:				