

**AVALIAÇÃO DOS VIADUTOS DO EIXO RODOVIÁRIO SUL DE BRASÍLIA
PELA METODOLOGIA GDE/UNB**

MARIA LUISA MIRANDA LAURIA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO – 2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DOS VIADUTOS DO EIXO RODOVIÁRIO SUL DE
BRASÍLIA PELA METODOLOGIA GDE/UNB**

MARIA LUISA MIRANDA LAURIA

ORIENTADOR: MARCOS HONORATO DE OLIVEIRA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL

BRASÍLIA / DF: DEZEMBRO–2018

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DOS VIADUTOS DO EIXO RODOVIÁRIO SUL DE BRASÍLIA
PELA METODOLOGIA GDE/UNB**

MARIA LUISA MIRANDA LAURIA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

Prof. Marcos Honorato de Oliveira, D.Sc (UnB)
(Orientador)

Prof. Gilberto Gomes, D.Sc (UnB)
(Examinador interno)

Iviane Cunha e Santos, D. Sc (DNIT)
(Examinadora externa)

BRASÍLIA/DF, 05 DE DEZEMBRO DE 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

LAURIA, MARIA LUISA MIRANDA

Avaliação dos Viadutos do Eixo Rodoviário Sul de Brasília pela Metodologia GDE/UnB [Distrito Federal] 2018.

xxv, 76p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2018)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Pontes e viadutos

2. Concreto armado

3. Manutenção

4. Inspeção

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Bacharel)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LAURIA, M.L.M. (2018). Avaliação dos Viadutos do Eixo Rodoviário Sul de Brasília pela Metodologia GDE/UnB. Monografia de Projeto Final II em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 76p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Maria Luisa Miranda Lauria.

TÍTULO: Avaliação dos Viadutos do Eixo Rodoviário Sul de Brasília pela Metodologia GDE/UnB.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2018

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final II e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final II pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Maria Luisa Miranda Lauria
SHIN CA 05, Bloco G.
CEP: 71.503-505 Brasília – DF – Brasil
e-mail: mluisamlauria@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e minha irmã pelo apoio dado durante toda a minha vida.

Ao professor orientador Marcos Honorato de Oliveira por me oferecer a oportunidade de realizar este estudo, me guiar em seu desenvolvimento e acreditar na minha capacidade.

Aos amigos Flávia Ribeiro, Júlia Gubert, Letícia Franco, Iuri Rodrigo e Flora Trindade por sempre me incentivarem a me empenhar e me darem forças em momentos de necessidade.

Aos colegas da Universidade de Brasília por todos os semestres que enfrentamos juntos.

Em especial aos amigos Igor Mendes, Marianna Alvarenga e Renata Dal Pont, que me ajudaram no desenvolvimento do estudo.

RESUMO

Os viadutos de concreto armado são Obras de Arte Especiais (OAEs) importantes no transporte de cargas e pessoas, o desempenho desta estrutura é afetado por ações de intempéries, ocasionando patologias e influenciando na durabilidade e vida útil. A falta de acompanhamento das condições estéticas e estruturais dos viadutos facilita o surgimento e agravamento de patologias, podendo ocasionar danos graves, como perda de capacidade resistente e desabamento. Este estudo avalia a aplicação da metodologia do Grau de Deterioração Estrutural da Universidade de Brasília (GDE-UnB), para análise do estado de conservação dos viadutos do Eixo Rodoviário Sul, em Brasília. Esta metodologia possibilita a classificação do grau de deterioração estrutural por meio de inspeções visuais e formulações. Os resultados obtidos foram condizentes com a realidade observada nas estruturas, demonstrando a eficácia da metodologia. Além disso, os valores obtidos para grau de deterioração estrutural possibilitam a classificação das estruturas prioritárias na tomada de ações de intervenção e recuperação estrutural.

ABSTRACT

Reinforced concrete viaducts are important Special Engineering Structures for the transportation of loads and people, these structures have its performance affected by weathering, causing pathologies and influencing durability and service life. Therefore, servicing these structures is essential to maintaining structural integrity and functionality. Failure to follow the aesthetic and structural conditions of the viaducts facilitates the appearance and aggravation of pathologies, which can cause serious damage, such as loss of capacity and collapse. This study evaluates the application of the Structure Deterioration Degree methodology of University of Brasilia (GDE-UnB), to analyze the conservation status of the viaducts of the Eixo Rodoviário Sul, in Brasília. This methodology makes it possible to classify the degree of structural deterioration through visual inspections and formulations. The results obtained were consistent with the reality observed in the structures, demonstrating the effectiveness of the methodology. In addition, the values obtained for the degree of structural deterioration allow the classification of priority structures in the intervention actions and structural recovery.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. MOTIVAÇÃO	2
1.2. JUSTIFICATIVA.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. Objetivos gerais	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM OAEs	5
2.1.1. CORROSÃO DE ARMADURAS	5
2.1.2. DESAGREGAÇÃO	6
2.1.3. EFLORESCÊNCIA	6
2.1.4. FISSURAS	7
2.1.5. MANCHAS	7
2.1.6. ABRASÃO DO CONCRETO.....	8
2.2. HISTÓRICO DA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE ESTRUTURAS.....	9
2.2.1. METODOLOGIA KLEIN <i>et. al</i> (1991).....	9
2.2.2. METODOLOGIA GDE/UNB (1994).....	12
2.3. PESQUISAS RELACIONADAS AO TEMA	19
2.3.1. ANDRADE (1997).....	19
2.3.2. LOPES (1998)	20
2.3.3. BOLDO (2002).....	22
2.3.4. PESSOA (2002).....	25

2.3.5. FONSECA (2007)	27
2.3.6. EUQUERES (2011).....	32
2.3.7. SANTIAGO E AZEVEDO (2012).....	34
2.3.8. VERLY (2015)	35
3. METODOLOGIA	39
3.1. CONSIDERAÇÕES E ADAPTAÇÕES REALIZADAS NA METODOLOGIA GDE/UNB	39
3.2. VIADUTOS SELECIONADOS PARA INSPEÇÃO	40
3.3. PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO.....	42
4. RESULTADOS.....	42
4.1. QUADRA 01/02 – VIADUTO W	44
4.2. QUADRA 01/02 – VIADUTO EIXÃO	47
4.3. QUADRA 01/02 – VIADUTO L	48
4.4. QUADRA 03/04 – VIADUTO W	50
4.5. QUADRA 03/04 – VIADUTO EIXÃO	51
4.6. QUADRA 03/04 – VIADUTO L	52
4.7. QUADRA 05/06 – VIADUTO W	53
4.8. QUADRA 05/06 – VIADUTO EIXÃO	54
4.9. QUADRA 05/06 – VIADUTO L.....	56
4.10. QUADRA 07/08 – VIADUTO W	57
4.11. QUADRA 07/08 – VIADUTO EIXÃO	58
4.12. QUADRA 07/08 – VIADUTO L	59
4.13. QUADRA 09/10 – VIADUTO W.....	61
4.14. QUADRA 09/10 – VIADUTO EIXÃO	62
4.15. QUADRA 09/10 – VIADUTO L	63
4.16. QUADRA 11/12 – VIADUTO W.....	65

4.17. QUADRA 11/12 – VIADUTO EIXÃO	66
4.18. QUADRA 11/12 – VIADUTO L	68
4.19. QUADRA 13/14 – VIADUTO W	69
4.20. QUADRA 13/14 – VIADUTO EIXÃO	70
4.21. QUADRA 13/14 – VIADUTO L	71
4.22. QUADRA 15/16 – VIADUTO W	72
4.23. QUADRA 15/16 – VIADUTO EIXÃO	73
4.24. QUADRA 15/16 – VIADUTO L	74
5. CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 2.1 – Classificação do grau de risco da estrutura	12
Tabela 2.2 – Famílias de elementos, danos e fatores de ponderação (CASTRO, 1994).....	14
Tabela 2.3 – Classificação dos danos e fatores de intensidade (CASTRO, 1994).....	15
Tabela 2.4 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento (CASTRO, 1994)	17
Tabela 2.5 – Classificação dos níveis de deterioração estrutural (CASTRO, 1994).....	19
Tabela 2.6 – Grau de deterioração da estrutura (ANDRADE, 1997)	20
Tabela 2.7 - Fatores de ponderação dos danos (Lopes, 1998)	21
Tabela 2.8 – Resultados dos prédios vistoriados (Lopes, 1998)	22
Tabela 2.9 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento (Boldo, 2002)	24
Tabela 2.10 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura (Boldo, 2002).....	24
Tabela 2.11 – Prazos máximos para intervenção em função dos níveis de deterioração dos elementos ou da estrutura (Boldo, 2002).....	24
Tabela 2.12 - Grau de deterioração de cada elemento, das famílias de elementos e da estrutura da nave da Catedral (PESSOA, 2002).....	25
Tabela 2.13 - Grau de deterioração de cada elemento, das famílias de elementos e da estrutura do espelho d'água (PESSOA, 2002)	26
Tabela 2.14 – Grau de deterioração do elemento, da família e da estrutura do batistério (PESSOA, 2002)	26
Tabela 2.15 – Grau de deterioração do elemento, da família e da estrutura do campanário (PESSOA, 2002)	27
Tabela 2.16 – Reformulação dos fatores de intensidade de danos relacionados a corrosão	28
Tabela 2.17 – Fatores de ponderação reformulados.....	28
Tabela 2.18 – Tipologia de fissuras em elementos de concreto armado (FONSECA, 2002) ..	29
Tabela 2.19 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura e do elemento reformulada (FONSECA, 2002)	31
Tabela 2.20 – Aplicação da metodologia GDE/UnB após alterações (FONSECA, 2007)	32
Tabela 2.21 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura (EUQUERES, 2011).....	33

Tabela 2.22 – Tabela do elemento pista, com fatores de ponderação modificados (SANTIAGO E AZEVEDO, 2012)	34
Tabela 2.23 – Resultados das metodologias SGO/DNIT e GDE/UnB (VERLY, 2015)	36
Tabela 2.24 – Resultados das metodologias SGO/DNIT e GDE/UnB, considerando formulação modificada do grau de deterioração da estrutura (VERLY, 2015).....	37
Tabela 4.1 – Resultados da aplicação da metodologia GDE/UnB	43
Tabela 4.2 – Análise do elemento tabuleiro do viaduto W	44
Tabela 4.3 – Análise do elemento guarda-rodas W do viaduto W.....	45
Tabela 4.4 – Análise do elemento cortina sul W do viaduto W	45
Tabela 4.5 – Análise do elemento pista de rolamento do viaduto W	46
Tabela 4.6 – Resultados obtidos para o viaduto W	46
Tabela 4.7 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão	48
Tabela 4.8 – Resultados obtidos para o viaduto L	49
Tabela 4.9 – Resultados obtidos para o viaduto W	50
Tabela 4.10 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	51
Tabela 4.11 – Resultados obtidos para o viaduto L	52
Tabela 4.12 – Resultados obtidos para o viaduto W	53
Tabela 4.13 – Resultados obtidos para o viaduto L	56
Tabela 4.14 – Resultados obtidos para o viaduto W	57
Tabela 4.15 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	58
Tabela 4.16 – Resultados obtidos para o viaduto L	60
Tabela 4.17 – Resultados obtidos para o viaduto W	61
Tabela 4.18 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	63
Tabela 4.19 – Resultados obtidos para o viaduto L	64
Tabela 4.20 – Resultados obtidos para o viaduto w	65
Tabela 4.21 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	67
Tabela 4.22 – Resultados obtidos para o viaduto L	68
Tabela 4.23 – Resultados obtidos para o viaduto W	69
Tabela 4.24 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	70
Tabela 4.25 – Resultados obtidos para o viaduto L	71
Tabela 4.26 – Resultados obtidos para o viaduto W	72
Tabela 4.27 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão.....	73
Tabela 4.28 – Resultados obtidos para o viaduto L	74

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 2.1 – Exemplo de corrosão de armaduras em OAE (Fonte: https://www.researchgate.net)	5
Figura 2.2 – Exemplo de desagregação do concreto (Fonte: http://www.colegiodearquitectos.com.br).....	6
Figura 2.3 – Exemplo de eflorescência no concreto (Fonte: http://www.clubedoconcreto.com.br).....	7
Figura 2.4 – Exemplo de fissuras em estruturas de concreto (Fonte: https://infonet.com.br)....	7
Figura 2.5 – Exemplo de manchas na superfície de concreto (Fonte: https://www.atex.com.br)	8
Figura 2.6 – Exemplo de abrasão do concreto por ação da água (Fonte: http://builtconstructions.in)	8
Figura 2.7 – Fluxograma da metodologia GDE/UnB (CASTRO, 1994)	13
Figura 2.8 – Formulação do grau do dano (CASTRO, 1994)	16
Figura 3.1 – Viaduto do Eixo W, entre as quadras 03 e 04 da Asa Sul.	40
Figura 3.2 – Elementos dos viadutos dos Eixos L e W	41
Figura 3.3 – Elementos dos viadutos do Eixão	42
Figura 4.1 – Elemento guarda-rodas L com estrutura parcialmente colapsada.....	47
Figura 4.2 – Elemento tabuleiro com danos no revestimento	48
Figura 4.3 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto	49
Figura 4.4 – Elemento guarda-rodas L com corrosão de armaduras e fissuras.....	50
Figura 4.5 – Elemento cortina norte W com corrosão de armaduras e perda de seção.....	52
Figura 4.6 – Elemento tabuleiro com corrosão de armaduras e abrasão do concreto	53
Figura 4.7 – Elemento cortina central norte com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto	54
Figura 4.8 – Visão geral do viaduto Eixão	55
Figura 4.9 – Elemento tabuleiro com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto	56

Figura 4.10 – Elemento cortina norte W com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto	58
Figura 4.11 – Elemento cortina sul W com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto	59
Figura 4.12 – Elemento cortina central sul com corrosão de armaduras e deslocamento	61
Figura 4.13 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto	62
Figura 4.14 – Elemento guarda-rodas L com eflorescência e infiltração de água	63
Figura 4.15 – Elemento cortina central norte com corrosão de armaduras e deslocamento ..	64
Figura 4.16 – Elemento cortina sul L com corrosão de armaduras, deslocamento e manchas	66
Figura 4.17 – Elemento tabuleiro com abrasão do concreto	67
Figura 4.18 – Elemento guarda-rodas L com corrosão de armaduras, eflorescência, deslocamento, infiltração de água e manchas.....	68
Figura 4.19 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto	69
Figura 4.20 – Elemento cortina sul L com abrasão do concreto e manchas	71
Figura 4.21 – Elemento cortina sul W com os danos abrasão do concreto e manchas	72
Figura 4.22 – Elemento tabuleiro com corrosão do concreto	73
Figura 4.23 – Elemento cortina norte L com abrasão do concreto.....	74
Figura 4.24 – Elemento tabuleiro com danos identificados	75

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
FI	Fator de intensidade do dano;
FR	Fator de relevância estrutural;
FG	Fator de gravidade do problema;
GRE	Grau de risco do elemento;
GRF	Grau de risco da família de elementos;
n	Número de elementos componente da família;
δ	Coeficiente de majoração;
LIM	Valor do Grau de Risco do Elemento acima do qual um elemento está comprometido;
m	Número de elementos da família com $GRE > LIM$;
GR	Grau de risco da estrutura;
k	Número de famílias de elementos da obra;
F_p	Fator de ponderação;
F_i	Fator de intensidade do dano;
D	Grau do dano;
G_{de}	Grau de deterioração do elemento;
m	Número de danos detectados no elemento;
D_i	Grau do dano de ordem i ;
G_{df}	Grau de deterioração da família de elementos;
n	Número de elementos componentes da família com $G_{de} \geq 15$;
F_r	Fator de relevância estrutural;
G_d	Grau de deterioração estrutural;
$D_{máx}$	Maior grau de dano;

$G_{dem\acute{a}x}$	Maior grau de deterioração do elemento;
G_d^*	Grau de deterioração da estrutura, considerando todos os valores de G_{de}
$G_{df,i}$	Grau de deterioração da família de elementos de ordem i;
K	Produto do $G_{df,i}$ pelo respectivo F_r ;
$K_{m\acute{a}x}$	Maior K ;
$G_{d,mod}$	Grau de deterioração da estrutura modificado;
$G_{d,mod}^*$	Grau de deterioração da estrutura modificado, considerando todos os valores de G_{de} .

1. INTRODUÇÃO

As pontes e viadutos são estruturas fundamentais para o transporte de cargas no país, seja por modal rodoviário, dutoviário ou ferroviário. Elas são classificadas como Obras de Arte Especiais (OAEs) pois requerem um projeto específico, por suas proporções e características peculiares (DNIT, 2017). No Brasil, no ano de 2015, 84% da carga nacional foi transportada pelos modais citados, destacando a importância destas estruturas para o transporte.

As obras de infraestrutura, como pontes e viadutos, foram construídas em grande parte em concreto armado. Este tipo de estrutura é caracterizada por apresentar boa resistência à maioria das solicitações e ser moldável, possibilitando a obtenção de formas construtivas incomuns. Entre outros aspectos, a disponibilidade de seus elementos constituintes e seus baixos custos proporcionaram a disseminação do concreto armado nas estruturas brasileiras.

A capital do país teve a maioria de suas estruturas construídas em concreto armado, inclusive pontes e viadutos, sendo inaugurada em 1960. Apesar de possuir apenas 58 anos, uma auditoria do Tribunal de Contas do Distrito Federal revela que 12 OAEs localizadas na região central de Brasília precisavam de reparos e manutenção, sendo 7 em caráter de urgência (TCDF, 2012).

Tombada como Patrimônio Cultural pela UNESCO, as obras do Plano Piloto de Brasília merecem atenção e cuidados preventivos, a fim de manter a qualidade dos aspectos estéticos e estruturais. Caso não haja este acompanhamento, a estrutura chegará ao limite de sua resistência, podendo atingir o colapso.

Segundo a ABNT NBR 6118:2014, as estruturas de concreto devem atender aos requisitos de qualidade, classificados em capacidade resistente, desempenho em serviço e durabilidade. O primeiro está relacionado à segurança à ruptura, o segundo à capacidade da estrutura de se manter em condições de utilização durante sua vida útil, período no qual as características da estrutura são mantidas sem intervenções significativas, e o último consiste na capacidade resistente da estrutura às influências ambientais.

A condição de exposição da estrutura interfere na durabilidade e na vida útil. As condições ambientais onde a obra se encontra afetam desde a sua execução até o seu desempenho ao longo do tempo. Por isso, é importante o acompanhamento constante do estado da estrutura.

A manutenção periódica de estruturas é essencial para melhorar o desempenho e aumentar o tempo de vida útil. A sua aplicação possibilita a verificação de problemas estruturais em estágio inicial e a execução da devida intervenção, para evitar o desenvolvimento do dano. Isso diminui os custos de reparo, que seriam maiores caso a patologia comprometesse a condição de utilização da estrutura.

Para determinação do estado das estruturas podem ser utilizados métodos de avaliação estrutural, por meio de inspeções e análises das patologias encontradas. Estes métodos são importantes para o desenvolvimento de planos de manutenção e recuperação, pois possibilitam a avaliação de prioridades de ações e investimentos a serem realizados.

A metodologia GDE/UnB se utiliza de inspeções, avaliações e formulações para análise do grau de deterioração estrutural e recomendações de prazos para intervenções. Esta metodologia pode facilitar o planejamento de ações de manutenção em estruturas, incentivando o acompanhamento do estado OAEs. Assim, possíveis acidentes relacionados à perda de capacidade resistente da estrutura, devido a presença de patologias, poderiam ser evitados.

1.1. MOTIVAÇÃO

Brasília foi inaugurada no dia 21 de abril de 1960, representando um marco da arquitetura e urbanismo modernos. A cidade recebeu o título de Patrimônio Cultural da Humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, em 1997. Apesar do prestígio, que objetiva a passagem do legado cultural às futuras gerações, é perceptível a falta de cuidados e proteção deste patrimônio.

No dia 6 de fevereiro de 2018, parte de um viaduto na área central de Brasília desabou. Não houveram vítimas no acidente, porém alguns carros que estavam estacionados abaixo da OAE foram soterrados e danificados, e um estabelecimento foi atingido. O relatório elaborado pela Universidade de Brasília, mostrou que o acidente ocorreu devido à falta de manutenção no viaduto submetido às intempéries, que ocasionou a infiltração de água nas fissuras presentes na estrutura, e conseqüente corrosão da armadura (UNB, 2018).

Este acontecimento trouxe atenção para o estado de conservação de todas as OAEs da capital, principalmente as localizadas na região central da cidade. Entre estes viadutos estão os localizados no Eixo Rodoviário Sul, que conectam as quadras 100 e 200, diariamente utilizados

pelos moradores da cidade. Assim, o estudo do estado de conservação e preservação dessas estruturas é importante para evitar possíveis acidentes e manter a integridade estrutural dos viadutos.

1.2. JUSTIFICATIVA

As Obras de Arte Especiais de concreto armado precisam de manutenções periódicas para preservar seu desempenho estrutural. A falta de ações de manutenção preventivas nas estruturas da região central de Brasília é alarmante, sendo assim, verifica-se a necessidade da criação de um programa de manutenção de OAEs. As informações obtidas neste estudo poderiam ser utilizadas para análise da viabilização da implantação deste programa.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos gerais

Aplicar a metodologia GDE/UnB em todos os viadutos localizados no Eixo Rodoviário Sul de Brasília, analisar os resultados obtidos e verificar o grau de deterioração estrutural destas OAEs.

1.3.2. Objetivos específicos

Realizar um teste inicial de aplicação da metodologia, para entendimento dos princípios de análise do grau de deterioração estrutural, nos viadutos considerados, por meio de inspeções visuais, com melhor e pior estado de conservação.

Realizar os devidos ajustes na metodologia e aplicá-la nos demais viadutos do Eixo Rodoviário Sul, a fim de se obter e comparar o grau de deterioração estrutural de todas as OAEs analisadas.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 5 capítulos.

O Capítulo 1 introduz o leitor aos assuntos abordados no trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica do estudo que serviu de base para a formulação da metodologia GDE/UnB, assim como seu desenvolvimento e funcionamento. São

apresentados os estudos que aplicaram a metodologia, as modificações realizadas e os resultados obtidos da aplicação. Além disso são descritas as patologias analisadas nas OAEs.

O Capítulo 3 descreve a metodologia utilizada para aplicação da metodologia GDE-UnB nos viadutos do Eixo Rodoviário Sul, e as modificações e implementações realizadas.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos da aplicação da metodologia em cada um dos viadutos e os principais danos encontrados.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões acerca da aplicação da metodologia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM OAEs

Segundo Souza e Ripper (1998), patologia das estruturas se refere ao “estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”. A partir do estudo das manifestações patológicas é possível elaborar métodos de prevenção e intervenções necessárias às estruturas.

Por meio de inspeções rotineiras, realizadas de forma visual, é possível identificar os problemas patológicos, refletidos em manifestações externas, e relacioná-los com suas possíveis causas (VERLY, 2015). Os processos de deterioração podem ser originados de falhas humanas, causas naturais dos materiais ou ações externas, capazes de influenciar nas propriedades físicas e mecânicas dos materiais constituintes das estruturas.

2.1.1. CORROSÃO DE ARMADURAS

O processo de deterioração da armadura, por ação química ou físico-química, podendo estar associada a esforços mecânicos, pode ser definido como corrosão de armaduras. A ocorrência e intensidade desta patologia são influenciadas pelo ambiente, seus agentes agressivos e pela capacidade resistente da estrutura (LOURENÇO *et al*, 2009). A Figura 2.1 ilustra uma OAE com armaduras expostas e corroídas.



Figura 2.1 – Exemplo de corrosão de armaduras em OAE (Fonte: <https://www.researchgate.net>)

Segundo Souza e Ripper (1998), em volta das barras de aço imersas no concreto é formada uma película resultante da elevada alcalinidade da solução aquosa existente no concreto, que impede a dissolução do ferro. A corrosão das armaduras ocorre com a dissolução desta película, por ações do meio ambiente.

2.1.2. DESAGREGAÇÃO

Segundo o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT (2004), a desagregação decorre de um ataque químico, fazendo o concreto perder seu caráter aglomerante e deixando seus agregados livres. Em seu estado inicial, ela aparece como uma mudança de coloração na superfície do concreto, depois ocorre o aumento do volume do concreto, provocando expansão da abertura das fissuras entrecruzadas e empolamento das camadas externas do concreto. Por fim, os materiais componentes perdem a coesão e o elemento a sua resistência, como pode ser observado na Figura 2.2.



Figura 2.2 – Exemplo de desagregação do concreto (Fonte: <http://www.colegiodearquitetos.com.br>)

2.1.3. EFLORESCÊNCIA

A eflorescência ocorre quando os produtos da lixiviação interagem com o gás carbônico presente no ar. As águas puras e brandas agem no concreto promovendo a hidrólise do cimento e dissolução dos produtos de cálcio, resultado na precipitação de crostas brancas de carbonado de cálcio na superfície do concreto (VERLY, 2015). Esta patologia pode ser exemplificada na Figura 2.3.

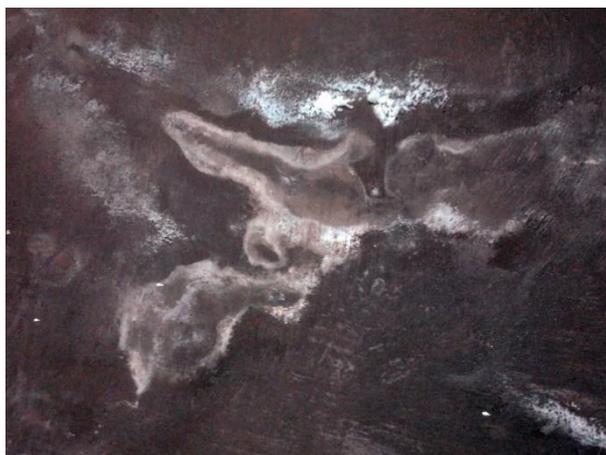


Figura 2.3 – Exemplo de eflorescência no concreto (Fonte: <http://www.clubedoconcreto.com.br>)

2.1.4. FISSURAS

A distribuição irregular de tensões dentro da estrutura e a decomposição ou desagregação do concreto são possíveis causas de fissuras. A gravidade desta patologia depende de sua origem e intensidade, visto que o concreto fissura naturalmente, por apresentar baixa resistência à tração. Por isso, é necessário caracterizar a fissura de acordo com sua abertura, variação ao longo do tempo, profundidade e ambiente em que a estrutura está inserida (SOUZA e RIPPER, 1998). A Figura 2.4 exemplifica a presença de fissuras na estrutura de uma ponte.



Figura 2.4 – Exemplo de fissuras em estruturas de concreto (Fonte: <https://infont.com.br>)

2.1.5. MANCHAS

A contaminação da superfície de concreto por mofo ou fungos promovem o aparecimento de manchas escuras. Manchas de ferrugem, originadas da corrosão de armaduras também podem

surgir no concreto exposto. A Figura 2.5 representa a presença de manchas na superfície de concreto.



Figura 2.5 – Exemplo de manchas na superfície de concreto (Fonte: <https://www.atex.com.br>)

2.1.6. ABRASÃO DO CONCRETO

Segundo Souza e Ripper (1998), a abrasão ocorre devido a ação de agentes como água e ar, que carregam partículas que se chocam contra a superfície do concreto, provocando desgaste. Os veículos que trafegam nas pistas de rolamento e o impacto das ondas podem ser agentes que proporcionam o desenvolvimento desta patologia. A Figura 2.6 ilustra a abrasão no concreto exposto.



Figura 2.6 – Exemplo de abrasão do concreto por ação da água (Fonte: <http://builtconstructions.in>)

2.2. HISTÓRICO DA AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE ESTRUTURAS

Os levantamentos de patologias e as análises de degradação estrutural são caracterizados por sua subjetividade. Para minimizar este aspecto, foram desenvolvidas metodologias de avaliação quantitativa. Dentre elas, destaca-se a metodologia desenvolvida por Klein *et. al* (1991) e Castro (1994).

2.2.1. METODOLOGIA KLEIN *et. al* (1991)

Esta metodologia objetiva a padronização de um método de trabalho para executar vistorias em OAEs de concreto armado e classificá-las em função do grau de risco da estrutura, calculado com base nos parâmetros descritos a seguir. Assim sendo possível a priorização de operações de manutenção e o incentivo a manutenções periódicas.

A aplicação da metodologia se inicia pela vistoria visual da estrutura, identificando e documentando as patologias observadas. A estrutura é dividida em família de elementos componentes, no caso de Obras de Arte Especiais, foram definidas por Klein *et. al* (1991) as famílias:

- Instalações diversas;
- Encontros;
- Instalações pluviais;
- Pavimentos;
- Juntas de dilatação;
- Aparelhos de apoio;
- Pilares;
- Tabuleiros.

Cada família de elementos possui uma lista de possíveis manifestações patológicas para, na vistoria, serem atribuídas notas a cada manifestação, de acordo com sua intensidade. Esta nota é definida como fator de intensidade do dano (*FI*), que varia de 0 a 4, de acordo com a escala definida por Klein *et. al* (1991):

- Elemento em perfeitas condições, sem lesões $FI = 0$
- Elemento em bom estado, lesões leves $FI = 1$

- Elementos em estado razoável, lesões toleráveis $FI = 2$
- Elemento em más condições, lesões graves $FI = 3$
- Elemento em péssimas condições, estado crítico $FI = 4$

A importância estrutural de cada família de elementos é definida pelo fator de relevância estrutural (FR). Para OAEs, Klein *et. al* (1991) definiu este fator de acordo com a escala:

- Instalações diversas;
- Encontros;
- Instalações pluviais e pavimento;
- Juntas de dilatação e aparelhos de apoio;
- Pilares, vigas e tabuleiros.

O fator de gravidade do problema (FG) revela, por meio de uma nota entre 0 e 10, o nível de comprometimento estrutural causado pelo dano ocorrido em um elemento. Este fator, juntamente com o FI , definem o grau de risco do elemento (GRE), conforme a expressão:

$$GRE = \frac{\sum (FG \cdot FI)}{\sum FG} \cdot 100 \quad \text{Equação 2.1}$$

Onde:

\sum representa o somatório dos valores atribuídos aos danos detectados no elemento.

O grau de risco da família de elementos (GRF) é uma função do grau de risco dos elementos de uma determinada família, definido pela expressão:

$$GRF = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i \cdot GRE_i}{n} \quad \text{Equação 2.2}$$

Onde:

n é o número de elementos componentes da família;

δ é o coeficiente de majoração.

O coeficiente de majoração tem a função de evidenciar o elemento em estado crítico da família, aumentando a sua contribuição no cálculo do GRF . O valor do coeficiente depende do GRE do elemento, de acordo com os limites estabelecidos por Klein *et. al* (1991), conforme segue:

$$\delta = \sqrt{\frac{[(n-m)+2]}{2}} \quad \text{para } GRE > LIM \quad \text{Equação 2.3}$$

$$\delta = 1 \quad \text{para } GRE \leq LIM \quad \text{Equação 2.4}$$

Onde:

m é o número de elementos da família com $GRE > LIM$

LIM é o valor do GRE acima do qual um elemento está comprometido.

Os valores de LIM para alguns elementos de Obas de Arte Especiais foram definidos por Klen *et. al* (1991) como:

- Pilares $LIM = 100$
- Aparelhos de apoio $LIM = 200$
- Encontros $LIM = 95$
- Juntas de dilatação $LIM = 210$
- Tabuleiros $LIM = 100$

O grau de risco da estrutura (GR) é calculado conforme a expressão:

$$GR = \frac{\sum_{i=1}^k (FR_i \cdot GRF_i)}{\sum_{i=1}^k FR_i} \quad \text{Equação 2.5}$$

Onde:

k é o número de famílias de elementos da obra.

Os valores calculados de GR classificam a estrutura conforme escala definida por Klein *et. al* (1991), mostrada na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Classificação do grau de risco da estrutura

Grau de risco	GR
Baixo	0 – 100
Médio	100 – 200
Alto	200 – 300
Crítico	> 300

2.2.2. METODOLOGIA GDE/UNB (1994)

A metodologia GDE/UnB foi desenvolvida por Castro (1994), com o intuito de sistematizar e incentivar programas de manutenção periódica, sendo possível a priorização de estruturas com necessidade de ações preventivas a partir da quantificação do grau de deterioração estrutural.

Os princípios da formulação proposta por Klein *et. al* (1991) serviram como base para o desenvolvimento da metodologia, sendo necessárias adaptações em relação a conceitos e parâmetros, para quantificar a evolução dos danos ao longo da vida útil da edificação.

A análise das edificações com estrutura de concreto se baseia em inspeções periódicas, com o preenchimento de cadernos de inspeção, para verificar o desempenho dos elementos estruturais. A metodologia GDE/UnB foi desenvolvida de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2.7 e detalhado a seguir.

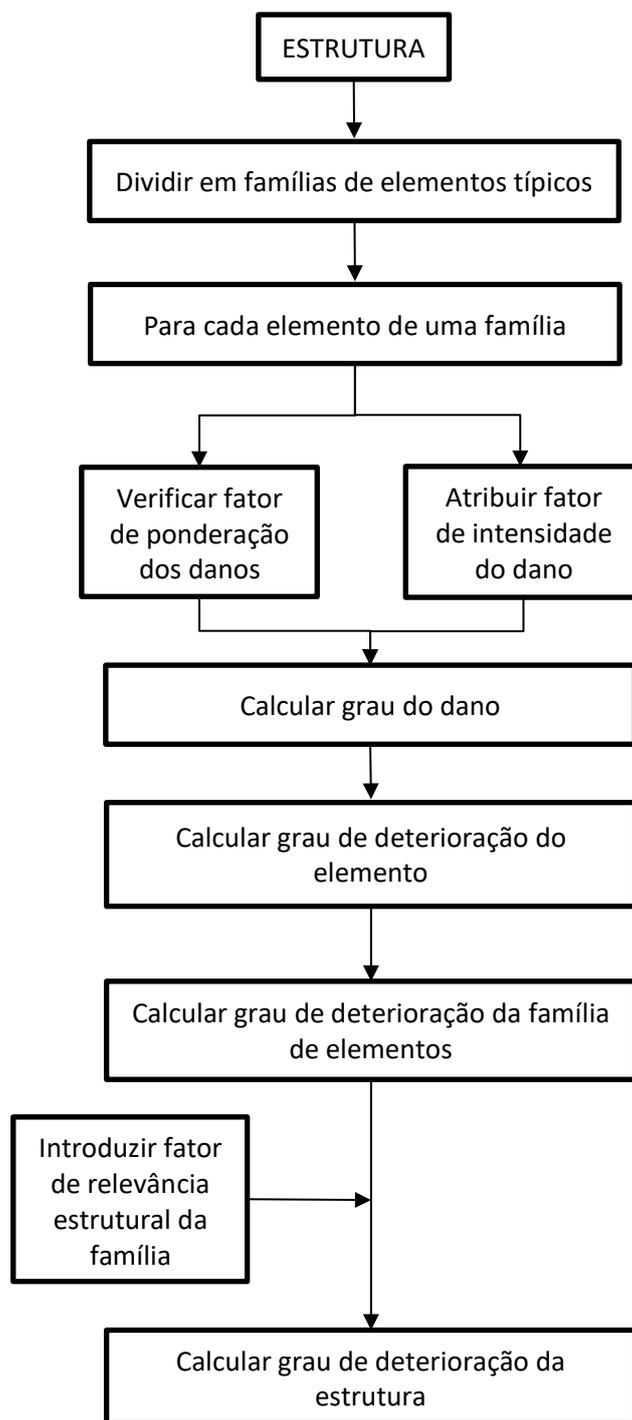


Figura 2.7 – Fluxograma da metodologia GDE/UnB (CASTRO, 1994)

A estrutura é dividida em famílias de elementos para inspeção, no caso de edificações de concreto armado usuais Castro (1994) definiu as famílias da seguinte forma:

- Pilares;
- Vigas;

- Lajes;
- Cortinas;
- Escadas e rampas;
- Reservatório superior e inferior;
- Blocos;
- Juntas de dilatação;
- Elementos de composição arquitetônica.

Cada família possui uma tabela com possíveis manifestações de danos. Os danos, por sua vez, possuem um fator de ponderação (F_p), entre 1 e 10, que quantifica sua importância em questões de estética, funcionalidade e segurança do elemento. As tabelas a seguir mostram as principais famílias de elementos com seus respectivos danos e fatores de ponderação.

Tabela 2.2 – Famílias de elementos, danos e fatores de ponderação (CASTRO, 1994)

Pilares	
Danos	F_p
Desvio de geometria	8
Recalque	10
Infiltração na base	6
Segregação	6
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Sinais de esmagamento	10
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Lajes	
Danos	F_p
Segregação	5
Lixiviação	3
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Cortinas	
Danos	F_p
Sinais de esmagamento	10
Desvio de geometria	6
Infiltração	6
Segregação	5
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Deslocamento por empuxo	10
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Vigas	
Danos	F_p
Segregação	4
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Escadas/Rampas	
Danos	F_p
Segregação	4
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Reservatórios superior e inferior	
Danos	F_p
Impermeabilização danificada	8
Vazamento	10
Segregação	5
Lixiviação	7
Esfoliação	10
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	7
Manchas de corrosão	9
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10

A partir de análise do responsável pela inspeção, é atribuído o fator de intensidade do dano (F_i), que classifica o nível de gravidade do dano, segundo a escala definida por Castro (1994):

- Sem lesões $F_i = 0$
- Lesões leves $F_i = 1$
- Lesões toleráveis $F_i = 2$
- Lesões graves $F_i = 3$
- Estado crítico $F_i = 4$

A fim de evitar a subjetividade da análise, Castro (1994) desenvolveu uma tabela com a classificação dos danos e seus fatores de intensidade para servir como orientação ao profissional que realizar a inspeção. Na Tabela 2.3 é apresentada parte destas informações, como exemplo.

Tabela 2.3 – Classificação dos danos e fatores de intensidade (CASTRO, 1994)

Tipos de danos	Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação
Segregação	1- Superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça;
	2- Significante em relação às dimensões da peça;
	3- Profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura;
	4- Perda relevante da seção da peça.
Eflorescência	1- Início de manifestação;
	2- Manchas de pequenas dimensões;
	3- Manchas acentuadas, em grandes extensões.
Esfoliação	2- Pequenas escamações do concreto;
	3- Lascamento, de grandes proporções, com exposição da armadura;
	4- Lascamento acentuado com perda relevante de seção.
Desagregação	2- Início de manifestação;
	3- Manifestações leves;
	4- Por perda acentuada de seção e esfrelamento do concreto.
Cobrimento	1- Menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitir a localização da armadura;
	2- Menor que o previsto em norma, permitindo a localização da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões;
	3- Deficiente com armaduras expostas em extensões significativas.
Manchas de corrosão / Corrosão da armadura	2- Manifestações leves;
	3- Grandes manchas e/ou fissuras de corrosão;
	4- Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
Flechas	1- Não perceptíveis a olho nu;
	2- Perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos em norma;
	3- Superiores em até 40% às previstas na norma;
	4- Excessivas.
Recalque	2- Indícios, pelas características de trincas na alvenaria;
	3- Recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais;
	4- Recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais.
Fissuras	1- Aberturas menores do que as máximas previstas em norma;
	2- Estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma;
	3- Aberturas excessivas, estabilizadas;
	4- Aberturas excessivas, não estabilizadas.

O grau do dano (D) representa a fase de deterioração do elemento, ele se baseia no modelo da evolução da deterioração do concreto ao longo do tempo, proposto por Tuutti (1982) e é influenciado pelos fatores de ponderação e de intensidade. Segundo este modelo, a vida útil de uma estrutura de concreto estaria dividida entre fase de iniciação, determinada pela velocidade e concentração das substâncias que penetram na armadura e afetam a cobertura de concreto, e fase de propagação, determinada por fatores que influenciam na velocidade de corrosão, pois nesta fase o processo de corrosão já se iniciou.

A formulação do grau do dano (D), proposta por Eliane (1994), é análoga ao modelo proposto por Tuutti (1982), ela pode ser observada na Figura 2.8, considerando $F_p = 10$. Os valores de F_i variam de 0 a 4, e representam as fases de iniciação e propagação, sendo a abscissa de valor 2,5 referente à mudança de fase. Além disso, é definido o valor máximo de $D = 100$.

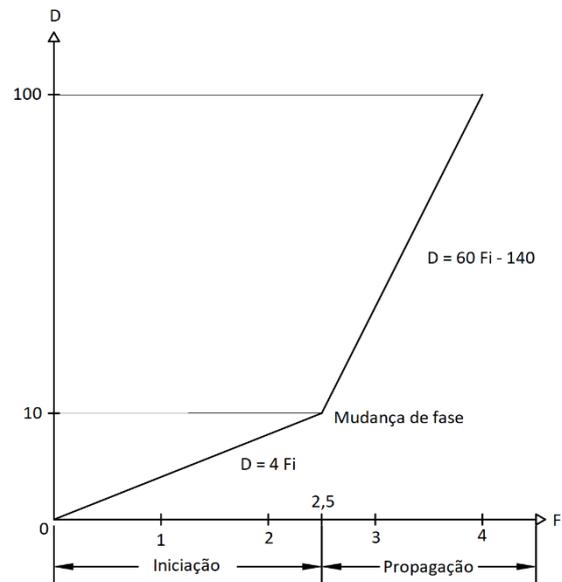


Figura 2.8 – Formulação do grau do dano (CASTRO, 1994)

A reta que parte da origem até o ponto de mudança de fase representa a fase de iniciação do dano, caso o grau do dano do elemento esteja dentro desta reta, ele não deve estar comprometido ou com necessidade de intervenção imediata. O trecho seguinte à mudança de fase representa a fase de propagação, nele o dano é propagado mais rapidamente, sendo necessária a determinação de limites para intervenção no elemento. Sendo assim, são dadas as expressões a partir do gráfico:

$$D = 0,4 \cdot F_i \cdot F_p \quad \text{para } F_i \leq 2 \quad \text{Equação 2.6}$$

$$D = (6 \cdot F_i - 14) \cdot F_p \quad \text{para } F_i \geq 3 \quad \text{Equação 2.7}$$

O grau de deterioração de um elemento isolado (G_{de}) é calculado segundo as expressões:

$$G_{de} = D_{máx} \quad \text{para } m \leq 2 \quad \text{Equação 2.8}$$

$$G_{de} = D_{máx} + \frac{\sum_{i=1}^{m-1} D_i}{m-1} \quad \text{para } m > 2 \quad \text{Equação 2.9}$$

Onde:

m é o número de danos detectados no elemento;

D_i é o grau do dano de ordem (i).

A formulação demonstra que, no caso de um elemento com dois danos, prevalece o que possuir maior grau do dano. Enquanto no caso da presença de mais de dois danos no elemento, a influência da superposição dos danos é demonstrada pela soma do maior dano com a média dos demais. A partir dos valores obtidos de G_{de} Castro (1994) classificou os níveis de deterioração do elemento, conforme Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento (CASTRO, 1994)

Nível de deterioração	G_{de}	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável
Médio	15 - 50	Observação periódica e necessidade de intervenção a médio prazo
Alto	50 - 80	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção a curto prazo
Crítico	> 80	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança

O grau de deterioração de uma família de elementos (G_{df}) evidencia os elementos mais danificados da família. Para tanto, Castro (1994) definiu o valor limite mínimo de $G_{de} = 15$ para caracterizar os elementos com danos expressivos a serem considerados no cálculo de G_{df} . Caso

os graus de deterioração de todos os elementos da família sejam $G_{de} < 15$, considera-se o grau de deterioração da família como $G_{df} = 0$. Este é calculado conforme a fórmula:

$$G_{df} = \frac{\sum_{i=1}^n G_{de(i)}}{n} \quad \text{Equação 2.10}$$

Onde:

n é o número de elementos componentes da família com $G_{de} \geq 15$.

Cada família de elementos possui um fator de relevância estrutural (F_r), de acordo com seu comportamento e relevância na estrutura da edificação. Este fator foi definido por Castro (1994), para os elementos usuais de uma edificação de concreto armado, conforme segue:

- Elementos de composição arquitetônica $F_r = 1,0$
- Reservatório superior $F_r = 2,0$
- Escadas/rampas, reservatório inferior, cortinas e lajes secundárias $F_r = 3,0$
- Lajes, fundações, vigas secundárias e pilares secundários $F_r = 4,0$
- Vigas e pilares principais $F_r = 5,0$

A partir do grau de deterioração das famílias de elementos e do fator de relevância estrutural, calcula-se o grau de deterioração da estrutura (G_d) através da expressão:

$$G_d = \frac{\sum_{i=1}^k F_{r(i)} \cdot G_{df(i)}}{\sum_{i=1}^k F_{r(i)}} \quad \text{Equação 2.11}$$

Onde:

k o número de famílias de elementos presentes na edificação;

F_r é o fator de relevância estrutural de cada família;

G_{df} é o grau de deterioração da família de elementos.

O grau de deterioração estrutural permite a classificação do nível de deterioração da estrutura, segundo escala definida por Castro (1994), apresentada na Tabela 2.5. Assim, é possível indicar medidas a serem tomadas de acordo com o nível de deterioração da estrutura, a fim de realizar a manutenção adequada.

Tabela 2.5 – Classificação dos níveis de deterioração estrutural (CASTRO, 1994)

Nível de deterioração	G_d	Medidas a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável
Médio	15 - 40	Observação periódica e necessidade de intervenção a médio prazo
Alto	40 - 60	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção a curto prazo
Crítico	> 60	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança

2.3. PESQUISAS RELACIONADAS AO TEMA

2.3.1. ANDRADE (1997)

A metodologia GDE/UnB foi aplicada, neste trabalho, em um prédio residencial para levantamento de manifestações patológicas presentes em estruturas de concreto armado no Estado de Pernambuco.

A estrutura analisada no estudo foi um prédio residencial. Foram vistoriados 44 elementos da estrutura, sendo eles pilares, vigas da garagem e de fachada e aparelhos de apoio no nível da garagem.

O grau de deterioração calculado para a estrutura foi considerado crítico, com necessidade de intervenção imediata para restabelecer a funcionalidade e a segurança, conforme recomendações de Castro (1994). Os resultados da aplicação da metodologia são apresentados na Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Grau de deterioração da estrutura (ANDRADE, 1997)

Família de elementos	G_{df}	F_r	$G_{df} \cdot F_r$
Pilar	109,48	5	547,4
Viga	67,12	5	335,63
Aparelho de apoio	112,39	4	449,56
	Total	14	1332,59
		$G_d =$	95,2

Os resultados corroboraram com a realidade da falta de controle de qualidade na obra e programa de manutenção estrutural, em uma região com altas temperatura e umidades relativas, ou seja, condições ambientais agressivas ao concreto armado.

2.3.2. LOPES (1998)

O autor se utilizou da metodologia GDE/UnB para complementar a vistoria técnica e iniciar a formação de um banco de dados no sistema Siscop, sistema de manutenção predial adotado pelo Banco do Brasil S. A. Aqui serão ressaltadas utilização e alterações da metodologia, sendo este o foco do trabalho.

A metodologia de Castro (1994) foi modificada em alguns pontos para maior abrangência e facilidade de aplicação. A família de elementos juntas foi retirada e adicionou-se o dano junta danificada, na relação de danos por elemento, unificando todos os danos referentes às juntas. Lopes (1998) justifica que as juntas estão localizadas entre elementos como vigas, pilares, lajes, etc., e seus danos afetam as estruturas adjacentes.

Os danos referentes a recalques e deslocamentos da estrutura também foram unificados sob a denominação recalque/deslocamento, assim como o dano mancha de corrosão, que passou a ser denominado corrosão e a abranger todos os estágios deste dano, desde seu surgimento até a perda total da seção da armadura. Além disso, foram acrescentados os danos referentes a deformação lenta ou fluência, sobrecarga, agressão ambiental e junção de elementos. Com estas alterações, houve a necessidade de revisão dos fatores de ponderação dos danos, definidos conforme mostra a Tabela 2.7.

Tabela 2.7 - Fatores de ponderação dos danos (Lopes, 1998)

Dano estrutural	F_p							
	Pilar	Viga	Laje	Escada / Rampa	Cortina	Reservatório	Bloco	Peça de Arquitetura
Segregação	6	4	5	4	5	5	6	4
Lixiviação/Eflorescência	5	5	3	5	5	7	5	3
Desagregação	7	7	7	7	7	7	7	7
Esfoliação	8	8	8	8	8	8	8	8
Carbonatação	7	7	7	7	7	7	7	7
Fissuração inaceitável	10	10	10	10	10	10	10	8
Flecha/Flambagem	10	10	10	10	10	10	10	10
Desvio de geometria	9	7	7	7	7	8	7	7
Cobrimento deficiente	6	6	6	6	6	7	6	6
Corrosão	7	7	7	7	7	9	7	7
Cloreto (presença)	10	10	10	10	10	10	10	10
Mancha	5	5	5	5	5	6	5	5
Deformação lenta	8	9	8	8	8	8	8	8
Carga acidental	10	10	10	10	10	10	10	10
Agressão ambiental	8	8	8	8	8	8	8	8
Infiltração/Vazamento	6	6	6	6	6	9	6	6
Recalque/Deslocamento	10	10	10	10	10	10	10	10
Ninho de concretagem	8	8	7	7	8	9	8	8
Esmagamento	10	9	7	7	10	9	10	7
Junta danificada	10	8	6	7	6	5	-	5
Junção de elementos	10	8	7	7	8	9	8	6

O autor também propõe alteração no cálculo do grau de deterioração do elemento. A formulação de Castro (1994) determina a prevalência do maior grau de dano, na ocorrência de dois danos, e a soma da média dos demais, quando houverem três ou mais danos. Segundo Lopes (1998), esta proposição não representa com fidelidade a evolução da deterioração do elemento quando são acometidos novos danos. Para tanto, foi formulada a seguinte expressão:

$$G_{de} = D_{máx} \cdot \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^m D_{(i)} - D_{máx}}{\sum_{i=1}^m D_{(i)}} \right) \quad \text{Equação 2.12}$$

Onde:

m é o número de danos detectados no elemento;

D_i é o grau do dano de ordem (i);

$D_{máx}$ é o maior grau de dano.

Esta expressão possui valor máximo próximo de 200, assim como as formulações originais, e mantém a prevalência do maior grau do dano. Ela é aplicada independente do número de danos e representa a evolução da deterioração do elemento de forma menos abrupta.

Lopes (1998) também recomenda que sejam realizados ensaios na inspeção, para determinar o cobrimento da armadura, nível de carbonatação e teor de cloreto, pois os danos referentes a estes ensaios requerem uma investigação mais minuciosa.

A metodologia foi aplicada em seis prédios pertencentes ao estoque do Banco do Brasil S. A. localizados nas cidades de Porto Alegre, Santo Amaro, Rio de Janeiro, Salvador e Brasília. Para cada prédio foi realizado histórico da estrutura, inspeção geral e detalhada e processamento das informações, obtendo-se o grau de deterioração da estrutura. Os resultados, demonstrados na tabela 2.8, apresentaram níveis elevados de grau de deterioração na maioria das estruturas.

Tabela 2.8 – Resultados dos prédios vistoriados (Lopes, 1998)

Prédio (UF)	RS	SP	RJ 1	RJ 2	BA	DF
Área construída (m ²)	11.399	31.090	56.679	10.966	27.577	24.979
Índice de degradação	0,1513	0,1304	0,3081	0,3859	0,3831	0,2139
Grau de dano acumulado	2.032	2.224	6.738	1.144	8.706	2.753
Grau de deterioração da estrutura	48	39	59	42	120	50
Nível de deterioração da estrutura	Alto	Médio	Alto	Alto	Crítico	Alto

A metodologia se mostrou eficiente na caracterização do elemento pelo dano de maior grau, na recomendação de ações a serem tomadas em prol do desempenho e funcionalidade da estrutura, e na monitoração do nível de deterioração do componente ao longo do tempo, após as alterações realizadas na formulação do grau de deterioração do elemento.

2.3.3. BOLDO (2002)

O estudo utilizou a metodologia GDE/UnB para avaliar o grau de deterioração estrutural de edificações do exército brasileiro. Foram vistoriadas 40 estruturas em todos os órgãos de execução de obras militares no Brasil. Os resultados obtidos da vistoria revelaram que as edificações estavam em bom estado, sendo pouco o número de estruturas com danos visíveis e significativos.

A realização do trabalho trouxe questionamentos que levaram a alterações na metodologia. O Caderno de Inspeção para Estruturas de Concreto passou a ser chamado de Roteiro de Inspeção para Estruturas de Concreto, a fim de destacar a importância de sua utilização nas inspeções.

Os conceitos e definições normativas de todos os danos citados nas planilhas de inspeção foram incluídos no Roteiro de Inspeção, assim como todos os danos constantes nas planilhas e os respectivos fatores de intensidade. Também foram incorporadas imagens representativas das manifestações dos danos, para identificação das patologias.

O dano sinais de esmagamento foi adicionado aos elementos viga e escada/rampa, com fator de ponderação igual a 8, e aos elementos bloco de fundação e elementos de composição arquitetônica, com fator de ponderação igual a 10. O dano eflorescência teve seu fator de ponderação alterado para 5 no elemento laje. O dano ligação deficiente à estrutura foi retirado de elementos de composição arquitetônica.

O elemento junta de dilatação passou a apresentar somente infiltração e obstrução de junta como danos, ambos com fator de ponderação igual a 10. O fator de intensidade do dano manchas passou a ser atribuído em função do percentual de área visível afetada, apresentando três valores distintos. Passou a ser adotado o fator de relevância estrutural igual a 3 para o elemento junta de dilatação.

A formulação de Lopes (1998) para cálculo do grau de deterioração do elemento foi adotada neste trabalho. Seguindo os princípios desta proposta, o grau de deterioração da família também foi alterado, conforme a Equação 2.13. A consideração feita por Castro (1994), de somente utilizar elementos com $G_{de} \geq 15$ no cálculo foi mantida, adotando $G_{df} = 0$ quanto todos os elementos apresentarem $G_{de} < 15$.

$$G_{df} = G_{demáx} \cdot \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^m G_{de(i)} - G_{demáx}}{\sum_{i=1}^m G_{de(i)}} \right) \quad \text{Equação 2.13}$$

Onde:

m é o número de elementos com $G_{de} \geq 15$;

$G_{de(i)}$ é o grau de deterioração do elemento de ordem (i);

$G_{demáx}$ é o maior grau de deterioração do elemento, entre os elementos com $G_{de} \geq 15$.

As tabelas de classificação dos níveis de deterioração do elemento e da estrutura foram modificadas para melhor entendimento das medidas a serem tomadas em cada caso. As Tabelas 2.9 e 2.10 apresentam as alterações.

Tabela 2.9 – Classificação dos níveis de deterioração do elemento (Boldo, 2002)

Nível de deterioração	G_{de}	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 2 anos).
Alto	50 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano)
Crítico	> 80	Inspeção especil emergencial. Planejar intervenção imediata.

Tabela 2.10 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura (Boldo, 2002)

Nível de deterioração	G_d	Ações a serem adotadas
Baixo	0 - 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	15 - 40	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 2 anos).
Alto	40 - 60	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano)
Crítico	> 60	Inspeção especil emergencial. Planejar intervenção imediata.

O autor também propôs prazos máximos para realização das ações a serem tomadas na estrutura, de acordo com o nível de deterioração, conforme mostra a Tabela 2.11.

Tabela 2.11 – Prazos máximos para intervenção em função dos níveis de deterioração dos elementos ou da estrutura (Boldo, 2002)

Nível de deterioração	Prazo máximo para intervenção
Baixo	-
Médio	2 anos
Alto	1 ano
Crítico	6 meses

As modificações foram aplicadas no levantamento efetuado no Hospital Geral de São Paulo e os resultados comparados com os obtidos pela formulação original. Os valores de G_{de} encontrados foram semelhantes, apresentando maiores diferenças quando havia mais de dois danos no elemento. Enquanto no cálculo do G_{df} houve um acréscimo acentuado nos valores

encontrados com a nova formulação, devido ao destaque dado ao elemento de maior G_{de} , assim como no cálculo do grau de deterioração da estrutura. Este aumento é benéfico no sentido de influenciar em uma intervenção de menor prazo.

2.3.4. PESSOA (2002)

A metodologia GDE/UnB foi aplicada na Catedral de Brasília visando avaliar sua condição estrutural e ajudar na proposta de um programa de manutenção preventiva. As alterações recomendadas por Boldo (2002) foram consideradas neste trabalho.

A estrutura da catedral foi dividida em nave da Catedral, espelho d'água, batistério e campanário. A nave foi dividida em famílias de pilares, laje de cobertura e anel inferior. A Tabela 2.12 apresenta os resultados da metodologia para esta estrutura e suas famílias.

Tabela 2.12 - Grau de deterioração de cada elemento, das famílias de elementos e da estrutura da nave da Catedral (PESSOA, 2002)

	Lajes	Pilares	Anel
G_{de}	7	6	30
G_{df}	7	6	30
F_r	4	5	5
G_d	15	Nível de deterioração - Médio 15-40 => Intervenção em no máximo 2 anos	

O espelho d'água foi dividido em famílias de pilares, vigas, lajes e juntas. O grau de deterioração dos elementos, das famílias de elementos e da estrutura são apresentados na Tabela 2.13.

Tabela 2.13 - Grau de deterioração de cada elemento, das famílias de elementos e da estrutura do espelho d'água (PESSOA, 2002)

N°	Pilares			Lajes	Juntas		Vigas
	1 a 5	6	7 a 30	1 a 6	1 a 5	6	1 a 6
G_{de}	44	23	2	36	107	8	5
G_{df}	81			36	193		5
F_r	5			4	3		5
G_d	68	Nível de deterioração - Crítico > 60 => Intervenção imediata					

O batistério foi vistoriado considerando somente uma família de lajes, os resultados da aplicação da metodologia são apresentados na Tabela 2.14.

Tabela 2.14 – Grau de deterioração do elemento, da família e da estrutura do batistério (PESSOA, 2002)

Grau de deterioração da estrutura	
Lajes	G_{de}
Batistério	37
G_{df}	37
G_d	37
Nível de deterioração - Médio 15-40 => Intervenção a médio prazo (no máximo 2 anos)	

A estrutura do campanário foi analisada considerando somente a família pilares. A Tabela 2.15 apresenta os valores obtidos de grau de deterioração do pilar do campanário.

Tabela 2.15 – Grau de deterioração do elemento, da família e da estrutura do campanário (PESSOA, 2002)

Grau de deterioração da estrutura	
Pilares	G_{de}
Campanário	4
G_{df}	4
G_d	4
Nível de deterioração - Baixo 0-15 => Manutenção preventiva	

As informações obtidas das inspeções e o prazo máximo de realização das intervenções fornecido pela metodologia foram importantes no desenvolvimento de um programa de manutenção estrutural preventiva para a catedral de Brasília.

2.3.5. FONSECA (2007)

O autor aplicou a metodologia GDE/UnB no Instituto Central de Ciências (ICC) a fim de avaliar a estrutura do prédio. O trabalho utilizou a metodologia a partir de sua última modificação, sendo feitas algumas contribuições para o aperfeiçoamento desta, descritas a seguir.

Os conceitos de carbonatação, contaminação por cloretos e cobrimento deficiente, foram reformulados no Roteiro de Inspeção, considerando a situação em que esses danos podem levar à corrosão. A abordagem do dano fissuração inaceitável também foi alterada no Roteiro, de acordo com a Norma NBR 6118/2003, assim como o dano flechas excessivas.

O dano esfoliação passou a ser chamado de deslocamento, e segregação de falha de concretagem. Os danos infiltração e infiltração na base também tiveram sua nomenclatura modificada para umidade e umidade na base. Os danos manchas e umidade foram adicionados na tabela de danos dos elementos de composição arquitetônica.

A tabela de classificação dos danos e fatores de intensidade do Roteiro de Inspeção foi reformulada em alguns pontos para aprimorar a quantificação dos danos associados à corrosão. As alterações são apresentadas na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 – Reformulação dos fatores de intensidade de danos relacionados a corrosão

Dano	Fator de Intensidade
Carbonatação atingindo a armadura, na presença de umidade	3 e 4
Cobrimento deficiente com armadura exposta	2 e 3
Contaminação por cloretos sem presença de umidade	2 e 3
Contaminação por cloretos com presença de umidade	4
Desplacamento com armadura exposta	3 e 4
Eflorescência em estágio avançado	4
Falha de concretagem	3 e 4

O autor observou, no Roteiro de Inspeção, que a maioria dos fatores de ponderação estavam acima de 5, e propôs que a escala deste fator de alterasse de 0 a 10 para 1 a 5. Para tanto, fez-se necessário reformular o grau do dano (D) de um elemento, conforme as expressões:

$$D = 0,8 \cdot F_i \cdot F_p \quad \text{para } F_i \leq 2 \quad \text{Equação 2.14}$$

$$D = (12 \cdot F_i - 28) \cdot F_p \quad \text{para } F_i \geq 3 \quad \text{Equação 2.15}$$

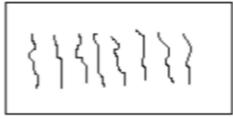
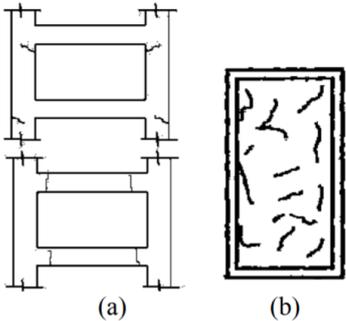
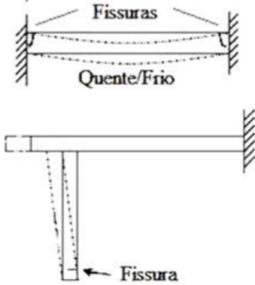
Os fatores de ponderação dos danos associados à corrosão foram modificados, de acordo com a nova escala e considerando a relação entre danos. As alterações são apresentadas na Tabela 2.17.

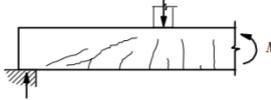
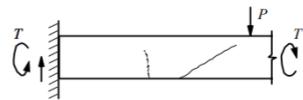
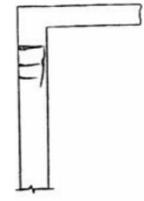
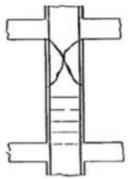
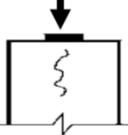
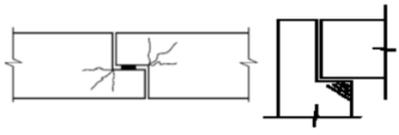
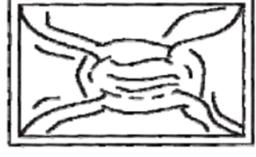
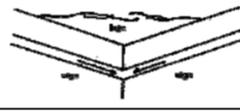
Tabela 2.17 – Fatores de ponderação reformulados

Dano	Fator de Ponderação
Corrosão	5
Contaminação por cloretos	4
Carbonatação	3

O dano fissuras também sofreu uma reformulação em seu fator de ponderação, de acordo com o tipo de fissura a que o elemento estiver sujeito, seja ela de influência estrutural ou estética. A Tabela 2.18 foi acrescentada ao Roteiro de Inspeção para melhor especificar o fator de ponderação para as fissuras mais comuns.

Tabela 2.18 – Tipologia de fissuras em elementos de concreto armado (FONSECA, 2002)

	Fissuras	Descrição	Croquis	F_p
ESTADO PLÁSTICO	de retração plástica do concreto	<ul style="list-style-type: none"> - comuns em lajes e paredes - paralelas, superficiais e afastadas de 0,3 a 1 m. 		2
	de assentamento do concreto	<ul style="list-style-type: none"> - acompanham as armaduras - em pilares, ficam abaixo dos estribos; - interação com armaduras vizinhas 		3
	de movimentação de fôrmas	<ul style="list-style-type: none"> - indicam mau posicionamento, má fixação ou resistência insuficiente de fôrmas e escoramentos 		3
ESTADO ENDURECIDO	de retração do concreto por secagem	<ul style="list-style-type: none"> - vigas podem ocasionar fissuras nos pilares e vice-versa, por diferenças de rigidez (a) - aspecto de mosaico em lajes e paredes, podendo aparecer em ambas as faces (b) - indicam restrição de movimentos - profundidade reduzida - aberturas de 0,1 a 0,2 mm 		3
	mapeadas	<ul style="list-style-type: none"> - mais visíveis em superfícies lisas de lajes e paredes - abertura e extensão reduzidas - indicam desempenho excessivo. - danos apenas estéticos, em geral 		2
	de variações de temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - em geral, normais ao eixo de elementos lineares - indicam restrição de movimento por mau funcionamento de juntas de dilatação e/ou sua inexistência 		3

	Fissuras	Descrição	Croquis	F_p
ERROS DE PROJETO/ EXECUÇÃO OU CARGAS EXCESSIVAS	de flexão em vigas	- normais ao eixo, em trechos de momento fletor elevado e com boa aderência aço-concreto		4
	de força cortante - flexão em vigas	- inclinadas nas duas faces - podem entrar na zona de compressão e se dirigir aos apoios		4
	de cortante, momentos de torção e flexão em vigas	- inclinadas em uma face - na face oposta: menor abertura e inclinação		4
	de flexo-tração em pilares	- normais ao eixo do pilar na face tracionada - paralelas ao eixo na face comprimida, podem indicar esmagamento do concreto - mais próximas de extremidade com maior momento		5
	de compressão	- paralelas ao eixo e convergindo para o centro nas proximidades de ruptura - indicam espaçamento excessivo ou deslocamento de estribos		5
	de carga concentrada em área reduzida	- comuns 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 de aparelhos de apoio e/ou detalhamento inadequado		3
	de flexão em lajes	- na face inferior, paralelas aos vãos com continuidade ou vãos maiores, se estendendo em direção aos cantos - na face superior, paralelas aos e bordos com continuidade		4
	de momentos volventes	- em cantos de lajes extremas, podendo abrir nas duas faces - influenciadas por variações de temperatura e retração		3
	de punção	- traçado circular e/ou radial em torno do pilar		5

Os níveis de deterioração da estrutura e do elemento foram modificados com a inclusão de mais um nível e modificação dos intervalos de classificação e dos prazos de intervenção. As alterações são apresentadas na Tabela 2.19.

Tabela 2.19 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura e do elemento reformulada (FONSECA, 2002)

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

O grau de deterioração da família de elementos foi reformulado. Segundo Fonseca (2002), a fórmula original supervaloriza o estado real de um elemento crítico, principalmente quando há muitos elementos na estrutura. Para representar melhor a situação da estrutura, foi formulada a equação:

$$G_{df} = G_{demáx} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{\sum_{i=1}^m G_{de(i)} - G_{demáx}}{\sum_{i=1}^m G_{de(i)}}} \right) \quad \text{Equação 2.16}$$

Onde:

m é o número de elementos com $G_{de} \geq 15$;

$G_{de(i)}$ é o grau de deterioração do elemento de ordem (i);

$G_{demáx}$ é o maior grau de deterioração do elemento, entre os elementos com $G_{de} \geq 15$.

A metodologia GDE/UnB foi aplicada no ICC com as novas formulações. A estrutura foi dividida por blocos e alas para análise. Os resultados são apresentados na Tabela 2.20.

Tabela 2.20 – Aplicação da metodologia GDE/UnB após alterações (FONSECA, 2007)

FAMÍLIAS (fissuras com $F_p = 3$)	G_{df}	F_r	$(G_{df} \times F_r)$
Pilares Bloco AL Ala Norte	137	5	688
Pilares Bloco AL Ala Central	65	5	327
Pilares Bloco AL Ala Sul	53	5	267
Pilares Bloco AO Ala Norte	60	5	303
Pilares Bloco AO Ala Central	114	5	573
Pilares Bloco AO Ala Sul	133	5	669
Pilares Bloco BL Ala Norte	130	5	651
Pilares Bloco BL Ala Central	63	5	316
Pilares Bloco BL Ala Sul	63	5	317
Pilares Bloco BO Ala Norte	120	5	603
Pilares Bloco BO Ala Central	144	5	721
Pilares Bloco BO Ala Sul	116	5	581
Vigas Transversais de Cobertura Bloco A Ala Norte	144	5	722
Vigas Transversais de Cobertura Bloco A Ala Central	128	5	644
Vigas Transversais de Cobertura Bloco A Ala Sul	110	5	550
Vigas Transversais de Cobertura Bloco B Ala Norte	64	5	324
Vigas Transversais de Cobertura Bloco B Ala Central	122	5	611
Vigas Transversais de Cobertura Bloco B Ala Sul	110	5	554
Elementos Curvos Bloco A Ala Norte	101	2	202
Elementos Curvos Bloco A Ala Central	0	2	0
Elementos Curvos Bloco A Ala Sul	26	2	53
Elementos Curvos Bloco B Ala Norte	67	2	134
Elementos Curvos Bloco B Ala Central	132	2	264
Elementos Curvos Bloco B Ala Sul	15	2	30
	soma	102	10114
	G_d	99	Sofrível

O resultado mostra a classificação da estrutura como sofrível, sendo indicada intervenção no prédio dentro do prazo máximo de 6 meses. Segundo Fonseca (2007), esta classificação está condizente com a realidade observada na edificação.

2.3.6. EUQUERES (2011)

O trabalho propunha o desenvolvimento e aplicação da metodologia GDE/UnB, de acordo com a formulação de Fonseca (2007), adaptada para pontes de concreto armado, sendo necessárias algumas modificações.

Os elementos a serem inspecionados foram alterados para os principais componentes das pontes, como pilares, vigas (transversinas e longarinas), laje, barreiras de defesas e/ou guarda-corpos, cortinas, blocos de fundação, pista de rolagem, juntas de dilatação e aparelho de apoio. Por conta da mudança de elementos, foi necessária adaptação dos possíveis danos, com seus

respectivos fatores de ponderação, estabelecidos em uma escala de 1 a 5, de acordo com a durabilidade e segurança estrutural.

Os fatores de relevância estrutural também foram adaptados, da seguinte maneira:

- Barreira de defesas e/ou guarda-corpos $F_r = 1,0$
- Pista de rolagem $F_r = 2,0$
- Cortinas e juntas de dilatação $F_r = 3,0$
- Lajes, fundações, aparelho de apoio e vigas secundárias $F_r = 4,0$
- Vigas principais e pilares $F_r = 5,0$

A classificação dos níveis de deterioração da estrutura e os prazos de intervenção das ações foram modificados para atender às necessidades de estruturas de pontes, conforme mostra a Tabela 2.21.

Tabela 2.21 – Classificação dos níveis de deterioração da estrutura (EUQUERES, 2011)

Nível de deterioração	G_d	Ações a serem adotadas
Baixo	≤ 15	Estado aceitável. Manutenção preventiva.
Médio	16 - 50	Definir prazo/natureza para nova inspeção. Planejar intervenção em longo prazo (máx. 2 anos).
Alto	51 - 80	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em médio prazo (máx. 18 meses)
Sofrível	81 - 100	Definir prazo/natureza para inspeção especializada detalhada. Planejar intervenção em curto prazo (máx. 1 ano)
Crítico	≥ 101	Inspeção especil emergencial. Planejar intervenção imediata.

A metodologia, com as novas alterações, foi aplicada para validação na ponte sobre o Rio Piracanjuba, no Goiás. O cálculo do grau de deterioração da família foi realizado somente com elementos que apresentaram $G_{de} \geq 15$. Assim, de acordo com os resultados, somente a família Lajes ficou acima deste valor e serviu de cálculo para o grau de deterioração da estrutura, de 33,60, classificação média. O resultado obtido para a estrutura foi considerado satisfatório para Euqeres (2011), pois a maioria dos elementos apresentaram níveis de deterioração baixos.

O grau de deterioração da estrutura também foi calculado considerando as famílias com $G_{de} > 0$, obtendo o valor de 17,06, menor que o resultado anterior, porém ainda classificado como nível médio.

As conclusões da aplicação da metodologia levaram à inclusão, ao cálculo do grau de deterioração da família de elementos e do grau de deterioração da estrutura, de qualquer valor diferente de zero. A partir desta alteração, foram realizados estudos em 11 pontes no Goiás, para nova validação da metodologia. Os resultados obtidos mostraram que o método é eficiente para inspeções visuais, havendo uma limitação para pontes maiores que 70m de extensão, pois a visibilidade fica comprometida.

2.3.7. SANTIAGO E AZEVEDO (2012)

O trabalho teve como objetivo a avaliação do estado dos viadutos do Eixo Rodoviário Norte de Brasília, por meio da aplicação da metodologia GDE/UnB adaptada para Obras de Arte Especiais, considerando as alterações propostas por Euqueres (2011).

Os autores propuseram uma modificação nos fatores de ponderação da tabela do elemento pista, que considerava o valor máximo ($F_p = 5$) para todos os danos, sendo mais cabível, de acordo com as consequências destas patologias, os fatores apresentados na Tabela 2.22.

Tabela 2.22 – Tabela do elemento pista, com fatores de ponderação modificados (SANTIAGO E AZEVEDO, 2012)

Pista de Rolagem (P)			
Nome do Elemento			
Local			
Danos	Fp	Fi	D
Descontinuidades	3		
Desgaste da Sinalização	3		
Desgaste Superficial	4		
		Gde	

Os viadutos foram divididos em grupos de três para aplicação da metodologia, sendo viaduto central, localizado no eixo rodoviário, e viadutos dos eixos L e W. Os elementos dos viadutos foram separados em cortinas, barreiras de defesa, laje e pista para cálculo do grau de deterioração.

O cálculo do grau de deterioração foi realizado considerando somente os valores de $G_{de} > 15$, isso resultou em valores nulos deste parâmetro para os viadutos que possuíam danos com baixos fatores de intensidade ou ponderação, passando a impressão errada do estado real da estrutura. Entretanto, esta consideração foi responsável por evitar a diminuição do grau de deterioração de outros elementos, evitando que o resultado fosse mascarado.

Os níveis de deterioração dos viadutos ficaram entre baixo, médio e alto, este resultado foi considerado condizente pelos autores.

2.3.8. VERLY (2015)

A metodologia GDE/UnB foi aplicada em Obras de Arte Especiais da região metropolitana de Brasília e comparada com a metodologia SGO/DNIT. Aqui será ressaltada a utilização da metodologia GDE/UnB, sendo este o foco do trabalho.

Verly (2015) ressalta que é necessário ajustes na metodologia GDE/UnB para ser aplicada como inspeção rotineira, simplesmente visual. Por isso, foram excluídos das fichas de avaliação os danos que não podem ser detectados visualmente, como carbonatação e contaminação por cloretos.

As famílias de elementos utilizadas por Euqeres (2011) foram adotadas neste trabalho, sendo incluídas travessas e transversinas, com fatores de relevância de 5 e 3, respectivamente. O cálculo do grau de deterioração das famílias foi realizado de duas maneiras, considerando e não considerando os valores de grau de deterioração do elemento menores que 15.

A partir da análise dos resultados e de acordo com a NBR 6118:2014, o Roteiro de Inspeção de Pontes de Concreto Armado, atualizado por Euqeres (2011), foi revisado por Verly (2015) e passou a ser chamado de Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB em OAEs.

A inspeção foi realizada em 22 OAEs, localizadas na BR-450/DF e na via L4. Os valores de grau de deterioração da estrutura e de nota técnica, obtidos pela metodologia SGO/DNIT, encontrados para todas as OAEs inspecionadas são apresentados na tabela 2.23, na qual G_d refere-se ao grau de deterioração da estrutura considerando valores de $G_{de} \geq 15$, e G_d^* ao grau de deterioração da estrutura considerando todos os valores de G_{de} .

Tabela 2.23 – Resultados das metodologias SGO/DNIT e GDE/UnB (VERLY, 2015)

Obra	DNIT	GDE/UnB	
	Nota Técnica	G_d	G_d^*
OAE-01	3	31,24	30,12
OAE-02	3	65,88	40,02
OAE-03	3	49,24	42,43
OAE-04	3	62,70	25,64
OAE-05	3	77,58	36,20
OAE-06	3	84,53	50,23
OAE-07	3	50,87	42,34
OAE-08	3	60,00	35,18
OAE-09	3	59,38	39,18
OAE-10	3	68,68	68,74
OAE-11	2	121,25	121,25
OAE-12	2	130,03	130,23
OAE-13	2	103,25	104,99
OAE-14	3	31,90	21,61
OAE-15	3	41,23	28,02
OAE-16	2	94,96	69,44
OAE-17	2	106,49	106,59
OAE-18	3	62,14	51,42
OAE-19	3	37,02	30,89
OAE-20	3	55,85	30,58
OAE-21	4	48,44	25,28
OAE-22	4	49,39	29,49

Os resultados apresentados permitem concluir que os valores de G_d e G_d^* seguem tendências semelhantes, porém o segundo é, na maioria das vezes, igual ou inferior ao primeiro. Isso ocorre devido a diminuição da média na equação do grau de deterioração da estrutura, quando se considera elementos com valores de $G_{de} < 15$. Portanto, Verly (2015) considerou os valores de G_d mais condizentes para recomendações de ações aos gestores.

Após a obtenção de resultados e análise da consistência dos dados coletados, a metodologia foi avaliada quanto a sua utilização como base para priorização de intervenção nas estruturas, através de simulações de influência de possíveis intervenções no cálculo do grau de deterioração.

O autor constatou que a formulação do G_d não apresenta resultados condizentes quando o número de danos cresce ou diminui, devido à média ponderada aplicada e à influência do fator de ponderação. A fim de resolver esta questão, foi formulada a equação:

$$G_{d,mod} = \frac{K_{m\acute{a}x}}{7,07} \cdot \sqrt{1 + \frac{\left(\sum_{i=1}^k K_i\right) - K_{m\acute{a}x}}{\sum_{i=1}^k K_i}}$$

Equação 2.17

Onde:

k é o número de famílias da estrutura;

K é o produto do $G_{df,i}$ pelo respectivo F_r ;

$K_{m\acute{a}x}$ é o maior valor do produto do $G_{df,i}$ pelo respectivo F_r .

A nova formulação foi aplicada nas 22 OAEs inspecionadas, obtendo-se os resultados mostrados na Tabela 2.24. Sendo $G_{d,mod}$ o grau de deterioração da estrutura modificado, considerando apenas valores de $G_{de} \geq 15$, e $G_{d,mod}^*$ considerando todos os valores de G_{de} .

Tabela 2.24 – Resultados das metodologias SGO/DNIT e GDE/UnB, considerando formulação modificada do grau de deterioração da estrutura (VERLY, 2015)

Obra	DNIT	GDE/UnB		
	Nota Técnica	$G_{d,mod}$	$G_{d,mod}^*$	G_d
OAE-01	3	29,54	29,96	31,24
OAE-02	3	64,22	64,58	65,88
OAE-03	3	57,22	58,44	49,24
OAE-04	3	32,17	34,96	62,70
OAE-05	3	54,85	59,56	77,58
OAE-06	3	59,76	62,83	84,53
OAE-07	3	46,74	47,75	50,87
OAE-08	3	33,94	37,82	60,00
OAE-09	3	41,98	49,29	59,38
OAE-10	3	68,62	68,70	68,68
OAE-11	2	134,32	134,32	121,25
OAE-12	2	133,07	133,34	130,03
OAE-13	2	107,45	109,76	103,25
OAE-14	3	34,08	36,29	31,90
OAE-15	3	38,53	39,88	41,23
OAE-16	2	109,35	111,44	94,96
OAE-17	2	114,99	115,03	106,49
OAE-18	3	35,15	35,73	62,14
OAE-19	3	41,49	43,97	37,02
OAE-20	3	46,33	47,63	55,85
OAE-21	4	39,94	43,45	48,44
OAE-22	4	42,83	55,74	49,93

Os resultados mostram que os valores obtidos para $G_{d,mod}^*$ foram sempre maiores que os obtidos para $G_{d,mod}$, revelando respostas coerentes para a nova formulação. Assim, a equação modificada possibilita a aplicação da metodologia em estruturas com baixo nível de deterioração, evitando que danos de baixa intensidade recebam grau de deterioração igual a zero.

A metodologia GDE/UnB, segundo Verly (2015), se mostrou mais eficiente para avaliação da priorização de intervenções, por possuir uma escala maior de valores em seu resultado, tornando mais fácil a classificação das estruturas.

3. METODOLOGIA

A fim de cumprir os objetivos propostos neste trabalho, adotou-se uma metodologia durante o estudo, a qual levou em consideração as particularidades do trabalho de inspeção de OAEs e da metodologia GDE/UnB, apresentada no capítulo 2 com as alterações realizadas por cada autor.

3.1. CONSIDERAÇÕES E ADAPTAÇÕES REALIZADAS NA METODOLOGIA GDE/UNB

A metodologia GDE/UnB foi aplicada neste estudo por meio de inspeção visual, identificando os danos existentes na estrutura. As fichas de inspeção foram desenvolvidas com base nas apresentadas no Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB a Obras de Arte Especiais (VERLY, 2015). Entretanto, os danos carbonatação do concreto e contaminação por cloretos, elencados nas fichas do Manual, não puderam ser identificados visualmente, pois é necessário coleta de amostra do concreto para análise.

O dano abrasão do concreto foi adicionado à ficha de inspeção, sendo causado pelo arrasto de um elemento externo móvel contra a estrutura, como um carro indo de encontro com o elemento estrutural ou um caminhão entrando em um viaduto com altura acima da máxima permitida pela OAE. A fim de melhor representar a influência da patologia no cálculo do grau de deterioração, foi atribuído fator de ponderação e de influência de acordo com o comprometimento da estética, funcionalidade e segurança da estrutura, assim como a gravidade da manifestação.

O fator de ponderação aplicado ao dano abrasão do concreto foi de 3, pois ele diminui a cobertura de concreto da estrutura. Os fatores de intensidade para este dano foram definidos conforme segue:

- Quebra de seção $F_i = 2$
- Quebra de seção provocando fissuras $F_i = 3$
- Quebra de seção com arrasto na superfície $F_i = 4$

O grau de deterioração estrutural foi calculado, neste estudo, considerando as formulações do Manual de Aplicação da Metodologia GDE/UnB a Obras de Arte Especiais (VERLY, 2015),

obtendo dois resultados, um considerando e outro não considerando valores de G_{de} menores que 15 no cálculo do G_{df} .

3.2. VIADUTOS SELECIONADOS PARA INSPEÇÃO

O Eixo Rodoviário se estende pelo Plano Piloto, por cerca de 14km, cortando a Asa Norte e a Asa Sul, podendo ser dividido entre Eixo Rodoviário Norte e Eixo Rodoviário Sul, de acordo com sua localização. Ele é constituído por uma pista central, chamada de Eixão, e duas vias laterais, chamadas de Eixinhos, divididas entre Eixos L e W.

Os viadutos selecionados para inspeção estão localizados no Eixo Rodoviário Sul, entre as quadras 01/02 e 15/16, sendo 3 entre cada par de quadras, um no Eixão, um no Eixo L e outro no W, totalizando 24 viadutos. A Figura 3.1 ilustra o viaduto vistoriado do Eixo W, entre as quadras 03 e 04.



Figura 3.1 – Viaduto do Eixo W, entre as quadras 03 e 04 da Asa Sul.

A fim de aplicar a metodologia GDE/UnB nos viadutos do Eixo Rodoviário Sul de Brasília, foi realizada pesquisa no Arquivo Público de Brasília acerca dos projetos dos viadutos. Não foram encontrados esses projetos, todavia foi possível obter os projetos dos viadutos do Eixo Rodoviário Norte, os quais apresentam estrutura muito semelhante à dos pesquisados.

Os viadutos selecionados possuem revestimento cerâmico, como pode ser observado na Figura 3.1. Como a metodologia GDE/UnB analisa danos identificados na estrutura, não foram considerados, neste estudo, os danos observados na cerâmica e na camada de revestimento.

A partir das plantas obtidas e por meio de inspeções visuais foi possível dividir a estrutura em famílias, com os respectivos fatores de relevância, da seguinte maneira:

- Guarda-rodas $F_r = 1$
- Pista de Rolamento $F_r = 2$
- Cortina $F_r = 3$
- Tabuleiro $F_r = 4$
- Cortina Central $F_r = 5$

Algumas famílias tiveram seus elementos divididos para melhor análise. A família guarda-rodas foi dividida entre os elementos guarda-rodas L, W e C, a família cortina foi dividida entre os elementos cortina norte L, cortina norte W, cortina sul L e cortina sul W, e a família cortina central foi dividida entre cortina central norte e sul. A cortina central foi separada da cortina por conta da sua função estrutural, que confere a ela um fator de relevância maior. As Figuras 3.2 e 3.3 demonstram a divisão dos elementos dos viadutos do Eixo L, W e Eixão.

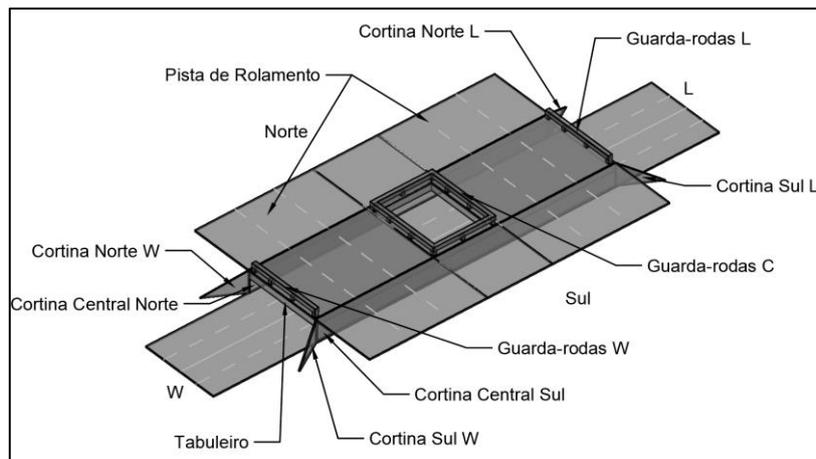


Figura 3.2 – Elementos dos viadutos dos Eixos L e W

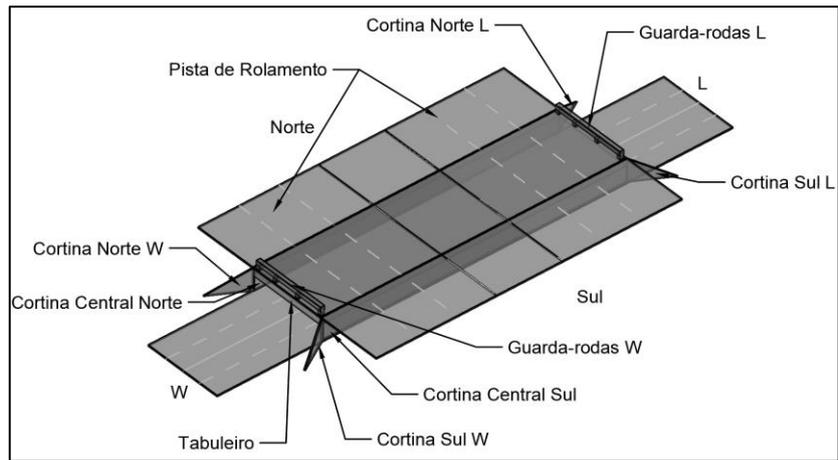


Figura 3.3 – Elementos dos viadutos do Eixão

3.3. PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

As inspeções foram realizadas por, no mínimo, duas pessoas, uma preenchendo a ficha de inspeção com a localização do viaduto e os danos encontrados em cada elemento da OAE, e outra fotografando a estrutura e os danos identificados, para posterior análise e verificação.

Os instrumentos utilizados nas inspeções foram capacete, botina e colete refletivo, como equipamentos de proteção individual, trena a laser e fissurômetro para aferição da intensidade dos danos, prancheta, ficha de inspeção e canetas para identificação e análise das patologias, e câmera fotográfica digital.

4. RESULTADOS

As inspeções realizadas nos viadutos localizados entre as quadras 01/02 a 15/16 da Asa Sul forneceram informações e imagens necessárias para a determinação dos danos e seus fatores de intensidade. A partir destes valores, o grau do dano foi calculado conforme as Equações 2.14 e 2.15, e o grau de deterioração do elemento foi determinado de acordo com a Equação 2.12.

Determinados os valores dos fatores de relevância da família, foi possível calcular o grau de deterioração da família com a Equação 2.16 e, por fim, determinar o grau de deterioração estrutural, por meio da Equação 2.17.

Os resultados encontrados para os valores de grau de deterioração dos 24 viadutos inspecionados são apresentados na Tabela 4.1, sendo G_d^* calculado considerando apenas valores de $G_{de} \geq 15$ e G_d calculado considerando todos os valores de G_{de} .

Tabela 4.1 – Resultados da aplicação da metodologia GDE/UnB

Quadra	Viaduto	Gd*	Nível de deterioração	Gd	Nível de deterioração
01/02	W	43,44	Médio	44,34	Médio
	Eixão	23,17	Médio	24,08	Médio
	L	43,71	Médio	44,19	Médio
03/04	W	29,50	Médio	32,12	Médio
	Eixão	59,98	Alto	61,01	Alto
	L	69,62	Alto	70,46	Alto
05/06	W	97,65	Sofrível	97,91	Sofrível
	Eixão	27,07	Médio	27,07	Médio
	L	88,30	Sofrível	88,79	Sofrível
07/08	W	71,16	Alto	73,59	Alto
	Eixão	79,45	Alto	80,06	Sofrível
	L	79,86	Alto	82,10	Sofrível
09/10	W	47,09	Médio	47,09	Médio
	Eixão	23,87	Médio	23,87	Médio
	L	33,34	Médio	33,88	Médio
11/12	W	67,01	Alto	68,12	Alto
	Eixão	44,88	Médio	45,14	Médio
	L	27,40	Médio	31,71	Médio
13/14	W	47,27	Médio	48,05	Médio
	Eixão	28,10	Médio	31,49	Médio
	L	61,29	Alto	65,37	Alto
15/16	W	50,51	Alto	51,08	Alto
	Eixão	55,49	Alto	56,80	Alto
	L	88,52	Sofrível	89,65	Sofrível

Os valores encontrados para G_d foram iguais ou tiveram uma diferença de cerca de 1,2 acima dos valores de G_d^* . Este resultado mostra que não houve grandes distorções nos valores de grau de deterioração quando considerado todos os valores de G_{de} nos cálculos. Sendo assim, para análise do grau de deterioração dos viadutos deste estudo são considerados os resultados com todos os valores de G_{de} .

A Tabela 4.1 revela que 21% dos viadutos se encontram em nível sofrível de deterioração, sendo recomendada intervenção em um prazo máximo de 6 meses, com destaque para o viaduto W da quadra 05/06, que apresentou o maior nível de deterioração. Outros 29% dos viadutos

apresentaram nível alto de deterioração, com recomendação de intervenção em um prazo máximo de 1 ano. Os 50% restantes obtiveram nível médio de deterioração, com recomendação de prazo máximo de intervenção de 2 anos, sendo o viaduto eixão da quadra 09/10 o que apresentou o menor nível de deterioração.

A seguir são apresentados resultados mais detalhados de cada viaduto. O Anexo 1 apresenta tabelas com todos os danos encontrados em cada OAE, com os respectivos valores de F_p e F_i atribuídos, para as duas análises realizadas.

4.1. QUADRA 01/02 – VIADUTO W

As tabelas 4.2 a 4.5 exemplificam as planilhas utilizadas para a inspeção de cada família de elemento, mostrando seus possíveis danos e fatores de ponderação, intensidade e relevância.

Tabela 4.2 – Análise do elemento tabuleiro do viaduto W

Quadra	01/02		
Viaduto	W		
Nome do Elemento	Tabuleiro		
Fator de Relevância	4		
Danos	Fp	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0,00	0,00
Corrosão de armaduras	5	0,00	0,00
Desagregação	3	0,00	0,00
Desplacamento	3	0,00	0,00
Eflorescência	2	0,00	0,00
Falhas de concretagem	2	0,00	0,00
Fissuras	2 a 5	0,00	0,00
Flechas	5	0,00	0,00
Infiltração de água	3	0,00	0,00
Manchas	3	2,00	4,80
Abrasão do concreto	3	4,00	60,00
		Gde	64,44

Tabela 4.3 – Análise do elemento guarda-rodas W do viaduto W

Quadra	01/02		
Viaduto	W		
Nome do Elemento	Guarda-Rodas W		
Fator de Relevância	1		
Danos	Fp	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0,00	0,00
Corrosão de armaduras	5	4,00	100,00
Desagregação	3	0,00	0,00
Desplacamento	3	3,00	24,00
Eflorescência	2	2,00	3,20
Falhas de concretagem	2	0,00	0,00
Fissuras	2 a 5	3,00	24,00
Manchas	3	3,00	24,00
Sinais de esmagamento	4	0,00	0,00
Infiltração de água	3	2,00	4,80
		Gde	144,44

Tabela 4.4 – Análise do elemento cortina sul W do viaduto W

Quadra	01/02		
Viaduto	W		
Nome do Elemento	Cortina Sul W		
Fator de Relevância	3		
Danos	Fp	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0,00	0,00
Corrosão de armaduras	5	0,00	0,00
Desagregação	3	0,00	0,00
Deslocamento por empuxo	5	0,00	0,00
Desplacamento	3	0,00	0,00
Desvio de geometria	3	0,00	0,00
Eflorescência	2	0,00	0,00
Falhas de concretagem	2	0,00	0,00
Fissuras	2 a 5	0,00	0,00
Infiltração de água	3	0,00	0,00
Manchas	3	2,00	4,80
Abrasão do concreto	3	2,00	4,80
		Gde	7,20

Tabela 4.5 – Análise do elemento pista de rolamento do viaduto W

Quadra	01/02		
Viaduto	W		
Nome do Elemento	Pista de Rolamento		
Fator de Relevância	2		
Danos	Fp	Fi	D
Descontinuidade	3	0,00	0,00
Desgaste superficial	3	0,00	0,00
Desgaste da sinalização	4	0,00	0,00
	Gde	0,00	

Os resultados da aplicação da metodologia no viaduto W são mostrados de forma resumida na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 01/02					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	44,34	Médio
Guarda-rodas W	144,44	186,30	1		
Guarda-rodas C	142,40				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	7,20	16,83	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	13,50				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família que apresentou o maior grau de deterioração foi o guarda-rodas, com $G_{df} = 186,30$. Este resultado se deve principalmente pela corrosão das armaduras e presença de fissuras de assentamento do concreto. Além disso, parte da estrutura do guarda-rodas L colapsou, sendo necessária intervenção imediata, como pode ser visto na Figura 4.1.



Figura 4.1 – Elemento guarda-rodas L com estrutura parcialmente colapsada

O elemento tabuleiro obteve $G_{de} = 64,44$, considerado alto por Verly (2015), sendo necessária intervenção em médio prazo (máximo 1 ano). O dano abrasão do concreto foi o mais expressivo nesse elemento.

Apesar do nível crítico de deterioração dos guarda-rodas, devido ao baixo fator de relevância desta família, o grau de deterioração estrutural do viaduto, $G_d = 44,34$, é classificado como médio, sendo recomendado planejamento de intervenção a longo prazo (máximo 2 anos).

4.2. QUADRA 01/02 – VIADUTO EIXÃO

Os resultados obtidos para o viaduto Eixão podem ser observados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 01/02					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	24,08	Médio
Guarda-rodas W	142,40	163,79	1		
Guarda-rodas L	67,95				
Cortina Sul W	4,80	4,80	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O elemento guarda-rodas W apresentou $G_{de} = 142,40$, classificado como crítico (VERLY, 2015), sendo necessárias medidas emergenciais. O tabuleiro obteve grau de deterioração nulo pois foi identificado dano somente no revestimento, como pode ser observado na Figura 4.2. O nível de deterioração da estrutura, classificado como médio, indica a necessidade de intervenção em um período máximo de 2 anos.



Figura 4.2 – Elemento tabuleiro com danos no revestimento

4.3. QUADRA 01/02 – VIADUTO L

A Tabela 4.8 apresenta os resultados da aplicação da metodologia GDE/UnB no viaduto L.

Tabela 4.8 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 01/02					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	44,19	Médio
Guarda-rodas W	137,81	200,04	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	7,20	9,12	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas, do viaduto L, apresentou grau de deterioração crítico, devido principalmente à corrosão de armaduras, fissuras e manchas, sendo recomendada intervenção imediata, conforme Verly (2015). O elemento tabuleiro também merece atenção pelo grau de deterioração alto, causado principalmente pela abrasão do concreto, observada na Figura 4.3.



Figura 4.3 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto

O viaduto obteve $G_d = 44,19$, classificado como nível médio, sendo recomendado planejamento de intervenção em um prazo máximo de 2 anos.

4.4. QUADRA 03/04 – VIADUTO W

Os resultados obtidos para o viaduto W podem ser observados na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 03/04					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	32,12	Médio
Guarda-rodas W	153,87	208,60	1		
Guarda-rodas C	162,80				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	13,24	15,78	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família com maior grau de deterioração foi o guarda-rodas, principalmente por conta da presença alarmante de fissuras e corrosão de armaduras, observadas na Figura 4.4. Ele apresentou grau de deterioração crítico ($G_d = 208,60$), sendo necessário intervenção imediata. Entretanto, como este elemento possui um fator de relevância baixo, sua interferência no valor do grau de deterioração estrutural também foi baixa.



Figura 4.4 – Elemento guarda-rodas L com corrosão de armaduras e fissuras

A estrutura apresentou grau de deterioração de 32,12, classificado como médio, sendo necessária intervenção em um período máximo de 2 anos, conforme Verly (2015). As famílias tabuleiro e cortina também merecem atenção por apresentarem nível de deterioração médio.

4.5. QUADRA 03/04 – VIADUTO EIXÃO

A Tabela 4.10 apresenta os resultados obtidos para o viaduto Eixão.

Tabela 4.10 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 03/04					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	61,01	Alto
Guarda-rodas W	151,92	184,55	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	124,65	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	122,36				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas apresentou novamente o maior grau de deterioração, sendo classificado como nível crítico ($G_d = 184,55$) e recomendada intervenção imediata. Esta medida também é recomendada para o elemento cortina norte W, que apresentou perda de seção e corrosão de armaduras preocupantes, tornando seu grau de deterioração crítico ($G_d = 122,36$). Estes danos podem ser observados na Figura 4.5.



Figura 4.5 – Elemento cortina norte W com corrosão de armaduras e perda de seção

O valor do grau de deterioração estrutural, classificado como alto ($G_d = 61,01$), indica prazo máximo de um ano para intervenção na estrutura e intervenção imediata nos elementos com níveis críticos de deterioração, de acordo com Verly (2015).

4.6. QUADRA 03/04 – VIADUTO L

Os resultados da análise do viaduto L são apresentados na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 03/04					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	108,76	108,76	4	70,46	Alto
Guarda-rodas W	135,90	169,14	1		
Guarda-rodas C	40,80				
Guarda-rodas L	124,70				
Cortina Sul W	0,00	9,12	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O elemento tabuleiro, ilustrado na Figura 4.6, apresentou corrosão de armaduras e abrasão do concreto, proporcionando um grau de deterioração do elemento crítico ($G_d = 108,76$). Este

nível de deterioração também foi identificado nos guarda-rodas W e L ($G_d = 135,90$ e $G_d = 124,70$, respectivamente). As outras famílias de elementos apresentaram níveis de deterioração baixo e médio, promovendo o valor alto de grau de deterioração estrutural ($G_d = 70,46$), sendo recomendada intervenção no prazo máximo de 1 ano no viaduto L, segundo Verly (2015).



Figura 4.6 – Elemento tabuleiro com corrosão de armaduras e abrasão do concreto

4.7. QUADRA 05/06 – VIADUTO W

A Tabela 4.12 apresenta os resultados obtidos para o viaduto W.

Tabela 4.12 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 05/06					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	137,50	137,50	4	97,91	Sofrível
Guarda-rodas W	149,19	201,83	1		
Guarda-rodas C	144,69				
Guarda-rodas L	157,04				
Cortina Sul W	7,20	8,82	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	108,76	5		
Cortina Central Norte	108,76				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O elemento tabuleiro e cortina central norte apresentaram grau de deterioração acima de 100, considerado crítico, sendo recomendada intervenção imediata (VERLY, 2015). Os danos identificados nesses elementos foram corrosão de armaduras e abrasão do concreto, além de manchas na cortina central norte, como pode ser visto na Figura 4.7.



Figura 4.7 – Elemento cortina central norte com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto

A família guarda-rodas também apresentou grau de deterioração crítico. Considerando os níveis de deterioração das famílias e seus respectivos fatores de ponderação, foi obtido $G_d = 97,91$, classificado como sofrível e sendo recomendado prazo de intervenção máximo de 6 meses no viaduto. Esta foi a estrutura com maior grau de deterioração entre as OAEs inspecionadas.

4.8. QUADRA 05/06 – VIADUTO EIXÃO

Os resultados calculados para o viaduto Eixão podem ser observados na Tabela

Quadra 05/06					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	27,07	Médio
Guarda-rodas W	149,19	191,35	1		
Guarda-rodas L	156,90				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Os danos identificados na estrutura do viaduto Eixão pertenceram somente à família guarda-rodas, sendo eles corrosão de armaduras, deslocamento, eflorescência, fissuras, manchas e infiltração de água. Segundo Verly (2015), é recomendada intervenção imediata para essa família. A Figura 4.8 apresenta uma visão geral do viaduto.



Figura 4.8 – Visão geral do viaduto Eixão

O fator de relevância baixo da família guarda-rodas faz com que o nível crítico dessa família influencie pouco no valor final do grau de deterioração da estrutura ($G_d = 27,07$), classificado como médio, com recomendação de prazo máximo de 2 anos para intervenção.

4.9. QUADRA 05/06 – VIADUTO L

A Tabela 4.13 apresenta os resultados obtidos para o viaduto L.

Tabela 4.13 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 05/06					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	88,79	Sofrível
Guarda-rodas W	144,44	190,62	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	148,13				
Cortina Sul W	0,00	4,80	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas apresentou grau de deterioração crítico, com necessidade de intervenção imediata (VERLY, 2015), assim como a família tabuleiro, na qual foram identificados os danos corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto, ilustrados na Figura 4.9.

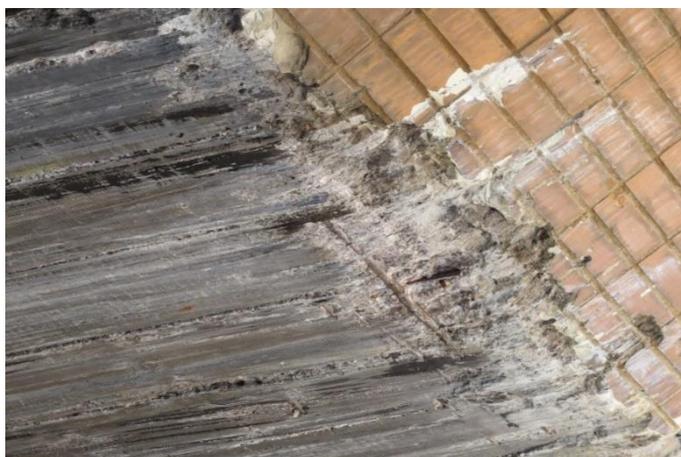


Figura 4.9 – Elemento tabuleiro com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto

Por conta do elevado fator de relevância da família tabuleiro e do nível crítico atribuído a ela ($G_{df} = 139,32$), o grau de deterioração da estrutura foi de 88,79, classificado como sofrível, sendo recomendada intervenção em um prazo máximo de 6 meses.

4.10. QUADRA 07/08 – VIADUTO W

Os resultados obtidos para o viaduto W são apresentados na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 07/08					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	73,59	Alto
Guarda-rodas W	152,83	196,61	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	12,00	152,03	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	146,58				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas e o elemento cortina norte W apresentaram grau de deterioração acima de 100, considerado crítico por Verly (2015), sendo recomendada intervenção imediata. Os danos identificados no elemento cortina norte W podem ser observados na Figura 4.10.

O grau de deterioração estrutural do viaduto W, de 73,59, foi classificado como alto, sendo recomendado prazo máximo de intervenção de 1 ano.



Figura 4.10 – Elemento cortina norte W com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto

4.11. QUADRA 07/08 – VIADUTO EIXÃO

A Tabela 4.15 apresenta os resultados obtidos para o viaduto Eixão.

Tabela 4.15 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 07/08					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	4,80	4	80,06	Sofrível
Guarda-rodas W	156,14	190,85	1		
Guarda-rodas L	152,47				
Cortina Sul W	142,13	165,66	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	79,46				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O elemento cortina norte W apresentou os danos fissuras de movimentação da estrutura, manchas e abrasão do concreto, resultando no grau de deterioração igual a 79,46, com recomendação de intervenção no prazo máximo de 1 ano. O elemento cortina sul W também apresentou os danos manchas e abrasão do concreto, além de corrosão de armaduras, eflorescência e infiltração de água, como pode ser visto na Figura 4.11. O nível crítico de

deterioração desse elemento ($G_{de} = 142,13$) indica a necessidade de intervenção imediata, conforme Verly (2015).



Figura 4.11 – Elemento cortina sul W com corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto

A família guarda-rodas também apresentou nível crítico de deterioração, com $G_{df} = 190,85$, sendo necessária intervenção imediata. Os resultados citados corroboram com o resultado do nível de deterioração da estrutura sofrível ($G_d = 80,06$) e recomendação de intervenção em um prazo máximo de 6 meses.

4.12. QUADRA 07/08 – VIADUTO L

Os resultados obtidos para o viaduto L são apresentados na Tabela 4.16.

Tabela 4.16 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 07/08					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	82,10	Sofrível
Guarda-rodas W	148,13	211,76	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	164,79				
Cortina Sul W	7,80	10,66	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	8,29				
Cortina Central Sul	92,05	94,30	5		
Cortina Central Norte	4,80				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O nível de deterioração da estrutura foi classificado como sofrível, sendo recomendada intervenção em um prazo máximo de 6 meses (VERLY, 2015). Isso se deve, principalmente, pelo nível sofrível de deterioração do elemento cortina central sul ($G_{de} = 92,05$) e alto do elemento tabuleiro ($G_{de} = 64,44$), pois as famílias desses elementos possuem os maiores fatores de relevância.

A Figura 4.12 apresenta o elemento cortina central sul, no qual foram identificados os danos corrosão de armaduras, deslocamento, manchas e abrasão do concreto, e recomenda-se intervenção no prazo máximo de 1 ano.



Figura 4.12 – Elemento cortina central sul com corrosão de armaduras e deslocamento

4.13. QUADRA 09/10 – VIADUTO W

A Tabela 4.17 mostra os resultados obtidos para o viaduto W, localizado entre as quadras 09 e 10 sul.

Tabela 4.17 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 09/10					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	47,09	Médio
Guarda-rodas W	137,81	181,74	1		
Guarda-rodas C	144,44				
Guarda-rodas L	64,13				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família mais preocupante da vistoria foi o guarda-rodas, por apresentar nível crítico de deterioração ($G_{df} = 181,74$), sendo recomendada intervenção imediata, de acordo com Verly (2015). Além dos guarda-rodas, somente o elemento tabuleiro ($G_{de} = 70,55$) apresentou danos, resultando em nível de deterioração alto, como pode ser observado na Figura 4.13. O nível de deterioração da estrutura foi médio ($G_d = 47,09$), recomendando-se prazo máximo de dois anos para intervenção.



Figura 4.13 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto

4.14. QUADRA 09/10 – VIADUTO EIXÃO

A aplicação da metodologia GDE/UnB resultou nos valores mostrados na Tabela 4.18 para o viaduto Eixão.

Tabela 4.18 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 09/10					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	23,87	Médio
Guarda-rodas W	137,81	168,78	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Este viaduto apresentou grau de deterioração estrutural igual a 23,87, correspondente ao nível médio de deterioração, o qual recomenda-se intervenção em no máximo dois anos. Este foi o viaduto com menor grau de deterioração entre os inspecionados neste trabalho.

Os guarda-rodas se encontra em estado crítico ($G_{de} = 137,81$), sendo necessária intervenção imediata, conforme Verly (2015), como pode ser observado na Figura 4.14.



Figura 4.14 – Elemento guarda-rodas L com eflorescência e infiltração de água

4.15. QUADRA 09/10 – VIADUTO L

Os valores encontrados pela aplicação da metodologia no viaduto L são apresentados na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 09/10					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,80	7,80	4	33,88	Médio
Guarda-rodas W	153,70	196,96	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	30,00	5		
Cortina Central Norte	30,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas foi a única com nível crítico de deterioração ($G_{df} = 196,96$), com recomendação de intervenção imediata. A cortina central norte apresentou grau de deterioração do elemento médio ($G_{de} = 30,00$) por conta dos danos ilustrados na Figura 4.16, recomenda-se inspeção especializada no elemento para evitar o agravamento dos danos. O nível de deterioração da estrutura foi médio ($G_d = 33,88$), sendo recomendada intervenção no prazo máximo de dois anos, de acordo com o Verly (2015).



Figura 4.15 – Elemento cortina central norte com corrosão de armaduras e deslocamento

4.16. QUADRA 11/12 – VIADUTO W

A Tabela 4.20 apresenta os resultados obtidos para o viaduto W.

Tabela 4.20 – Resultados obtidos para o viaduto w

Quadra 11/12					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	68,12	Alto
Guarda-rodas W	137,81	205,15	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	159,68				
Cortina Sul W	4,80	129,19	3		
Cortina Sul L	126,90				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Os danos corrosão de armaduras, deslocamento, eflorescência, infiltração de água e manchas, foram identificados no elemento cortina sul L, apresentado na Figura 4.16, proporcionando o grau de deterioração do elemento igual a 126,90, considerado crítico com necessidade de intervenção imediata.



Figura 4.16 – Elemento cortina sul L com corrosão de armaduras, deslocamento e manchas

A família guarda-rodas também apresentou grau de deterioração crítico, sendo recomendada intervenção imediata, segundo Verly (2015). Além disso, no elemento tabuleiro, foram identificados os danos manchas e abrasão do concreto, resultando em nível alto de grau de deterioração ($G_{de} = 64,44$). Esses fatores proporcionaram nível de deterioração alto no elemento, com $G_d = 68,12$, indicando prazo máximo de 1 ano para intervenção.

4.17. QUADRA 11/12 – VIADUTO EIXÃO

Os resultados obtidos para o viaduto Eixão são apresentados na Tabela 4.21.

Tabela 4.21 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 11/12					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	45,14	Médio
Guarda-rodas W	93,68	176,92	1		
Guarda-rodas L	150,40				
Cortina Sul W	0,00	35,86	3		
Cortina Sul L	32,35				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		

O elemento tabuleiro apresentou os danos abrasão do concreto e manchas, observados na Figura 4.17, resultando em grau de deterioração alto, com recomendações de intervenção em prazo máximo de 1 ano (VERLY, 2015).

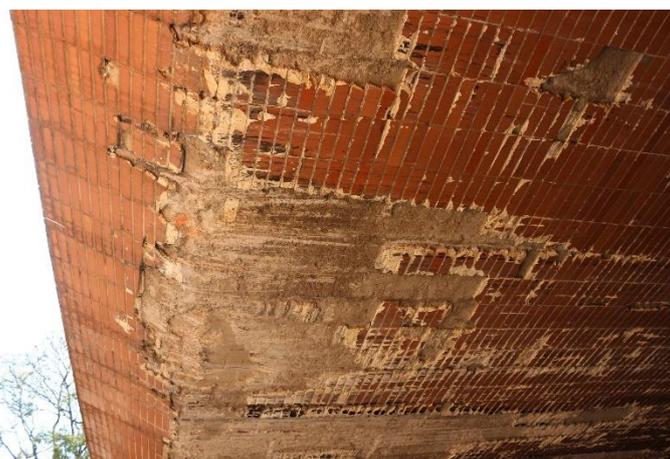


Figura 4.17 – Elemento tabuleiro com abrasão do concreto

A família guarda-rodas encontra-se em estado crítico, com grau de deterioração acima de 100, sendo necessária intervenção imediata. Também foram identificados os danos corrosão de armaduras, deslocamento e manchas, em intensidade baixa, no elemento cortina sul L, proporcionando nível de deterioração médio.

O viaduto apresentou grau de deterioração igual a 45,14, classificado como médio, sendo recomendada intervenção em prazo máximo de 2 anos.

4.18. QUADRA 11/12 – VIADUTO L

A Tabela 4.22 apresenta os resultados obtidos para o viaduto L.

Tabela 4.22 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 11/12					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,20	7,20	4	31,71	Médio
Guarda-rodas W	148,13	193,73	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	150,20				
Cortina Sul W	0,00	8,82	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	7,20	8,82	5		
Cortina Central Norte	7,20				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas apresentou grau de deterioração crítico, como pode ser visto na Figura 4.18, sendo necessária intervenção imediata. Além disso, foram identificados os danos manchas e abrasão do concreto, em intensidade baixa, nas famílias tabuleiro, cortina e cortina central. Esses fatores resultaram no nível médio de grau de deterioração estrutural, com recomendação de intervenção em um prazo máximo de 2 anos.



Figura 4.18 – Elemento guarda-rodas L com corrosão de armaduras, eflorescência, deslocamento, infiltração de água e manchas

4.19. QUADRA 13/14 – VIADUTO W

Os resultados obtidos para o viaduto W podem ser observados na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 13/14					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	48,05	Médio
Guarda-rodas W	152,83	190,17	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	37,41				
Cortina Sul W	8,29	10,10	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		

O elemento tabuleiro, ilustrado na Figura 4.19, apresentou os danos eflorescência, infiltração de água, manchas e abrasão do concreto, resultando no grau de deterioração igual a 70,55, considerado alto por Verly (2015), sendo recomendada intervenção em prazo máximo de 1 ano.



Figura 4.19 – Elemento tabuleiro com manchas e abrasão do concreto

A família guarda-rodas obteve grau de deterioração igual a 190,17, classificado como crítico, com necessidade de intervenção imediata. Entretanto, a estrutura apresentou grau de

deterioração igual a 48,05, classificado como médio, sendo recomendada intervenção em prazo máximo de 2 anos.

4.20. QUADRA 13/14 – VIADUTO EIXÃO

A Tabela 4.24 apresenta os resultados obtidos para o viaduto Eixão.

Tabela 4.24 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 13/14					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	4,80	4	31,49	Médio
Guarda-rodas W	162,24	198,70	1		
Guarda-rodas L	162,24				
Cortina Sul W	0,00	16,37	3		
Cortina Sul L	13,50				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O grau de deterioração estrutural obtido foi de 31,49, classificado como médio, com recomendação de intervenção em prazo máximo de 2 anos, segundo Verly (2015). Esse resultado foi obtido por conta do baixo fator de relevância atribuído à família guarda-rodas, que apresentou nível crítico de deterioração, sendo necessária intervenção imediata.

Os danos corrosão de armaduras, eflorescência, infiltração de água, manchas e abrasão do concreto sofram identificados em baixa intensidade no elemento cortina sul L, como pode ser visto na Figura 4.20. Isso proporcionou à família cortina um nível de deterioração médio.



Figura 4.20 – Elemento cortina sul L com abrasão do concreto e manchas

4.21. QUADRA 13/14 – VIADUTO L

Os resultados obtidos para o viaduto L são apresentados na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 13/14					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	65,37	Alto
Guarda-rodas W	148,13	190,76	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	114,97	123,29	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	8,29				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O nível de deterioração estrutural obtido para o viaduto L foi alto, sendo recomendada intervenção em um prazo máximo de 1 ano. Esse valor foi obtido, principalmente, devido ao grau de deterioração crítico da família guarda-rodas e do elemento cortina sul W, apresentado na Figura 4.21, que necessitam de intervenção imediata, conforme Verly (2015). Além disso, o elemento tabuleiro também obteve grau de deterioração alto ($G_{de} = 70,55$), com os danos eflorescência, infiltração de água, manchas e abrasão do concreto.



Figura 4.21 – Elemento cortina sul W com os danos abrasão do concreto e manchas

4.22. QUADRA 15/16 – VIADUTO W

A tabela 4.26 apresenta os resultados obtidos para o viaduto W.

Tabela 4.26 – Resultados obtidos para o viaduto W

Quadra 15/16					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	75,45	75,45	4	51,08	Alto
Guarda-rodas W	152,83	201,62	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	156,29				
Cortina Sul W	4,80	9,38	3		
Cortina Sul L	7,20				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	6,98				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

A família guarda-rodas obteve grau de deterioração crítico, com necessidade de intervenção imediata. O elemento tabuleiro, ilustrado na Figura 4.22, apresentou os danos corrosão de armaduras, eflorescência, infiltração de água, manchas e abrasão do concreto, resultando em grau de deterioração de 75,45, classificado como alto. A família cortina apresentou danos leves de manchas e abrasão do concreto.

Os fatores citados acima proporcionaram um grau de deterioração estrutural alto para o viaduto W, com o valor de 51,08, sendo recomendado prazo máximo de intervenção de 1 ano.



Figura 4.22 – Elemento tabuleiro com corrosão do concreto

4.23. QUADRA 15/16 – VIADUTO EIXÃO

Os resultados obtidos para o viaduto Eixão são apresentados na Tabela 4.27.

Tabela 4.27 – Resultados obtidos para o viaduto Eixão

Quadra 15/16					
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	56,80	Alto
Guarda-rodas W	129,38	143,46	1		
Guarda-rodas L	38,53				
Cortina Sul W	4,80	117,25	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	114,97				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		

Os elementos guarda-rodas W e cortina norte L apresentaram grau de deterioração crítico, sendo necessária intervenção imediata. Os danos corrosão de armaduras, eflorescência, infiltração de água, manchas e abrasão do concreto foram identificados na cortina norte L, observada na Figura 4.23. Esses foram os fatores que mais influenciaram no valor de grau de deterioração do

elemento igual a 56,80 obtido para o viaduto Eixão, classificado como nível alto e com recomendação de intervenção em prazo máximo de 1 ano (VERLY, 2015).



Figura 4.23 – Elemento cortina norte L com abrasão do concreto

4.24. QUADRA 15/16 – VIADUTO L

A Tabela apresenta os resultados obtidos para o viaduto L.

Tabela 4.28 – Resultados obtidos para o viaduto L

Quadra 15/16					
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	89,65	Sofrível
Guarda-rodas W	152,83	197,10	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	152,83				
Cortina Sul W	6,98	8,28	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		

O grau de deterioração da estrutura foi classificado como sofrível, sendo recomendada intervenção em um prazo máximo de 6 meses, conforme Verly (2015). Esse resultado foi obtido principalmente devido ao estado crítico da família guarda-rodas e do elemento tabuleiro,

apresentado na Figura 4.24, sendo necessária intervenção imediata. Os danos corrosão de armaduras, manchas e abrasão do concreto foram identificados no tabuleiro.

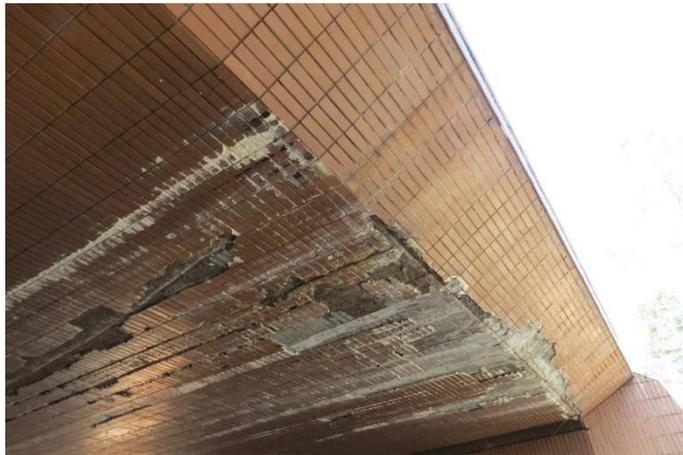


Figura 4.24 – Elemento tabuleiro com danos identificados

5. CONCLUSÕES

Este estudo avaliou o nível de deterioração estrutural dos viadutos localizados no Eixo Rodoviário Sul, por meio da metodologia GDE/UnB. Esta foi primeiramente desenvolvida para análise de estruturas convencionais de concreto armado, porém sofreu modificações e adaptações em sua formulação para aprimorar seus resultados e possibilitar a aplicação em pontes e viadutos.

A aplicação da metodologia se deve por meio de inspeções visuais, impossibilitando a verificação dos danos carbonatação do concreto e contaminação por cloretos. O dano abrasão do concreto foi adicionado à ficha de inspeção, sendo importante para representar e quantificar patologias encontradas nos viadutos.

O cálculo do grau de deterioração estrutural, a partir da formulação de Verly (2015), considerando todos os valores de G_{de} , obteve resultados muito próximos e acima dos calculados considerando somente valores de G_{de} iguais ou acima de 15, confirmando a coerência da formulação com o surgimento de novos danos.

A presença de revestimento cerâmico nos viadutos inspecionados levou à consideração de danos identificados exclusivamente na estrutura, como a camada de revestimento serve somente como camada de proteção estrutural e possui efeito meramente decorativo, os danos observados nela não interferem diretamente sobre a estrutura, não podendo ser considerados no cálculo do grau de deterioração.

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, condizentes com a realidade dos viadutos vistoriados. O viaduto W da quadra 05/06 apresentou o maior grau de deterioração da estrutura ($G_d = 97,91$), com nível sofrível, o que representa bem o estado físico da estrutura. O menor grau de deterioração da estrutura ($G_d = 23,87$) pertenceu ao viaduto Eixão da quadra 09/10, com nível médio. De forma geral, 21% dos viadutos obtiveram nível sofrível de deterioração da estrutura, 29% nível alto e 50% nível médio.

Os guarda-rodas possuem fator de relevância estrutural baixo, por não causarem interferências significantes na estrutura dos viadutos. Entretanto, no estado crítico em que se encontram, não estão aptos a exercer sua função principal de proteger os veículos contra quedas, e correm o risco de colapsar parcialmente e causar acidentes a pedestres ou carros. Portanto, é recomendável inspeção especializada e intervenção imediata nos elementos.

Alguns danos não foram possíveis de verificação por conta de camadas de pintura em cal em volta dos guarda-rodas, e do revestimento cerâmico na superfície de concreto da estrutura dos viadutos.

A pista de rolamento não apresentou nenhum dano em todos os viadutos, obtendo grau de deterioração nulo, exceto nos viadutos da quadra 15/16 onde foi identificado desgaste superficial leve.

Os resultados preliminares obtidos servem de embasamento para tomadas de decisão relacionadas a intervenções e planos de manutenção, além de proporcionar o desenvolvimento da metodologia GDE/UnB, por meio de sua aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. J. O.; 1997. Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado: Análise das Manifestações Patológicas nas Estruturas no Estado de Pernambuco. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, RS, 139 p.

AZEVEDO, C. L. L.; MARQUES, R.B.(2013). Aplicação da metodologia GDE em pontes e viadutos. Monografia de Projeto Final 2, Publicação G.PF-2013/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 84 p.

BOLDO, P.; 2002. Avaliação Quantitativa de Estruturas de Concreto Armado de Edificações no Âmbito do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado, Publicação E.DM-001A/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 295p.

CASTRO, E. K.; 1994. Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado. Dissertação de Mestrado, Publicação Nº: E.DM-004A/94, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 129 p.

CONCRETO & CONSTRUÇÕES. São Paulo: Ibracon, 2009. Disponível em: <http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_53.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes, 1ª ed. Brasília, DF, 2017, 84 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, 2. ed. Rio de Janeiro, 2004, 253 p.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA - EPL. Transporte inter-regional de carga no Brasil - Panorama 2015, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.epl.gov.br/plano-nacional-de-logistica-pnl>>. Acesso em: 26 de junho de 2018.

EUQUERES, P.; 2011. Metodologia de Inspeção em Estruturas de Pontes de Concreto Armado. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 168 p.

FONSECA, R. P.; 2007. A Estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos Históricos, Científicos e Tecnológicos de Projeto, Execução, Intervenções e Propostas de Manutenção. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 006 A/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 213p.

Laudo da UnB contradiz governo e recomenda demolição completa de viaduto do Eixão. G1 DF, Brasília, 7 de fev. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/viaduto-do-eixao-unb-contradiz-governo-e-recomenda-demolicao-do-que-restou.ghtml>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

LOPES, B. A. R.; 1998. Sistema de Manutenção Predial para Grades Estoques de Edifícios: Estudo para inclusão do componente “Estrutura de Concreto”. Dissertação de Mestrado, Publicado Nº: E.DM-011A/98, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 308p.

LOURENÇO, L. C. *et al.* Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais. Revista de Engenharia Civil. Universidade de Minho, nº 34, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. Patrimônio Mundial no Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/culture/world-heritage/list-of-world-heritage-in-brazil/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2018.

PESSOA, D. F.; 2002. A Estrutura da Catedral de Brasília: Aspectos Históricos, Científicos e Tecnológicos de Projeto, Execução, Intervenções e Proposta de Manutenção. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 243 p.

ROSA, F. B.; 2014. Comparação das Metodologias de Inspeção de Obras de Arte: Metodologia GDE/UnB e DNIT. Monografia de Projeto Final II, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 110p.

SANTIAGO, P. H. R.; AZEVEDO, V. V.; 2012. Aplicação da Metodologia GDE em Pontes e Viadutos. Monografia de Projeto Final II, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77 p.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. 1. ed. São Paulo: PINI, 1998. 250 p.

TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TCDF. Relatório de Auditoria: Avaliação da Destinação de Recursos para Obras em Andamento e os Procedimentos Afetos às Atividades de Manutenção dos Bens Públicos. Brasília, DF, 2012.

TUUTTI, K.; 1982. *Corrosion of Steel in Concrete. Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm*, 469 p.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB. Nota Técnica ENC/UNB – N°001-2018 de 07 de março de 2018. Análise Técnica das Causas do Desabamento Parcial da Estrutura do Viaduto Sobre a Galeria dos Estados – Brasília – DF.

VERLY, R. C.; 2015. Avaliação de Metodologias de Inspeção como Instrumento de Priorização de Intervenções em Obras de Arte Especiais. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-015A/15, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 178p.

ANEXO 1 – TABELAS DE INSPEÇÃO

A. ELEMENTO TABULEIRO

Tabela A.1 – Danos encontrados nos elementos tabuleiro

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Tabuleiro																		
Fator de Relevância	4																		
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	4	100	0	0	4	100
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flechas	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	2	4,8
Abrasão do concreto	3	4	60	0	0	4	60	0	0	0	0	2	4,8	4	60	0	0	4	60
		Gde	64,44	Gde	0,00	Gde	64,44	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	108,76	Gde	137,50	Gde	0,00	Gde	139,32

Tabela A.2 – Danos encontrados nos elementos tabuleiro

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Tabuleiro						Tabuleiro						Tabuleiro					
Fator de Relevância	4						4						4					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	2	3,2	0	0	2	3,2	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flechas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8
Abrasão do concreto	0	0	0	0	4	60	4	60	0	0	0	0	4	60	4	60	2	4,8
	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	64,44	Gde	70,55	Gde	0,00	Gde	7,80	Gde	64,44	Gde	64,44	Gde	7,20

Tabela A.3 – Danos encontrados nos elementos tabuleiro

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Tabuleiro						Tabuleiro					
Fator de Relevância	4						4					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	4	100
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	3,2	0	0	2	3,2	2	3,2	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flechas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	2	4,8	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0
Manchas	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8
Abrasão do concreto	4	60	0	0	4	60	4	60	0	0	4	60
	Gde	70,55	Gde	4,80	Gde	70,55	Gde	75,45	Gde	0,00	Gde	139,32

B. ELEMENTO GUARDA-RODAS W

Tabela B.1 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas W

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06														
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L										
Nome do Elemento	Guarda-Rodas W						Guarda-Rodas W						Guarda-Rodas W														
Fator de Relevância	1						1						1														
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D								
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Corrosão de armaduras	5	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100								
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Desplacamento	3	3	24	2	4,8	2	4,8	3	24	4	60	3	24	3	24	4	60	3	24								
Eflorescência	2	2	3,2	3	16	2	3,2	2	3,2	0	0	2	3,2	2	3,2	2	3,2	2	3,2								
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Fissuras	2 a 5	3	24	3	24	3	24	4	80	3	24	0	0	4	60	3	24	3	24								
Manchas	3	3	24	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	3	24								
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
Infiltração de água	3	2	4,8	3	24	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8								
	Gde		144,44	Gde		142,40	Gde		137,81	Gde		153,87	Gde		151,92	Gde		135,90	Gde		149,19	Gde		149,19	Gde		144,44

Tabela B.2 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas W

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12														
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L										
Nome do Elemento	Guarda-Rodas W						Guarda-Rodas W						Guarda-Rodas W														
Fator de Relevância	1						1						1														
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D							
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Corrosão de armaduras	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	3	40	4	100	4	100							
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Desplacamento	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	4	60	3	24	4	60	3	24	3	24							
Eflorescência	3	16	3	16	3	16	2	3,2	2	3,2	2	3,2	2	3,2	2	3,2	3	16	3	16							
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Fissuras	3	24	4	40	2	4,8	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24							
Manchas	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8							
Sinais de esmagamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
Infiltração de água	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24							
	Gde		152,83	Gde		156,14	Gde		148,13	Gde		137,81	Gde		137,81	Gde		153,70	Gde		137,81	Gde		93,68	Gde		148,13

Tabela B.3 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas W

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Guarda-Rodas W						Guarda-Rodas W					
Fator de Relevância	1						1					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimto deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	24	4	60	3	24	3	24	3	24	3	24
Eflorescência	3	16	3	16	3	16	3	16	2	3,2	3	16
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	3	24	4	60	3	24	3	24	2	4,8	3	24
Manchas	3	24	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24
Sinais de esmagamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	24	3	24	3	24	3	24	2	4,8	3	24
	Gde	152,83	Gde	162,24	Gde	148,13	Gde	152,83	Gde	129,38	Gde	152,83

C. ELEMENTO GUARDA-RODAS C

Tabela C.1 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas C

Quadra	Entrequadras 01/02					Entrequadras 03/04					Entrequadras 05/06				Entrequadras 07/08			
	Viaduto W			Viaduto L		Viaduto W			Viaduto L		Viaduto W		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto L	
Nome do Elemento	Guarda-Rodas C					Guarda-Rodas C					Guarda-Rodas C				Guarda-Rodas C			
Fator de Relevância	1					1					1				1			
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	
Cobrimto deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	5	4	100	4	100	4	100	2	8	4	100	4	100	4	100	4	100	
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	3	2	4,8	2	4,8	3	24	3	24	4	60	3	24	3	24	3	24	
Eflorescência	2	3	16	3	16	3	16	0	0	2	3,2	2	3,2	3	16	3	16	
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	2 a 5	3	24	3	24	4	100	3	24	2	8	2	4,8	2	3,2	3	24	
Manchas	3	2	4,8	4	60	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24	3	24	4	60	
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	3	3	24	3	24	3	24	0	0	2	4,8	2	4,8	3	24	3	24	
	Gde	142,40	Gde	156,29	Gde	162,80	Gde	40,80	Gde	144,69	Gde	137,81	Gde	147,70	Gde	159,68		

Tabela C.2 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas C

Quadra	Entrequadras 09/10				Entrequadras 11/12				Entrequadras 13/14				Entrequadras 15/16			
	Viaduto W		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto L	
Nome do Elemento	Guarda-Rodas C								Guarda-Rodas C							
Fator de Relevância	1								1							
Danos	Fi	D	Fi	D												
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	24	3	24	4	60	3	24	3	24	3	24	3	24	2	4,8
Eflorescência	2	3,2	2	3,2	3	16	3	16	3	16	3	16	3	16	3	16
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	3,2	2	4,8	3	24
Manchas	3	24	2	4,8	3	24	3	24	3	24	3	24	4	60	3	24
Sinais de esmagamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	2	4,8	2	4,8	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24
	Gde	144,44	Gde	137,81	Gde	159,68	Gde	148,13	Gde	148,13	Gde	147,70	Gde	156,29	Gde	148,13

D. ELEMENTO GUARDA-RODAS L

Tabela D.1 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas L

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06											
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L							
Nome do Elemento	Guarda-Rodas L												Guarda-Rodas L											
Fator de Relevância	1												1											
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D					
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Corrosão de armaduras	5	4	100	3	40	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100					
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Desplacamento	3	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24	3	24	3	24	4	60	4	60	3	24					
Eflorescência	2	3	16	3	16	2	3,2	2	3,2	2	3,2	1	1,6	2	3,2	2	3,2	3	16					
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Fissuras	2 a 5	3	24	3	24	3	24	2	4,8	3	24	0	0	4	60	4	40	3	24					
Manchas	3	2	4,8	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8					
Sinais de esmagamento	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Infiltração de água	3	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	1	2,4	2	4,8	2	4,8	3	24					
	Gde	142,40	Gde	67,95	Gde	137,81	Gde	137,81	Gde	137,81	Gde	124,70	Gde	157,04	Gde	156,90	Gde	148,13						

Tabela D.2 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas L

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12																					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L																	
Nome do Elemento	Guarda-Rodas L						Guarda-Rodas L						Guarda-Rodas L																					
Fator de Relevância	1						1						1																					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D																
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0																
Corrosão de armaduras	4	100	4	100	4	100	3	40	4	100	4	100	4	100	4	100	4	100																
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
Desplacamento	2	4,8	3	24	4	60	3	24	3	24	3	24	4	60	4	60	3	24																
Eflorescência	3	16	3	16	3	16	2	3,2	2	3,2	2	3,2	3	16	2	3,2	3	16																
Falhas de concretagem	0	0	1	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
Fissuras	2	4,8	4	40	4	60	3	24	3	24	3	24	3	24	3	24	3	32																
Manchas	3	24	2	4,8	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8	2	4,8																
Sinais de esmagamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
Infiltração de água	3	24	3	24	3	24	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24																
Gde	142,40		Gde		152,47		Gde		164,79		Gde		64,13		Gde		137,81		Gde		137,81		Gde		159,68		Gde		150,40		Gde		150,20	

Tabela D.3 – Danos encontrados nos elementos guarda-rodas L

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16															
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L											
Nome do Elemento	Guarda-Rodas L						Guarda-Rodas L															
Fator de Relevância	1						1															
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D										
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Corrosão de armaduras	0	0	4	100	4	100	4	100	0	0	4	100										
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Desplacamento	2	4,8	4	60	3	24	4	60	3	24	3	24										
Eflorescência	3	16	3	16	2	3,2	3	16	2	3,2	3	16										
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Fissuras	2	4,8	4	60	3	24	2	4,8	3	24	3	24										
Manchas	2	4,8	2	4,8	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24										
Sinais de esmagamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Infiltração de água	3	24	3	24	2	4,8	3	24	2	4,8	3	24										
Gde	37,41		Gde		162,24		Gde		137,81		Gde		156,29		Gde		38,53		Gde		152,83	

E. ELEMENTO CORTINA SUL W

Tabela E.1 – Danos encontrados nos elementos cortina sul W

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Sul W																		
Fator de Relevância	3																		
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2 a 5	0	0	0	0	0	0	0	1	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	2	4,8	0	0
Abrasão do concreto	3	2	4,8	0	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0
		Gde	7,20	Gde	4,80	Gde	7,20	Gde	13,24	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	7,20	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela E.2 – Danos encontrados nos elementos cortina sul W

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12							
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L			
Nome do Elemento	Cortina Sul W																			
Fator de Relevância	3																			
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D		
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	2	8	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eflorescência	2	3,2	2	3,2	2	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manchas	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	
Abrasão do concreto	0	0	4	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gde	12,00	Gde	142,13	Gde	7,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela E.3 – Danos encontrados nos elementos cortina sul W

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Sul W						Cortina Sul W					
Fator de Relevância	3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0
Eflorescência	2	3,2	0	0	2	3,2	0	0	0	0	1	1,6
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	1	2,4
Manchas	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	2	4,8	2	4,8
Abrasão do concreto	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
	Gde	8,29	Gde	0,00	Gde	114,97	Gde	4,80	Gde	4,80	Gde	6,98

F. ELEMENTO CORTINA CENTRAL SUL

Tabela F.1 – Danos encontrados nos elementos cortina central sul

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06							
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L			
Nome do Elemento	Cortina Central Sul						Cortina Central Sul						Cortina Central Sul							
Fator de Relevância	5						5						5							
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manchas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Abrasão do concreto	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela F.2 – Danos encontrados nos elementos cortina central sul

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Central Sul						Cortina Central Sul						Cortina Central Sul					
Fator de Relevância	5						5						5					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	3	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8
Abrasão do concreto	0	0	0	0	4	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	92,05	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	7,20

Tabela F.3 – Danos encontrados nos elementos cortina central sul

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Central Sul						Cortina Central Sul					
Fator de Relevância	5						5					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abrasão do concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

G. ELEMENTO CORTINA SUL L

Tabela G.1 – Danos encontrados nos elementos cortina sul L

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Sul L						Cortina Sul L						Cortina Sul L						
Fator de Relevância	3						3						3						
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	0	0	0	0	0	2	2	4,8	2	4,8	0	2	0	0	0	0	0	0
Abrasão do concreto	3	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
		Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	6,21	Gde	4,80	Gde	4,80	Gde	6,21	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela G.2 – Danos encontrados nos elementos cortina sul L

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Sul L						Cortina Sul L						Cortina Sul L						
Fator de Relevância	3						3						3						
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	2	8	0	0	
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	3	24	0	0	
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eflorescência	0	0	0	0	2	3,2	0	0	0	0	0	0	2	3,2	0	0	0	0	
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	
Manchas	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	
Abrasão do concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	7,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	126,90	Gde	32,35	Gde	0,00

Tabela G.3 – Danos encontrados nos elementos cortina sul L

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Sul L						Cortina Sul L					
Fator de Relevância	3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	3,2	2	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0
Abrasão do concreto	0	0	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0
	Gde	7,80	Gde	13,50	Gde	4,80	Gde	7,20	Gde	0,00	Gde	0,00

H. ELEMENTO CORTINA NORTE W

Tabela H.1 – Danos encontrados nos elementos cortina norte W

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06									
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L					
Nome do Elemento	Cortina Norte W						Cortina Norte W						Cortina Norte W									
Fator de Relevância	3						3						3									
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	D	Fi	D	Fi	D	D	Fi	D	Fi	D	D	Fi	D	Fi	D	D	
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manchas	3	2	4,8	0	0	0	0	0	2	4,8	2	2	4,8	2	4,8	0	0	0	2	4,8	0	
Abrasão do concreto	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	
	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	122,36	Gde	4,80	Gde	7,20	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	4,80

Tabela H.2 – Danos encontrados nos elementos cortina norte W

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Norte W						Cortina Norte W						Cortina Norte W					
Fator de Relevância	3						3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	24	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8
Abrasão do concreto	4	60	4	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8
	Gde	146,58	Gde	79,46	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	7,20

Tabela H.3 – Danos encontrados nos elementos cortina norte W

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Norte W						Cortina Norte W					
Fator de Relevância	3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	2	3,2	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8
Abrasão do concreto	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	0	0	0	0
	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	8,29	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	4,80

I. ELEMENTO CORTINA CENTRAL NORTE

Tabela I.1 – Danos encontrados nos elementos cortina central norte

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Central Norte												Cortina Central Norte						
Fator de Relevância	5																		
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0
Abrasão do concreto	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0
		Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	108,76	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela I.2 – Danos encontrados nos elementos cortina central norte

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Central Norte												Cortina Central Norte						
Fator de Relevância	5																		
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24	0	0	0	0	0	0	
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manchas	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	
Abrasão do concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	
		Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	30,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	7,20

Tabela I.3 – Danos encontrados nos elementos cortina central norte

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Central Norte						Cortina Central Norte					
Fator de Relevância	5						5					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abrasão do concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

J. ELEMENTO CORTINA NORTE L

Tabela J.1 – Danos encontrados nos elementos cortina norte L

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06						
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		
Nome do Elemento	Cortina Norte L						Cortina Norte L						Cortina Norte L						
Fator de Relevância	3						3						3						
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	5	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	2	2	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	3	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	3	2	4,8	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
Abrasão do concreto	3	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0
	Gde	13,50	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	7,20	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	

Tabela J.2 – Danos encontrados nos elementos cortina norte L

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Norte L						Cortina Norte L						Cortina Norte L					
Fator de Relevância	3						3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	2	3,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manchas	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8
Abrasão do concreto	0	0	0	0	2	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	8,29	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	7,20

Tabela J.3 – Danos encontrados nos elementos cortina norte L

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Cortina Norte L						Cortina Norte L					
Fator de Relevância	3						3					
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Cobrimento deficiente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrosão de armaduras	0	0	0	0	0	0	0	0	4	100	0	0
Desagregação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deslocamento por empuxo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desplacamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desvio de geometria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eflorescência	0	0	0	0	0	0	1	1,6	2	3,2	0	0
Falhas de concretagem	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fissuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infiltração de água	0	0	0	0	0	0	1	2,4	2	4,8	0	0
Manchas	0	0	2	4,8	2	4,8	2	4,8	2	4,8	0	0
Abrasão do concreto	0	0	2	4,8	2	4,8	0	0	2	4,8	0	0
	Gde	0,00	Gde	7,20	Gde	7,20	Gde	6,98	Gde	114,97	Gde	0,00

K. ELEMENTO PISTA DE ROLAMENTO

Tabela K.1 – Danos encontrados nos elementos pista de rolamento

Quadra	Entrequadras 01/02						Entrequadras 03/04						Entrequadras 05/06							
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L			
Nome do Elemento	Pista de Rolamento																			
Fator de Relevância	2																			
Danos	Fp	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	
Descontinuidade	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desgaste superficial	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Desgaste da sinalização	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00

Tabela K.2 – Danos encontrados nos elementos pista de rolamento

Quadra	Entrequadras 07/08						Entrequadras 09/10						Entrequadras 11/12					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Pista de Rolamento																	
Fator de Relevância	2																	
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Descontinuidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgaste superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4,8	0	0
Desgaste da sinalização	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	0,00

Tabela K.3 – Danos encontrados nos elementos pista de rolamento

Quadra	Entrequadras 13/14						Entrequadras 15/16					
	Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L		Viaduto W		Viaduto Eixão		Viaduto L	
Nome do Elemento	Pista de Rolamento											
Fator de Relevância	2											
Danos	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D	Fi	D
Descontinuidade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgaste superficial	2	4,8	0	0	0	0	0	0	2	4,8	2	4,8
Desgaste da sinalização	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gde	4,80	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	0,00	Gde	4,80	Gde	4,80

L. RESULTADOS DA QUADRA 01/02

Tabela L.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 01/02 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 01/02					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	44,34	Médio
Guarda-rodas W	144,44	186,30	1		
Guarda-rodas C	142,40				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	7,20	16,83	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	13,50				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	24,08	Médio
Guarda-rodas W	142,40	163,79	1		
Guarda-rodas L	67,95				
Cortina Sul W	4,80				
Cortina Sul L	0,00	4,80	3		
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00				
Cortina Central Norte	0,00	0,00	5		
Pista de Rolamento	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	44,19	Médio
Guarda-rodas W	137,81	200,04	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	7,20	9,12	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela L.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 01/02 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 01/02					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	43,44	Médio
Guarda-rodas W	144,44	186,30	1		
Guarda-rodas C	142,40				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	7,20	0,00	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	13,50				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	23,17	Médio
Guarda-rodas W	142,40	163,79	1		
Guarda-rodas L	67,95				
Cortina Sul W	4,80	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	43,71	Médio
Guarda-rodas W	137,81	200,04	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	7,20	0,00	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

M.RESULTADOS DA QUADRA 03/04

Tabela M.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 03/04 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 03/04					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	32,12	Médio
Guarda-rodas W	153,87	208,60	1		
Guarda-rodas C	162,80				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	13,24	15,78	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	61,01	Alto
Guarda-rodas W	151,92	184,55	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	124,65	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	122,36				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	108,76	108,76	4	70,46	Alto
Guarda-rodas W	135,90	169,14	1		
Guarda-rodas C	40,80				
Guarda-rodas L	124,70				
Cortina Sul W	0,00	9,12	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela M.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 03/04 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 03/04					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	29,50	Médio
Guarda-rodas W	153,87	208,60	1		
Guarda-rodas C	162,80				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	13,24	0,00	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	59,98	Alto
Guarda-rodas W	151,92	184,55	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	122,36	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	122,36				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	108,76	108,76	4	69,62	Alto
Guarda-rodas W	135,90	169,14	1		
Guarda-rodas C	40,80				
Guarda-rodas L	124,70				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	6,21				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

N. RESULTADOS DA QUADRA 05/06

Tabela N.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 05/06 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 05/06					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	137,50	137,50	4	97,91	Sofrível
Guarda-rodas W	149,19	201,83	1		
Guarda-rodas C	144,69				
Guarda-rodas L	157,04				
Cortina Sul W	7,20	8,82	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	108,76	5		
Cortina Central Norte	108,76				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	27,07	Médio
Guarda-rodas W	149,19	191,35	1		
Guarda-rodas L	156,90				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	88,79	Sofrível
Guarda-rodas W	144,44	190,62	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	148,13				
Cortina Sul W	0,00	4,80	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela N.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 05/06 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 05/06					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	137,50	137,50	4	97,65	Sofrível
Guarda-rodas W	149,19	201,83	1		
Guarda-rodas C	144,69				
Guarda-rodas L	157,04				
Cortina Sul W	7,20	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	108,76	5		
Cortina Central Norte	108,76				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	27,07	Médio
Guarda-rodas W	149,19	191,35	1		
Guarda-rodas L	156,90				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	88,30	Sofrível
Guarda-rodas W	144,44	190,62	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	148,13				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

O. RESULTADOS DA QUADRA 07/08

Tabela O.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 07/08 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 07/08					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	73,59	Alto
Guarda-rodas W	152,83	196,61	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	12,00	152,03	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	146,58				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	4,80	4	80,06	Sofrível
Guarda-rodas W	156,14	190,85	1		
Guarda-rodas L	152,47				
Cortina Sul W	142,13	165,66	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	79,46				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	82,10	Sofrível
Guarda-rodas W	148,13	211,76	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	164,79				
Cortina Sul W	7,80	10,66	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	8,29				
Cortina Central Sul	92,05	94,30	5		
Cortina Central Norte	4,80				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela).2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 07/08 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 07/08					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	71,16	Alto
Guarda-rodas W	152,83	196,61	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	142,40				
Cortina Sul W	12,00	146,58	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	146,58				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	0,00	4	79,45	Alto
Guarda-rodas W	156,14	190,85	1		
Guarda-rodas L	152,47				
Cortina Sul W	142,13	165,66	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	79,46				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	79,86	Alto
Guarda-rodas W	148,13	211,76	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	164,79				
Cortina Sul W	7,80	0,00	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	8,29				
Cortina Central Sul	92,05	92,05	5		
Cortina Central Norte	4,80				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

P. RESULTADOS DA QUADRA 09/10

Tabela P.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 09/10 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 09/10					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	47,09	Médio
Guarda-rodas W	137,81	181,74	1		
Guarda-rodas C	144,44				
Guarda-rodas L	64,13				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	23,87	Médio
Guarda-rodas W	137,81	168,78	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,80	7,80	4	33,88	Médio
Guarda-rodas W	153,70	196,96	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	30,00	5		
Cortina Central Norte	30,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela P.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 09/10 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 09/10					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	47,09	Médio
Guarda-rodas W	137,81	181,74	1		
Guarda-rodas C	144,44				
Guarda-rodas L	64,13				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	23,87	Médio
Guarda-rodas W	137,81	168,78	1		
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,80	0,00	4	33,34	Médio
Guarda-rodas W	153,70	196,96	1		
Guarda-rodas C	137,81				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	30,00	5		
Cortina Central Norte	30,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Q. RESULTADOS DA QUADRA 11/12

Tabela Q.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 11/12 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 11/12					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	68,12	Alto
Guarda-rodas W	137,81	205,15	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	159,68				
Cortina Sul W	4,80	129,19	3		
Cortina Sul L	126,90				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	45,14	Médio
Guarda-rodas W	93,68	176,92	1		
Guarda-rodas L	150,40				
Cortina Sul W	0,00	35,86	3		
Cortina Sul L	32,35				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,20	7,20	4	31,71	Médio
Guarda-rodas W	148,13	193,73	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	150,20				
Cortina Sul W	0,00	8,82	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	7,20	8,82	5		
Cortina Central Norte	7,20				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela Q.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 11/12 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 11/12					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	67,01	Alto
Guarda-rodas W	137,81	205,15	1		
Guarda-rodas C	159,68				
Guarda-rodas L	159,68				
Cortina Sul W	4,80	126,90	3		
Cortina Sul L	126,90				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	64,44	64,44	4	44,88	Médio
Guarda-rodas W	93,68	176,92	1		
Guarda-rodas L	150,40				
Cortina Sul W	0,00	32,35	3		
Cortina Sul L	32,35				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	4,80				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	7,20	0,00	4	27,40	Médio
Guarda-rodas W	148,13	193,73	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	150,20				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	7,20				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	7,20	0,00	5		
Cortina Central Norte	7,20				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

R. RESULTADOS DA QUADRA 13/14

Tabela R.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 13/14 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 13/14					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	48,05	Médio
Guarda-rodas W	152,83	190,17	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	37,41				
Cortina Sul W	8,29	10,10	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	4,80	4	31,49	Médio
Guarda-rodas W	162,24	198,70	1		
Guarda-rodas L	162,24				
Cortina Sul W	0,00	16,37	3		
Cortina Sul L	13,50				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	65,37	Alto
Guarda-rodas W	148,13	190,76	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	114,97	123,29	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	8,29				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

Tabela R.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 13/14 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 13/14					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	47,27	Médio
Guarda-rodas W	152,83	190,17	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	37,41				
Cortina Sul W	8,29	0,00	3		
Cortina Sul L	7,80				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	4,80	0,00	4	28,10	Médio
Guarda-rodas W	162,24	198,70	1		
Guarda-rodas L	162,24				
Cortina Sul W	0,00	0,00	3		
Cortina Sul L	13,50				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	70,55	70,55	4	61,29	Alto
Guarda-rodas W	148,13	190,76	1		
Guarda-rodas C	147,70				
Guarda-rodas L	137,81				
Cortina Sul W	114,97	114,97	3		
Cortina Sul L	4,80				
Cortina Norte W	8,29				
Cortina Norte L	7,20				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		

S. RESULTADOS DA QUADRA 15/16

Tabela S.1 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 15/16 considerando todos os valores de G_{de}

Quadra 15/16					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	75,45	75,45	4	51,08	Alto
Guarda-rodas W	152,83	201,62	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	156,29				
Cortina Sul W	4,80	9,38	3		
Cortina Sul L	7,20				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	6,98				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	56,80	Alto
Guarda-rodas W	129,38	143,46	1		
Guarda-rodas L	38,53				
Cortina Sul W	4,80	117,25	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	114,97				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	89,65	Sofrível
Guarda-rodas W	152,83	197,10	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	152,83				
Cortina Sul W	6,98	8,28	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	4,80	2		

Tabela S.2 – Resultados encontrados para os viadutos da quadra 15/16 considerando somente os valores de $G_{de} \geq 15$

Quadras 15/16					
Viaduto W					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	75,45	75,45	4	50,51	Alto
Guarda-rodas W	152,83	201,62	1		
Guarda-rodas C	156,29				
Guarda-rodas L	156,29				
Cortina Sul W	4,80	0,00	3		
Cortina Sul L	7,20				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	6,98				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	0,00	0,00	2		
Viaduto Eixão					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	0,00	0,00	4	55,49	Alto
Guarda-rodas W	129,38	143,46	1		
Guarda-rodas L	38,53				
Cortina Sul W	4,80	114,97	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	0,00				
Cortina Norte L	114,97				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	0,00	2		
Viaduto L					
Elementos	Grau de Deterioração do Elemento	Grau de Deterioração da Família	Fator de Relevância	Grau de Deterioração Estrutural	Nível de Deterioração
Tabuleiro	139,32	139,32	4	88,52	Sofrível
Guarda-rodas W	152,83	197,10	1		
Guarda-rodas C	148,13				
Guarda-rodas L	152,83				
Cortina Sul W	6,98	0,00	3		
Cortina Sul L	0,00				
Cortina Norte W	4,80				
Cortina Norte L	0,00				
Cortina Central Sul	0,00	0,00	5		
Cortina Central Norte	0,00				
Pista de Rolamento	4,80	0,00	2		