



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS
Curso: Engenharia Civil

ANTÔNIO AUGUSTO PARANAGUÁ E LAGO NETO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO E
ESTABILIDADE DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA REGIÃO DE
BRASÍLIA DE ACORDO COM A METODOLOGIA DO DNIT**

Brasília
2019

ANTÔNIO AUGUSTO PARANAGUÁ E LAGO NETO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO E
ESTABILIDADE DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA REGIÃO DE
BRASÍLIA DE ACORDO COM A METODOLOGIA DO DNIT**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Eng.º Civil Nathann Vasconcelos Gomes, MSc.

Brasília
2019

ANTÔNIO AUGUSTO PARANAGUÁ E LAGO NETO

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO E
ESTABILIDADE DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA REGIÃO DE
BRASÍLIA DE ACORDO COM A METODOLOGIA DO DNIT**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Eng.º Civil Nathann Vasconcelos Gomes, MSc

Brasília, 3 de julho de 2019.

Banca Examinadora

Nathann Vasconcelos Gomes, MSc.
Orientador

Sérgio Garavelli, MSc.
Examinador 1

Erika Regina Castro, MSc.
Examinadora 2

*“Quando tudo parecer dar errado
em sua vida, lembre-se que o avião
decola contra o vento, e não a
favor dele. ”*

Henry Ford

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, pela oportunidade de fazer o curso.

Aos meus pais Elsa e Nogueira pela criação, dedicação, pelo exemplo de amor incondicional e integridade, por ter investido na minha educação da melhor forma possível, pelos conselhos, pelo zelo e carinho. À minha namorada Fernanda pelo seu amor e alegria que sempre me motivou para essa graduação, pelos seus ótimos conselhos e conversas para aliviar o estresse.

Ao Centro Universitário de Brasília – UniCEUB pela minha formação como engenheiro civil.

Aos amigos que fiz durante a caminhada da graduação, pelo incentivo, conversas e conhecimento compartilhado, especialmente para o José Vinícius, Gabriel, Yago e Karita.

Aos professores por toda a paciência e esforço para nos dar o melhor conhecimento possível, sempre mostrando o melhor caminho a seguir. Em especial ao professor Nathann por ter confiado e acreditado em mim no desenvolvimento deste trabalho. À professora Érika que não mediu esforços para me ajudar e aconselhar durante a elaboração do trabalho.

RESUMO

Qualquer obra de concreto armado está sujeita às intempéries e patologias, as obras de arte especiais não são diferentes. Seu uso contínuo e a falta de programas preventivos de manutenção são responsáveis por isso. A detecção e o controle das patologias que afetam a estrutura demandam procedimentos de inspeção e avaliação que dependerão do grau de conservação e estabilidade da obra, além disso os procedimentos precisam estar padronizados para conseguir sistematizar as avaliações. Este trabalho teve como objetivo avaliar as condições de conservação e estabilidade de OAEs na região de Brasília, através de inspeções rotineiras. Foram escolhidas obras públicas com necessidade de manutenção urgente segundo o Tribunal de Contas do Distrito Federal. Verificou-se que a patologia mais comum nas estruturas inspecionadas foi a corrosão das armaduras que é diretamente influenciada pela ação da água enquanto agente deteriorante. Concluiu-se que se houvesse cumprimento das inspeções programadas, as patologias apresentadas poderiam ter sido menos significativas às obras.

Palavras chave: Obras de arte especiais. Patologia. Metodologia de inspeção.

ABSTRACT

Any work of reinforced concrete is subject to the weather and pathologies, the special bridges are not different. Its continued use and the lack of preventive maintenance programs are responsible for this. Detection and control of pathologies that affect the structure require inspection and evaluation procedures that will depend on the degree of conservation and stability of the bridges, in addition the procedures must be standardized in order to systematize the evaluations. This work had as objective to evaluate the conditions of conservation and stability of bridges in the region of Brasília, through routine inspections. Public works in need of urgent maintenance were chosen according to the Federal District Court of Audit. It was verified that the most common pathology in the inspected structures was the corrosion of the reinforcement that is directly influenced by the action of water as a deteriorating agent. It was concluded that if the scheduled inspections were complied with, the pathologies presented could have been avoided.

Key words: Bridges. Pathology. Inspection methodology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Tipos de pontes: (a) Ponte em laje, (b) Ponte treliçada, (c) e (d) Ponte em arco, (e) Ponte pênsil, (f) Ponte estaiada e (g) Ponte mista. | 15 |
| Figura 2: Elementos constituintes de uma ponte..... | 16 |
| Figura 3: : Conceitos gerais correlatos à patologia das construções..... | 17 |
| Figura 4: Desempenho ao longo do tempo | 17 |
| Figura 5: Vista de um dos pilares da ponte, mostrando o deslocamento do concreto de cobertura provocado pela corrosão da armadura..... | 19 |
| Figura 6: Esquema da corrosão na armadura | 20 |
| Figura 7: Deterioração do concreto: (a) devido ao processo de lixiviação, (b) biofilme na superfície do concreto..... | 21 |
| Figura 8: OAEs pontuadas respectivamente | 30 |
| Figura 9: Viaduto sobre a N2 (Destacado)..... | 31 |
| Figura 10: Viaduto sobre a S2 (Destacado) | 31 |
| Figura 11: Viaduto 203/204 Sul (Destacado)..... | 32 |
| Figura 12: Vista lateral do Viaduto sobre a N2..... | 35 |
| Figura 13: Manchas de umidade e eflorescência na parte inferior da laje | 36 |
| Figura 14: Deslocamento do concreto devido a corrosão da armadura..... | 36 |
| Figura 15: Armadura exposta no acesso do viaduto | 37 |
| Figura 16: Vista lateral do Viaduto sobre a S2 | 37 |
| Figura 17: Manchas de umidade na lateral da laje principal devido à falta de pingadeira | 38 |
| Figura 18: Manchas de bolor na lateral da laje principal devido à falta de pingadeira..... | 39 |
| Figura 19: Vista lateral do Viaduto 203/204 Sul..... | 39 |
| Figura 20: Deslocamento do revestimento e eflorescências..... | 40 |
| Figura 21: Tabuleiro do viaduto apresentando armadura rompida | 41 |
| Figura 22: Eflorescências no teto | 41 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Classe de agressividade ambiental..... | 22 |
| Quadro 2: Limite de abertura de fissuras do concreto armado..... | 22 |
| Quadro 3: Critérios para atribuição de notas técnicas..... | 27 |
| Quadro 4: Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade..... | 28 |
| Quadro 5: Estado de conservação das OAEs visitadas pelo TCDF..... | 33 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CREA | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia |
| DNIT | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes |
| NBR | Norma Brasileira |
| OAE | Obras de Arte Especial |
| SGO | Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais |
| TCDF | Tribunal de Contas do Distrito Federal |
| VMD | Volume Médio Diário |
| VUP | Vida Útil de Projeto |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 OBJETIVOS | 13 |
| 2.1 Objetivo geral | 13 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 14 |
| 3.1 Obras de Arte Especiais | 14 |
| 3.1.1 Conceitos iniciais | 14 |
| 3.1.2 Elementos constituintes das OAEs | 15 |
| 3.2 Manifestações patológicas em OAEs..... | 16 |
| 3.2.1 Corrosão de armaduras..... | 18 |
| 3.2.2 Deterioração e biodeterioração do concreto..... | 20 |
| 3.2.3 Deformações excessivas e recalque de apoio | 21 |
| 3.2.4 Fissuras..... | 21 |
| 3.2.5 Falhas causadas por colisão | 23 |
| 3.3 Inspeção e avaliação das OAEs..... | 23 |
| 3.3.1 Tipos de inspeção | 24 |
| 3.3.2 Profissionais de inspeção..... | 26 |
| 3.3.3 Sistema de gerenciamento de Obras de Arte Especiais – SGO | 26 |
| 3.3.4. Critérios de avaliação adotado pelo DNIT | 27 |
| 3.3.5 Critérios de avaliação da norma NBR 9452:2016 | 28 |
| 4 METODOLOGIA..... | 30 |
| 5 ANÁLISES E RESULTADOS | 35 |
| 5.1 Viaduto sobre a N2..... | 35 |
| 5.1.1 Características físicas | 35 |
| 5.1.2 Dados das inspeções | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 5.1.3 Acervo fotográfico | 36 |
| 5.2 Viaduto sobre a S2 | 37 |
| 5.2.1 Características físicas | 37 |
| 5.2.2 Dados da inspeção..... | 37 |
| 5.2.3 Acervo fotográfico | 38 |
| 5.3 Viaduto 203/204 Sul..... | 39 |
| 5.3.1 Características físicas | 39 |
| 5.3.2 Dados da inspeção..... | 39 |
| 5.3.3 Acervo fotográfico | 40 |
| 5.4 Análise dos resultados | 42 |
| 6 CONCLUSÕES..... | 43 |
| 6.1 Considerações finais | 43 |
| 6.2 Sugestões para trabalhos futuros | 44 |
| REFERÊNCIAS | 45 |
| ANEXO A - Ficha de inspeção cadastral expedita..... | 47 |
| ANEXO B – ficha de inspeção rotineira..... | 50 |
| APÊNDICE A – Fichas de inspeções cadastrais expedita | 51 |
| APÊNDICE B – Fichas de inspeções rotineiras..... | 53 |

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, a humanidade necessita ultrapassar obstáculos para realizar suas tarefas e foi com esse propósito que as primeiras pontes surgiram (MACHADO; SARTORTI, 2010).

As vias terrestres são muito importantes para o desenvolvimento social e econômico do Brasil, tendo em vista que nosso país apresenta um predomínio do modal rodoviário em sua estrutura de transportes. Mas, para que esse desenvolvimento seja eficiente é preciso das Obras de Artes Especiais – OAEs, pois são elementos indispensáveis dentro de um sistema viário, elas interligam cidades, transpõe rios, lagos, rodovias, ferrovias e etc.

Para o sistema viário ser contínuo e efetivo, é necessário a manutenção periódica de todos os elementos que as constituem. A cultura de inspeção e manutenção das OAEs no Brasil é recente, sendo da década de 80 os primeiros estudos de patologia nas estruturas. Em 2003, foram apresentados com maior destaque aspectos relacionados à durabilidade e degradação das estruturas, com as publicações das revisões das Normas Técnicas, como o caso da NBR 6118 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

Assim como os edifícios, as pontes e os viadutos também necessitam de controle do estado de conservação, e como toda estrutura, os materiais que a compõe sofrem processos de deterioração, ocorrendo mudanças em suas propriedades e podendo ocasionar perda de desempenho. Segundo Verly (2015), caso não haja um plano de manutenção, a estrutura atingirá uma situação em que limitar seu carregamento ou interditar por completo a mesma, serão as únicas alternativas para evitar um dano maior.

O Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), tem sob a sua responsabilidade a administração das OAEs do Brasil, e para fazer essa administração foi criado o Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO), que será explicado seu funcionamento no decorrer do trabalho.

Este trabalho tem como motivação analisar a metodologia de inspeção de pontes e viadutos de concreto armado utilizado pelo DNIT, a fim de apresentar os pontos positivos e negativos dessa metodologia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar as condições de conservação de Obras de Arte Especiais na região de Brasília, as quais carecem de adequados planos de manutenção, utilizando para isto a metodologia de inspeção proposta pelo DNIT.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Escolher as OAEs de acordo com o relatório de auditoria do TCDF que apontou as obras públicas com necessidade de manutenção urgente, levando em consideração maior facilidade para a realização de visitas e ensaios;
- Avaliar as condições das OAEs de acordo com a metodologia; e
- Fazer uma análise da metodologia utilizada;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Obras de Arte Especiais

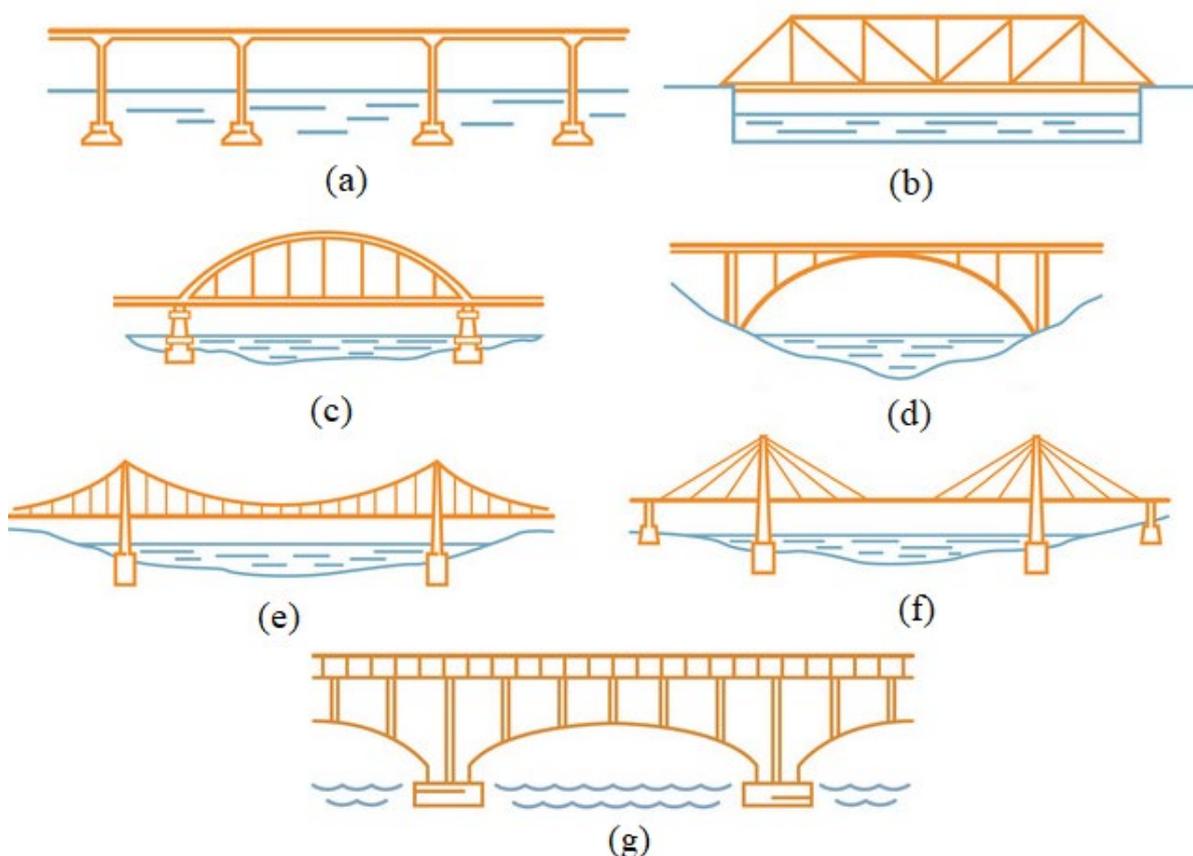
3.1.1 Conceitos iniciais

Denomina-se ponte a estrutura destinada a transposição de obstáculos à continuidade de uma via, podendo esses obstáculos ser constituídos de água ou não. Quando a ponte tem por objetivo a transposição de vales, outras vias ou obstáculos não constituídos por água, é comumente denominada viaduto (PFEIL,1983).

É comum denominar pontilhões e bueiros, as pontes de pequenos vãos, havendo divergência entre os vãos limites dos pontilhões, porém de acordo com Marchetti (2009) vãos de até dois metros são considerados bueiros, vão entre dois e dez metros são pontilhões e maiores que dez metros são pontes.

Segundo a natureza do tráfego temos as pontes rodoviárias, pontes para pedestres, pontes mistas, pontes ferroviárias, pontes aeroviárias (MARCHETTI, 2009). Segundo o sistema estrutural temos as pontes em vigas, em lajes, treliçadas, em arco, pênseis e estaiadas (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2018).

Figura 1: Tipos de pontes: (a) Ponte em laje, (b) Ponte treliçada, (c) e (d) Ponte em arco, (e) Ponte pênsil, (f) Ponte estaiada e (g) Ponte mista.



Fonte: <https://civilread.com/different-types-of-bridges/>

3.1.2 Elementos constituintes das OAEs

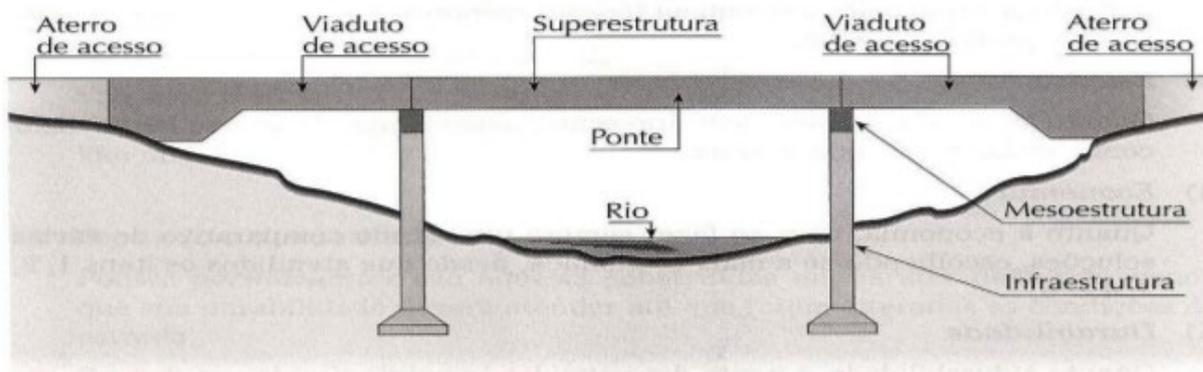
As pontes podem ser divididas, sob o ponto de vista funcional, em três partes principais: infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura, conforme Figura 2 (PFEIL, 1983).

A infraestrutura trata-se da fundação, ela é responsável por transferir a carga da mesoestrutura para o terreno natural. A infraestrutura é constituída por blocos, estacas, tubulões, sapatas e etc.

A mesoestrutura, constituída pelos pilares, encontros e aparelhos de apoio, é o elemento que recebe a carga a superestrutura e transfere para a infraestrutura.

A superestrutura é constituída de vigas e lajes, é o elemento de suporte imediato do estrado, onde se encontra a parte útil da obra, sob o ponto de vista de sua finalidade.

Figura 2: Elementos constituintes de uma ponte



Fonte: MARCHETTI, 2009

3.2 Manifestações patológicas em OAES

Segundo Helene (2003, p.19), “Patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, o mecanismo, as causas e as origens dos defeitos da construção civil, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”. Embora não faça parte do diagnóstico, é recomendado também que se saiba o prognóstico, a fim de conhecer suas consequências.

Os sintomas, ou manifestações patológicas, são manifestações externas que podem ser detectadas a partir de observações visuais, e podem indicar a natureza, a origem e os mecanismos dos problemas envolvidos, orientando dessa forma um primeiro diagnóstico (HELENE, 2003). São exemplos de sintomas as fissuras, manchas, corrosão de armadura, degradação do concreto, flechas excessivas e etc.

Outros termos associados a patologia de estruturas são durabilidade, vida útil e desempenho. O desempenho da construção é afetado pelos danos existentes na estrutura, o tempo e as condições de exposição são fatores que contribuem para a evolução dos danos. Dessa forma, vida útil, durabilidade e desempenho são as três pontas de um triângulo que são afetadas pela ocorrência dos danos, conforme mostrado na Figura 3 (ANDRADE, 2005).

Figura 3: Conceitos gerais correlatos à patologia das construções

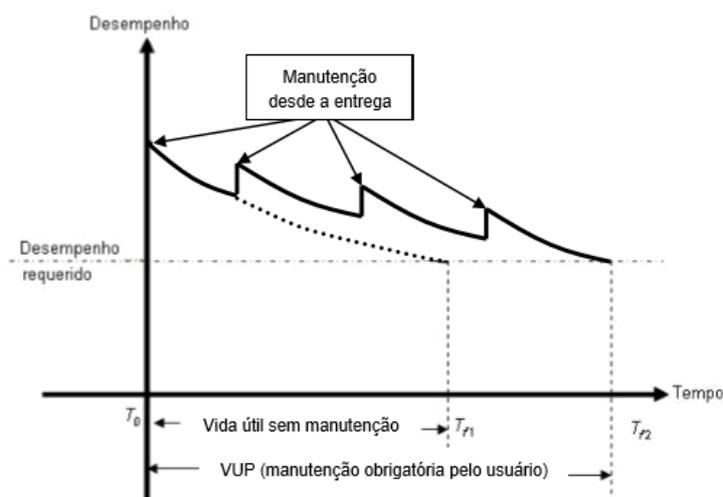


Fonte: ANDRADE, 2005.

A NBR 15575-1:2013 define o desempenho como o “comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas”. Apesar de se tratar de edificações habitacionais, esse conceito pode ser aplicado inclusive em OAEs, o que influi diretamente na sua vida útil.

No que tange à vida útil, a mesma pode ser prolongada com ações de manutenção, o que agregará maior desempenho ao longo do tempo, levando a atingir a vida útil de projeto. A figura 4 demonstra como a manutenção programada interfere no desempenho da estrutura.

Figura 4: Desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2013

A interação entre a estrutura e o ambiente pode reduzir o desempenho dos materiais, em consequência do comprometimento das suas propriedades. Segundo Callister e Rethwisch

(2013) os materiais podem ser divididos em três grandes grupos: metais, cerâmicos e poliméricos, e os mecanismos de deterioração são diferentes nos três:

- Nos metais ocorre uma efetiva perda de matéria, seja ela por corrosão ou por oxidação;
- Os materiais cerâmicos, mesmo sendo mais resistentes, podem sofrer deterioração em ambientes extremos;
- Os polímeros podem se dissolver quando expostos a solventes, ou absorver os solventes e inchar. A radiação ultravioleta e o calor também podem promover alterações químicas.

No caso da estrutura de concreto, podem ter suas causas separadas em dois grandes grupos: causas físicas e causas químicas.

As causas físicas podem ser divididas em desgaste superficial e fissuração. Já as causas químicas podem ser divididas em: reações troca catiônica entre fluidos agressivos e a pasta de cimento; hidrólise e lixiviação de produtos de hidratação do cimento; e as reações envolvendo a formação de produtos expansivos. Salienta-se que a divisão entre causas químicas e físicas é puramente arbitrária, uma vez que as duas se sobrepõem (METHA; MONTEIRO, 2008).

3.2.1 Corrosão de armaduras

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (2004) esse é um dos principais danos que ocorrem nas estruturas de concreto armado, e pode se manifestar na superfície do elemento estrutural por meio de manchas, deslocamento (Figura 5) ou fissuras.

Figura 5: Vista de um dos pilares da ponte, mostrando o deslocamento do concreto de cobrimento provocado pela corrosão da armadura.



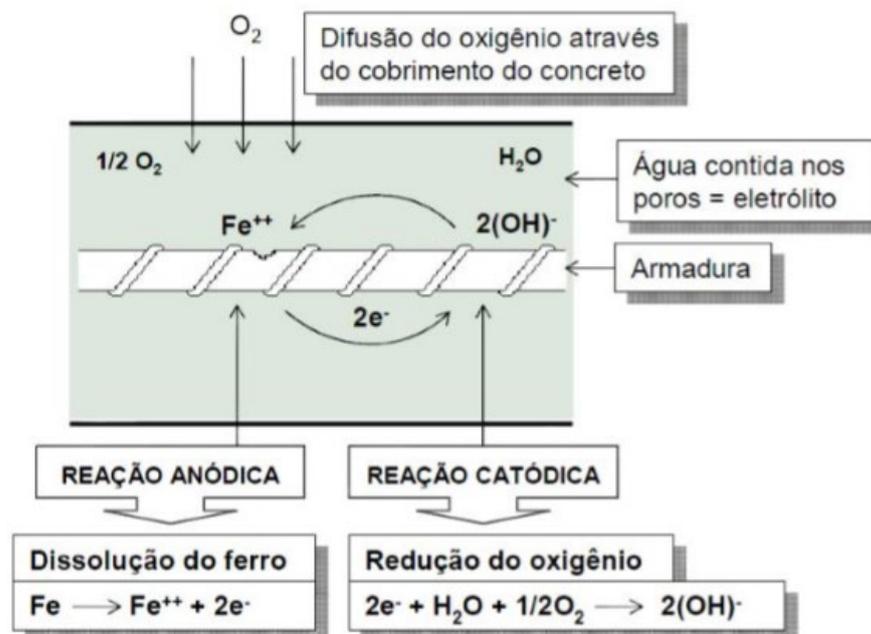
Fonte: <http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/crea-constata-anomalias-na-ponte-de-igapa/412729>

O concreto, em condições habituais, fornece às armaduras um elevado grau de proteção contra a corrosão, uma proteção física por meio da camada de cobrimento que dificulta a entrada de agentes agressivos do meio, e química devido ao pH elevado do extrato aquoso, promovendo a passivação da armadura, que pode ser entendida como a formação de um filme de óxidos e hidróxidos, sendo que os mais comuns são: FeO , Fe_3O_4 , Fe_2O_3 e $\text{Fe}(\text{OH})_2$ (RIBEIRO; CUNHA, 2014).

A despassivação da armadura se dá basicamente de duas formas: carbonatação, pela exposição a substâncias como gás carbônico (CO_2), dióxido de enxofre (SO_2) e etc, tendo como consequência a redução de pH, e pela ação dos cloretos, que promovem a ruptura local da camada passivadora (SOUZA, 2014; ROCHA, 2015).

Quando eliminada a proteção da armadura, sua corrosão ocorre por um processo eletroquímico, um dos metais torna-se anódico e outro catódico. As alterações químicas que ocorrem, acontecem como na Figura 6.

Figura 6: Esquema da corrosão na armadura



Fonte: DUARTE; 2010

A produção da ferrugem é acompanhada por aumento de volume. Acredita-se que esse volume seja a principal causa da expansão e fissuração do concreto. É importante destacar que a reação não progride sem que haja fluxo de elétrons no sentido do cátodo, dessa maneira, a presença tanto do oxigênio (oxidação) como da água (eletrólito) é absolutamente necessária (METHA; MONTEIRO, 2008).

3.2.2 Deterioração e biodeterioração do concreto

Segundo Carvalho (2018) a deterioração do concreto é provocada por processos físicos, químicos e biológicos.

Nos processos químicos ocorrem reações expansivas e destrutivas devido ao ataque à pasta de cimento por águas sulfatadas e solos que contêm magnésio, cálcio ou sulfato de sódio, ou pela denominada reação álcali-agregado. Também podem ocorrer a deterioração do concreto devido à lixiviação, que dissolve o hidróxido de cálcio e outros compostos devido a percolação de águas puras, ácidas e carbônicas através dos vazios ou fissuras do concreto, formando eflorescências na superfície (PFEIL, 1983).

O mecanismo de biodegradação do concreto ocorre pela interação entre o meio ambiente e o material utilizado, podendo trazer danos leves como manchas (biofilme) na superfície do concreto, ou mais agressivos como ataque de ácidos que resultam na dissolução de compostos afetando sua durabilidade e perda de resistência do concreto (CARVALHO, 2018).

Figura 7: Deterioração do concreto: (a) devido ao processo de lixiviação, (b) biofilme na superfície do concreto



Fonte: <https://pixabay.com/pt/photos/cimento-parede-lixivia%C3%A7%C3%A3o-concretos-2729625/>

3.2.3 Deformações excessivas e recalque de apoio

Toda obra está sujeita a deslocamentos verticais, seja durante a obra ou até um tempo, após a sua conclusão. Quando esse deslocamento ocorre na fundação de maneira igual, geralmente não causa problemas estruturais, porém, se por algum motivo ocorrer recalques diferenciais, podem surgir trincas e comprometer a estrutura (SOUZA; RIPPER, 1998).

Quando se fala de deformação excessiva, refere-se as flechas que ocorrem nas vigas e lajes acima do previsto em projeto, provocando fissuras e podendo comprometer a estabilidade da estrutura.

Segundo Helene (2003), as causas mais comuns para deformações excessivas são ações de cargas externas, que podem ter origem na etapa de um projeto (estimativa incorreta das ações das cargas), na execução da obra (como cargas precoces na estrutura) e na etapa de uso da estrutura (como mudança de uso implicando sobrecargas).

3.2.4 Fissuras

As fissuras estão presentes em qualquer estrutura de concreto armado, e por si só, não indica perda de resistência ou durabilidade. Segundo o Departamento Nacional de

Infraestrutura e Transporte (2004) as fissuras são inevitáveis, em virtude das tensões de tração provocadas pela flexão, força cortante e torção.

A NBR 6118:2014 apresenta os limites para fissuração e proteção das armaduras em relação a agressividade ambiental, visando a durabilidade. O Quadro 1 relaciona o ambiente em que a estrutura irá atuar com a classe de agressividade ambiental e o Quadro 2 apresenta a abertura limite de fissura.

Quadro 1: Classe de agressividade ambiental

| Classe de agressividade ambiental | Agressividade | Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto | Risco de deterioração da estrutura |
|-----------------------------------|---------------|--|------------------------------------|
| I | Fraca | Rural | Insignificante |
| | | Submersa | |
| II | Moderada | Urbana | Pequeno |
| III | Forte | Marinha | Grande |
| | | Industrial | |
| IV | Muito Forte | Industrial | Elevado |
| | | Respingos de maré | |

Fonte: adaptado - NBR 6118:2014

Quadro 2: Limite de abertura de fissuras do concreto armado

| Tipo de concreto estrutural | Classe de agressividade ambiental (CAA) e tipo de prontidão | Exigências relativas à fissuração | Combinação de ações em serviço a utilizar |
|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|
| Concreto Simples | CAA I a CAA IV | Não há | — |
| Concreto Armado | CAA I | $ELS-W_{w_k} \leq 0,4 \text{ mm}$ | Combinação frequente |
| | CAA II e CAA III | $ELS-W_{w_k} \leq 0,3 \text{ mm}$ | |
| | CAA IV | $ELS-W_{w_k} \leq 0,2 \text{ mm}$ | |

Fonte: adaptado - NBR 6118:2014

Além disso, segundo Thomaz (2003) as fissuras podem ocorrer devido:

- Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- Atuação de sobrecargas ou acúmulo de tensões;
- Deformabilidade excessiva das estruturas;
- Recalques diferenciados das fundações;
- Alterações químicas dos materiais de construção.

Porém, o que determina se a fissura deve ser considerada um problema patológico ou não, é o tamanho de suas aberturas e suas causas (CARVALHO, 2018)

3.2.5 Falhas causadas por colisão

Além dos danos citados, as pontes também estão sujeitas a sofrer danos por colisões de veículos. Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (2010) os veículos podem colidir nos apoios (por falta de proteção), nos guarda-rodas ou barreiras de segurança, ou também nas lajes e vigas, em situações de altura insuficiente.

Acerca dos impactos sobre os elementos estruturais, Helene (2003) diz que pode ocorrer falhas leves, como lascamentos ou danos severos, como perda da resistência e até mesmo o colapso da estrutura. Mas independente do grau dos danos, é necessária uma intervenção imediata, pois qualquer falha na OAE pode comprometer sua estabilidade.

3.3 Inspeção e avaliação das OAEs

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (2004) inspeção de uma ponte é uma atividade técnica especializada que coleta dados, elabora relatórios, avalia o estado de conservação da OAE e recomenda novas avaliações ou obras de manutenção, recuperação, reforço ou reabilitação.

Durante a inspeção deverá ser observada a existência de danos nos seguintes pontos: geometria e condições viárias, acessos, cursos d'água, encontros e fundações, apoios intermediários, aparelhos de apoio, superestrutura, pistas de rolamento, juntas de dilatação, barreiras e guarda-corpos, sinalização e instalações de utilidade pública (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

Os requisitos mínimos para realizar uma inspeção confiável e completa, são o planejamento e a programação adequada. Estas duas atividades deverão abordar os seguintes aspectos: o motivo da inspeção, o tipo da inspeção, o dimensionamento da equipe, os equipamentos e as ferramentas, a existência de projetos e de relatórios de inspeções anteriores e o período do ano mais favorável a inspeção (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

3.3.1 Tipos de inspeção

De acordo com a norma NBR 9452:2016, as inspeções são classificadas em quatro tipos: cadastral, rotineira, especial e extraordinária (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016)

No manual de inspeção de pontes rodoviárias do DNIT que é baseada na NBR 9542:2016, ainda acrescenta outro tipo de inspeção denominada intermediária.

3.3.1.1 Inspeção cadastral

É a primeira inspeção realizada na obra, imediatamente após a sua construção, quando ainda se encontra disponível seus projetos e relatórios de fiscalização. É uma inspeção amplamente documentada que servirá de referência para todas as inspeções posteriores (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

Sempre que houver qualquer mudança significativa na obra, tais como: alargamento, reforços, mudança no sistema estrutural e etc, deverá ser realizada uma nova inspeção cadastral (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

A inspeção cadastral deve conter:

- As informações do roteiro básico no Anexo;
- Registro fotográfico;
- Desenhos esquemáticos da planta do tabuleiro, das seções transversais e longitudinais com suas principais medidas;
- Classificação da OAE;
- Informes construtivos;

Os resultados da inspeção cadastral serão registrados em roteiros padronizados para inclusão no Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais – SGO com o objetivo de auxiliar a identificação das necessidades das estruturas e no estabelecer prioridades (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

3.3.1.2 Inspeção rotineira

É uma inspeção programada, segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (2004) normalmente são realizadas a cada dois anos, nessa inspeção são verificadas visualmente a evolução das falhas já identificadas, assim como os novos defeitos e ocorrências.

Não existindo ou não tendo sido localizado a inspeção cadastral, a primeira inspeção rotineira deve ser transformada em inspeção cadastral, observando-se todos os procedimentos já explicitados (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

3.3.1.3 Inspeção extraordinária

É uma inspeção não programada solicitada quando surge um dano estrutural excepcional, causado pelo homem ou pela natureza (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

Dependendo da gravidade do dano gerado, o inspetor deve estar apto para avaliar se é necessário limitar as cargas de tráfego, ou até mesmo interromper o tráfego, e em seguida tomar as devidas providências para recuperar a obra (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

A norma NBR 9452:2016 exige um relatório específico, como descrição da obra e identificação de anomalias, incluindo mapeamento, registros fotográficos e as devidas intervenções.

3.3.1.4 Inspeção especial

A norma NBR 9452:2016 define a inspeção especial como uma vistoria detalhada, que deverá contemplar um mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os elementos aparentes e/ou acessíveis da ponte, com o intuito de formular o diagnóstico e o prognóstico da estrutura. A vistoria deve ser realizada por um inspetor sênior, com uma periodicidade de cinco anos.

As inspeções especiais devem ser realizadas quando:

- A inspeção cadastral ou a rotineira revelar defeitos graves ou críticos na estrutura da obra;

- Em intervalos regulares e não superior a cinco anos e em substituição às inspeções rotineiras;
- Em ocasiões especiais, como antes e durante a passagem de cargas excepcionais.

3.3.1.5 Inspeção intermediária

Não está prevista em norma, mas o DNIT utiliza quando precisa monitorar uma deficiência suspeitada ou já detectada, como por exemplo recalque de fundação, erosão, encontro parcialmente descalçado, estado de um determinado elemento estrutural e etc (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

Neste caso, o DNIT exige uma descrição detalhada da deficiência, bem como sua eventual evolução e devidas providências, tudo deverá constar em um relatório específico, onde se recomendará a continuação ou a suspensão das inspeções (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004).

3.3.2 Profissionais de inspeção

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (2004) as inspeções rotineiras e cadastrais são realizadas por inspetores auxiliados por técnicos, já as inspeções extraordinárias e especiais devem ser feitas por inspetores sêniores auxiliados por técnicos.

Para ser um inspetor o DNIT exige formação em engenharia, com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e comprovar experiência de pelo menos cinco anos em projetos e inspeções de pontes, já para inspetor sênior é necessário de pelo menos cinco anos em projetos e execuções de pontes e no mínimo dez anos em inspeção de pontes. Os auxiliares técnicos são de nível médio, e também precisa demonstrar conhecimentos específicos para a função.

3.3.3 Sistema de gerenciamento de Obras de Arte Especiais – SGO

O DNIT mantém controle de aproximadamente, 6.000 OAEs, e desde 2012 estão sendo feitas novas vistorias para cadastro e acompanhamento das obras, com o objetivo de alimentar o SGO (RIBEIRO *et al.*, 2014).

Segundo Verly (2015) atualmente o SGO está na sua terceira versão, e conta com ferramentas que auxiliam na identificação das necessidades das estruturas e no estabelecimento de prioridades.

Os dados que compõem o SGO precisam de precisão e qualidade para ter confiança e um bom funcionamento, e esses dados são obtidos por meios de inspeções regulares, em que são registradas todas as informações referentes aos danos das obras. Esses dados servem para alimentar um banco de dados onde o DNIT avalia as condições de conservação da obra (VERLY, 2015).

3.3.4. Critérios de avaliação adotado pelo DNIT

A metodologia do DNIT utiliza a atribuição de uma nota de avaliação para cada elemento componente de uma ponte, variando de 1 a 5 de acordo com a gravidade das patologias (DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE, 2004). O Quadro 3 mostra os critérios para atribuição de notas técnicas.

Quadro 3: Critérios para atribuição de notas técnicas

| Nota | Danos no elemento/ insuficiência estrutural | Ação Corretiva | Condição de estabilidade | Classificação das condições da ponte |
|------|--|---|-----------------------------|--|
| 5 | Não há danos nem insuficiência estrutural. | Nada a fazer. | Boa | Obra sem problemas |
| 4 | Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural. | Nada a fazer, apenas serviços de manutenção. | Boa | Obra sem problemas importantes |
| 3 | Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. | A recuperação da obra pode ser postergada. Colocar o problema em observação sistemática. | Boa aparentemente | Obra potencialmente problemática |
| 2 | Há danos, gerando significativa insuficiência estrutural, porém ainda não há, aparentemente, risco tangível de colapso da estrutura. | A intervenção deve ser feita no curto prazo. | Sofrível | Obra problemática |
| 1 | Há danos gerando grave insuficiência na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural. | A recuperação (geralmente com reforço estrutural) – ou em alguns casos, substituição da obra – deve ser feita sem tardar. | Precária | Obra crítica |

Fonte: Adaptado - DNIT, 2004.

A nota final da ponte, corresponde a menor dentre as notas recebidas pelos seus elementos com função estrutural (DNIT, 2004).

3.3.5 Critérios de avaliação da norma NBR 9452:2016

Segundo a norma NBR 9452:2016 a classificação da OAE consiste na atribuição de notas aos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade. Essas notas variam de 1 a 5 refletindo maior ou menor gravidade dos problemas detectados. O Quadro 4 apresenta esta correlação das notas com a condição da OAE.

Quadro 4: Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade

| Nota de Classificação | Condição | Caracterização Estrutural | Caracterização Funcional | Caracterização de Durabilidade |
|-----------------------|-----------|---|---|---|
| 5 | Excelente | Estrutura em condições satisfatórias, com danos irrelevantes e isolados. | A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários. | OAE em perfeitas condições. Recomendase apenas manutenção de rotina. |
| 4 | Boa | A estrutura apresenta danos pequenos e que não comprometem a segurança estrutural. | A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário. | OAE com pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental |
| 3 | Regular | Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias em médio prazo. | A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo. | OAE com pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou OAE com moderadas a muitas anomalias, em região de baixa agressividade ambiental. |
| 2 | Ruim | Há danos que comprometem sua segurança estrutural, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções em curto prazo. | OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo. | A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental. |
| 1 | Crítica | Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE, com risco tangível de colapso. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego e escoramento. | A OAE não apresenta condições funcionais de utilização. | A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional. |

Fonte: ABNT NBR 9452:2016.

Todos os elementos da ponte recebem uma nota em função dos danos identificados, e a nota final será a menor nota atribuída a esses elementos. Porém, nessa metodologia os componentes são classificados de acordo com três parâmetros, estrutural, funcional e de durabilidade, e a nota final será composta por três notas técnicas, sendo uma para cada parâmetro.

4 METODOLOGIA

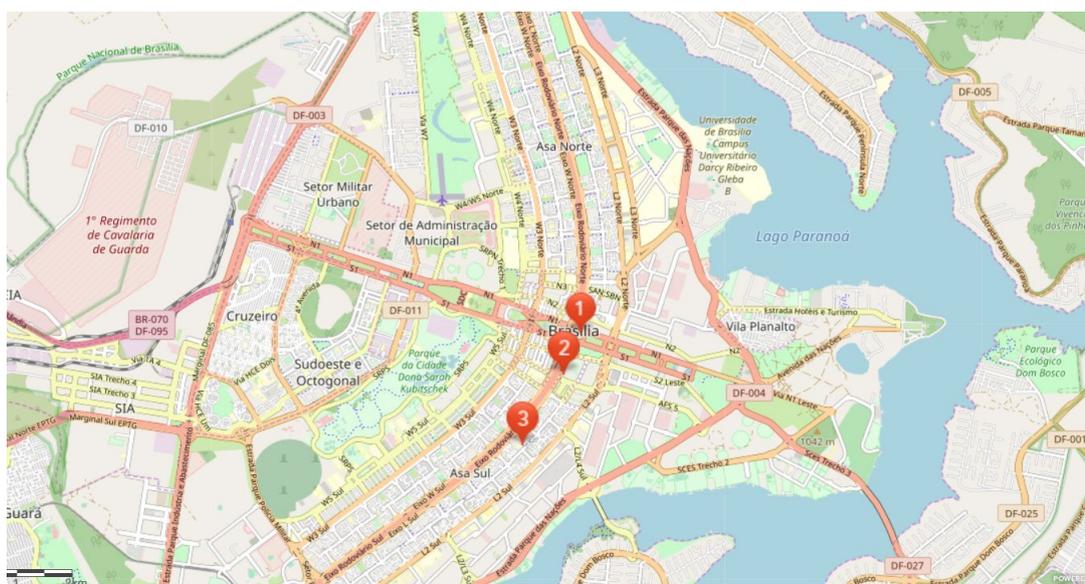
A metodologia presente neste trabalho, foi elaborada conforme a norma do DNIT 010/2004. Essa norma fixa as condições exigíveis para a realização de inspeção em pontes e viadutos de concreto armado, podendo também ser aplicado em inspeções de pontilhões e bueiros.

Alguns procedimentos contidos na norma DNIT 010/2004 não puderam ser seguidos, tendo em vista às limitações do trabalho, como: a ausência dos projetos anteriores, ausência de equipamentos especiais, impossibilidade de visualização de alguns elementos das OAEs, ausência de inspetor com no mínimo cinco anos de experiência em projetos e inspeção de pontes.

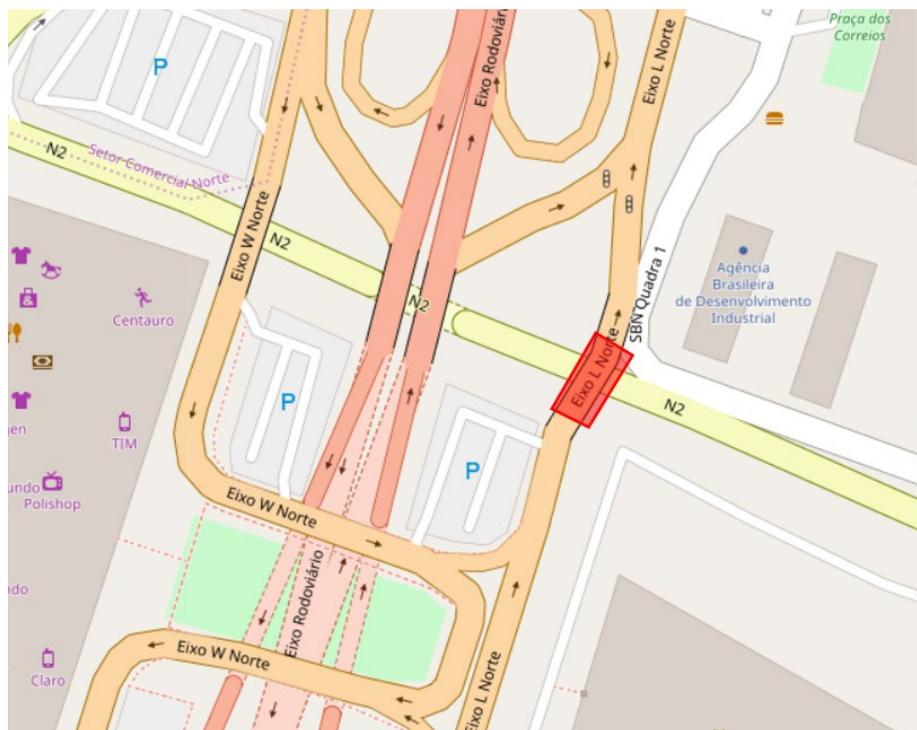
No trabalho foram realizadas inspeções visuais em três OAEs de Brasília:

- Viaduto do Eixo L Norte próximo ao Conjunto Nacional e passa perpendicularmente à via N2 (Figura 9)
- Viaduto do Eixo Rodoviário Sul (DF-002) próximo ao Conic e passa perpendicularmente à via S2 (Figura 10) e
- Viaduto 203/204 Sul (Figura 11).

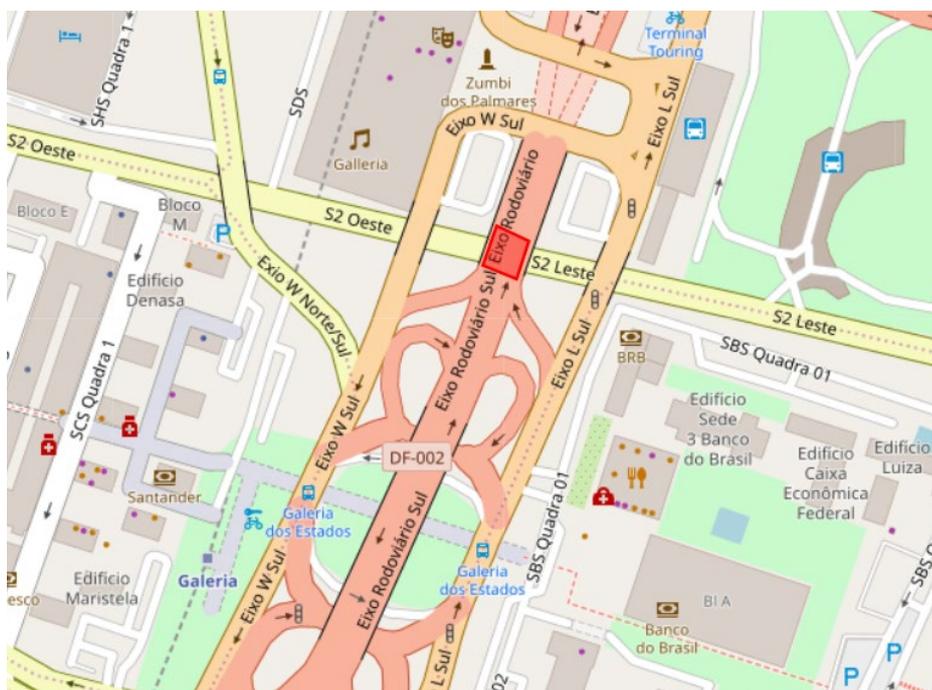
Figura 8: OAEs pontuadas respectivamente



Fonte: ArcGIS

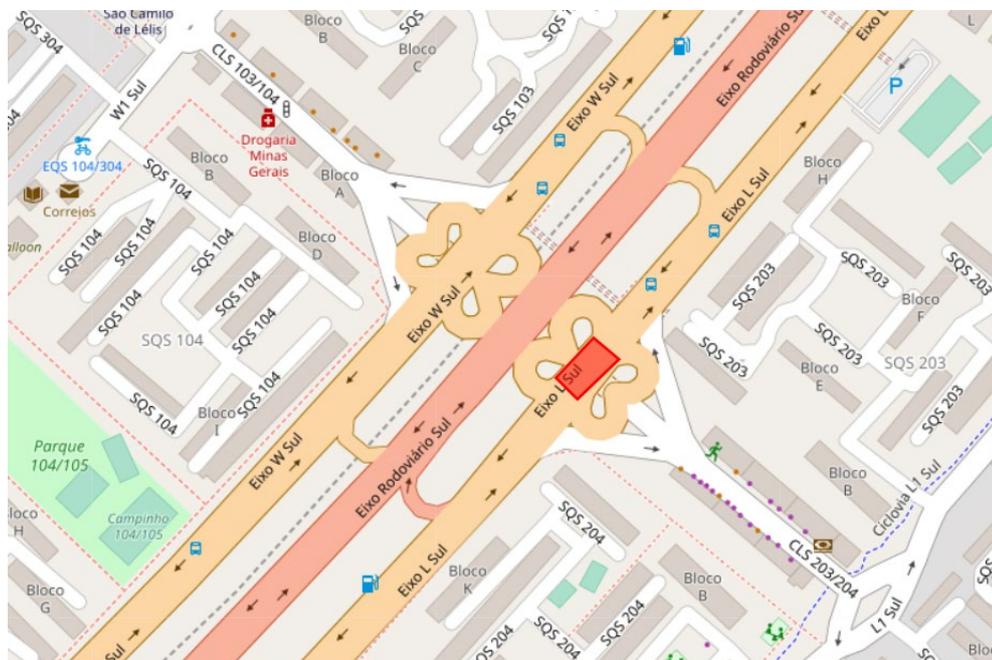
Figura 9: Viaduto sobre a N2 (Destacado)

Fonte: ArcGIS

Figura 10: Viaduto sobre a S2 (Destacado)

Fonte: ArcGIS

Figura 11: Viaduto 203/204 Sul (Destacado)



Fonte: ArcGIS

Foram escolhidas essas OAEs com base no relatório de auditoria do Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF) nº 14/2012 que apontou uma série de obras públicas com necessidade de manutenção urgente em 2012.

Quadro 5: Estado de conservação das OAEs visitadas pelo TCDF

| Nome | Local | Tipo | Avaliação | Arquivos fotográficos |
|-------------------------------|---|------------------------|---|-----------------------|
| Ponte do Braghetto | Final do Eixão Norte | Ponte | Necessita de reparos/manutenção urgente | FT07 |
| Passarela de pedestres DF 002 | Entre a 15 e a 16 Norte | Passarela de pedestres | Necessita de reparos/manutenção | PT08 |
| Viaduto do Eixo L | Entre as quadras 215/216 Norte | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção | FT09 |
| Viaduto do Eixo W | Entre as quadras 115/116 Norte | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção | FT10 |
| Viaduto DF 002 | sobre retorno da Galeria dos Estados | Viaduto | Necessita de reparos/Manutenção urgente | FT11 |
| Viaduto DF 002 | sobre a via S2 | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção urgente | FT12 |
| Viaduto sobre DF 002 | Saída do Buraco do Tatu sentido norte/sul | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção | FT13 |
| Ponte Costa e Silva | Asa Sul | Ponte | Necessita de reparos/manutenção | FT14 |
| Ponte Garças | Asa Sul | Ponte | Necessita de reparos/manutenção | FT15 |
| Viaduto do Eixo L | Entre as quadras 203/204 Sul | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção urgente | FT16 |
| Viaduto do Eixo L | Entre as quadras 215/216 Sul | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção urgente | FT17 |
| Viaduto sobre a N2 | Ao lado do Conjunto Nacional | Viaduto | Necessita de reparos/manutenção urgente | FT18 |
| Estacionamento CNB | Em frente ao Conjunto Nacional | Estacionamento. | Necessita de reparos/Manutenção urgente | FT20 |

Fonte: Relatório de auditoria nº04/2012 do TCDF, 2012

Como não havia informações sobre inspeções anteriores das OAEs com relação aos viadutos que serão alvo do estudo, a inspeção rotineira foi transformada em inspeção cadastral, conforme indica a norma DNIT 010/2004.

Nas inspeções visuais foram realizadas um acervo fotográfico, além do preenchimento da ficha cadastral, conforme o modelo do Anexo A (Ficha de inspeção cadastral expedita).

Para uma avaliação da estrutura, foi realizado o preenchimento da ficha de inspeção rotineira, conforme o modelo presente no Anexo B (Ficha de inspeção rotineira expedita), levando em consideração as instruções para atribuição de notas de avaliação indicada no Quadro 3.

De acordo com as inspeções realizadas, serão apresentadas as patologias identificadas, e também será feita uma análise sobre os possíveis fatores que influenciaram para o surgimento de cada patologia.

5 ANÁLISES E RESULTADOS

5.1 Viaduto sobre a N2

5.1.1 Características físicas

Este viaduto apresenta seção tipo de laje maciça de concreto armado apoiado em quatro pilares de concreto armado. Suas dimensões são aproximadamente 45 metros de comprimento, com vão central medindo 15 metros, e 25 metros de largura, com sua extremidade em balanço.

Figura 12: Vista lateral do Viaduto sobre a N2



Fonte: Google Maps

5.1.2 Dados das inspeções

Manifestações patológicas encontradas:

- Fissuras na superestrutura – podem acontecer por vários motivos como retração, fluência e deformação;
- Eflorescência na laje inferior – devido às microfissuras e aberturas, quando a água passa pelos poros ela causa a dissolução do hidróxido de cálcio da pasta do cimento, e quando carregado para o exterior da peça é solidificado e se apresenta na forma de manchas brancas;
- Corrosão na armadura na parte inferior da laje – Uma provável causa para o aparecimento desta corrosão é a ausência da pingadeira, fazendo com que a água proveniente da chuva percole para a face inferior da laje;
- Deslocamentos do concreto – provavelmente pela corrosão das armaduras, que durante esse processo químico a barra de aço aumenta sua seção, desagregando e deslocando o concreto em sua volta.

Apesar dos problemas apresentados, não estão afetando ainda a estabilidade da obra, sua manutenção pode ser postergada, desde que faça inspeções periódicas. Após realizada a inspeção, foi atribuída uma nota técnica geral três de acordo com o Quadro 3, como prevê a norma do DNIT 010/2004.

5.1.3 Acervo fotográfico

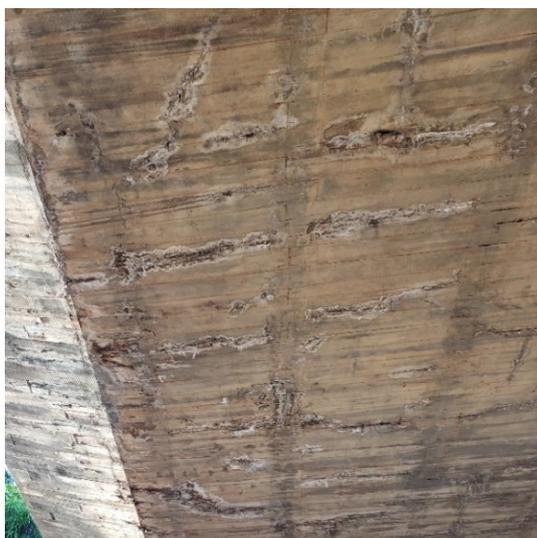
As figuras 13,14 e 15 apresentam as manifestações patológicas identificadas no viaduto sobre a N2.

Figura 13: Manchas de umidade e eflorescência na parte inferior da laje



| Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 14: Deslocamento do concreto devido a corrosão da armadura



Fonte: Próprio Autor, 2019

Figura 15: Armadura exposta no acesso do viaduto



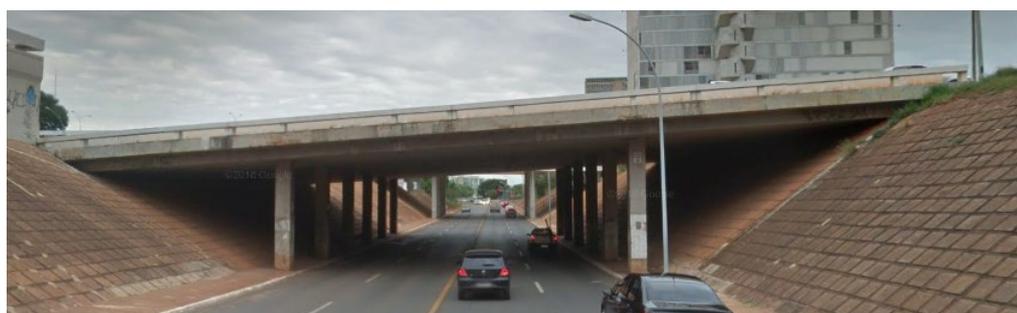
Fonte: Próprio Autor, 2019

5.2 Viaduto sobre a S2

5.2.1 Características físicas

Sua seção tipo é de laje maciça de concreto armado apoiado em seis pilares de concreto armado. Suas dimensões são aproximadamente 40 metros de comprimento e 30 metros de largura, com vão central medindo aproximadamente 15 metros, com suas extremidades em balanço.

Figura 16: Vista lateral do Viaduto sobre a S2



Fonte: Google Maps

5.2.2 Dados da inspeção

Este viaduto é o que tem a melhor condição dentre todos os inspecionados, acredita-se que este tenha passado por reformas depois da publicação do relatório de auditoria publicado pelo TCDF.

Mesmo o viaduto tendo sido reformado, ainda foi encontrado algumas deficiências na obra, como a ausência de pingadeira, e por consequência manchas de umidade na lateral da laje principal.

A obra ainda não apresentou manifestações patológicas referentes à corrosão da armadura, porém é importante conter a umidade na superfície do concreto, para evitar novas patologias.

Manifestações patológicas encontradas:

- Manchas de bolor na parte inferior da superestrutura, causados por fungos, mofos, provavelmente pela água que escorre das bordas e pelo baixo gabarito vertical, que propicia um ambiente favorável para o surgimento de fungos.

As patologias desse viaduto não apresentam sinais que geram insuficiência estrutural, contudo necessita-se de alguns pequenos reparos. Após realizada a inspeção, foi atribuída uma nota técnica geral quatro de acordo com o Quadro 3, como prevê a norma do DNIT 010/2004.

5.2.3 Acervo fotográfico

As figuras 17 e 18 apresentam as manifestações patológicas identificadas no viaduto sobre a S2.

Figura 17: Manchas de umidade na lateral da laje principal devido à falta de pingadeira



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 18: Manchas de bolor na lateral da laje principal devido à falta de pingadeira



Fonte: Próprio Autor, 2019.

5.3 Viaduto 203/204 Sul

5.3.1 Características físicas

Sua seção tipo é de laje maciça e suas dimensões são aproximadamente 9 metros de comprimento e 27 metros de largura.

Figura 19: Vista lateral do Viaduto 203/204 Sul



Fonte: Google Maps

5.3.2 Dados da inspeção

De todas as OAEs inspecionadas, esta sem dúvidas é a mais crítica, pois em 2012 já constava a recuperação urgente, e até a data desta inspeção não houve nenhuma intervenção.

Manifestações patológicas encontradas:

- Deslocamento do revestimento cerâmico – provavelmente devido à falta de manutenção, sua aderência no substrato ficou comprometida;
- Eflorescência – provavelmente por falta do revestimento externo, a água percola na estrutura, pela falta de pingadeiras, infiltra pelas microfissuras e causa a dissolução do hidróxido de cálcio.
- Corrosão das armaduras – na laje principal, em alguns trechos as barras de aço foram rompidas, e as que sobraram estão em avançado estado de corrosão.

Nesta obra há danos gerando significativa insuficiência estrutural, mas ainda não há risco de colapso da estrutura. Sua condição de estabilidade está sofrível, é preciso de uma recuperação estrutural em curto prazo. Após realizada a inspeção, foi atribuída uma nota técnica geral dois de acordo com o Quadro 3, como prevê a norma do DNIT 010/2004.

5.3.3 Acervo fotográfico

As figuras 20, 21 e 22 apresentam as manifestações patológicas identificadas no viaduto 203/204 sul.

Figura 20: Deslocamento do revestimento e eflorescências



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 21: Tabuleiro do viaduto apresentando armadura rompida



Fonte: Próprio Autor, 2019.

Figura 22: Eflorescências no teto



Fonte: Próprio Autor, 2019.

5.4 Análise dos resultados

As notas atribuídas mediante as inspeções realizadas foram relativamente altas, variaram de dois à quatro e 66% estão acima da nota três, visto que grande parte das manifestações patológicas apresentadas estão em locais com pouca solicitação estrutural, e mesmo quando ocorrem em elementos de grande função estrutural, são pontuais e de fácil correção.

De acordo com as inspeções realizadas, a manifestação patológica mais presente é a corrosão da armadura, e estas acontecem nos elementos mais sujeitos às intempéries e com inconformidades no projeto.

Nas análises verificou-se que a maioria das patologias estão localizadas na parte inferior da laje principal, sua presença frequente se deve pela falta de pingadeiras.

A corrosão das armaduras encontradas nas inspeções visuais, provavelmente foram originadas pela abertura de fissuras na superestrutura, facilitando a entrada de elementos agressivos.

6 CONCLUSÕES

De acordo com o trabalho apresentado pode-se concluir que o desempenho do concreto armado é diretamente afetado pela água, enquanto agente deteriorante. A ausência de pingadeira e drenos subdimensionados são grandes responsáveis por desencadear a maioria das manifestações patológicas nas lajes centrais devido a percolação da água pela face interior da estrutura.

Em toda a bibliografia utilizada neste trabalho, é unânime o fato da corrosão de armadura ser a patologia mais comum em concreto armado, e neste trabalho não foi diferente.

A carbonatação, o cobrimento insuficiente e a presença de umidade são responsáveis pelo início do processo corrosivo.

É perceptível nas obras vistoriadas que as patologias presentes poderiam ser evitadas se fossem realizadas manutenções regularmente como prevê a norma do DNIT 010/2004 e a NBR 9452:2016.

Durante as inspeções efetuadas neste trabalho, ficou nítido que a metodologia utilizada pelo DNIT, que avalia a estabilidade estrutural da obra em cinco níveis diferentes, é muito subjetiva, pois cada inspetor irá atribuir uma nota de acordo com a sua percepção. Como a nota final da obra é obtida pela menor dentre as notas recebidas pelos elementos com função estrutural, ficou divergente as notas adquiridas nesse trabalho e a avaliação dada pelo TCDF.

Apesar da simplicidade e facilidade da aplicação desta metodologia, existe uma dificuldade de priorização das intervenções nas estruturas a serem realizadas, pois em uma grande quantidade de OAEs cadastradas, certamente várias serão classificadas na mesma condição.

6.1 Considerações finais

Após o cumprimento dos objetivos específicos, concluiu-se que os valores apresentados pelas inspeções ainda não revelam o real grau de estabilidade e deterioração da obra, necessitando de uma avaliação mais aprofundada com experimentos que efetivamente avaliam a estabilidade da obra. Ainda assim, a metodologia do DNIT se mostrou adequada pelo que foi proposta, servindo como uma alternativa a metodologia da NBR 9452:2016.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

São apresentados a seguir sugestões para trabalhos futuros:

- Avaliação da aplicação da metodologia da NBR 9452:2016;
- Estudo de custos para serviços de manutenção em OAEs nos seus diferentes níveis de deterioração;
- Estudo das soluções de drenagem usualmente adotadas em projetos, com o intuito de entender suas falhas e propor ações que possibilitem seu funcionamento adequado.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, T. Patologia das estruturas. *In*: ISAIA, G. C. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2016.
- CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2013.
- CARVALHO, Davidson Matos. **Análise de desempenho das intervenções de alargamento e reforço de pontes rodoviárias de concreto armado em obras de duplicação de rodovias**. 2018. Dissertação (Mestrado em engenharia de estruturas) - Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Manual de Inspeção de Pontes rodoviárias**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **Norma DNIT 010/2004 – PRO – Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.
- DISTRITO FEDERAL. Tribunal de contas do distrito federal. Relatório de auditoria: **Avaliação da destinação de recursos para obras em andamento e os procedimentos afetos às atividades de manutenção dos bens públicos**. Brasília, 2012
- DUARTE, Ana Carolina Lopes. **Análise comparativa entre os diversos mecanismos empregados na proteção de armaduras a fim de se evitar a corrosão das armaduras nas estruturas de concreto armado**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (graduado em engenharia civil) – Universidade de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2010.
- HELENE, Paulo (ed.). **Manual de reabilitação de estruturas de concreto: reparo, reforço e proteção**. São Paulo: Red Reabilitar, 2003.
- MACHADO, Rafael Navalho; SARTORTI, Artur Lenz. **Pontes: Patologias e Aparelhos de Apoio**. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS.6., São Paulo, 2010.
- MARCHETTI, Osvaldemar. **Pontes de Concreto Armado**. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. Tradução: Paulo Helene et al. 3.ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

ODEBRECHT, P. **Pontes – Superestrutura**. Blumenau: Universidade Regional de Blumenau, 2002.

PFEIL, Walter. **Pontes em concreto armado**: elementos de projeto, solicitações, superestrutura. 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983.

RIBEIRO, D. V.; CUNHA, M. P. T. Deterioração das estruturas de concreto armado. *In*: RIBEIRO, D. V. **Corrosão em estruturas de concreto armado**: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

RIBEIRO; *et al.* **Relatório de Gestão Temático**. Brasília. Diretoria de Planejamento e Pesquisa - DPP. 2013.

SOUSA, C. A. C. Princípios da corrosão eletroquímica. *In*: RIBEIRO, D. V. **Corrosão em estruturas de concreto armado**: teoria, controle e métodos de análise. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VERLY, Rogério Calazans. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

ANEXO A - FICHA DE INSPEÇÃO CADASTRAL EXPEDITA

1 - DADOS BÁSICOS

| | | | | | |
|---|--|--------------------|--------------------|---------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO / LOCALIZAÇÃO / JURISDIÇÃO | | | Data: / / | | |
| OAE: | | | Nome: Ponte | | |
| Tipo de Estrutura: | | Nat. Transposição: | | Sist. Construtivo: | |
| UNIT: | | Residência: | | Rodovia: | |
| UF: | | Localização (km): | | Cidade Próxima: | |
| Trecho (PNV): | | | Cidade Próxima: | | |
| ADMINISTRAÇÃO | | | | | |
| <input type="checkbox"/> DNIT <input type="checkbox"/> DER <input type="checkbox"/> CONCESSÃO <input type="checkbox"/> OUTROS | | | | | |
| Nome: _____ | | | | | |
| (para o caso concessão / outros) | | | | | |
| PROJETO / CONSTRUÇÃO | | | | | |
| Projetista: | | | Ano da Construção: | | |
| Construtor: | | Arquivo: | | Trem – Tipo Classe: | |
| COMPRIMENTO / LARGURA | | | | | |
| Comprimento: | | | Largura: | | |

2 - DADOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

| | | | | | |
|--|--|---|--|--|--|
| CARACTERÍSTICAS PLANI-ALTIMÉTRICAS | | | | | |
| Região: <input type="checkbox"/> PLANA <input type="checkbox"/> ONDULADA <input type="checkbox"/> MONTONHOSA | | | Greide: Rampa Máxima (%): | | |
| Traçado: <input type="checkbox"/> TANGENTE <input type="checkbox"/> CURVO Raio: m | | | Travessia: <input type="checkbox"/> ORTOGONAL <input type="checkbox"/> ESCONSA | | |
| CARACTERÍSTICAS DA PISTA | | | | | |
| Larg. Total da Pista: m | | Pavimento <input type="checkbox"/> Asfalto <input type="checkbox"/> Concreto | | Drenos: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | |
| Nº de Faixas: _____ | | Passeio: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | | Pingadeiras: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | |
| Acostamento: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | | Guarda-Rodas: <input type="checkbox"/> P. Antigo <input type="checkbox"/> N. Jersey <input type="checkbox"/> Outros | | | |
| Larg. Acostamento: _____m | | | | | |
| GABARITOS | | | | | |
| Para Viaduto: Horizontal _____ m; | | | Vertical _____ m | | |
| Para Ponte s/ Rio Navegável: Horizontal _____ m; | | | Vertical _____ m | | |
| Proteção dos Pilares Contra Choque de Embarcação? | | | <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | | |
| JUNTAS DE DILATAÇÃO | | | | | |
| Número total de juntas: | | | | | |
| Tipo de vedação: <input type="checkbox"/> Nenhuma; nos pilares / articulação <input type="checkbox"/> Tipo <input type="checkbox"/> Tipo | | | | | |
| TRÁFEGO | | | | | |
| VMD: veículos/ dia | | | | | |
| Frequência de Carga Móvel \geq 36 tf: | | <input type="checkbox"/> Alta | | <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa | |
| Passagem de Cargas Excepcionais: | | <input type="checkbox"/> Frequente | | <input type="checkbox"/> Esporádica | |

3 - CARACTERÍSTICA DA ESTRUTURA

| MATERIAIS / SEÇÃO / TIPO | | | Data: / / | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|---------|-----------------------------|--|------|-----------|----|------------|----|----------|----|--------|----|-----------------|----|---------------|----|----------------------|----|---------|----|-----------------|----|---------------|----|---------------|
| COMPONENTE | MATERIAL (CÓDIGO) (VER TABELA 2) | SEÇÃO TIPO (CÓDIGO) (VER TABELA 3) | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">TIPOS DE APARELHOS DE APOIO</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">Cód.</th> <th>Descrição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>FR</td><td>Freyssinet</td></tr> <tr><td>NP</td><td>Neoprene</td></tr> <tr><td>TF</td><td>Teflon</td></tr> <tr><td>CH</td><td>Placa de Chumbo</td></tr> <tr><td>RM</td><td>Rolo Metálico</td></tr> <tr><td>AM</td><td>Articulação Metálica</td></tr> <tr><td>PD</td><td>Pêndulo</td></tr> <tr><td>LP</td><td>Ligação Pórtico</td></tr> <tr><td>TE</td><td>Tipo Especial</td></tr> <tr><td>NI</td><td>Não Informado</td></tr> </tbody> </table> | | TIPOS DE APARELHOS DE APOIO | | Cód. | Descrição | FR | Freyssinet | NP | Neoprene | TF | Teflon | CH | Placa de Chumbo | RM | Rolo Metálico | AM | Articulação Metálica | PD | Pêndulo | LP | Ligação Pórtico | TE | Tipo Especial | NI | Não Informado |
| TIPOS DE APARELHOS DE APOIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cód. | Descrição | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FR | Freyssinet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NP | Neoprene | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TF | Teflon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CH | Placa de Chumbo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RM | Rolo Metálico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AM | Articulação Metálica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PD | Pêndulo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LP | Ligação Pórtico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TE | Tipo Especial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NI | Não Informado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAJES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIGAS PRINCIPAIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PILARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FUNDAÇÕES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aparelhos de Apoio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apoio → | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo → | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Obs.: para tipos de aparelhos de apoio ver tabela acima. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PARTICULARIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Vãos: _____ | Altura da Viga no Apoio (m): _____ | Extrem. Inicial: | ENCONTRO | BALANÇO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de Juntas Gerber: _____ | Altura da Viga no vão (m): _____ | Extrem. Final: | ENCONTRO | BALANÇO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comprimento do vão Maior: _____ m | Altura Máxima de Pilar (m): _____ | Laje de Aprox. | SIM | NÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comentários: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4 - OUTROS ASPECTOS

| | | | | |
|--|---|--|---|---|
| Desnível Max entre Greide e Terreno _____ m | As fundações encontram-se em Solo Mole? | | SIM | NÃO |
| Lâmina D'água: Normal _____ m Na Cheia _____ m | A vibração da Estrutura é Excessiva? | | SIM | NÃO |
| O meio ambiente é agressivo? | <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | O regime do rio é torrencial? | SIM | NÃO |
| A seção de Vazão é Adequada? | <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | O leito do rio é erodível? | SIM | NÃO |
| Existe drenagem no interior do caixão? | <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO | Histórico da Manutenção: <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim | | |
| ROTAS ALTERNATIVAS (PARÂMETROS): | | | | |
| <input type="checkbox"/> EXISTEM | <input type="checkbox"/> NÃO EXISTEM | Acrescimento de Distância _____ km. | | |
| Descrição do Itinerário: | | | | |
| INSPEÇÃO ROTINEIRA (PARÂMETROS): | | | | |
| Melhor época para vistorias: Época de estiagem e de maior intensidade de tráfego _____ | | | | |
| Periodicidade: | <input type="checkbox"/> Normal (2 anos) | <input type="checkbox"/> Reduzida (1 ano) | <input type="checkbox"/> Dilatada (4 anos) | <input type="checkbox"/> Especial (Consultor) |
| | <input type="checkbox"/> Especial (L ≥ 200m) | <input type="checkbox"/> Especial (Equipamento) | <input type="checkbox"/> Parcial | |
| Acesso: | <input type="checkbox"/> Direto/ Binóculos: Vãos _____ | | <input type="checkbox"/> Equipamento Especial: Vãos _____ | |
| Interior de Viga Celular: | <input type="checkbox"/> Acessível | <input type="checkbox"/> Não Acessível | | |
| Comentários: | | | | |

| TABELA 1.A - TIPOS DE ESTRUTURAS | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Viga de Concreto Armado |
| 2 | Viga de Concreto Protendido |
| 3 | Viga e Laje Metálicas |
| 4 | Mista (Viga Metal e Laje em Concreto) |
| 5 | Arco Inferior de Concreto Armado |
| 6 | Arco Inferior de Concreto Protendido |
| 7 | Arco Inferior Metálico |
| 8 | Arco Superior de Concreto Armado |
| 9 | Arco Superior de Concreto Protendido |
| 10 | Arco Superior metálico |
| 11 | Arco de Alvenaria de Pedra |
| 12 | Treliça Metálica |
| 13 | Laje de Concreto Armado |
| 14 | Laje de Concreto Protendido |
| 15 | Madeira |
| 16 | Estaiada com Vigamento Metálico |
| 17 | Estaiada com Vigamento C. Protendido |
| 18 | Pênsil |
| 99 | Não Informado |

| TABELA 1.B - SISTEMAS CONSTRUTIVOS | |
|------------------------------------|--|
| 1 | Moldado no Local |
| 2 | Pré-moldado de Concreto Armado |
| 3 | Pré-moldado Protendido (Pós-tensão) |
| 4 | Pré-moldado Protendido (Pré-tensão) |
| 5 | Balanços Progressivos c/ Continuidade |
| 6 | Balanços Progressivos c/ Articulações |
| 7 | Aduelas Pré-moldadas |
| 8 | Viga Calha Pré-moldada (Sist. Protótipo) |
| 9 | Ponte Empurrada |
| 10 | Estaiado em avanços progressivos |
| 11 | Não Informado |

| TABELA 1.C - NATUREZA DA TRANSPOSIÇÃO | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Ponte |
| 2 | Pontilhão |
| 3 | Viaduto de Transposição de Rodovia |
| 4 | Viaduto sobre Ferrovia |
| 5 | Viaduto sobre Rodovia / Rua |
| 6 | Viaduto em Encosta |
| 7 | Passagem Inferior |
| 8 | Passarela de Pedestre |
| 9 | Não Informada |

| TABELA 2 - MATERIAIS | | | |
|------------------------------|---------------------|----------|---------------------------|
| LAJE, VIGAS PRINC. e PILARES | | FUNDAÇÃO | |
| CÓDIGO | DESCRIÇÃO | CÓDIGO | DESCRIÇÃO |
| CA | Concreto Armado | CA | Concreto |
| CP | Concreto Protendido | EMS | Estaca Moldada "IN SITU" |
| AC | Aço | EPC | Estaca Pré-moldada |
| MD | Madeira | EPM | Estaca de Perfil Metálico |
| PD | Pedra Argamassada | ETM | Estaca Tubular Metálica |
| | | EM | Estaca de Madeira |
| | | IG | Ignorada |

| TABELA 3 - SEÇÃO TIPO | | | | | |
|-----------------------|------------------|---------|---------------------------------|----------|-------------------------|
| VIGAS PRINCIPAIS | | PILARES | | FUNDAÇÃO | |
| CÓDIGO | DESCRIÇÃO | CÓDIGO | DESCRIÇÃO | CÓDIGO | DESCRIÇÃO |
| 2T | 2 Vigas "T" | 1TP | Único Tipo Parede ou Encontro | DI | Direta |
| 3T | 3 Vigas "T" | 1SV | Único Seção Vazada | BE | Bloco de Estacas |
| 4T | 4 ou + Vigas "T" | 1VT | Único Vazado com Travessa | BT | Bloco de Tubulões |
| 2I | 2 Vigas "I" | 2CI | 2 Colunas Isoladas | TC | Tubulões Contraventados |
| 3I | 3 Vigas "I" | 2CC | 2 Colunas Contraventadas | EE | Estaca Escavada |
| 4I | 4 ou + Vigas "I" | 2CT | 2 Colunas com Travessas | IG | Ignorada |
| VC | Viga Caixa | 3CI | 3 ou mais Colunas Isoladas | | |
| LM | Laje Maciça | 3CC | 3 ou + Colunas Contraventadas | | |
| VI | Vigas Invertidas | 3CT | 3 ou mais Colunas com Travessas | | |
| VL | Vigas Calhas | TE | Tipo Especial | | |
| TE | Tipo Especial | | | | |

ANEXO B – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA

OAE: Código: _____ Nome: _____ BR - ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: _____ Inspeção: DNIT / Residência: _____ Outra Entidade: _____

COMENTÁRIOS GERAIS

- a) Condições de Estabilidade: Boa Sofrível Precária Condições de Conservação: Boa Regular Sofrível Ruim
 b) Nível de Vibração do Tabuleiro: Normal Intenso Exagerado
 c) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? SIM NÃO Urgente? SIM NÃO
 Já houve alguma anteriormente? SIM NÃO

| |
|-------------------------|
| NOTA TÉCNICA |
| |

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: _____

| 1. LAJE | Nota Técnica: <input style="width: 30px;" type="text"/> | Local | Quantidade (Opcional) |
|---|---|-------|-----------------------|
| Buraco (abertura) <input type="checkbox"/> Existe | <input type="checkbox"/> É Iminente | _____ | _____ |
| Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Marcas de Infiltração <input type="checkbox"/> Forte | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade | | _____ | _____ |
| Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco | | _____ | _____ |

| 2. VIGAMENTO PRINCIPAL | Nota Técnica: <input style="width: 30px;" type="text"/> | Local | Quantidade (Opcional) |
|--|---|-------|-----------------------|
| Fissuras Finas <input type="checkbox"/> Algumas | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Trincas (fissuras w>0,3mm) <input type="checkbox"/> Algumas | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Armadura Principal <input type="checkbox"/> Exposta | <input type="checkbox"/> Muito Oxidada | _____ | _____ |
| Desagreg. de Concreto <input type="checkbox"/> Muito Intenso | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Dente Gerber <input type="checkbox"/> Quebrado/Desplacado | <input type="checkbox"/> Trincado | _____ | _____ |
| Deformação (Flecha) <input type="checkbox"/> Exagerada | | _____ | _____ |
| Aspectos do Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade | | _____ | _____ |
| Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco | | _____ | _____ |

| 3. MESOESTRUTURA | Nota Técnica: <input style="width: 30px;" type="text"/> | Local | Quantidade (Opcional) |
|---|---|-------|-----------------------|
| Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Aparelho de Apoio <input type="checkbox"/> Danificado | <input type="checkbox"/> Grande Incidência | _____ | _____ |
| Aspecto do Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade | | _____ | _____ |
| Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente/Pouco | | _____ | _____ |
| Desaprumo <input type="checkbox"/> Há | | _____ | _____ |
| Deslocabilidade dos Pilares <input type="checkbox"/> Forte | | _____ | _____ |

| 4. INFRAESTRUTURA | Nota Técnica: <input style="width: 30px;" type="text"/> | Local | Quantidade (Opcional) |
|--|---|-------|-----------------------|
| Recalque de Fundação <input type="checkbox"/> Há | | _____ | _____ |
| Deslocamento de Fundação <input type="checkbox"/> Há | | _____ | _____ |
| Erosão Terreno de Fundação <input type="checkbox"/> Há | | _____ | _____ |
| Estacas Desenterradas <input type="checkbox"/> Há | | _____ | _____ |

| 5. PISTA / ACESSO | Nota Técnica: <input style="width: 30px;" type="text"/> | Local | Quantidade (Opcional) |
|--|---|-------|-----------------------|
| Irregularidades no Pav. <input type="checkbox"/> Muita Intensidade | <input type="checkbox"/> Grande Extensão | _____ | _____ |
| Junta de Dilatação <input type="checkbox"/> Faltando/Inoperante | <input type="checkbox"/> Muito Problemática | _____ | _____ |
| Acessos X Ponte <input type="checkbox"/> Degrau Acentuado | <input type="checkbox"/> Concordância Problem. | _____ | _____ |
| Acidentes com Veículos <input type="checkbox"/> Frequente | <input type="checkbox"/> Eventual | _____ | _____ |

APÊNDICE A – FICHAS DE INSPEÇÕES CADASTRAIS EXPEDITA

| 1- Dados Básicos | | | |
|---|-------------------------|----------------|---------------|
| Código: | OAE - 1 | Administração: | DER/DF |
| Tipo de estrutura: | Laje de concreto armado | Projetos: | Não informado |
| Nat. Transposição: | Viaduto sobre rua | Coordenadas: | S 15°47'27" |
| Sist. Construtivo: | Moldado no local | | W 47°52'51.7" |
| 2 - Características Funcionais | | | |
| Comprimento: | 45 m | Nº de faixas: | 5 |
| Largura: | 25 m | Pavimento: | Asfáltico |
| Região: | Plana | Passeio: | Sim |
| Traçado: | Tangente | Guarda Rodas: | Outros |
| Travessia: | Ortogonal | Drenos: | Sim |
| Greide: | | Pingadeiras: | Ausente |
| 3 - Componentes da OAE | | | |
| Laje de concreto armado | | | |
| Pilar em colunas de concreto armado | | | |
| Pavimento Asfáltico | | | |
| Guarda Rodas Qualquer | | | |
| Fundação Desconhecida | | | |
| Revestimento de talude em concreto | | | |
| Laje de aproximação | | | |
| Calçada para pedestres de concreto armado | | | |

| 1- Dados Básicos | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------|---------------|
| Código: | OAE - 2 | Administração: | DER/DF |
| Tipo de estrutura: | Laje de concreto armado | Projetos: | Não informado |
| Nat. Transposição: | Viaduto sobre rua | Coordenadas: | S 15°47'49.6" |
| Sist. Construtivo: | Moldado no local | | W 47°53'01.9" |
| 2 - Características Funcionais | | | |
| Comprimento: | 40 m | Nº de faixas: | 10 |
| Largura: | 30 m | Pavimento: | Asfáltico |
| Região: | Plana | Passeio: | Não |
| Traçado: | Tangente | Guarda Rodas: | Outros |
| Travessia: | Ortogonal | Drenos: | Sim |
| Greide: | | Pingadeiras: | Ausente |
| 3 - Componentes da OAE | | | |
| Laje de concreto armado | | | |
| Pilar em colunas de concreto armado | | | |
| Pavimento Asfáltico | | | |
| Guarda Rodas Qualquer | | | |
| Fundação Desconhecida | | | |
| Revestimento de talude em concreto | | | |
| Laje de aproximação | | | |

| 1- Dados Básicos | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------|---------------|
| Código: | OAE - 3 | Administração: | DER/DF |
| Tipo de estrutura: | Laje de concreto armado | Projetos: | Não informado |
| Nat. Transposição: | Viaduto sobre rua | Coordenadas: | S 15°48'31.8" |
| Sist. Construtivo: | Moldado no local | | W 47°53'27.2" |
| 2 - Características Funcionais | | | |
| Comprimento: | 9 m | Nº de faixas: | 6 |
| Largura: | 27 m | Pavimento: | Asfáltico |
| Região: | Plana | Passeio: | Não |
| Traçado: | Tangente | Guarda Rodas: | Outros |
| Travessia: | Ortogonal | Drenos: | Sim |
| Greide: | | Pingadeiras: | Ausente |
| 3 - Componentes da OAE | | | |
| Laje de concreto armado | | | |
| Pavimento Asfáltico | | | |
| Guarda Rodas Qualquer | | | |
| Fundação Desconhecida | | | |

APÊNDICE B – FICHAS DE INSPEÇÕES ROTINEIRAS

| 1- Dados Básicos | | | |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------|
| Código: | OAE - 1 | Nota Técnica Geral: | 3 |
| Data da inspeção: | 10/06/2019 | | |
| Inspetor: | Antônio Augusto Paranaguá | | |
| 2 - Condições Gerais | | | |
| Condições de estabilidade: | Boa | | |
| Condições de conservação: | Regular | | |
| Nível de Vibração do Tabuleiro: | Normal | | |
| Inspeção Especializada Necessária? | Sim | Urgente? | Não |
| Já houve inspeção anteriormente? | Sim | | |
| 3 - Danos nos Elementos | | | |
| 1 . LAJE | | Nota Técnica: 3 | |
| Buraco (Abertura): | | | Obs: |
| Armadura Exposta: | Muito Oxidada | | |
| Concreto Desagregado: | | | |
| Fissuras: | Fonrte Infiltração | Grande Incidência | |
| Marcas de Infiltração: | Forte | Grande Incidência | |
| Aspecto do Concreto: | | | |
| Cobrimento: | Pouco | | |
| 2. VIGAMENTO PRINCIPAL | | Nota Técnica: | |
| Não Há | | | |
| 3. MESOESTRUTURA | | Nota Técnica: 5 | |
| Armadura Exposta: | | | Obs: |
| Concreto Desagregado: | | | |
| Fissuras: | | | |
| Aparelhos de Apoio: | Foi passado por | | |
| Aspectos do Concreto: | manutenção após a | | |
| Cobrimento: | inspeção do TCDF | | |
| Desaprumo: | | | |
| Deslocabilidade dos Pilares: | | | |
| 4. INFRAESTRUTURA | | Nota Técnica: | |
| Não Inspeccionado | | | |
| 5. PISTA / ACESSO | | Nota Técnica: 5 | |
| Irregularidades no Pavimento | | | Obs: |
| Junta de Dilatação | | | |
| Acessos x Ponte | Degrau | | |
| Acidentes com veículos | | | |

| 1- Dados Básicos | | |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Código: | OAE - 2 | Nota Técnica Geral: 4 |
| Data da inspeção: | 10/06/2019 | |
| Inspetor: | Antônio Augusto Paranaguá | |
| 2 - Condições Gerais | | |
| Condições de estabilidade: | Boa | |
| Condições de conservação: | Boa | |
| Nível de Vibração do Tabuleiro: | Normal | |
| Inspeção Especializada Necessária? | Não | Urgente? |
| Já houve inspeção anteriormente? | Sim | |
| 3 - Danos nos Elementos | | |
| 1 . LAJE | | Nota Técnica: 4 |
| Buraco (Abertura): | Obs: | |
| Armadura Exposta: | | |
| Concreto Desagregado: | | |
| Fissuras: | | |
| Marcas de Infiltração: | Sim | Pouca incidência |
| Aspecto do Concreto: | | |
| Cobrimento: | | |
| 2. VIGAMENTO PRINCIPAL | | Nota Técnica: |
| Não Há | | |
| 3. MESOESTRUTURA | | Nota Técnica: 5 |
| Armadura Exposta: | Obs: | |
| Concreto Desagregado: | | |
| Fissuras: | | |
| Aparelhos de Apoio: | Foi passado por | |
| Aspectos do Concreto: | manutenção após a | |
| Cobrimento: | inspeção do TCDF | |
| Desaprumo: | | |
| Deslocabilidade dos Pilares: | | |
| 4. INFRAESTRUTURA | | Nota Técnica: |
| Não Inspeccionado | | |
| 5. PISTA / ACESSO | | Nota Técnica: 5 |
| Irregularidades no Pavimento | Obs: | |
| Junta de Dilatação | | |
| Acessos x Ponte | Degrau | |
| Acidentes com veículos | | |

| 1- Dados Básicos | | | |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------|
| Código: | OAE - 3 | Nota Técnica | 2 |
| Data da inspeção: | 10/06/2019 | Geral: | |
| Inspetor: | Antônio Augusto Paranaguá | | |
| 2 - Condições Gerais | | | |
| Condições de estabilidade: | Precária | | |
| Condições de conservação: | Ruim | | |
| Nível de Vibração do Tabuleiro: | Normal | | |
| Inspeção Especializada Necessária? | Sim | Urgente? | Sim |
| Já houve inspeção anteriormente? | Não | | |
| 3 - Danos nos Elementos | | | |
| 1 . LAJE | | Nota Técnica: 2 | |
| Buraco (Abertura): | | Obs: | |
| Armadura Exposta: | Muito Oxidada | Grande Incidência | |
| Concreto Desagregado: | Muita intencidade | Grande Incidência | |
| Fissuras: | Forte infiltração | Grande Incidência | |
| Marcas de Infiltração: | Forte infiltração | Grande Incidência | |
| Aspecto do Concreto: | Má Qualidade | | |
| Cobrimento: | Ausente / Pouco | | |
| 2. VIGAMENTO PRINCIPAL | | Nota Técnica: | |
| Não Há | | | |
| 3. MESOESTRUTURA | | Nota Técnica: 4 | |
| Armadura Exposta: | | Obs: | |
| Concreto Desagregado: | | | |
| Fissuras: | | | |
| Aparelhos de Apoio: | | | |
| Aspectos do Concreto: | Má Qualidade | | |
| Cobrimento: | | | |
| Desaprumo: | | | |
| Deslocabilidade dos Pilares: | | | |
| 4. INFRAESTRUTURA | | Nota Técnica: | |
| Não Inspeccionado | | | |
| 5. PISTA / ACESSO | | Nota Técnica: 5 | |
| Irregularidades no Pavimento | | Obs: | |
| Junta de Dilatação | Problemática | | |
| Acessos x Ponte | | | |
| Acidentes com veículos | | | |