



2025

Enquadramento de Viadutos em Concreto Segundo Parâmetros Estrutural, Funcional e de Durabilidade: Estudo de Caso para Campo Grande, MS

Vitória Silveira de Vasconcellos Oliveira da Silva ^a; Sidiclei Formagini ^b

^a Aluna de Graduação em Engenharia Civil, vitoria_s_v.oliveira@ufms.br

^b Professor Orientador, Doutor, sidiclei.formagini@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

Parte dos viadutos construídos em concreto na cidade de Campo Grande, MS, tem mais de 40 anos. A longo deste tempo, estes viadutos foram expostos às agressividades ambientais, tráfego intenso e ações extraordinárias, fato que pode contribuir com a diminuição de sua segurança e durabilidade. Diante deste cenário, o trabalho busca identificar as manifestações patológicas visíveis dos quatro principais viadutos da cidade, classificar as anomalias mais comuns, os locais com maior concentração de patologias, verificar o estado de conservação e realizar o enquadramento destes viadutos segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade de acordo com as especificações das normas NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO. Foram realizadas inspeções visuais nos viadutos onde se identificou e mapeou anomalias estruturais, funcionais e de durabilidade. Para estes viadutos foram atribuídas notas correspondentes à condição de desempenho, podendo variar de 0 para emergencial até 5 para excelente. Dos quatro viadutos, 1 recebeu nota 4 e os demais, nota 3 em ambas as metodologias adotadas, e nesses indicam a existência de danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas ainda não há sinais de comprometimento da sua estabilidade. Além disso, foram identificadas que há manifestações patológicas comuns e que estas estão ligadas à problemas relacionados aos elementos complementares da superestrutura.

Palavras-chave: Inspeção, Manifestações Patológicas, OAE, NBR 9452:2023, DNIT 010/2024-PRO.

ABSTRACT

Some of the concrete viaducts built in the city of Campo Grande, MS, are over 40 years old. Over this period, these viaducts have been exposed to environmental conditions, heavy traffic, and extraordinary actions, which may contribute to a reduction in their safety and durability. Given this scenario, this study aimed to identify visible pathological manifestations in the city's four main viaducts, classify the most common anomalies and locations with the highest concentration of pathologies, verify the state of conservation, and classify these viaducts according to structural, functional, and durability parameters in accordance with the specifications of standards NBR 9452 (ABNT, 2023) and DNIT 010/2024-PRO. Visual inspections were carried out on the viaducts, where structural, functional, and durability anomalies were identified and mapped. These viaducts were assigned scores corresponding to their performance condition, ranging from 0 for emergency to 5 for excellent. Of the four viaducts, one received a score of 4 and the others a score of 3 in both methodologies adopted, and these indicate the existence of damage that could lead to some structural deficiencies, but there are still no signs of compromised stability. In addition, common pathological manifestations were identified, which are linked to problems related to complementary elements of the superstructure.

Keywords: Inspection, Pathological Manifestations, OAE, NBR 9452:2023, DNIT 010/2024-PRO.

1. INTRODUÇÃO

As Obras de Arte Especiais (OAE's) são estruturas integrantes da infraestrutura urbana, além de ser um forte indicativo de desenvolvimento em uma cidade. O rápido crescimento urbano e a crescente tecnologia

no setor automobilístico proporcionaram um aumento expressivo da capacidade de carga transportada por caminhões e outros veículos de grande porte dentro das cidades, fazendo com que as OAE's sejam cada vez mais solicitadas, até mais do que foram projetadas para suportar.

Esse aumento das solicitações se torna evidente na evolução dos carregamentos trazidos pelas normas ao decorrer dos anos. Para o dimensionamento de uma OAE é utilizado um carregamento móvel nas regiões mais críticas em cada seção de cálculo, e para a determinação dos esforços as serem utilizados, é utilizado um trem-tipo normatizado.

Ao decorrer dos anos, estes carregamentos dos trens-tipos foram sendo alterados no período de 1946 a 1960, o peso total do carregamento máximo recomendado por norma era de 240 kN, como descrito na norma NB6 (ABNT, 1946), mas na atualização da NB6 (ABNT, 1960), a classe 36 já foi introduzida com peso total do veículo de 360 kN, e a partir de 1984, a NBR 7188 (ABNT, 1984) definiu a classe 45, com o peso total 450 kN (Andrade et al., 2023).

Além dos fatores relacionados ao projeto de dimensionamento e o processo executivo, também devem ser considerados os custos atribuídos à manutenção, reabilitação e, caso necessário, substituição da estrutura, garantindo que haja a continuidade do sistema (Verly, 2015). Assim, as inspeções periódicas mostram-se importantes para identificar e, posteriormente, tratar as patologias para prevenir acidentes e colapsos estruturais bem como estender a vida residual das estruturas.

Deste modo, o enquadramento das OAE's de acordo com as normas é importante, pois auxilia na identificação do estado de conservação das estruturas, para uma posterior análise mais criteriosa, que leve à adoção de medidas de manutenção ou reabilitação para garantir a segurança de todos os usuários.

Assim, o objetivo desse estudo é selecionar quatro dos principais viadutos na cidade de Campo Grande, MS, para inspecionar, analisar e enquadrar, quanto aos critérios funcionais, estruturais e de durabilidade conforme as diretrizes da norma NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO, e após a análise individual, realizar a comparação entre os resultados obtidos em cada metodologia. Com isso, busca-se verificar o atual estado das OAE's de acordo com os critérios técnicos estabelecidos pelas normas vigentes.

Os objetivos específicos são:

- Identificar e inspecionar as condições dos quatro principais viadutos de Campo Grande, MS;
- Apresentar as principais manifestações patológicas destes viadutos;
- Analisar e enquadrar quanto aos critérios funcionais, estruturais e de durabilidade

conforme as diretrizes das normas NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO;

- Apontar a diferença entre os procedimentos da NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado

Entende-se por Vida Útil (VU) de uma estrutura como o período em que ela e seus sistemas atendem aos níveis de desempenho previstos em norma, sendo considerada a realização das manutenções previstas (ABNT NBR 15575-1:2021). Além disso, também é descrito que a VU pode não ser atendida por depender da eficiência das manutenções, alterações das condições de entorno da obra, por fatores climáticos, dentre outros.

Já a Vida Útil de Projeto (VUP) é uma estimativa do tempo para o qual o sistema é projetado, que compõe a VU, com o objetivo de atender os requisitos de desempenho especificados na norma aplicável ao tipo de estrutura em estudo (ABNT NBR 15575-1, 2021). A NBR 6118 (ABNT, 2023) complementa que neste período as características das estruturas de concreto se mantenham, sem que haja intervenções significativas, porém é necessário que sejam atendidos os requisitos de uso e manutenção, bem como o reparo de danos acidentais.

As estruturas que compõem a infraestrutura urbana estão sujeitas à ação de diversos mecanismos de deterioração que promovem sua degradação e impactam na sua vida útil residual. Segundo a NBR 16747 (ABNT, 2020), deterioração é a degradação de componentes e materiais antes do final da sua vida útil, e a existência desses mecanismos contribuem na redução do desempenho da estrutura. Além disso, a norma caracteriza anomalia como uma irregularidade que ocasiona perda de desempenho (da edificação ou de suas partes), decorrente das seguintes fases: projeto ou execução (anomalia endógena); final da vida útil pelo envelhecimento natural (anomalia funcional); fatores externos provocados por terceiros (anomalia exógena).

Segundo Souza e Ripper (1998), existem problemas patológicos simples, onde o diagnóstico e prevenção são claros e aceitam padronizações, sem exigir um nível de conhecimento altamente especializado. E além disso, existem situações em que a investigação da causa da anomalia exige uma análise individualizada e seu tratamento necessita de metodologias que estão além dos mecanismos

convencionais utilizados em inspeções e manutenções rotineiras.

2.2. Mecanismos de envelhecimento e deterioração

A NBR 6118 (ABNT, 2023) exige que o projeto, a execução e a utilização de estruturas de concreto (conforme estabelecido em projeto) devem ser realizados de forma a conservar a segurança, estabilidade e qualidade em serviço durante sua vida útil, devendo considerar as condições ambientais do período do projeto. Esta norma enquadra os principais mecanismos de envelhecimento e deterioração, relativos ao concreto e à armadura, que são: lixiviação, expansão por sulfatos, reação álcali-agregado, despassivação por carbonatação e despassivação por ação de cloretos.

Em relação aos mecanismos da estrutura em si, estes estão relacionados às ações mecânicas, movimentações de origens térmicas (retração e expansão), ações cíclicas, impactos por agentes externos e outras ações atuantes na estrutura. Além disso, a agressividade ambiental é outro fator de grande influência que está relacionada às ações físicas e químicas, e sua classificação é feita de acordo com os grupos de agressividade ambiental definidos pela NBR 6118:2023: classe I (fraca); classe II (moderada); classe III (forte); e classe IV (muito forte).

2.3. Durabilidade

Para evitar o envelhecimento precoce e satisfazer os critérios de durabilidade, a NBR 6118 (ABNT, 2023) exige critérios de projeto, sendo: prever drenagem eficiente; evitar formas inadequadas (arquitetônicas e estruturais); garantir a qualidade apropriada do concreto, bem como o cobrimento necessário para a proteção da armadura; realizar o detalhamento adequado das armaduras; controlar a fissuração das peças; prever revestimentos protetores em regiões cuja agressividade ambiental é muito forte; definir um plano de inspeção e manutenções preventivas.

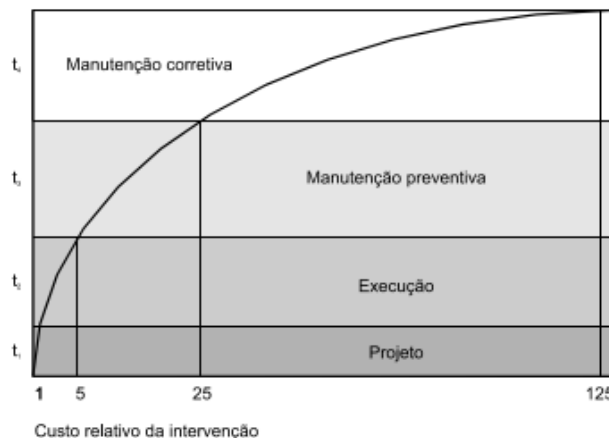
A durabilidade não está associada somente da resistência à compressão do concreto, ela depende das camadas superficiais do concreto da estrutura (Helene, 1997). Além disso, são nessas camadas que os processos de moldagem, adensamento, desmoldagem e cura interferem diretamente das propriedades de difusividade, permeabilidade e absorção capilar de água e gases.

Helene (1997) identifica que a durabilidade do concreto é determinada por quadro fatores: composição do traço; adensamento efetivo; cura efetiva e cobrimento das armaduras. Ele também

ressalta que os custos de manutenção crescem exponencialmente conforme é postergada a intervenção, conforme ilustra a figura 1.

Figura 1 – Representação da evolução dos custos da intervenção em função da fase da vida da estrutura.

Fonte: Helene, 1997



Deste modo, considerando que os recursos materiais e financeiros são finitos, destaca-se a necessidade em conservar as OAE's existentes a partir da integração da fiscalização, avaliação e manutenção (Giovannetti; Pinto, 2014). Além disso, é destacado que nas inspeções também sejam avaliados a capacidade de carga, segurança, conforto oferecido aos usuários e as necessidades de manutenção e melhoramentos.

2.4. Funcionalidade

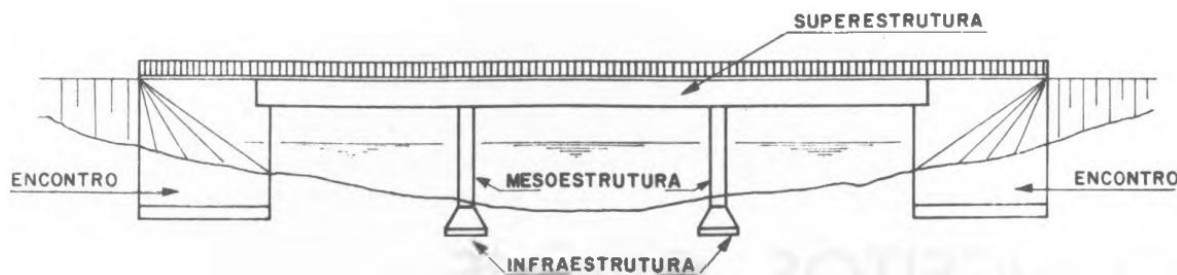
A funcionalidade de uma estrutura, de acordo com a NBR 9452 (ABNT, 2023), refere-se aos aspectos relacionados aos fins para o que o elemento se destina, como características geométricas, integridades dos materiais que o constitui e segurança ao usuário. Além disso, também está relacionado aos aspectos de conforto, segurança e a vida útil das estruturas, onde a perda total da sua funcionalidade está relacionada ao colapso estrutural.

2.5. Composição da estrutura

Segundo Pfeil (1979), a estrutura pode ser subdividida em três partes principais: superestrutura (lajes, vigas principais e secundárias), mesoestrutura (pilares e aparelhos de apoio) e infraestrutura (blocos, sapatas, estacas e peças de ligação, como as vigas de enrijecimento dos blocos). O autor também aponta que os encontros também são elementos que podem possuir características muito versáteis e sua principal função é suportar os esforços provenientes dos aterros e evitar que estes sejam transmitidos para os demais elementos. Além disso, ele expressa uma dualidade entre os profissionais sobre a caracterização dos encontros enquanto elemento da mesoestrutura ou da

infraestrutura. A figura 2 é um esquema que retrata as partes principais da estrutura.

Figura 2 – Elementos constituintes da estrutura. Fonte: Pfeil, 1979



2.6. A inspeção visual

Na análise visual, o estado da estrutura é verificado visualmente e registrado por imagens capturadas por câmeras, podendo também incluir outras abordagens, como: o uso de técnicas não destrutivas, para identificar áreas ocas em componentes de concreto, através de mudanças sonoras na superfície; e a utilização de imagem infravermelha (IV), para detectar defeitos e indicar sua degradação pela avaliação da mudança na radiação infravermelha ao longo da superfície do concreto (Toriumi et al., 2023). Os autores destacam que, a existência de áreas inacessíveis, a exposição dos inspetores a lugares altos e às condições climáticas, a subjetividade do avaliador e a demora da atividade são algumas das desvantagens de realizar esta atividade manualmente. Deste modo, eles sugerem que o uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's) trazem maior segurança ao operador e ao inspetor, proporciona maior acessibilidade em lugares de difíceis e torna a inspeção mais rápida.

2.7. Classificação da NBR 9452 (ABNT, 2023)

A NBR 9452 (ABNT, 2023) classifica as condições de uma OAE, segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, conforme quadro D.1, disponível no anexo D. Também considera que há quatro tipos de inspeção: cadastral, rotineira, especial e extraordinária. A inspeção cadastral é a primeira a ser realizada após a conclusão da implantação da OAE e quando houver alteração na configuração da estrutura. A inspeção rotineira é visual, de acompanhamento periódico (não superior a 1 ano), avaliando a evolução de anomalias já identificadas e o registro de novas ocorrências. As inspeções especiais devem ser realizadas a cada 5 anos, podendo ser postergada a cada 8 anos, caso a OAE só tenha recebido nota superior a 4 na última inspeção, e tem a finalidade de diagnosticar e recomendar os procedimentos a serem executados para restituir a segurança, funcionalidade e durabilidade da estrutura. Já a inspeção extraordinária ocorre a partir de

demandas não programadas, tendo um relatório específico para cada caso.

Para cada parâmetro, são avaliados os componentes da estrutura conforme quadro D.2 (disponível no anexo D), sendo a nota final a menor nota atribuída. Além disso, os elementos complementares são definidos como aqueles que não possuem função estrutural, porém são importantes para a durabilidade e segurança da estrutura.

2.8. Classificação do DNIT 010/2024-PRO

A normativa do DNIT 010/2024-PRO considera cinco tipos de inspeção: cadastral, rotineira, especial, extraordinária e intermediária. A cadastral é a primeira inspeção, realizada obrigatoriamente após a construção, que servirá de referência para as inspeções posteriores, e quando houver modificações importantes na configuração estrutural. A inspeção rotineira tem caráter de análise visual e sua finalidade é acompanhar as anomalias já observadas em inspeções anteriores e atualizar de registro, sendo feita em intervalos de até 2 anos. A inspeção especial deve ter intervalos não superiores a 5 anos, ou sob demanda, e conta com métodos mais criteriosos de análise, tendo o objetivo de diagnosticar e formular procedimentos para restituir requisitos de segurança estrutural, de funcionalidade e de durabilidade. As inspeções extraordinárias são realizadas sob demanda por decorrência de sinistros, e devem auxiliar na compreensão do incidente e de suas consequências. A inspeção intermediária ocorre quando há a recomendação de monitoramento de uma deficiência suspeita ou que já foi detectada.

Os quadros D.3 e D.4 (DNIT 010/2024 – PRO), disponíveis no anexo D, apresentam as diretrizes para a atribuição das notas de avaliação para cada elemento, variando de 1 a 5, e o enquadramento dos danos em função do seu estado de condição (EC), respectivamente. A nota final da estrutura é feita pelo cálculo do Sistema de Gerência de Estruturas (SGE), após o lançamento da inspeção, ou pela atribuição da

menor entre a notas recebidas pelos elementos, que têm função estrutural.

2.9. Comparativo entre as normas DNIT 010/2024-PRO e NBR 9452 (ABNT, 2023)

As principais diferenças entre as normas são relativas aos tipos de inspeção, parâmetros de análise, elementos analisados, notas aplicadas e a classificação final. O quadro 1 fornece um resumo das principais diferenças entre as duas normas no que se refere à metodologia de análise e classificação da OAE.

Quadro 1 – Resumo das principais diferenças entre as normas NBR 9452:2023 e DNIT 010/2024-PRO.

Fonte: Autora

Descrição	NBR 9452:2023	DNIT 010/2024-PRO
Tipos de Inspeção	Cadastral, rotineira, especial e extraordinária	Cadastral, rotineira, especial, extraordinária e intermediária
Parâmetros de Análise	Estrutural, Funcional e Durabilidade	Estrutural
Elementos Analisados	Estruturais e funcionais	Estruturais e funcionais, porém só os elementos com função estrutural são classificados pela alternativa que considera a menor nota
Notas	0 (existe elementos colapsados) à 5 (defeitos irrelevantes e isolados)	1 (elementos tangíveis ao colapso) à 5 (não há dano nem insuficiência estrutural)
Classificação Final	3 notas, sendo elas as menores dentro de cada parâmetro	1 nota, sendo ela: Alternativa 1: Cálculo pelo Sistema de Gerência de Estruturas (SGE) após o lançamento da inspeção. Alternativa 2: a menor dentre os elementos estruturais

2.10 Inspeções em pontes e viadutos

As inspeções em OAE seguem procedimentos normativos ou instruções técnicas, sendo destacado:

- Manual IPR 709 (DNIT, 2004), com o objetivo de treinar profissionais e uniformizar procedimentos de inspeção;
- Manual orientativo de inspeção (CREA-SP, 2025), buscando informar e padronizar os procedimentos conforme as normas aplicáveis da NBR. Nele, as principais manifestações patológicas identificadas são:

fissuras, corrosão de armaduras, eflorescência e manchas, recalques e deslocamentos e falhas em apoios e juntas.

O estudo de caso realizado na cidade de Porto Alegre, RS (Laner, 2001) avaliou 11 viadutos, baseado na NBR 9452 (ABNT, 1986) e aponta a predominância das seguintes patologias: lixiviação, fissuração localizada, corrosão na armadura, desagregação, deslocamento, manchas, umidade, sujeita, problemas de pintura e deformações excessivas.

Vitório (2008) avaliou 40 pontes de concreto armado, utilizando como referência o DNIT 010/2004-PRO, e identificou que a ausência de manutenção ao longo dos anos agravou as avarias decorrentes do processo de envelhecimento, o que fez algumas serem classificadas como situação de ruptura iminente.

Vasconcelos (2018) analisou 4 pontes rodoviárias no estado de Alagoas e identificou que em todas elas há corrosão de armadura, fissuração, eflorescência e deslocamento, e em 75% é indicado desagregação e falha de execução, e as notas atribuídas foram baseadas pela NBR 9452 (ABNT, 2016) e IPR 709 (DNIT, 2004).

Deste modo, observa-se que os anos se passaram, mas os principais problemas patológicos e a falta de intervenções perpetuam, podendo gerar danos na integridade estrutural das obras.

3. METODOLOGIA

3.1. Amostragem da OAE's

O critério para a escolha das OAE's levou em conta, o grau de importância da estrutura, em relação ao tráfego e o histórico de intervenções, e a possibilidade de realizar comparações entre estas estruturas, pois todas são de concreto armado ou protendido e estão nas mesmas condições de agressividade ambiental (classe II). As OAE selecionadas são os viadutos Senador Itálio Coelho, Pedro Chaves, Naim Dibo e o de acesso ao estádio universitário Pedro Pedrossian (Morenã).

O viaduto Senador Itálio Coelho, construído em 1980, está localizado na Avenida Afonso e transpõe a avenida Ceará, sendo ele subdividido em dois viadutos separados, cada uma com pista simples, seção caixa. O viaduto cujo fluxo de veículos é no sentido bairro-centro será denominado V1 e o do sentido centro-bairro, como V2. Ambas são biapoiadas, com um vão com comprimento de 26 m, 2 pilares isolados por apoio e sua seção transversal é tipo laje caixa. Este viaduto recebeu reparo estrutural em 2019, com o encamisamento de concreto na base

de 2 dos 4 pilares de V1 e em 3 dos 4 pilares de V2, com uma altura de cerca de 1 m, por motivo de corrosão na armadura (Machado, 2019).

O viaduto Pedro Chaves (denominado V3), localizado na avenida Ceará que transpõe a avenida Ricardo Brandão, apresenta dois vãos com 10 m de comprimento, um apoio central com 3 pilares ligados por uma viga transversina e sua superestrutura é composta por vigas pré-moldadas. No final de 2009 parte do acesso do viaduto colapsou em decorrência de uma forte tempestade, sendo necessário o período de 1 ano para realizar sua recuperação (Oriqui, 2010).

O viaduto Naim Dibo, (denominado V4), está localizado no endereço na avenida Fábio Zahran que transpõe a avenida Fernando Corrêa da Costa, apresenta dois vãos com 15 m de comprimento, um apoio central com 2 pilares ligados por uma viga transversina e sua superestrutura também é composta por vigas pré-moldadas. Em março de 2025 a obra recebeu manutenções por apresentar anomalia em seu encontro, que gerava trincas na pavimentação da ciclovia de sua superestrutura, entretanto as ações tomadas foram consideradas paliativas e insuficientes (Frazão, 2025).

O quarto viaduto selecionado é o que dá acesso à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Estádio Universitário Pedro Pedrossian (Morenã), localizado na rua Trindade que transpõe a avenida Costa e Silva, (denominado V5). Esta estrutura conta com 2 vãos com 17,5 m de comprimento, 3 apoios com 4 pilares isolados em cada e sua seção transversal é da tipologia de laje caixão. Em 2022 a OAE foi revitalizada, entretanto não houve manutenção das anomalias avaliadas em 2019 (Conceição, 2023).

Deste modo, a escolha das OAE's para realizar as inspeções visuais levou em conta sua importância na infraestrutura urbana da cidade. As denominações e as localizações das OAE's estão dispostas no quadro 2 e na figura 3, respectivamente.

Quadro 2 – Denominações das estruturas da amostra.
Fonte: Autora

Denominação	Viaduto
V1	Senador Itálvio Coelho (sentido bairro-centro)
V2	Senador Itálvio Coelho (sentido centro-bairro)
V3	Pedro chaves
V4	Naim Dibo
V5	De acesso à UFMS/Estádio Pedro Pedrossian

Figura 3 – Localização das amostras. Fonte: Autora



3.2. Planilhas (fichas) de campo

Para o levantamento e registro dos parâmetros relevantes de cada viaduto, foram desenvolvidas fichas baseadas no anexo A da norma NBR 9452 (2023). A ficha para a caracterização da OAE seguiu como modelo os parâmetros listados na tabela A.1, no anexo A, no que se refere às características da estrutura, características particulares e das características funcionais. Os códigos utilizados foram os listados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5 (Anexo A). A tabela A.2 é a ficha que tem como base a Parte II da tabela B.1, da NBR 9452 (ABNT, 2023), e a tabela A.3 tem como base o Anexo B da norma DNIT 010/2024-PRO. Ambas as bases utilizadas são referentes à ficha de inspeção rotineira.

Após a definição das OAE's, foram realizadas as inspeções visuais. Nas visitas foram preenchidos os parâmetros descritos nas fichas presentes no anexo A, conforme cada caso, e feitos registros fotográficos das anomalias encontradas nas estruturas. Para realizar as medições, foi utilizada uma trena métrica retrátil para comprimentos de até 5 metros, e para distâncias maiores, foi utilizada a trena a laser da marca Bosch, com capacidade de 50 metros.

3.3. Vistoria em campo

O primeiro passo consistiu em mensurar os elementos da superestrutura e mesoestrutura e os categorizar, conforme os parâmetros indicados na tabela A.1. Após isso, foi realizada uma análise minuciosa de todos os elementos estruturais e complementares de cada viaduto, e ao identificar alguma anomalia, foi feito o registro fotográfico e as anotações adequadas,

utilizando as tabelas A.2 e A.3, de cada manifestação apresentada.

Nos elementos de concreto armado, os principais parâmetros analisados na inspeção visual foram: presença de fissuras; trincas; aberturas; marcas de infiltração; lixiviação; defeitos construtivos; degradação do concreto; aspecto do concreto; cobrimento do concreto; armadura exposta; indícios de corrosão da armadura; danos por impacto; flechas na superestrutura; recalque dos pilares. Nos demais elementos é verificado seu estado de conservação, estabilidade, se há deformações, rasgos, deslocamentos ou algum outro aspecto que o faça apresentar avarias.

Após o levantamento de todas as informações pertinentes, foi feita a classificação dos parâmetros conforme especificado nas normas e, posteriormente, a atribuição da nota final. Assim, a figura 4 refere-se ao fluxograma utilizado para a classificação e atribuição da nota para cada parâmetro, nos aspectos estrutural, funcional e de durabilidade, de acordo com a NBR 9452 (ABNT, 2023). Conforme a norma DNIT 010/2024-PRO, a figura 5 trata do método utilizado para classificar os elementos estruturais e, a figura 6, resume o enquadramento dos danos por EC.

Figura 4 – Método de classificação segundo a norma NBR 9452:2023. Fonte: Autora

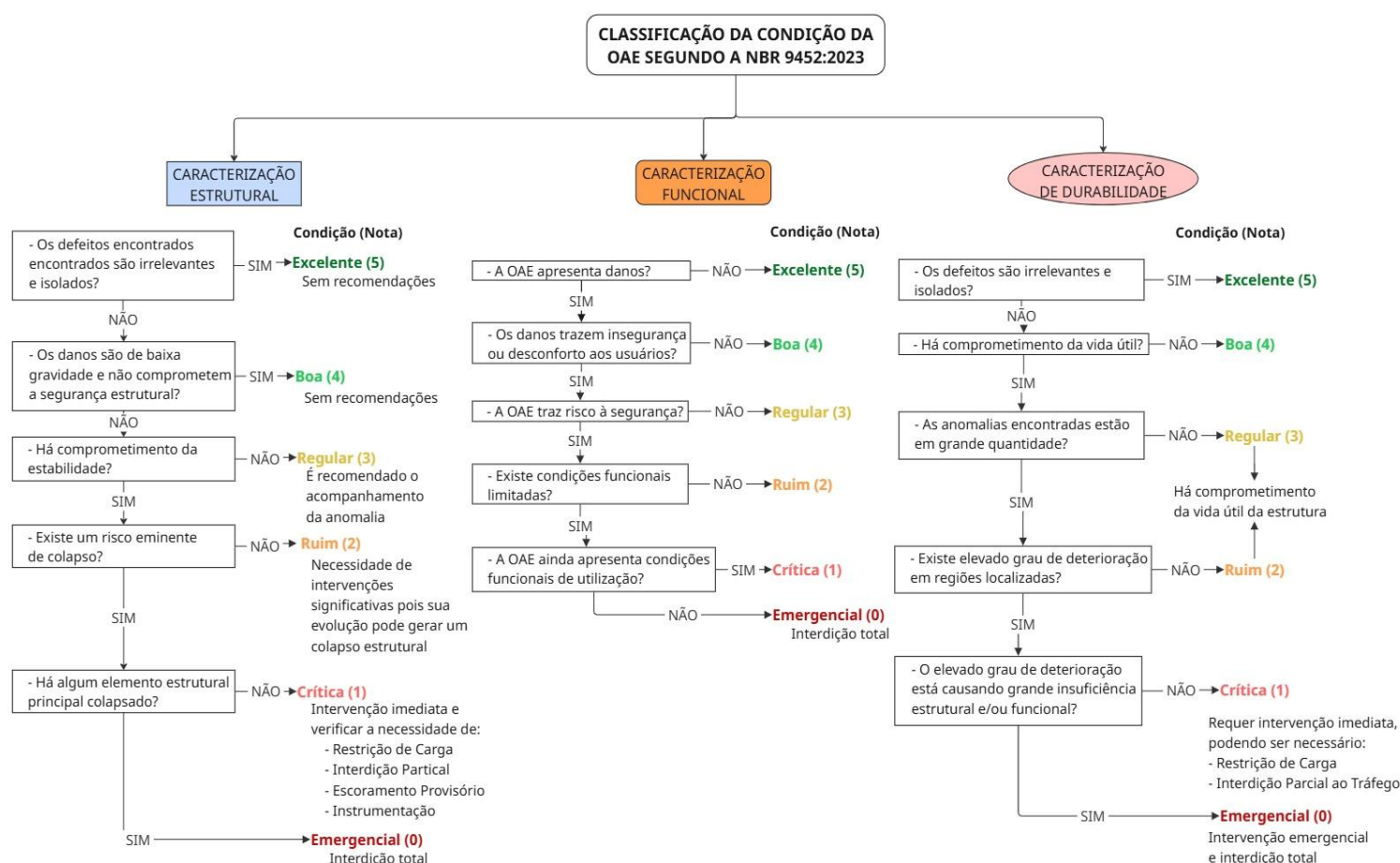


Figura 5 – Método de classificação da condição do elemento segundo a norma DNIT 010/2024-PRO. Fonte: Autora

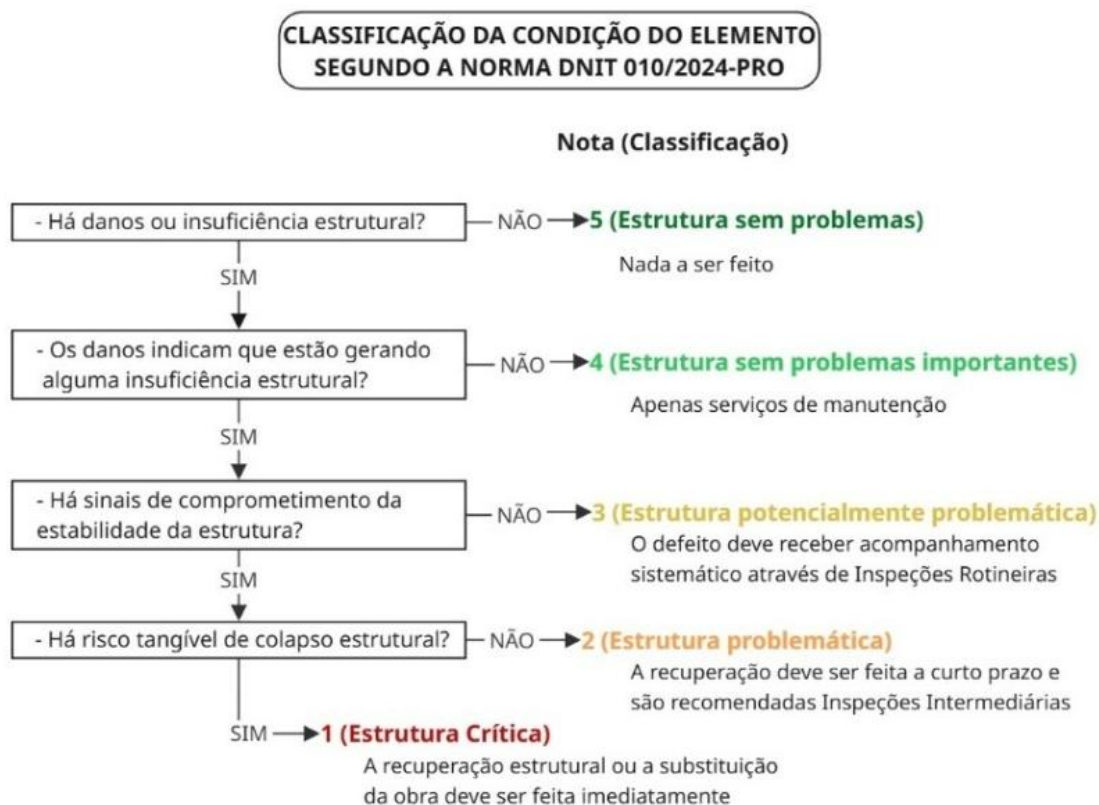


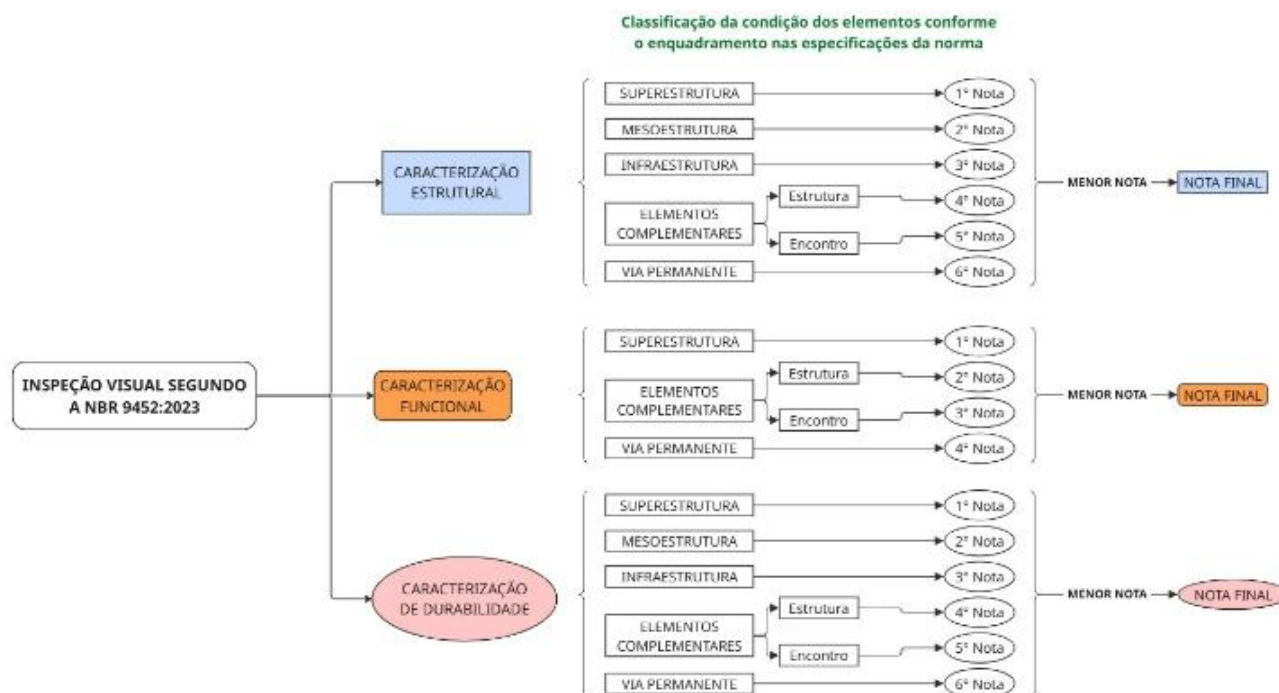
Figura 6 – Atribuição do EC ao dano no elemento segundo a norma DNIT 010/2024-PRO. Fonte: Autora



Com base nas notas atribuídas para cada parâmetro, foi determinada a nota final. A figura 7 mostra o processo da atribuição da nota final das categorias analisadas pela NBR 9452 (ABNT, 2023). Para a nota

final pela metodologia do DNIT 010/2024-PRO, será adotado o critério da menor nota atribuída na avaliação dos elementos com função estrutural.

Figura 7 - Método de atribuição de nota final segundo a norma NBR 9452:2023. Fonte: Autora



4. RESULTADOS

4.1. Dimensões e características

Em todas as visitas foram levantadas informações referentes à geometria, características particulares e funcionais, preenchendo os parâmetros dispostos na tabela A.1 do anexo A. As informações levantadas de cada estrutura estão disponíveis no anexo B.

4.2. Registros

Em todas as OAE's visitadas foi verificada a presença de anomalias, sejam elas endógenas, exógenas ou funcionais, e na sequência, estão apresentadas as principais delas. A partir de sua influência na estrutura, foi feito o enquadramento nas classificações normativas e a análise do parâmetro geral.

4.2.1. Condições dos viadutos

O viaduto Senador Itálio Coelho teve as estruturas analisadas individualmente. Para este viaduto, assumiu-se o vigamento principal como a laje caixão.

A estrutura de V1, mostrou-se com boas condições de estabilidade, não havendo anomalias críticas que necessitam de intervenção imediata, porém é necessário acompanhar a evolução das fissuras presentes nos blocos da recuperação estrutural e na evolução da infiltração na superestrutura. As figuras 8 e 9 mostram detalhes da inspeção de V1.

Figura 8 – Manchas de infiltrações e ausência de drenagem no tabuleiro. Fonte: Autora



Figura 9 – Fissuração e degradação do concreto na base do pilar. Fonte: Autora



Em um contexto global, a estrutura V2 não apresenta indícios de prejuízo da sua estabilidade, porém o acompanhamento das infiltrações na laje, a ascensão da água apresentada no pilar e a manutenção dos

blocos de recuperação, que apresentaram maior grau de deterioração, se torna necessário para garantir a segurança estrutural e o prolongamento da vida útil da estrutura. As figuras 10 e 11 mostram detalhes do viaduto V2.

Figura 10 – Ascensão de água na base do pilar.

Fonte: Autora



Figura 11 – Falha construtiva da recuperação na base do pilar. Fonte: Autora



A inspeção constatou que existem dois pontos de atenção na estrutura do V3: ausência de aparelho de apoio; e infiltração entre as vigas, pois há uma forte incidência de lixiviação em seu vigamento principal, o que pode estar associado ao fato de não ter drenos ou um sistema de drenagem eficiente, o que corrobora para o acúmulo de água em pontos na sua superestrutura, que também foram identificados na inspeção. Quanto a ausência do aparelho de apoio, pode comprometer a transferência de esforço da superestrutura à infraestrutura. Quanto a infiltração de água, é importante que haja uma avaliação para identificar se há corrosão na armadura, por conta da presença de água indicada pela lixiviação e eflorescência, para que receba intervenção antes que comprometa a estrutura. As figuras 12 e 13 mostram detalhes de V3.

Figura 12 – Lixiviação no encontro das vigas.

Fonte: Autora



Figura 13 – Degradação do concreto na lateral do viaduto.

Fonte: Autora



A estrutura do V4 deve receber uma atenção especial, por ter em seu histórico uma movimentação importante de seu encontro e, por não ter recebido as intervenções necessárias, para solucionar o problema. Além disso, também foi observada a degradação do concreto na base de um dos pilares e o processo de lixiviação nas vigas, que indica a presença de água no elemento, levando à oxidação da armadura e futuramente podendo comprometer sua estabilidade. A figura 14 mostra as principais manifestações observadas em V4.

Figura 14 – Manifestações em V4. Fonte: Autora



(a) Degradação do concreto na base do pilar.



(b) Trinca na cabeceira do viaduto.

Para o V5 assumiu-se o vigamento principal como a laje caixão. Pelos danos identificados na estrutura, este viaduto deve receber um monitoramento em relação à evolução do processo de oxidação da armadura na base dos pilares e nos pontos de infiltração no inferior da laje, onde ocorre também o processo de lixiviação. Além disso, na região inferior da superestrutura existe uma abertura importante (que não obteve a manutenção adequada) decorrente do impacto de veículos e um ponto crítico com armadura exposta, e estas são anomalias que geram grande perda de durabilidade e podem vir a progredir para um comprometimento estrutural. Sobre a segurança na superestrutura, os guarda-corpos são inferiores a 1,2 m (mínimo estipulado por DNIT IPR, 2004), o que pode trazer risco ao usuário. As figuras 15 e 16 mostram detalhes da inspeção de V5.

Figura 15 – Armadura exposta e cobrimento insuficiente.
Fonte: Autora



Figura 16 – Oxidação da armadura na base do pilar.
Fonte: Autora



4.2.2. Principais manifestações patológicas

Nas inspeções dos viadutos, foram observadas algumas anomalias pontuais (em apenas uma estrutura) e muitas comuns a todas elas. Deste modo, foram enumeradas as principais manifestações patológicas diagnosticadas em elementos estruturais

(EE) e em elementos complementares (El.C), como mostra o quadro 3:

Quadro 3 – Principais manifestações patológicas encontradas nas estruturas. Fonte: Autora

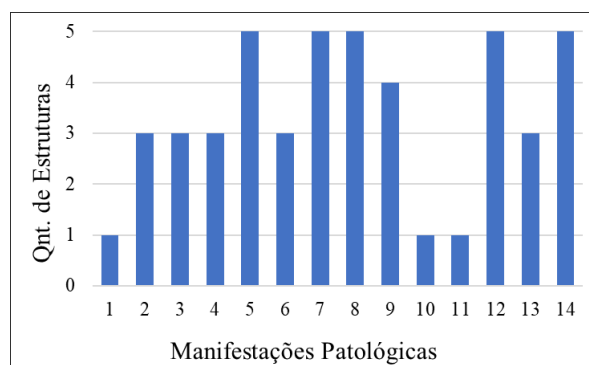
Principais manifestações patológicas	
1	Armadura exposta em EE
2	Lixiviação do concreto em EE
3	Cobrimento insuficiente
4	Danos por impacto
5	Defeitos/Degradação em El.C
6	Degradação da pintura
7	Degradação do concreto
8	Falhas de concretagem
9	Fissuras/Trincas em EE
10	Indícios de corrosão da armadura em EE
11	Infiltração de água ascendente
12	Manchas de Infiltração na superestrutura
13	Obstrução das juntas de dilatação
14	Obstrução/Ausência de drenagem

O quadro 4 resume as anomalias apontadas em cada viaduto e a figura 17, mostra a quantidade de estruturas que apresentam as anomalias indicadas dentro do conjunto de amostras analisadas.

Quadro 4 – Incidência das manifestações patológicas nas estruturas. Fonte: Autora

Estrutura	Manifestações patológicas													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V1			X		X	X	X	X	X			X	X	X
V2			X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
V3		X	X		X		X	X				X		X
V4		X		X	X		X	X	X			X		X
V5	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X

Figura 17 – Quantidade de estruturas que apresentam as patologias de 1 a 14. Fonte: Autora



Analisando a figura 17, observa-se que apenas as anomalias (1), (10) e (11) são pontuais por terem sido apresentadas em apenas uma estrutura. Entretanto, elas trazem um ponto de atenção para as estruturas incidentes (V2 e V5) pela sua gravidade.

Além disso, constatou-se que as patologias (5), (7), (8), (12) e (14) estão presentes em todas as estruturas, indicando que há uma deficiência generalizada em relação ao escoamento da água na superestrutura e também na durabilidade dos elementos estruturais e complementares das estruturas.

Ademais, para realizar o enquadramento das estruturas em função as classificações normativas, foi avaliada a diversidade de manifestações incidentes e levado em conta a gravidade do dano e suas consequências no elemento.

4.2.3. Notas finais

A partir da avaliação dos elementos que compõem as estruturas, foram atribuídas as notas conforme as especificações da norma NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024. No anexo C estão presentes as tabelas C.1 a C.5, onde constam as notas atribuídas para cada parâmetro para cada viaduto, e a tabela 1 resume as notas finais, dadas à estrutura e sua classificação quanto à condição de estabilidade, em relação à caracterização estrutural, denominada (1).

Tabela 1 – Índices de confiabilidade. Fonte: Autora

Estrutura	Estrutural (1)		Funcional (2)	Durabilidade (2)	Condição Estrutural
	NBR	DNIT			
V1	4	4	4	3	Boa
V2	4	4	4	3	Boa
V3	3	3	3	2	Regular
V4	3	3	3	3	Regular
V5	3	3	1	3	Regular
(1) Caracterização estrutural conforme a NBR 9452:2023 e a norma DNIT 010/2024-PRO					
(2) Caracterização conforme a NBR 9452:2023					

Tanto em V1 quanto em V2, foram atribuídas nota 4 em (1), pois embora os danos encontrados na laje, nos pilares e blocos necessitem de avaliação para verificar o grau de comprometimento estrutural no elemento, eles não aparentam estar gerando alguma insuficiência estrutural. No aspecto funcional, os danos encontrados não trazem desconforto ao usuário, e na durabilidade, as anomalias são moderadas e ainda não chegam a comprometer a vida útil dos elementos.

Em V3, a atribuição da nota 3 em (1) se deve ao alto grau de lixiviação presente no vigamento principal que pode estar associado à oxidação da armadura, que pode agravar para uma insuficiência estrutural, mas sem risco de comprometimento na sua estabilidade.

Na funcionalidade, os defeitos apresentados não trazem risco à segurança dos usuários, porém seu estado gera desconforto, sendo então atribuída nota 3. A nota 2 em durabilidade se deve à ausência de aparelhos de apoio na mesoestrutura, fazendo com que os pilares sofram tensões excessivas e acabe favorecendo o surgimento de fissuras e a redução da vida útil da estrutura.

A estrutura V4, embora tenha recebido manutenções, o problema estrutural em seu encontro não foi sanado, podendo estar provocando alguma insuficiência estrutural, e além disso, a superestrutura apresenta infiltrações e a mesoestrutura apresenta danos que podem vir a gerar uma insuficiência. Apesar das anomalias identificadas, não há indícios de comprometimento da estabilidade da obra, e portanto foi atribuída a nota 3 em (1). Em relação à funcionalidade, nos elementos complementares, o estado das calçadas e os aspectos das barreiras rígidas geram desconforto aos usuários, entretanto não trazem risco à segurança, portanto foi atribuída a nota 3. Os elementos complementares da estrutura apresentam um estado de degradação considerável em alguns pontos, e além disso, a argamassa utilizada na trinca do encontro se apresenta fissurada e as infiltrações no vigamento podem provocar a corrosão de sua armadura, e portanto foi atribuída nota 3 na durabilidade.

No viaduto V5, tanto a superestrutura quanto a mesoestrutura apresentam danos relacionados às armaduras, sendo necessário a avaliação para verificação do grau de comprometimento. Entretanto, o dano ainda não está provocando uma insuficiência estrutural significativa, e portanto foi atribuída nota 3 em (1) pois também não há indícios de prejuízo da estabilidade da estrutura. A nota 1 em funcionalidade se deve ao fato da altura do guarda-corpo ser inferior à estipulada em norma, o que caracteriza a limitação das condições funcionais de utilização. Também, a atribuição da nota 3 na durabilidade se deve à diversidade de anomalias apresentadas nos pilares, laje e elementos complementares, que indica o comprometimento da vida útil dos elementos.

4.2.4. Análise comparativa

A figura 18 mostra as notas atribuídas pela metodologia da NBR 9452 (ABNT, 2023), e a figura 19 um comparativo das notas da caracterização estrutural entre as normas analisadas no estudo. Além disso, com base nos dados apresentados no anexo C, a figura 20 apresenta a incidência em que foram atribuídas as menores notas dos parâmetros estrutural e de durabilidade (pela NBR 9452:2023) sobre os

elementos de caráter estrutural na superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura.

Figura 18 – Notas finais conforme a classificação da NBR 9452:2023. Fonte: Autora

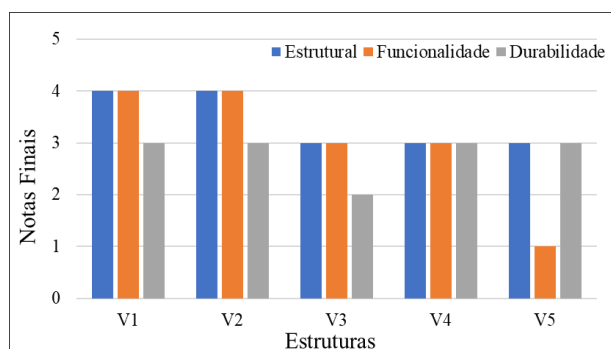


Figura 19 – Nota final da norma DNIT 010/2024-PRO e da caracterização estrutural da NBR 9452:2023. Fonte: Autora

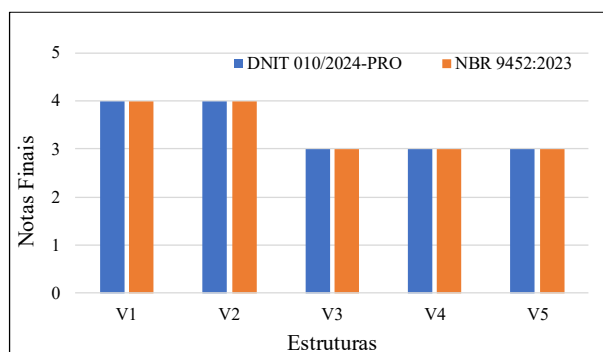
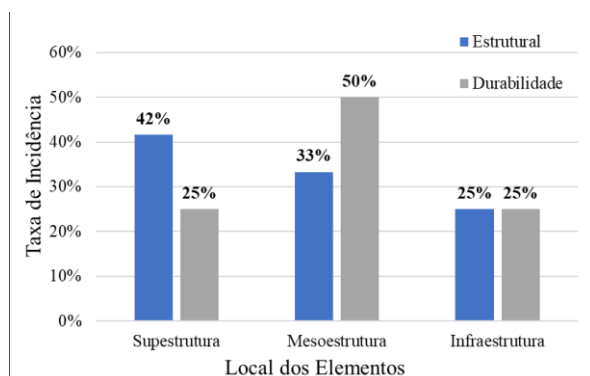


Figura 20 – Locais dos elementos que obtiveram as menores notas segundo a NBR 9452:2023. Fonte: Autora



A figura 18 mostra a classificação conforme procedimento da NBR 9452 (ABNT, 2023). Apesar de algumas diferenças nas anomalias encontradas, as estruturas de V1 e de V2, pertencentes ao mesmo viaduto, se enquadram nas mesmas configurações de estabilidade estrutural, funcionalidade e durabilidade.

Além do mais, é possível identificar uma relação nas classificações entre os parâmetros estrutural e

funcional, uma vez que, em quatro dos cinco viadutos, os parâmetros obtiveram notas iguais. Essa relação se justifica, pois, a condição de estabilidade de um elemento está atrelada à sua capacidade de proporcionar segurança ao usuário, considerando que suas dimensões e características estejam dentro das diretrizes normativas. Ademais, no geral, a durabilidade apresenta uma condição regular segundo a norma, entretanto não é possível indicar que as estruturas apresentem condições de durabilidade idênticas pois os locais onde as menores notas foram atribuídas são diferentes.

Em relação à caracterização estrutural, para cada estrutura, as notas atribuídas para a superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, segundo a NBR 9452 (ABNT, 2023), foram iguais às notas dadas segundo o DNIT 010/2024-PRO. Isso indica que há compatibilidade na metodologia de classificação entre as duas normas, conforme mostrado na figura 19.

Em relação às localidades em que se encontram os elementos que obtiveram as menores notas, foram observados os seguintes pontos conforme mostrados na figura 20: no parâmetro estrutural, a superestrutura apresenta a maior taxa de incidência, indicando a maior ocorrência de anomalias de maior gravidade; a mesoestrutura se apresentou mais crítica em relação à durabilidade, indicando que seus elementos necessitam de atenção em relação às manutenções; a infraestrutura foi a que menos apresentou anomalias de maior gravidade dentre as amostras analisadas.

Diante do estudo exposto, foi possível realizar o enquadramento e a comparação dos quatro viadutos, analisados de acordo com as metodologias das normas NBR 9452 (ABNT, 2023) e DNIT 010/2024-PRO. No entanto, não foi possível verificar as condições dos elementos da infraestrutura que estão abaixo do nível do solo, porém nenhuma OAE apresenta erosão do terreno de fundação ou elementos desenterrados.

No parâmetro estrutural, todos os viadutos obtiveram a mesma nota em ambas as metodologias de classificação, sendo que somente o viaduto Senador Itálio Coelho, que corresponde às estruturas V1 e V2 obteve nota 4, indicando que sua condição é boa segundo as classificações normativas, e não há sinais de comprometimento estrutural, mas é indicado que haja manutenção periódica. Nos demais viadutos, foi atribuída a nota 3, como mostrado na figura 18, apontando que os danos encontrados podem estar gerando uma insuficiência estrutural, mas ainda não a ponto de comprometer a segurança. Deste modo, é necessário que as anomalias sejam acompanhadas e obtenham manutenções.

Além disso, as notas parciais e finais de cada viaduto, do parâmetro estrutural, foram semelhantes nas duas normas, como indica a figura 19 e as tabelas do anexo C. Deste modo, é possível identificar uma correspondência na classificação dos elementos estruturais, em relação à sua estabilidade, entre as duas normas.

Ademais, foram identificadas cinco anomalias em comum em todas as estruturas, que são: defeitos e/ou degradação em elementos complementares; degradação do concreto; nichos de concretagem; manchas de infiltração na superestrutura; e obstrução ou ausência do sistema de drenagem. Estes fatores mostram uma incompatibilidade entre a drenagem e a pavimentação da superestrutura, além de ausência de manutenção periódica nos elementos funcionais, bem como falhas construtivas dos elementos moldados in-loco.

No que abrange as características funcionais e estrutural, a figura 18 indica que, no geral, a funcionalidade se equipara à condição estrutural da OAE e na durabilidade, em geral, as estruturas apresentam uma condição regular segundo a norma, com uma quantidade moderada de anomalias que comprometem a vida útil da estrutura, sendo indicado manutenções para a melhora desta condição.

Deste modo, observa-se que é necessário ater-se ao acompanhamento das anomalias presentes nos elementos estruturais, bem como, realizar as intervenções necessárias para melhorar a segurança estrutural destas OAE's. Além disso, também é importante que os elementos complementares recebam manutenção para garantir a segurança dos usuários e para prolongar a vida útil dos viadutos.

5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Com o estudo prévio das normas NBR 9452 (ABNT, 2023) e DNIT 010/2024-PRO para a identificação das anomalias e com as visitas realizadas nos quatro principais viadutos de Campo Grande, MS, foi possível tomar as informações necessárias para a caracterização dos viadutos e registrar as manifestações patológicas nos elementos através de anotações e registro fotográfico.

O estudo também identificou que as principais manifestações patológicas são: degradação em elementos complementares, degradação dos elementos em concreto, defeitos de concretagem, infiltrações na superestrutura e obstrução ou inexistência do sistema de drenagem na superestrutura.

A partir das inspeções realizadas com base nas metodologias da norma NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO, foi possível enquadrar as estruturas em função da condição estrutural, funcional e de durabilidade, com base na quantidade e gravidade das manifestações patológicas identificadas. Assim, dos quatro principais viadutos da cidade, apenas um apresenta condição estrutural boa (segundo as normas citadas), tendo os demais, anomalias que os classificaram como condição estrutural regular. Em relação à funcionalidade, apenas um deles oferece risco à segurança dos usuários pelo não atendimento da altura mínima do guarda-corpo. Em função da durabilidade, todos apresentam anomalias que comprometem a vida útil do elemento analisado.

Além disso, foram identificadas diferenças nos procedimentos da NBR 9452 (ABNT, 2023) e do DNIT 010/2024-PRO, sendo eles:

- O DNIT apresenta um tipo de inspeção a mais, a intermediária, que é realizada sob demanda para o acompanhamento da evolução das anomalias;
- A NBR classifica 3 parâmetros (estrutural, funcional e de durabilidade), enquanto a classificação do DNIT é somente estrutural;
- O DNIT apresenta duas alternativas de atribuição da nota final, podendo ser pelo SGE ou a menor nota entre os elementos estruturais. Na NBR é utilizado o critério da menor nota;
- Na NBR os elementos complementares também interferem na classificação final da estrutura, mas no critério de menor nota do DNIT, só são analisados os elementos com função estrutural;
- A NBR tem a possibilidade de atribuição da nota 0 na existência de elementos colapsados, enquanto a menor nota do DNIT é 1, que considera o elemento na eminência do colapso.

Para trabalhos futuros, podem ser realizadas inspeções que contemplem análises mais detalhadas e ensaios para obter mais resultados quantitativos e qualitativos, podendo até estimar qual seria a vida útil residual das estruturas através dos critérios de durabilidade estabelecidos em norma. Assim, para as próximas vistorias podem ser avaliados os seguintes parâmetros: mensuração de flechas; avaliar o prumo dos pilares; verificar o estado dos aparelhos de apoio.

Em relação aos ensaios, os principais seriam: carbonatação; resistência à compressão; corrosão da armadura; ultrassom (para verificar a integridade mediante as fissuras); potencial de cloretos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. S.; CARDOSO, M. A. N.; OLIVERIA, D. S.; SANTOS, C. F. R.; RIBEIRO, J. C. L.; E CARVALHO, J. M. F. **Evolução dos critérios de projeto de pontes de concreto armado a partir da normatização brasileira.** ANAIS DO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2023. IBRACON, Florianópolis, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais — desempenho parte 1: requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento portland — requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: Inspeção predial - diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento.** Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto.** Rio de Janeiro, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2023.
- CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CREA-SP): **Manual orientativo: inspeção de estruturas de concreto - pontes e viadutos.** São Paulo, n. 34, out. 2025. Disponível em: https://www.creasp.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2025/11/20251002-CREA-manual-pontes-e-viadutos-digital.pdf. Acesso em: 12 de nov. de 2025.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE (DNIT). **IPR 709: Manual de inspeção de pontes rodoviárias.** Brasília, DF: Ipr, 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **DNIT 010/2024-PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento.** Brasília, DF, 2024.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **DNIT: Relatório de Gestão – Exercício 2024.** Brasília, DF, 2024.
- CONCEIÇÃO, E. **Sem manutenção, seis viadutos podem cair em Campo Grande.** Agência 24h, 2023. Disponível em: <https://n24h.com.br/sem-manutencao-seis-viadutos-e-uma-ponte-podem-desmoranar-em-campo-grande/>. Acesso em: 8 de nov. de 2025.
- FRAZÃO, A. **Viadutos em risco: MPMS aciona Justiça contra falta de manutenção em viadutos da Capital.** MPMS, 2025. Disponível em: <https://www.mpms.mp.br/noticias/2025/09/viadutos-em-risco-mpms-aciona-justica-contrafalta-de-manutencao-em-viadutos-da-capital->. Acesso em: 8 de nov. de 2025.
- GIOVANNETTI, A. C. V. P.; PINTO, R. C. DE A. **Avaliação da Condição de uma Ponte - Estudo de Caso.** ANAIS DO VII CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS. Rio de Janeiro, 2014.
- HELENE, P. **Vida útil das estruturas de concreto.** In IV Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções. Anais... Porto Alegre, RS. 1997.
- LANER, F. J. **Manifestações patológicas nos viadutos, pontes e passarelas do município de Porto Alegre.** 2001. n. 157. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- MACHADO, M. **Bases de viaduto da Avenida Afonso Pena começa a ganhar reforço.** Campo Grande News, 2019. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/bases-de-viaduto-da-avenida-afonso-pena-comecam-a-ganhar-reforco>. Acesso em: 8 de nov. de 2025.
- ORIQUE, V. **Chuva abre cratera na Ceará e leva 12 meses para ser recuperada.** Capital News, 2010. Disponível em: <https://www.capitalnews.com.br/conteudo.php?cid=203592>. Acesso em: 8 de nov. de 2025.
- PFEIL, W. **Pontes em concreto armado: elementos de projetos, solicitações, dimensionamento.** Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1979.
- SOUZA, V. C. M., & RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto** – São Paulo: Pini, 1998.
- TORIUMI F. Y.; Bittencourt T. N.; Futai M. M. **UAV-based inspection of bridge and tunnel structures: an application review.** Rev. IBRACON Estrut. Mater., vol. 16, no. 1, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952023000100003>. Acesso em: 8 de nov. de 2025

- VERLY, R. C. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais**. 2015. xix, 178 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- VITÓRIO, J. A P. **Avaliação do grau de risco estrutural de pontes rodoviárias de concreto**. ANAIS DO 50º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2008. IBRACON, Salvador, 2008.
- VASCONCELOS, F. de O. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado – estudo de caso**. 2018, n. 71. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018

ANEXO A

Tabela A.1 – Ficha de Cadastro. Fonte: Autora

Nome:				Data:			
Localização							
Finalidade:							

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA				
Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição

SEÇÃO-TIPO		
Superestrutura	Longitudinal	Mesoestrutura
	Transversal	Infraestrutura

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES			
Vãos	Pilares		Encontros
Número	Nº Apoios		
Comp. Típico	Pilares por apoio		
Maior Comprimento	Altura dos Pilares		
Juntas de Dilatação	Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Quantidade	Tipo	
OBS:			

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS				
Plani-Alimétricas	Número	Faixas	Acostamento	Passeio
	Largura			
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras
Gabaritos Verticais	Outros Elementos			
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental

Tabela A.2 – Ficha de Inspeção Rotineira (Baseada na NBR 9452:2023). Fonte: Autora

Histórico de Intervenções	
Reparos	
Alargamento	
Reforços	
Outros	

REGISTRO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
Elementos Estruturais	
Superestrutura	
Mesoestrutura	
Infraestrutura	
Aparelhos de Apoio	
Juntas de Dilatação	
Encontros	
Taludes	
Outros Elementos	

Elementos da Pista ou Funcionais	
Pavimento	
Acostamento, refúgio	
Drenagem	
Guarda-corpos	
Barreiras/Defensas:	
Iluminação	
Sinalização	
Gabaritos	
Outros Elementos	

Outros Elementos	
Acesso e Entornos	
Vias de Acesso	
Proteção de Pilares	
Outros Elementos	

Informações Complementares	

Recomendações Terapêuticas	

CLASSIFICAÇÃO DA OAE		
Parâmetro	Nota	Justificativa
Estrutural		
Funcional		
Durabilidade		

Tabela A.3 – Ficha de Inspeção Rotineira (Baseada na norma DNIT 010/2024-PRO). Fonte: Autora

DADOS BÁSICOS										
Data da Inspeção:										
Observação:										
NOTA TÉCNICA										
Nº do Tramo:										
Região	Família de Elementos	Elemento Individual	Nota Técnica							
DANOS AOS ELEMENTOS										
Nº do Tramo:										
Região	Família de Elementos	Elemento Individual	Dano	Quant.	Localização	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Extensão Relativa	Estado de Condição
INSUFICIÊNCIAS ESTRUTURAIS										
Nº do Tramo:										
Região	Família de Elementos	Elemento Individual	Insuficiência Estrutural	Causa Provável						

Obs: As 3 tabelas devem se repetir para cada tramo da estrutura

ANEXO B

Tabela B.1 – Ficha de cadastro preenchida do viaduto V1. Fonte: Autora

Nome:	Viaduto Senador Itálio Coelho	
Localização	Avenida Afonso Pena sobre Avenida Ceará - Sentido Centro	Data:
Finalidade:	Transposição de Avenida	08/10/2025

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição
50	14,7	11,5	1 (moldado no local)	Via Urbana

SEÇÃO-TIPO

Superestrutura	Longitudinal	1 (biapoiada)	Mesoestrutura	1 (Pilares Isolados)
	Transversal	6 (Outras)*	Infraestrutura	7 (não identificado)

* Laje Caixa

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Vãos		Pilares		Encontros
Número	1	Nº Apoios	2	Aberto (em balanço)
Comp. Típico	26 m	Pilares por apoio	2	
Maior Comprimento	26 m	Altura dos Pilares	VAR.*	
Juntas de Dilatação		Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Aterro Revestido
2	Abertas	4	Metálico	

OBS: Os pilares sofreram intervenções, fazendo com que sua altura fosse alterada

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Plani-Alimétricas		Faixas	Acostamento	Passeio
Região Plana; Traçado Tangente	Número	2	N.A.	1
	Largura	3,4 m	-	2,65 m
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras
Concreto	Metal	Asfalto	Não	Sim
Gabaritos Verticais		Outros Elementos		
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental
N.A.	6,3	Não	Intenso	Moderada

Tabela B.2 – Ficha de cadastro preenchida do viaduto V2. Fonte: Autora

Nome:	Viaduto Senador Itálio Coelho	
Localização	Avenida Afonso Pena sobre Avenida Ceará - Sentido Parque	Data:
Finalidade:	Transposição de Avenida	08/10/2025

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição
50	14,7	11,5	1 (moldado no local)	Via Urbana

SEÇÃO-TIPO

Superestrutura	Longitudinal	1 (biapoiada)	Mesoestrutura	1 (Pilares Isolados)
	Transversal	6 (Outras)*	Infraestrutura	7 (não identificado)

* Laje Caixa

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Vãos		Pilares		Encontros
Número	1	Nº Apoios	2	Aberto (em balanço)
Comp. Típico	26 m	Pilares por apoio	2	
Maior Comprimento	26 m	Altura dos Pilares	VAR.*	
Juntas de Dilatação		Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Aterro Revestido
2	Abertas	4	Metálico	

OBS: Alguns pilares sofreram intervenções, fazendo com que suas alturas fossem alteradas

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Plani-Alimétricas		Faixas**	Acostamento	Passeio
Região Plana; Traçado Tangente	Número	2	N.A.	1
	Largura	3,4 m	-	2,65 m
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras
Concreto	Metal	Asfalto	Não	Sim
Gabaritos Verticais		Outros Elementos		
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental
N.A.	6,1	Não	Intenso	Moderada

**Também existe uma ciclofaixa de 2,45 m dentro da largura útil da via

Tabela B.3 – Ficha de cadastro preenchida do viaduto V3. Fonte: Autora

Nome:	Viaduto Pedro Chaves	
Localização	Avenida Ceará sobre Avenida Ricardo Brandão	Data:
Finalidade:	Transposição de Avenida	08/10/2025

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição
23	18	14	1 (moldado no local)	Via Urbana

SEÇÃO-TIPO

Superestrutura	Longitudinal	2 (contínua)	Mesoestrutura	2 (Pilares com Travessa)
	Transversal	6 (Outras)*	Infraestrutura	7 (não Identificado)

* Vigas pré-moldadas

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Vãos		Pilares		Encontros
Número	2	Nº Apoios	1	Fechado (Encontro-Muro)
Comp. Típico	10,2 m	Pilares por apoio	3	
Maior Comprimento	10,2 m	Altura dos Pilares	4,1 m	
Juntas de Dilatação		Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Contido
N.A.	-	N.A.	-	
OBS:				

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Plani-Alimétricas			Faixas	Acostamento	Passeio
Região Plana; Traçado Tangente	Número		4	N.A.	2
	Largura		3,0 m	-	1,95 m
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras	
N.A.	Concreto e Metal	Asfalto	Não	Não	
Gabaritos Verticais		Outros Elementos			
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental	
N.A.	5,2	Não	Média Intensidade	Moderada	

Tabela B.4 – Ficha de cadastro preenchida do viaduto V4. Fonte: Autora

Nome:	Viaduto Naim Dibo	
Localização	Avenida Fábio Zahran sobre Avenida Fernando Corrêa da Costa	Data:
Finalidade:	Transposição de Avenida	08/10/2025

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição
42 m	12 m	7,5	1 (moldado no local)	Via Urbana

SEÇÃO-TIPO

Superestrutura	Longitudinal	2 (contínua)	Mesoestrutura	2 (Pilares com Travessa)
	Transversal	6 (Outras)*	Infraestrutura	7 (não Identificado)

* Vigas pré-moldadas

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Vãos		Pilares		Encontros
Número	2	Nº Apoios	1	Fechado (Encontro-Muro)
Comp. Típico	15 m	Pilares por apoio	2	
Maior Comprimento	15 m	Altura dos Pilares	2,65	
Juntas de Dilatação		Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Contido
N.A.	-	2	Freyssinet	
OBS:				

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Plani-Alimétricas			Faixas	Acostamento	Passeio
Região Plana; Traçado Tangente	Número		2	N.A.	1
	Largura		3,5 m	-	1,5 m
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras	
Concreto	Concreto e Metal	Asfalto	Não	Não	
Gabaritos Verticais		Outros Elementos			
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental	
N.A.	5,4	Não	Média Intensidade	Moderada	

**Também existe uma ciclovia de 1,80 m entre duas barreiras rígidas de concreto

Tabela B.5 – Ficha de cadastro preenchida do viaduto V5. Fonte: Autora

Nome:	Viaduto de Acesso à UFMS		
Localização	Rua Trindade sobre Avenida Costa e Silva	Data:	
Finalidade:	Acesso à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul		08/10/2025

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

Comprimento Total	Largura Total	Largura Útil	Sist. Construtivo	Natureza da Transposição
48	25	20,5	1 (moldado no local)	Via Urbana

SEÇÃO-TIPO

Superestrutura	Longitudinal	2 (contínua)	Mesoestrutura	1 (Pilares Isolados)
	Transversal	6 (Outras)*	Infraestrutura	7 (não Identificado)

* Laje Caixaão

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Vãos		Pilares		Encontros
Número	2	Nº Apoios	3	Aberto (em balanço)
Comp. Típico	17,5 m	Pilares por apoio	4	
Maior Comprimento	17,5 m	Altura dos Pilares	4,7 m (centrais)	
Juntas de Dilatação		Ap. de Apoio		Taludes
Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo	Aterro Revestido
2	(obstruídas pelo pavimento)	12	Neoprene	
OBS: Há indícios da existência de juntas de dilatação, porém não é possível identificá-las				

CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

Plani-Alimétricas		Faixas	Acostamento	Passeio
Região Plana;	Número	4	N.A.	2
Traçado Tangente	Largura	3,6 m	-	2,0 m
Barreira Rígida	Guarda-Corpos	Pavimento	Drenos	Pingadeiras
N.A.	Concreto	Asfalto	Sim	Sim
Gabaritos Verticais		Outros Elementos		
Sobre a OAE (m)	Sob a OAE (m)	Proteção de Pilares	Tráfego Pesado	Grau de Agress. Ambiental
N.A.	4,7	Não	Média Intensidade	Moderada

ANEXO C

Tabela C.1 – Notas atribuídas para o viaduto V1. Fonte: Autora

NBR 9452:2023							
Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	4	4	4	4	4	4	4
Funcional	4	NA	NA	4	4	4	4
Durabilidade	4	3	3	3	4	4	3
DNIT 010/2024-PRO							
Parâmetro	Superestrutura		Mesoestrutura		Infraestrutura		Nota final
Nota	4		4		4		4

Tabela C.2 – Notas atribuídas para o viaduto V2. Fonte: Autora

NBR 9452:2023							
Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	4	4	4	4	4	4	4
Funcional	4	NA	NA	4	4	4	4
Durabilidade	4	3	3	3	4	4	3
DNIT 010/2024-PRO							
Parâmetro	Superestrutura		Mesoestrutura		Infraestrutura		Nota final
Nota	4		4		4		4

Tabela C.3 – Notas atribuídas para o viaduto V3. Fonte: Autora

NBR 9452:2023							
Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	4	4	3	4	4	3
Funcional	3	NA	NA	3	4	3	3
Durabilidade	3	2	4	3	3	3	2
DNIT 010/2024-PRO							
Parâmetro	Superestrutura		Mesoestrutura		Infraestrutura		Nota final
Nota	3		3		4		3

Tabela C.4 – Notas atribuídas para o viaduto V4. Fonte: Autora

NBR 9452:2023							
Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	3	3	4	4	4	3
Funcional	4	NA	NA	3	3	4	3
Durabilidade	3	3	3	3	3	4	3
DNIT 010/2024-PRO							
Parâmetro	Superestrutura		Mesoestrutura		Infraestrutura		Nota final
Nota	3		3		3		3

Tabela C.5 – Notas atribuídas para o viaduto V5. Fonte: Autora

NBR 9452:2023							
Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural	3	3	4	3	3	4	3
Funcional	3	NA	NA	1	4	3	1
Durabilidade	3	3	4	3	3	3	3
DNIT 010/2024-PRO							
Parâmetro	Superestrutura		Mesoestrutura		Infraestrutura		Nota final
Nota	3		3		4		3

ANEXO D

Quadro D.1 – Classificação da condição da OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.
Fonte: NBR 9452:2023

Classificação nota	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura se encontra em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários	A OAE se encontra em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados
4	Boa	A estrutura apresenta danos de baixa gravidade, localizados e em pequenas áreas, sem comprometer a segurança estrutural	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que não 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	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações	A OAE apresenta anomalias de moderada gravidade, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental A OAE apresenta de moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental
2	Ruim	Há danos comprometendo a segurança estrutural da OAE sem aparente risco iminente de colapso. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas	A OAE possui funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário	A OAE apresenta de moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental A OAE apresenta muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental
1	Crítica	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural localizado. A OAE necessita de intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição parcial, escoramento provisório, instrumentação, associadas ou não	A OAE apresenta condições funcionais limitadas de utilização em regiões localizadas	A OAE se encontra em elevado grau de deterioração em regiões localizadas, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional, requerendo intervenção imediata, podendo ser necessárias restrição de carga e interdição parcial ao tráfego
0	Emergencial	Há elementos estruturais principais colapsados, evoluindo para instabilidade da estrutura. É necessária a interdição total, até que haja avaliação e reclassificação por consultoria especializada ou intervenção	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização. A OAE deve ser interditada	A OAE se encontra em elevado grau de deterioração, gerando grave insuficiência estrutural e/ou funcional, requerendo intervenção emergencial e interdição total

Quadro D.2 – Modelo de ficha de classificação da OAE. Fonte: Adaptado de NBR 9452:2023

Parâmetro	Superestrutura	Mesoestrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Pista (ou via permanente)	Nota final
				Estrutura	Encontro		
Estrutural							
Funcional		NA	NA				
Durabilidade							

Quadro D.3 – Instruções para atribuição de notas de avaliação. Fonte: Adaptado de DNIT 010/2024-PRO

NOTA	DANOS NO ELEMENTO / INSUFICIÊNCIA ESTRUTURAL	AÇÃO CORRETIVA	CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DOS ELEMENTOS
5	Não há danos nem insuficiência estrutural.	Nada a fazer	Excelente	Estrutura sem problemas
4	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural	Nada a fazer, apenas serviços de manutenção	Boa	Estrutura sem problemas importantes
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da estrutura	A recuperação da estrutura pode ser postergada, devendo-se, porém, neste caso, colocar-se o problema em observação	Regular	Estrutura potencialmente problemática: recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, um eventual agravamento da insuficiência estrutural.
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na estrutura, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da estrutura deve ser feita a curto prazo.	Ruim	Estrutura problemática: postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da vida útil da estrutura. Inspeções intermediárias ¹ são recomendáveis para monitorar os problemas
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na estrutura; 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 estrutura - deve ser feita sem tardar.	Crítica	Estrutura crítica: em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação da obra ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de deslocamentos e deformações etc.

(1) Inspeções Intermediárias, no presente contexto, significa novas Inspeções a intervalos de tempo inferiores aos normais.

Quadro D.4 – Enquadramento dos danos por EC. Fonte: Adaptado de DNIT 010/2024-PRO

Estado de condição - EC	Ocorrência
4 Bom	Dano irrisório ou dano não encontrado
3 Razoável	O dano não afeta o desempenho do elemento e/ou já foram aplicadas medidas para impedir seu avanço.
2 Ruim	O dano não afeta o desempenho do elemento, mas afeta a vida útil do elemento, sem necessidade de avaliação estrutural.
1 Severo	Requer uma avaliação estrutural para avaliar o efeito na resistência ou funcionalidade do elemento ou da estrutura.