



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Wevylla Sarah Gomes Pereira

ESTUDO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PONTES: Caso da Cidade de Porto
Nacional - TO

Palmas – TO

2019

WEVYLLA SARAH GOMES PEREIRA
ESTUDO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PONTES: Caso da Cidade de Porto
Nacional - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Daniel Iglesias de Carvalho

Palmas – TO

2019

Wevylla Sarah Gomes Pereira

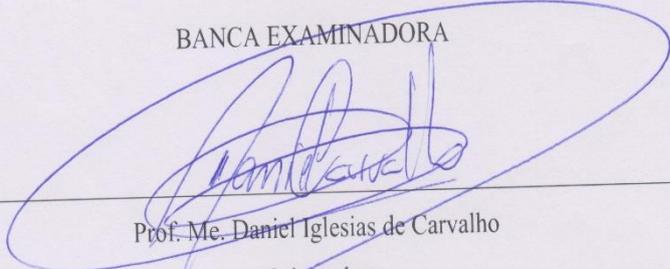
ESTUDO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PONTES: Caso da Cidade de Porto
Nacional - TO

- Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Me. Daniel Iglesias de Carvalho

Aprovado em: 31/05/2019

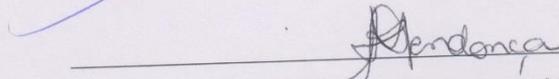
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Daniel Iglesias de Carvalho

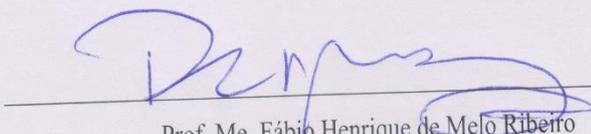
Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA



Prof.a Esp. Kenia Parente Lopes Mendonça

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA



Prof. Me. Fábio Henrique de Melo Ribeiro

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA

Palmas – TO

2019

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro bem presente na hora da angústia, aos meus pais Abel Neto N. Pereira e Rosivania Gomes Da Silva que estão sempre orando por mim e me incentivando a lutar pelos meus sonhos, sem a ajuda deles nada seria possível; aos meus irmãos Camyla G. Pereira e Elias Neto G. Pereira a quem lhes tenho um amor imensurável, à minha tia Beatriz De França Pereira que estará sempre presente em meu coração e mente, e nos presenteou com seu tão sonhado filhinho Arthur de França Pereira, aos meus avós Raimunda G. Pereira, Antônio Elias Pereira e Maria de Jesus Pereira, ao meu namorado Samuel Tavares do Bonfim que se tornou um baluarte em minha vida, e à família dele que é maravilhosa e me recebeu com muito carinho nas suas vidas. Enfim, a toda minha família, tios, tias, primos que sonharam e oraram para eu pudesse realizar o sonho de concluir a graduação em Engenharia Civil.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do CEULP/ULBRA, que foram tão importantes na minha vida acadêmica, em especial ao professor Daniel Iglesias que desde o início se mostrou disposto a me ajudar e me incentivar a fazer o melhor neste Trabalho de Conclusão de Curso, à minha família que em todos os momentos me deu apoio psicológico e espiritual; e ao meu namorado Samuel Tavares que tem me ajudado sempre e me entusiasmado nas horas de estudo e desenvolvimento do curso.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)

RESUMO

PEREIRA, Wevylla Sarah Gomes. **Estudo do estado de conservação de pontes: caso da cidade de Porto Nacional – TO.** 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2019.

O presente trabalho teve o objetivo de identificar o estado de manutenção de quatro pontes da cidade de Porto Nacional – TO utilizando a metodologia apresentada na Norma Brasileira (NBR) 9452:2016 “Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento”. De acordo com os estudos e inspeções realizadas, as pontes apresentaram condição regular. Os parâmetros usados nas vistorias das pontes, assim como os parâmetros de classificação dos elementos de cada ponte foram feitos com o auxílio da NBR 9452:2016. Posteriormente, foram elaborados gráficos com as piores notas das condições encontradas e feitos comparativos entre elas. Com isso foi apresentado também, alternativas de reparos sequenciadas de acordo com a gravidade das principais patologias encontradas. Por fim, conclui-se que as Obras de Artes Especiais precisam de monitoramento contínuo e que é preciso realizar as manutenções preventivas para garantir a segurança estrutural, funcionalidade e durabilidade das mesmas.

Palavras-chave: Pontes. NBR 9452:2016. Manutenção de pontes. Patologias em pontes.

ABSTRACT

PEREIRA, Weyylla Sarah Gomes. Study of the conservation status of bridges: Case of the city of Porto Nacional - TO. 102 f. Course Completion work (graduation) - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas, 2019.

The objective of this work was to identify the state of maintenance of four bridges of the city of Porto Nacional – TO using the methodology presented in the Brazilian Standard (NBR) 9452:2016 "Inspect bridges, viaducts and concrete walkways - Procedure". In accordance with the studies and inspections performed, the bridges showed regular condition. The parameters used in the surveys of bridges, as well as the parameters for classification of elements of each bridge were made with the aid of the NBR 9452:2016. Afterwards, they were drawn graphics with the worst notes the conditions found and made a comparison between them. With this was also presented, alternatives for repairs sequenced in accordance with the severity of the main pathologies found. Finally, we conclude that the Special Works of Art require continuous monitoring and that you must perform preventive maintenance to ensure the structural safety, functionality and durability of the same.

Keywords: Bridges. NBR 9452:2016. Maintenance of bridges. Pathologies in bridges.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Divisão estrutural de uma ponte..... | 18 |
| Figura 2: Fissuras em pilares provocadas por recalque..... | 26 |
| Figura 3: Fissuras nos cantos inferiores extremos das vigas..... | 27 |
| Figura 4: Fissuras verticais a meia altura das vigas..... | 27 |
| Figura 5: Zona preferencial de fissuração de flexão..... | 28 |
| Figura 6: Modelo de ficha de Classificação da OAE..... | 33 |
| Figura 7: Localização Geográfica de Porto Nacional..... | 35 |
| Figura 8: Mapa com a localização das pontes inspecionadas..... | 36 |
| Figura 9: Classificação dos elementos das Pontes conforme NBR 9452:2016..... | 37 |
| Figura 10: Vista Superior..... | 40 |
| Figura 11: Vista aproximada de uma das partes..... | 40 |
| Figura 12: Croqui da estrutura da Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte..... | 41 |
| Figura 13: Vista inferior..... | 41 |
| Figura 14: Eflorescências na laje..... | 42 |
| Figura 15: Manchas de Umidade na laje..... | 42 |
| Figura 16: Fissuras e eflorescências..... | 43 |
| Figura 17: Fissuras na LOG1 no encontro com P2..... | 43 |
| Figura 18: Manchas de umidade nas transversinas..... | 44 |
| Figura 19: Ninchos de concretagem P6..... | 45 |
| Figura 20: Vista do P3..... | 45 |
| Figura 21: Vista do P5..... | 45 |
| Figura 22: Vista dos elementos complementares..... | 46 |
| Figura 23: Guarda-Corpo..... | 47 |
| Figura 24: Croqui da estrutura da Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte..... | 48 |
| Figura 25: Armadura exposta e eflorescências na laje (próximo ao P6)..... | 48 |
| Figura 26: Fissuras com eflorescências na laje..... | 49 |
| Figura 27: Imagem aproximada de fissuras na laje..... | 49 |
| Figura 28: Fissuras na parte de baixo da LOG2..... | 50 |
| Figura 29: Erosão, manchas de umidade e ninchos de concretagem no P3..... | 51 |
| Figura 30: Armadura exposta na VTR2..... | 51 |
| Figura 31: Vista dos elementos complementares..... | 52 |
| Figura 32: Acúmulo de água nas laterais do tabuleiro..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Figura 33: Croqui da Ponte da Rua Dom Alano..... | 55 |
| Figura 34: Laje da Ponte da Rua Dom Alano..... | 55 |
| Figura 35: Parte lateral da laje da Ponte da Rua Dom Alano | 56 |
| Figura 36: Visão das vigas e longarinas da Ponte da Rua Dom Alano | 56 |
| Figura 37: Armadura exposta na Ponte da Rua Dom Alano | 56 |
| Figura 38: Erosão nos pilares da Ponte da Rua Dom Alano | 58 |
| Figura 39: Pilar P4 da Ponte da Rua Dom Alano | 58 |
| Figura 40: Armadura exposta na parte superior dos pilares da Ponte da Rua Dom Alano | 58 |
| Figura 41: Visão dos elementos complementares da Ponte da Rua Dom Alano | 59 |
| Figura 42: Croqui da estrutura da ponte da Av. Joaquim Aires | 61 |
| Figura 43: Visão da parte inferior da superestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires | 62 |
| Figura 44: Parte lateral da Ponte da Av. Joaquim Aires..... | 62 |
| Figura 45: Armadura exposta | 62 |
| Figura 46: Armadura exposta e segregação do concreto..... | 62 |
| Figura 47: Vista das vigas transversinas..... | 63 |
| Figura 48: Situação dos pilares da Ponte da Av. Joaquim Aires..... | 64 |
| Figura 49: Vista dos elementos complementares da Ponte da Av. Joaquim Aires | 65 |
| Figura 50: Croqui da Ponte da Av. Monte do Carmo..... | 66 |
| Figura 51: Bolor em uma viga da Ponte da Av. Monte do Carmo | 67 |
| Figura 52: Manchas de umidade nas vigas da Ponte da Av. Monte do Carmo..... | 67 |
| Figura 53: Reparos realizados na Ponte da Av. Monte do Carmo | 67 |
| Figura 54: Vista dos elementos complementares da Ponte da Av. Monte Do Carmo | 68 |
| Figura 55: Situação da pista de rolamento da Ponte da Av. Monte do Carmo..... | 69 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Nota de classificação da Superestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme o Anexo E da NBR 9452:2016..... | 44 |
| Tabela 2: Nota de classificação da mesoestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 46 |
| Tabela 3: Nota de classificação da Ponte da Av. João Siruge sentido Sul-Norte segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016 | 47 |
| Tabela 4: Nota de classificação da superestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 50 |
| Tabela 5: Nota de classificação da mesoestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 52 |
| Tabela 6: Nota de classificação da Ponte da Av. João Siruge sentido Norte-sul segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016 | 53 |
| Tabela 7: Notas de classificação da superestrutura segundo parâmetros estruturais e de durabilidade da Ponte da Rua Dom Alano conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 57 |
| Tabela 8: Notas de classificação da mesoestrutura segundo parâmetros estruturais e de durabilidade da Ponte da Rua Dom Alano conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 59 |
| Tabela 9: Notas de classificação da Ponte da Rua Dom Alano segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 60 |
| Tabela 10: Notas de classificação dos elementos da superestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 63 |
| Tabela 11: Notas de classificação da mesoestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 64 |
| Tabela 12: Notas de classificação da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 65 |
| Tabela 13: Notas de classificação da superestrutura da Ponte da Av. Monte do Carmo segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 68 |
| Tabela 14: Notas de classificação da Ponte da Av. Monte do Carmo segundo parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016..... | 69 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Comparativo das menores notas das superestruturas das pontes | 70 |
| Gráfico 2: Comparativo das menores notas das mesoestruturas das pontes..... | 71 |
| Gráfico 3: Comparativo das menores notas dos elementos complementares das pontes | 72 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CEULP | Centro Universitário Luterano de Palmas |
| ULBRA | Universidade Luterana do Brasil |
| NBR | Norma Brasileira |
| OAE | Obra de Arte Especial |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 OBJETIVOS | 16 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 16 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 16 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 16 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 DEFINIÇÃO DE PONTE | 18 |
| 2.2 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES | 18 |
| 2.2.1 Mesoestrutura | 19 |
| 2.2.2 Superestrutura | 19 |
| 2.2.3 Infraestrutura | 20 |
| 2.3 PRINCIPAIS PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DAS PONTES | 20 |
| 2.3.1 Fissuras | 21 |
| 2.3.2 Carbonatação | 21 |
| 2.3.3 Disgregação do Concreto | 22 |
| 2.3.4 Desagregação..... | 22 |
| 2.3.5 Ninchos de concretagem..... | 23 |
| 2.3.6 Corrosão do concreto | 23 |
| 2.3.7 Assentamento plástico | 24 |
| 2.3.8 Movimentações estruturais | 24 |
| 2.4 CAUSA DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM PONTES..... | 25 |
| 2.4.1 Assentamento plástico | 25 |
| 2.4.2 Recalque | 25 |
| 2.4.3 Lixiviação e eflorescência..... | 26 |
| 2.4.4 Insuficiência de armadura | 26 |
| 2.4.5 Gases ácidos e fuligem..... | 27 |
| 2.4.6 Retração térmica do concreto..... | 28 |
| 2.4.7 Sobrecargas | 28 |
| 2.4.8 Erosão | 29 |
| 2.4.9 Variação de umidade dos materiais | 29 |
| 2.4.10 Bolor..... | 29 |
| 2.4.11 Deslizamento de encontro | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.12 Falhas nas juntas | 30 |
| 2.4.13 Falha no aparelho de apoio..... | 30 |
| 2.5 NBR 9452:2016 “INSPEÇÃO DE PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO | 31 |
| 2.5.1 Tipos de inspeção | 31 |
| 2.5.2 Critério de classificação das OAE..... | 32 |
| 2.5.3 Referência de classificação da OAE..... | 32 |
| 2.5.4 Notas de classificação | 33 |
| 3 METODOLOGIA..... | 34 |
| 3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE ESTUDO)..... | 34 |
| 3.2 CIDADE DE PORTO NACIONAL – TO | 34 |
| 3.3 PONTES INSPECIONADAS: CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO | 35 |
| 3.4 LOCALIZAÇÃO DAS PONTES A SEREM INSPECIONADAS | 36 |
| 3.5 CLASSIFICAÇÃO | 36 |
| 3.6 INSTRUMENTOS DE INSPEÇÃO | 38 |
| 3.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS PATOLOGIAS REGISTRADAS | 39 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 40 |
| 4.1 PONTE DA AVENIDA JOÃO SIRUGE..... | 40 |
| 4.1.1 Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte..... | 41 |
| 4.1.2 Ponte da Av. João Siruge Sentido Norte-Sul..... | 48 |
| 4.1.3 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. João Siruge . | 54 |
| 4.2 PONTE DA RUA DOM ALANO..... | 55 |
| 4.2.2 Superestrutura | 55 |
| 4.2.3 Mesoestrutura | 57 |
| 4.2.4 Complementares | 59 |
| 4.2.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Rua Dom Alano. | 60 |
| 4.3 PONTE DA RUA JOAQUIM AIRES | 61 |
| 4.3.1 Superestrutura | 61 |
| 4.3.3 Mesoestrutura | 64 |
| 4.3.4 Complementares | 65 |
| 4.3.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. Joaquim Aires | 65 |
| 4.4 PONTE DA AVENIDA MONTE DO CARMO..... | 66 |
| 4.4.1 Superestrutura | 66 |

| | |
|---|-----------|
| 4.4.2 Complementares | 68 |
| 4.4.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. Monte do Carmo | 69 |
| 4.5 COMPARATIVOS ENTRE AS PONTES E SEQUÊNCIA DE REPAROS | 70 |
| 4.5.1 Comparativo das menores notas das superestruturas das pontes | 70 |
| 4.5.1 Comparativo das menores notas das mesoestruturas das pontes | 71 |
| 4.5.1 Comparativo das menores notas dos elementos complementares das pontes..... | 72 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 73 |
| REFERÊNCIAS | 74 |
| APÊNDICES | 78 |
| APÊNDICE A: FICHA DA PONTE DA AV. JOÃO SIRUGE SENTIDO SUL-NORTE | 79 |
| APÊNDICE B: FICHA DA PONTE DA AV. JOÃO SIRUGE SENTIDO NORTE-SUL | 81 |
| APÊNDICE C: FICHA DA PONTE DA AV. MONTE DO CARMO..... | 83 |
| APÊNDICE D: FICHA DA PONTE DA RUA DOM ALANO | 85 |
| APÊNDICE E: FICHA DA PONTE DA RUA JOAQUIM AIRES | 87 |

1 INTRODUÇÃO

As Obras de Artes Especiais têm uso contínuo e são essenciais para o desenvolvimento de uma região. Segundo Araujo (2017, p. 18) as estradas e demais vias terrestres são importantes para o desenvolvimento social e econômico do País, pois promovem o escoamento da riqueza interna, permitindo o transporte dos alimentos, da matéria prima, dos produtos, das exportações etc. Porém, para que esse desenvolvimento seja contínuo e efetivo, é necessária a construção e manutenção permanentes das vias e de todos os elementos que a compõem inclusive as obras de artes especiais com atividades de inspeções e intervenções por meio de manutenções periódicas.

Por tais motivos, e ciente da importância para a sociedade desses elementos imprescindíveis à locomoção, surge a responsabilidade de avaliar tecnicamente e continuamente as condições de estabilidade, durabilidade e funcionalidade das pontes para garantir a segurança e a eficiência desses elementos.

Nesse sentido, vários profissionais da área de Engenharia têm buscado o desenvolvimento de pesquisas e metodologias de avaliação e recuperação de obras. Os autores LOURENÇO, ALVES, et al. (2009) explicam que:

A exposição das pontes e viadutos aos variados mecanismos de deterioração exige que cuidados sejam adotados no sentido de preservar a funcionalidade da estrutura e aumentar sua vida útil. Esses cuidados se refletem na existência de uma proposta de manutenção eficiente, que inclua os procedimentos necessários ao bom estado da ponte. No entanto, em muitos casos, o processo de manutenção não é adequado ou não é suficiente para evitar a ocorrência de problemas patológicos na estrutura das pontes. Nesses casos, uma recuperação emergencial se faz necessária para evitar a inutilização da estrutura. Nesse contexto, evidencia-se a importância dos procedimentos de inspeção na manutenção do bom estado das obras-de-arte especiais. A manutenção em pontes e viadutos representa importância econômica e papel estratégico, devido aos altos custos de investimentos envolvidos na implantação ou recuperação destas estruturas.

No artigo dos autores Soriano & Mascia (2009) também é confirmada a necessidade de reformas e construção de novas pontes. Pois, segundo eles, as pontes são expostas a condições muito severas de uso e intemperismo e precisam de estudos cautelosos para

avaliação do comportamento estrutural e dos mecanismos de ligação durante toda a sua vida útil.

O autor Araujo (2017, p. 20) afirma que a NBR 9452:2016 fornece parâmetros destinados à classificação das Obras de Artes Especiais quanto ao estado de conservação e proporciona subsídios para priorizar ações com o objetivo de manutenções e intervenção das obras quanto à gravidade dos problemas observados. O autor Araujo (2017) também informa que a NBR 9452:2016 proporciona subsídios para priorização de ações dependendo da gravidade dos problemas observados. Fornecendo roteiros e modelos de fichas de inspeções bem elaborados e detalhados e, também, desenhos esquemáticos.

Neste trabalho, portanto, será utilizada a NBR 9452:2016 para a averiguação da situação atual de conservação de quatro pontes da cidade Porto Nacional localizadas no perímetro urbano – Rua Dom Alano, Avenida Monte do Carmo, Avenida Joaquim Aires e Avenida São Siruge.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar o estado de conservação atual de quatro pontes localizadas na cidade de Porto Nacional – TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apontar patologias encontradas nas inspeções visuais das quatro pontes;
- Apresentar alternativas para recuperação ou reforço das partes danificadas pelas patologias constatadas;
- Fazer um comparativo entre as pontes para sugerir uma sequência de reparo da pior para a mais branda condição encontrada nas pontes.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo dos estados de manutenções das pontes urbanas de Porto Nacional - TO é importante para identificar problemas que poderiam se agravar ocasionando avarias, que dependendo da proporção afetariam ou impediriam o trânsito, causando transtornos na locomoção dos habitantes e passageiros; ou, até mesmo, culminariam em acidentes estruturais que poderiam tirar a vida de pessoas que trafegam nesses locais.

Como afirma Vitório J. A. (2006, p. 1), é preciso despertar para modificarmos a cultura governamental de não priorizar as questões relacionadas à conservação de obras, que

também traz graves prejuízos financeiros à sociedade, a quem cabe, “arcar com os altos custos de reparos que, por serem feitos tardiamente, sobem em progressão geométrica” (VITÓRIO J. A., 2006, p. 1)

Este trabalho também contribui para o meio acadêmico e científico servindo de base de dados, para novos trabalhos e pesquisas posteriores, de registro sobre as construções de obras de artes urbanas do município de Porto Nacional – TO, já que há poucas ou mesmo nenhuma divulgação de informações sobre tais empreendimentos.

A sociedade será beneficiada com disponibilidade dessas informações sobre o estado de manutenção dessas obras, podendo cobrar do governo as providências necessárias de reparação dessas estruturas. Além disso, todo o trabalho serve de aprofundamento de conhecimentos a respeito da matéria de Pontes e da aplicação prática da NBR 9452:2016.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE PONTE

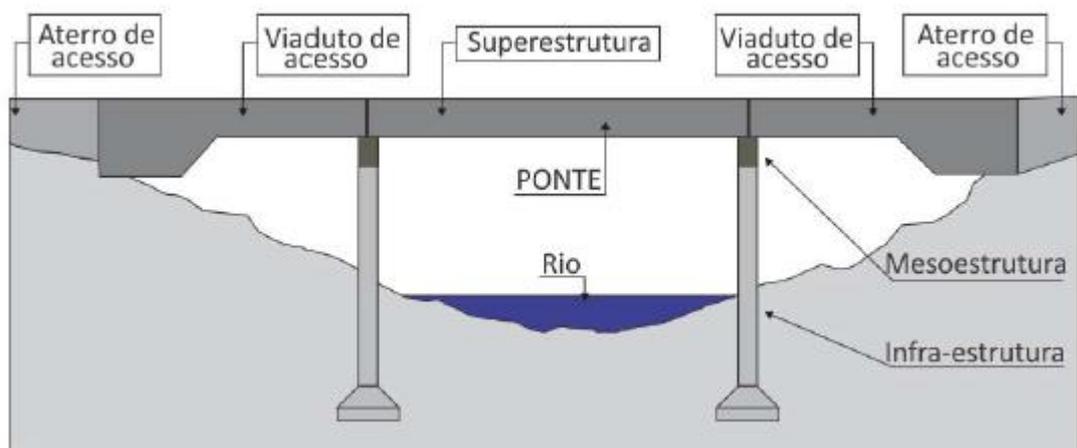
Walter Pfeil denomina ponte como “a obra destinada a transposição de obstáculos à continuidade do leito normal de uma via. Tais como rios, braços de mar, vales profundos, outras vias etc.” (PFEIL, 1983, p. 20). O autor esclarece duas denominações distintas que comumente são dadas às pontes: “viaduto” que é usada quando uma ponte tem por objetivo transpor obstáculos que não seja constituído por água e a denominação “pontilhões” às pontes de pequenos vãos. Sendo ambas subordinadas aos mesmo procedimentos de projeto e de construção.

Segundo Vitório J. A. (2007, p. 2) as pontes das rodovias federais, estaduais e municipais do Brasil são conhecidas como Obras de Arte Especiais e têm valor inestimável pela contribuição no desenvolvimento econômico e social da Nação.

2.2 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES

A figura a seguir mostra as partes principais de uma ponte levando em consideração o ponto vista funcional, segundo (PFEIL, 1983, p. 20).

Figura 1: Divisão estrutural de uma ponte



Fonte: (MILANI & KRIPKA, 2012)

Temos, portanto, a superestrutura que é composta geralmente de lajes e vigas principais e secundárias. A mesoestrutura, formada pelos pilares que recebe diretamente os esforços da superestrutura, as pressões do vento e da água em movimento e os transmite para a infraestrutura. Esta, por sua vez, também é denominada fundação é a parte da estrutura da ponte que transmite os esforços recebidos da mesoestrutura para o solo e é constituída por blocos, sapatas, estacas, tubulões etc. além das peças de ligação de seus diversos elementos,

como por exemplo, os blocos de cabeça de estacas e vias de enrijamento desses blocos. (PFEIL, 1983)

2.2.1 Mesoestrutura

Os pilares constituem essa parte da estrutura. Segundo Milani e Kripka (2012) a cada linha transversal de apoio do tabuleiro correspondem a um ou mais pilares – a escolha da quantidade desses pilares depende de alguns fatores, como largura do tabuleiro, altura dos pilares, natureza do tráfego etc. As vigas horizontais ou de travamento são os elementos de ligação quando há dois ou mais destes pilares. Esse conjunto forma um pórtico transversal.

Tais elementos são quase sempre construídos com concreto armado. E estão sujeitos a esforços verticais – devidos à reação da cara permanente, reação da carga móvel, reações verticais provocadas pelo efeito de tombamento do vento, peso próprio e peso do vigamento transversal – e horizontal – causados pela frenagem ou aceleração, empuxo de terra e sobrecarga nas cortinas, vento, força centrífuga, impacto lateral, variação da temperatura, retração do concreto do vigamento principal e pressão da água. (PFEIL, 1979, p. 208)

Vitório J. A. (2002, p. 22) elenca os aparelhos de apoio como constituintes da mesoestrutura. De acordo com ele os aparelhos de apoio são elementos de transição que ficam entre os pilares e tabuleiro permitindo ou impedindo determinados movimentos dependendo do tipo de obra.

Os aparelhos de apoio podem ser do tipo fixo, móvel ou elastoméricos. Os fixos permitem a rotação e impedem a translação, transmitindo esforços verticais e horizontais. Os móveis permitem a rotação e translação horizontal, transmitindo apenas esforços verticais. E os elastoméricos são aparelhos elásticos de borracha fretada que permitem pequenos movimentos horizontais e rotações. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 22)

2.2.2 Superestrutura

Vigas, segundo Pfeil (1983, p. 81), são elementos alongados cujas solicitações internas principais são momentos fletores e esforços cortantes que, conforme dito anteriormente, compõem a superestrutura das chamadas pontes em vigas.

As ponte em vigas são formadas pelo vigamento principal – com função de vencer o vão livre –, laje do tabuleiro – para servir de apoio direto às cargas atuantes –, transversinas – para ligar as vigas principais, podendo também servir de apoio para as lajes – e cortinas – que são transversinas especiais, colocadas nas extremidades da obras, servindo de apoio da laje e contenção do terreno. (PFEIL, 1983, p. 86)

O autor Vitório J. A. (2002, p. 19) elenca também as juntas de dilatação, que são colocadas nas juntas do vigamento.

Além das vigas, os elementos acessórios também compõem a superestrutura, afirma Pfeil (1983, p. 90). São eles:

- a) Camada de regularização: que serve para regularização da superfície e acabamento com caimento transversal para ajudar na drenagem. Pode ser feita em concreto ou asfalto.
- b) Barreiras laterais: servem para barrar veículos desgovernados que se projetem para fora da ponte. Existe em modelo metálico ou de concreto.
- c) Tubos de drenagem: geralmente em diâmetro de 3'' espaçadas de 5 m.
- d) Pingadeiras: impedem o escoamento lateral de águas para evitar manchas.
- e) Abas laterais: que apoiam a parte lateral ao terreno.

2.2.3 Infraestrutura

Segundo Pfeil (1979, p. 286) as fundações podem ser diretas e profundas. As fundações diretas que são empregadas nas pontes podem ser feitas em forma de blocos ou sapatas. Utilizando quase sempre o concreto armado. Já as profundas, são construídas quando o solo portante se encontra a uma profundidade mais elevada. E neste caso, são empregadas estacas, tubulões e caixões.

2.3 PRINCIPAIS PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DAS PONTES

Os principais danos às estruturas das pontes são causados por falhas congênitas (decorrentes da concepção de projeto, estudo inadequado das condições locais de obra foi executada e inobservância das regras normativas), falhas na execução (uso de materiais impróprios, adoção de equipamentos e métodos construtivos inadequados, mão-de-obra inadequada, falha na compatibilização de projetos e falha na fiscalização), acidentes (carregamento excessivo, utilização inadequada e mudanças repentinas da natureza, como erosões e enchentes) e falhas devido à exposição de agentes agressivos. (VITÓRIO J. A., 2002)

Segundo Piancastelli a observação de manifestações patológicas que ocorrem nas partes externas das estruturas serve para identificar as causas de patologias do concreto.

A seguir são elencadas manifestações patológicas com a descrição dos seus conceitos.

2.3.1 Fissuras

Segundo Curcio (2008) fissuras são inevitáveis e inerentes à técnica de dimensionamento preconizadas pelas normas e regulamentos. Tornam-se um problema patológico quando apresentam abertura maior que valores máximos admitidos ou quando seu surgimento não são devidos ao funcionamento estrutural normal da peça.

O autor Vitório J. A. (2002, p. 33) classifica as fissuras de duas formas: estáveis (ou passivas) e em movimentação (ou ativas).

“As fissuras passivas, quando chegam à sua máxima amplitude, estabilizam-se devido ao cessamento da causa que as geraram, como é o caso das fissuras de retração ou das provocadas por um recalque diferencial de fundação que esteja estabilizado” (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34). Ou seja, fissuras cujo crescimento de abertura não irá ocorrer mais (SILVA, SANTOS, et. al., 2017)

Já as fissuras ativas são as produzidas por ações de magnitudes variáveis, como a variação térmica e ações dinâmicas que provocam flexão. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34) E ainda podem admitir novas divisões conforme explica (SILVA, SANTOS, et. al., 2017)

Segundo Piancastelli as fissuras e trincas são os problemas mais frequentes nas estruturas. A posição delas em relação à peça estrutural, a abertura, a direção, e a forma de evolução, apontam as possíveis causas.

O engenheiro Piancastelli enuncia as possíveis causas que geram fissuras no concreto endurecido: Concentração de tensões, recalques de fundação, corrosão das armaduras retração hidráulica. E afirma que, “nos reparos de fissuras, deve ser determinado se elas são ativas ou inativas. As fissuras causadas por retração hidráulica, recalques estabilizados e juntas de concretagem mal executadas podem ser tratadas como inativas.” (PIANCASTELLI)

A ABNT NBR 6118:2003 no item 7.6.1 afirma que a qualidade e a espessura do concreto de cobrimento da armadura são essenciais para prevenção de fissuras de flexão transversais à armadura principal. Neste sentido a norma 6118:2003 limita as espessuras das fissuras na superfície do concreto para satisfazer as exigências de durabilidade no item 13.4.2 e na tabela 13.3 dispõe os valores limites da abertura característica w_k das fissuras, e outras providências para garantir a proteção das armaduras quanto à corrosão.

2.3.2 Carbonatação

Para Helene (1993, p. 71) a reação de carbonatação é basicamente “uma reação de neutralização do caráter original do concreto, que é fortemente alcalino.” A redução dessa

alcalinidade é devida à reação do gás carbônico do ar com o hidróxido de cálcio constante no cimento Portland, precipitando carbonato de cálcio em contato com a água.

É uma das causas mais comuns da corrosão em estruturas de concreto armado. Se dá pela transformação do hidróxido de cálcio, com alto PH, em carbonato de cálcio, quem tem um PH mais neutro. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34)

A perda de PH do concreto representa um problema, pois em seu ambiente alcalino - PH variando de 12 a 13 -, as armaduras estão protegidas da corrosão, mas, abaixo de 9.5, tem-se o início do processo de formação de células eletroquímicas de corrosão, começando a surgir, depois de algum tempo, fissuras e desprendimentos da camada de cobrimento.

A existência de umidade no concreto influencia bastante o avanço da carbonatação. Outros fatores que também contribuem para que o fenômeno se desenvolva com mais rapidez são: a quantidade de CO₂ do meio ambiente, a permeabilidade do concreto e a existência de fissuras. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34)

Segundo Laner (2001) o concreto mantém a armadura passivada porque em sua composição se encontram hidróxido de cálcio, álcalis etc., mas com o tempo essa alta alcalinidade pode ser reduzida.

Cánovas (1988) apud Laner (2001) explica que os gases presentes no ar são derivados da combustão do carvão, dos subprodutos do petróleo usados na indústria, veículos e casas, contaminam a atmosfera de gás carbônico e sulfúrico que estarão em contato com as estruturas e que, com a umidade, transformar-se-ão em ácidos carbônico ou sulfúrico que agredirão e desgastarão o concreto armado.

2.3.3 Disgregação do Concreto

Para Cánovas (1988, apud GAIA, 2018, p. 39) a disgregação é uma ruptura localizada em especial em zonas salientes das peças e tem origem em esforços internos que dão lugar a fortes trações. É que um dos principais motivos para o desencadeamento dessa patologia é a corrosão da armadura.

2.3.4 Desagregação

Muller (2004) explica que o concreto pode ser deteriorado pelo ataque de águas sulfatadas. Ocorrendo porque os sulfatos de magnésio, sódio e cálcio atacam a pasta de cimento Portland e causam a sua desagregação.

Neste dano, o concreto separa-se em partes devido à oxidação ou dilatação das armaduras, e também aumento de volume do concreto quando absorve água. Podendo ser causado também pelas movimentações e estruturais e choques. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34)

Essa patologia evidencia a existência de ataques químicos, pois provoca a perda do caráter aglomerante do cimento, deixando os agregados livres da união que lhes proporciona a pasta. (CÁNOVAS 1988, apud GAIA, 2018, p. 38)

2.3.5 Ninchos de concretagem

O autor Laner (2001, p. 20) explica que a segregação do concreto é uma das falhas de concretagem provenientes da época de construção, durante o transporte ou lançamento na forma, causadas por erro de colocação ou compactação do concreto.

Vitório J. A. (2002, p. 34) define o conceito de segregação como uma separação, logo após o lançamento do concreto, dos componentes do concreto – argamassa e brita.

Segundo Laner (2001, p. 20) as falhas de concretagem deixam as armaduras expostas, que portanto, acabam sendo atingidas pela corrosão.

2.3.6 Corrosão do concreto

Helene (1993, p. 18) define corrosão como “a interação destrutiva de um material com o meio ambiente, como resultado de reações deletérias de natureza química ou eletroquímica, associadas ou não a ações físicas ou mecânicas de degradação.”

Conforme explica Vitório J. A. (2002, p. 34) o concreto mais atacado por esse tipo de problema é o de má qualidade, permeável segregado, etc. Pois, a armação pode ser atingida por elementos agressivos acarretando a sua oxidação. Tal atingimento pode se dá pela porosidade do concreto, pela existência de trincas e a deficiência no cobrimento. O autor afirma ainda que “A parte oxidada aumenta o seu volume em cerca de 8 vezes e a força da expansão expõe o concreto do cobrimento, expondo totalmente a armadura à ação agressiva do meio. A continuidade desse fenômeno acarreta a total destruição da armação.”

Os fatores destrutivos do concreto armado são os agentes ácidos, sulfatos, cloro e seus componentes, e os nitritos. Além desses agentes, até a água totalmente pura, pode atacar o concreto através da infiltração e do acúmulo ao longo do tempo. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34)

Pinto (2018) agrupa os mecanismos de deterioração do concreto armado da seguinte forma:

- Relativos ao concreto: lixiviação, expansão por ação de águas e solos que contenham sulfatos, expansão por ação das reações entre os álcalis do cimento e certos agregados reativos e reações deletérias superficiais de certos agregados resultantes de transformação de produtos ferruginosos presentes na sua constituição mineralógica.

- Relativos à armadura: mecanismos originados pela ação do gás carbônico da atmosfera ou por alto teor de íon cloro (cloreto).
- Mecanismos de deterioração da estrutura: relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, ações cíclicas, retração, impactos, relaxação e fluência.

Segundo Helene (1993, p. 18) os efeitos da corrosão formam manchas superficiais, fissuras, destacamento do concreto de cobrimento, redução da secção resistente das armaduras com frequente seccionamento de estribos, redução e eventual perda de aderência das armaduras principais.

2.3.7 Assentamento plástico

De acordo com Laner (2001, p. 51) a perda de aderência é uma das consequências mais comuns do assentamento plástico do concreto. Este, por sua vez, é causado pela acomodação das partículas sólidas do concreto no sentido da gravidade enquanto o ar aprisionado ascende para a superfície, pelo evento da exsudação.

Ocorre geralmente nos casos de oxidação ou dilatação da ferragem. A perda de aderência pode ser entre dois concretos ou entre o concreto e a armadura. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 34)

Dal Molin (1988) apud Laner (2001, p. 51) revela que a quantidade e a velocidade da exsudação, a utilização excessiva de vibradores e a falta de estanqueidade das fôrmas são fatores que colaboram para o aumento do assentamento plástico.

2.3.8 Movimentações estruturais

Vitório J. A. (2002, p. 35) indica que as movimentações podem ser provocadas por recalques diferenciais, desníveis, vibrações excessivas, variações de temperatura etc.

Sousa; Ripper (1998) apud Gaia (2018, p. 31) explica que os recalques diferenciais acontecem na interação entre o solo e a estrutura e geram fissuramento nos apoios da estrutura (fundação). Segundo Pinto (2018) “As movimentações devidas às variações de temperatura cíclicas sazonais e diárias e as deformações diferidas podem levar a um acréscimo das pressões exercidas pelo solo sobre a estrutura.”

Segundo Pinho (2011) as pontes sofrem deformações longitudinais causadas por variações de temperatura, protensão e efeitos também referentes à retração e fluência. O autor afirma que, as movimentações horizontais – frenagem dos veículos, vento etc. –, assim como

as deformações mencionadas anteriormente, devem ser absorvidas pelos apoios, que dever permitir a rotação da superestrutura devidas aos carregamentos e transmitir as suas forças resultantes à fundação. Nas pontes vigas essas movimentações são acomodadas através das juntas estruturais e aparelhos de apoio, que têm elevado custo de manutenção e recuperação.

2.4 CAUSA DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS EM PONTES

Alguns defeitos em pontes podem ser simples e localizados, não afetando outras partes da estrutura. Podendo ser reparados imediatamente, pois não dependem de maiores estudos nem de resultados de laboratório. Outros, porém, necessitam de um conhecimento global da obra, ou seja, de todas as informações que possam identificar as causas que motivaram a sua patologia, análise de projeto e o histórico da estrutura. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 35)

Segundo Vitório J. A. (2002) a análise das fissuras pode permitir o diagnóstico dos problemas existentes. Sendo, portanto, a análise de maior importância no estudo dos sintomas apresentados pela estrutura.

Lencioni (2005) apud Sahuinco (2011, p. 37) agrupa as causas que geram fissuras em: **intrínsecas** – que são a *retração térmica do concreto, erro de projeto e execução, movimentação das fôrmas e escoramentos, assentamento plástico e retração do concreto* – e **extrínsecas** – *assentamento de apoios e fundações, variações térmicas, sobrecargas, reação álcali agregado, ataque de sulfatos e corrosão das armaduras*.

2.4.1 Assentamento plástico

Segundo Curcio (2008) o assentamento plástico ocorre quando a presença de armadura ou fôrma impede a acomodação do concreto e “se desenvolve ao longo do comprimento das barras da armadura, comprometendo assim gravemente a proteção das mesmas.” (CURCIO, 2008)

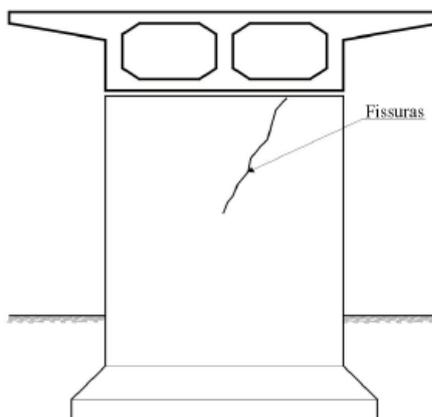
2.4.2 Recalque

Muller (2004) afirma que falha de projeto e/ou execução da infraestrutura de pontes ocasiona recalques expondo estacas a esforços não previstos originalmente.

De acordo com Laner (2001, p. 56) os recalques nas fundações podem derivar das seguintes condições: ruptura do solo, consolidação do solo, erros na estimativa do atrito lateral mobilizado e definição do nega de cravação, falhas na concretagem de estacas, desenvolvimento de atrito negativo pelo lançamento de aterros e pelo adensamento de

camadas argilosas e solapamento da base do terreno por infiltração de água ou por retirada do material de proteção.

Figura 2: Fissuras em pilares provocadas por recalque



Fonte: (VITÓRIO J. A., 2002, p. 44)

2.4.3 Lixiviação e eflorescência

Segundo Curcio (2008) lixiviação é a dissolução e o arrasto do hidróxido de cálcio, e outros constituintes hidratados, com a formação de estalactites e estalagmites na superfície do concreto atacado.

O autor Laner (2001) explica que a manifestação da lixiviação é causada pelo processo químico de remoção de compostos hidratados da pasta de cimento que reduz o pH:

O principal efeito deletério da lixiviação, segundo MEHTA et al (1994), é a dissolução do hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , da pasta de cimento. Por serem cristais grandes, sob forma de prismas hexagonais, constituem 20 a 25% do volume de sólidos na pasta hidratada. Ao serem dissolvidos deixam vazios, torando seu meio mais ácido. Observa-se uma redução do pH do extrato aquoso dos poros superficiais do concreto do componente estrutural com risco de despassivação da armadura. (LANER, 2001)

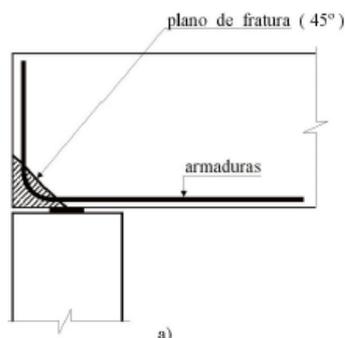
A lixiviação segundo Sahuinco (2011, p. 45) interage com o dióxido de carbono presente no ar e causa a eflorescência, manifesta na forma de depósitos de sais na superfície do concreto de cor branca.

2.4.4 Insuficiência de armadura

Amorim (2010, p. 24) afirma que a redução das seções das peças estruturais refletiram negativamente nas construções, pois favoreceram a tendência de fissuração das peças.

Os cantos inferiores extremos das vigas e encontro pilar-parede de pontes e viadutos podem apresentar fissuras que geralmente são ocasionadas pela falta de armadura. (VITÓRIO J. A., 2002)

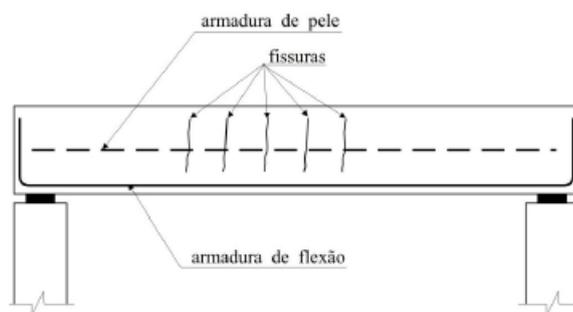
Figura 3: Fissuras nos cantos inferiores extremos das vigas



Fonte: (VITÓRIO J. A., 2002)

Vitório J. A. (2002, p. 40) explica que a “**insuficiência de ‘armadura de pele’** distribuída na alma da viga, na zona tracionada” é a causa de fissuração vertical também à meia altura das vigas. A figura 5 ilustra esse fato.

Figura 4: Fissuras verticais a meia altura das vigas



Fonte: (VITÓRIO J. A., 2002, p. 40)

2.4.5 Gases ácidos e fuligem

Segundo Laner (2001, p. 38) a corrosão do aço é um fenômeno eletroquímico favorecido pela existência de gases ácidos e fuligem. O autor explica que precisa ocorrer primeiro a despassivação do aço, por causa do pH elevado do concreto. Propiciando perda da película passivadora do aço pelo mecanismo de carbonatação e penetração de cloretos do ambiente. Segundo a presença de oxigênio, representado pela umidade dos poros. Com isso, acontece o processo de corrosão.

Amorim (2010) explica que as substâncias nocivas presentes na atmosfera – sementes, fezes de animais, fungos e vegetação – com as chuvas prozudem ácidos que prejudicam as estruturas expostas.

2.4.6 Retração térmica do concreto

Coelho (2012) explica que o contato da água com os compostos do cimento provoca hidratação e liberação de calor. A geração desse calor pode provocar tensões térmicas, que dão início à fissuras principalmente nas primeiras idades do concreto.

Segundo Townsend (1981) apud Coelho (2012) o gradiente de temperatura é o fator de maior alteração volumétrica em concreto em massa. Outros fatores de alteração da temperatura do concreto são as trocas de calor por radiação solar, condução e convecção. (COELHO, 2012)

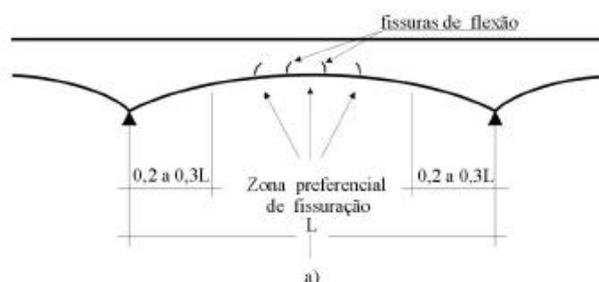
A programação das áreas e volumes a serem concretados deve ser utilizada para reduzir as dimensões das fissuras e suas ditribuições na estrutura. (MULLER, 2004)

2.4.7 Sobrecargas

Os esforços superiores aos previstos nas estruturas causam fissuras típicas que seguem padrões próprios. (LANER, 2001, p. 55)

Fissuras de flexão em vigas principais ocorrem geralmente no trecho central do vão (figura 3). São ativas e podem ser causadas por armação de flexão insuficiente, grandes variações de temperatura que provocam solicitações no tabuleiro que aumentam os momentos positivos em uma viga contínua, aplicação de cargas móveis superiores àquelas previstas no projeto e o aumento do peso próprio da superestrutura devido à pavimentação e acréscimos de passeios. (VITÓRIO J. A., 2002, p. 38)

Figura 5: Zona preferencial de fissuração de flexão



Fonte: (VITÓRIO J. A., 2002)

2.4.8 Erosão

A passagem abrasiva de fluídos contendo partículas finas em suspensão causa o desgaste dos elementos, este tipo de desgaste é chamado de erosão (ANDRADE 1992 apud DIÓGENES, BRANDÃO, et. al., 2014, p. 4).

Na estrutura das pontes as fundações e pilares são os elementos mais susceptíveis ao contato com fluídos abrasivos. Diógenes, Brandão, et. al. (2014) explicam que é importante que nas fundações se tenha um concreto com a mínima permeabilidade possível para que o mesmo tenha mais resistência.

2.4.9 Variação de umidade dos materiais

Segundo Thomaz (1996) apud Souza (2008) as fissuras provocadas por movimentações higroscópicas são parecidas com as provocadas por variações térmicas. Thomaz (1996) apud Souza (2008) explica que a secagem dos materiais porosos, provoca o surgimento de forças de sucção, que conduzem o fluído à superfície do elemento, que irá evaporar com o passar do tempo.

As variações no teor de umidade provocam movimentações de dois tipos: irreversíveis e reversíveis. As primeiras são aquelas que acontecem logo após a fabricação do material e se originam pela perda ou ganho de água, chegando à umidade higroscópica de equilíbrio. As segundas ocorrem por mudanças do teor de umidade do material, ficando delimitadas a um determinado intervalo, mesmo ocorrendo a situação de secagem ou saturação completa do material. (SOUZA, 2008)

Dessa forma a umidade é um fator fundamental na composição do concreto e deve ter sua dosagem calculada corretamente, pois, as estruturas devem conter o mínimo de poros possível, causados por evaporação.

2.4.10 Bolor

O bolor é resultado de uma massa de esporos assexuados, conhecidos como conídeos. Os conídeos podem ser espalhados pelo ar, água, insetos, entre outros meios, e, ao fixarem-se a determinadas superfícies, podem proliferar e produzir novas colônias. (GUERRA, CUNHA, SILVA, et. al., 2012)

Segundo Nascimento e Cincotto (2003) apud Guerra, Cunha, Silva, et. al. (2012), alguns materiais de construção civil podem servir como fonte de alimento de fungos filamentosos. Shirakawa (1995) apud Resende, Barros, & Medeiros afirma que o teor de umidade situado entre 10°C a 35°C são exigências ambientais para o desenvolvimento dos

fungos e que as exigências nutricionais são a presença de composto corbônico pré-elaborado, fósforo, nitrogênio e traços de ferro, cloro, magnésio, cálcio, entre outros.

2.4.11 Deslizamento de encontro

Tajedor (2013, p. 23) afirma que os encontros podem sofrer deslizamentos originados por: deslizamentos de terra, ação da água (em regime normal ou nas cheias), nascimento de raízes de árvores, terreno mal compactado e soluções estruturais mal executadas.

2.4.12 Falhas nas juntas

As juntas de dilatação nas estruturas são dimensionadas de forma a prevenir fissuras devido, principalmente, às movimentações térmicas e retração hidráulica. No entanto, a infiltração de água e a elevação da junta devido à dilatação podem gerar problemas patológicos como bolor, mofo e eflorescências. (DIÓGENES, BRANDÃO, SANTOS, et. al., 2014)

No manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto de Helene (2005) depreende-se que há dois tipos de juntas: as juntas de dilatação – dispositivos que permitem movimentos entre duas partes de uma estrutura –; e as juntas de expansão de expansão que possuem várias funções como garantir a movimentação planejada sem que haja danos aos elementos estruturais e permitir a continuidade da capa de rodagem com conforto aos usuários. Segundo Helene (2005) as juntas devem ser impermeáveis para escoar a água sobre o tabuleiro das pontes de forma rápida e segura e não devem gerar impactos, vibrações e ruídos ao suportar as cargas do tráfego das vias em que se encontram.

Tajedor (2013, p. 25) afirma que as juntas de uma ponte podem ocasionar patologias devido ao dimensionamento incorreto, impactos de veículos pesados e desgaste ou ausência de material de preenchimento das aberturas.

2.4.13 Falha no aparelho de apoio

Aparelhos de apoio são peças colocadas entre elementos estruturais com objetivo de acomodar condições limites, de forma a transmitir as reações da superestrutura à infra-estrutura de acordo com as forças, deslocamentos e rotações calculados. (MENDES, PUGA, & ALVES, 2010, p. 2)

Mendes, Puga e Alves (2010, p. 5) explicam que essas peças devem resistir a todas as forças externas, térmicas, variações de umidade do ar e condições ambientais de cada região. Segundo Laner (2001, p. 40) “as falhas nos aparelhos de apoio dificultam a superestrutura

movimentar-se livremente, podendo dar origem a elevadas tensões entre esta e seu apoio”. As consequências destas falhas são: esmagamento, fissuramento e desagregação do concreto nestas regiões de contato.

Tais elementos devem estar numa posição adequada, sem desvios ou excentricidades. Para a reparação deste tipo de falha, as vigas devem ser levantadas com auxílio de “macacos” e recolocadas na posição correta. Além disso, deve ser feita limpeza e manutenções periódicas nos aparelhos de apoio, pois são elementos fundamentais na durabilidade das pontes. (LANER, 2001, p. 41)

2.5 NBR 9452:2016 “INSPEÇÃO DE PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS DE CONCRETO – PROCEDIMENTO

A NBR 9452:2016 especifica os requisitos exigíveis para a realização de inspeções em pontes, viadutos e passarelas de concreto e os requisitos para a apresentação dos resultados destas inspeções. (NBR 9452, 2016)

2.5.1 Tipos de inspeção

A NBR 9452 (2016) lista quatro tipos de inspeção: Cadastral, rotineira, especial e extraordinária.

De acordo com esta norma a *inspeção cadastral* é uma inspeção realizada logo após a conclusão da obra ou logo que se integra a um sistema de monitoramento e acompanhamento viário.

Inspeção rotineira serve para o acompanhamento periódico, visual, com ou sem a utilização de equipamentos e/ou recursos especiais para análise ou acesso, realizado em prazo não superior a um ano. Este tipo de inspeção possibilita a observação da evolução de patologias encontradas em inspeções anteriores, os reparos e/ou recuperações feitas no período e o surgimento de novas anomalias.

A *inspeção especial* é a realizada com periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada para até oito anos, se for classificada de intervenção de longo prazo (de acordo com a classificação da tabela 1 da mesma norma) e for uma obra com total acesso a seus elementos constituintes na inspeção rotineira.

Por último, a *inspeção extraordinária* surge de demandas não previstas como: necessidade advinda de uma inspeção anterior, impactos de veículos, trem ou embarcações na obra e ocorrências de fenômenos da natureza como inundações, vendaval, terremotos etc. Neste tipo de inspeção deve ser gerado um relatório específico.

2.5.2 Critério de classificação das OAE

A NBR 9452 (2016) classifica as OAE de acordo com parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade e, ainda de acordo com a gravidade dos problemas detectados conforme as especificações em outras Normas Brasileiras aplicáveis em cada caso.

a) Parâmetros estruturais

De acordo com a NBR 9452 (2016) diz que os parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural (estabilidade, capacidade portante) consoante a ABNT NBR 6118.

Os parâmetros estruturais, segundo a (NBR 9452, 2016), são os que mais frequentemente recebem maior prioridade nas ações de recuperação.

b) Parâmetros funcionais

Abrange os aspectos relacionados à visibilidade, gabaritos verticais e horizontais, pois se destinam aos fins da obra. Além disso, deve se apresentar de forma agradável, pois é a parte mais visível aos usuários. (NBR 9452, 2016)

c) Parâmetros de durabilidade

Relacionam-se à vida útil da estrutura sendo vinculados às características de resistência da estrutura contra ataques de agentes ambientais agressivos. (NBR 9452, 2016)

A NBR 9452 (2016) esclarece que a agressividade do meio deve ser avaliada neste aspecto como o objetivo de estimar rapidez de deterioração associados a esse aspecto.

2.5.3 Referência de classificação da OAE

A NBR 9452:2016 traz em seu Anexo E um detalhamento que relaciona a relevância da anomalia e o elemento estrutural onde a mesma foi encontrada. Dessa forma, a importância dos elementos na segurança estrutural da OAE está dividida a seguir:

- Elemento principal (P): cujo dano pode ocasionar o colapso parcial ou total da obra;
- Elemento secundário (S): cujo dano pode ocasionar ruptura localizada;
- Elemento complementar (C): cujo dano não causa nenhum comprometimento estrutural, apenas funcional na OAE.

NBR 9452:2016 encontra-se a Tabela E.1 que serviu como auxílio na identificação dos tipos de elementos nas estruturas convencionais.

A exemplo desta classificação o elemento Longarina localizado na superestrutura de uma ponte qualquer, de acordo com a Tabela E.1 da NBR 9452:2016 caracteriza um elemento principal.

2.5.4 Notas de classificação

A NBR 9452 (2016) estabelece notas de 1 a 5 dependo da gravidade dos problemas encontrados. Essas notas relacionam-se as qualidades de condições que podem ser excelente, boa, regular, ruim ou crítica, associadas aos parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

As Tabelas E.2, E.3 e E.4 da NBR 9452:2016 apresentam quadros com descrições sobre as manifestações patológicas observadas na inspeção visual relacionados com a localização onde a anomalia foi detectada – num elemento principal, secundário ou complementar – e a nota de classificação para os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, respectivamente.

Para o caso das inspeções especiais a NBR 9452 (2016) define o quadro abaixo (fig. 6) para referenciar a classificação da OAE constante no Anexo E da norma no qual devem ser colocadas as menores notas atribuídas.

Figura 6: Modelo de ficha de Classificação da OAE

| Parâmetro | Elemento | | | | | | |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------------|----------|-------|------------|
| | Super estrutura | Meso estrutura | Infra estrutura | Elementos complementares | | Pista | Nota final |
| | | | | Estrutura | Encontro | | |
| Estrutural | | | | | | | |
| Funcional | | NA | NA | | | | |
| Durabilidade | | | | | | | |

Fonte: (NBR 9452, 2016)

3 METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO (TIPO DE ESTUDO)

A finalidade desta pesquisa foi caracterizar o estado de conservação das pontes de Porto Nacional – TO através de inspeções para a definição das ações prioritárias com objetivo de manutenção e intervenção das obras. Tratando-se, portanto de uma pesquisa de natureza aplicada conforme classificação do autor (PRODANOV & FREITAS, 2013, p. 126). Cada parâmetro analisado recebeu uma nota de classificação conforme a NBR 9452 (2016), permitindo uma análise qualitativa do estado de conservação das estruturas.

O objetivo metodológico do estudo foi expor as características de cada ponte analisada e identificar os possíveis fatores que causaram as patologias encontradas na superestrutura e mesoestrutura das pontes. Consistindo no levantamento dos dados de forma visual e registro fotográfico das partes analisadas de cada estrutura conforme NBR 9452 (2016) sendo realizada, portanto, em campo.

O processo utilizado para análise qualitativa dos constituintes estruturais de cada ponte foi o recomendado pela NBR 9452 (2016) em forma de inspeção especial através da análise e interpretação a olho nu dos componentes estruturais de cada ponte, conforme os parâmetros definidos pela NBR mencionada.

Posteriormente foram elaborados gráficos e tabelas para apontar a sequência de intervenção entre as quatro; e as prováveis causas das patologias que forem constatadas.

Foi exposto também algumas propostas de medidas corretivas para as patologias encontradas, necessárias para garantia da segurança, durabilidade e funcionalidade das OAE's.

3.2 CIDADE DE PORTO NACIONAL – TO

“O território que hoje corresponde ao Tocantins, anteriormente pertenciam ao território do estado de Goiás.” (EUGÊNIO, 2015) É neste Estado que hoje se encontra a cidade de Porto Nacional.

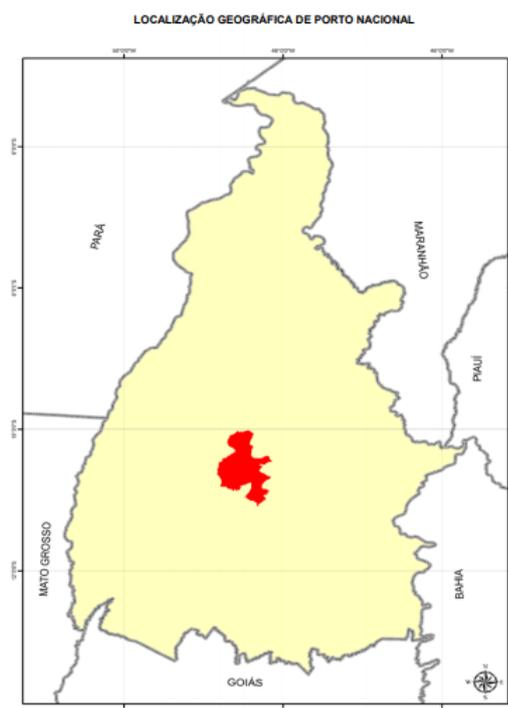
Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Estado Goiás preserva alguns documentos do povoado de Porto Real do Pontal, que atualmente é a cidade de Porto Nacional, datados de meados de 1738. (IBGE, 2018)

A crescente movimentação de pessoas nessa região no século XIX, fizeram nascer um aglomerado humano habitado por agricultores, pescadores, trabalhadores preparados para o transporte de cargas em direção aos dois arraiais, e muitos mineradores, na busca diuturna das mais espetaculares pepitas de ouro já encontradas na região.

A cidade está situada atualmente na região metropolitana de Palmas–TO sendo composta por uma população de aproximadamente 52.510 habitantes segundo dados do IBGE referêntes ao ano de 2018.

É na nesta cidade ainda muito importante para o Estado do Tocantins que faremos inspeções em quatro pontes visando identificar como está o estado de conservação delas.

Figura 7: Localização Geográfica de Porto Nacional



Fonte: (DIRETORIA DE PESQUISAS E INFORMAÇÕES ECONÔMICAS, 2017)

3.3 PONTES INSPECIONADAS: CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram objeto desta pesquisa quatro pontes que se situam no perímetro urbano do Município de Porto Nacional localizadas na Rua Dom Alano, Avenida Monte do Carmo, Avenida Joaquim Aires e Avenida João Siruge.

Para a escolha das pontes a serem estudadas foi considerado a circunscrição da cidade de Porto Nacional - TO, que não fossem localizadas no perímetro rural e nem fossem de domínio particular. Na cidade existia mais uma ponte, além das quatro que foram selecionadas situada sobre o Rio Tocantins.

3.4 LOCALIZAÇÃO DAS PONTES A SEREM INSPECIONADAS

As primeiras pontes inspecionadas foram: Ponte da Rua Dom Alano (coordenadas: 10°41'59,30"S 48°24'28,52"O) e a Ponte da Avenida Joaquim Aires (10°41'54,05"S 48°24'42,30"O). O acesso a essas pontes foi feito com auxílio de barco no dia 17 de fevereiro de 2019.

No dia 05 de março de 2019 foram inspecionadas as Ponte da Avenida João Siruge (10°42'8,30"S 48°23'49,04"O) e a Ponte da Avenida Monte do Carmo (10°42'36,79"S 48°25'4,12"O). O acesso a ambas as pontes não precisou do auxílio de barco.

Figura 8: Mapa com a localização das pontes inspecionadas



Fonte: Google Earth (2018)

No mapa (figura 8) estão destacadas a localização das quatro pontes. De cor rosa a ponte da Av. Joaquim Aires, de amarelo a da Rua Dom Alano, de verde a da Av. João Siruge e de azul a da Av. Monte do Carmo. A cidade possui mais duas pontes que não foram vistoriadas neste trabalho.

3.5 CLASSIFICAÇÃO

De acordo com a NBR 9452:2016 a cada parâmetro analisado de cada uma das pontes é atribuído uma nota de classificação, sendo elas: crítica (1), ruim (2), regular (3), boa (4) e

excelente (5) a depender de parâmetros estruturais, de durabilidade e de funcionalidade de cada item.

As notas de classificação foram atribuídas analisando cada elemento da estrutura e relacionando as condições verificadas com as notas da Tabela E.2 para os parâmetros estruturais, Tabela E.3 para os parâmetros funcionais e Tabela E.4 para os parâmetros de durabilidade; da NBR 9452:2016.

A tabela da figura 9 que está contida na NBR 9452:2016 (página 5) foi utilizada para a classificação dos elementos da superestrutura e mesoestrutura das pontes para o preenchimento da ficha modelo de inspeção especial disponibilizado no anexo D da norma (NBR 9452:2016).

Figura 9: Classificação dos elementos das Pontes conforme NBR 9452:2016

| Nota de classificação | Condição | Caracterização estrutural | Caracterização funcional | Caracterização de durabilidade |
|-----------------------|-----------|--|---|--|
| 5 | Excelente | A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados. | A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários. | A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina. |
| 4 | Boa | A estrutura apresenta danos pequenos e em 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 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 a médio prazo. | A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo. | A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental. |

cont. figura 9:

| | | | | |
|---|---------|---|---|---|
| 2 | Ruim | Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a 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. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não. | 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: NBR 9452:2016

3.6 INSTRUMENTOS DE INSPEÇÃO

Foram utilizados para a coleta dos dados os roteiros e modelos de fichas de inspeções constantes na NBR 9452:2016. O acesso às pontes da Avenida Joaquim Aires e da Rua Dom Alano foi feito por meio de barco. Todos os elementos foram fotografados para registro e fundamentação da condição verificada de cada elemento das pontes sendo utilizado para tanto uma câmera fotográfica da marca Nikon modelo Coolpix L315 e dois celulares da marca LG modelo K10 2016 e para algumas medições necessárias foi usado trena.

Para inspeção na Ponte da Av. Monte do Carmo usou-se botas como equipamentos de proteção individual e cordas para acesso a parte de baixo da Ponte.

Todas as anotações e registros fotográficos foram armazenados e, posteriormente, levados para estudo, análise e transferência dos dados para o formato digital, e usados na elaboração dos resultados, discussões e conclusões constates nesse trabalho.

3.7 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS PATOLOGIAS REGISTRADAS

Todas as anotações e registros das inspeções, realizadas nas pontes, foram armazenados separados e organizados para estudo e análise em escritório. Onde foram feitas as etapas posteriores de apuração das patologias, elaboração das tabelas, gráficos e das conclusões do trabalho, facilitando a compreensão e a visualização dos comparativos entre quatro pontes inspecionadas.

Para facilitar a localização dos sintomas patológicos identificados nas inspeções foi utilizado a tabela E.1 da NBR 9452:2016. Também foram elaborados croquis cuja legenda utilizada foi a recomenda também pela NBR 9452:2016.

O levantamento das possíveis causas de cada patologia encontrada e das propostas de solução para as mesmas foi baseado nas pesquisas em livros e artigos. Os documentos técnicos das pontes não foram analisados, pois, segundo a prefeitura de Porto Nacional, essas pontes não possuíam projetos arquivados. Dessa forma, foi completado o detalhamento das reais condições de utilização e as necessidades de reparos das manifestações patológicas encontradas nas pontes.

Com os dados de cada ponte foi possível elencar a sequência para reparos entre as pontes inspecionadas de acordo com a gravidade das patologias encontradas por meio das inspeções e resultados produzidos nos gráficos e tabelas, que serviram para melhor visualização dos resultados e conclusões do estudo do estado de conservação dessas Pontes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico estão apresentados os resultados das inspeções visuais, o comparativo entre as pontes com sugestão da sequência de reparos e as alternativas para recuperação das partes danificadas.

4.1 PONTE DA AVENIDA JOÃO SIRUGE

Construída sobre o Rio São João, a ponte da Av. João Siruge encontra-se num trecho da TO-050 e possui 50m de comprimento com 2 vãos livres. É dividida em duas estruturas separadas – uma em cada sentido de tráfego. No local há passagem constante de veículos, caminhões, carros, ônibus e vans. A classe de agressividade ambiental, portanto, é moderada.

Cada estrutura da ponte é feita em concreto armado, contendo 2 pistas de rolamento e passeio para pedestres nas duas laterais. Sendo o pavimento flexível e o passeio de concreto. Conforme observa-se nas fotos a seguir.

Figura 10: Vista Superior



Fonte: Google Maps (2019)

Figura 11: Vista aproximada de uma das partes



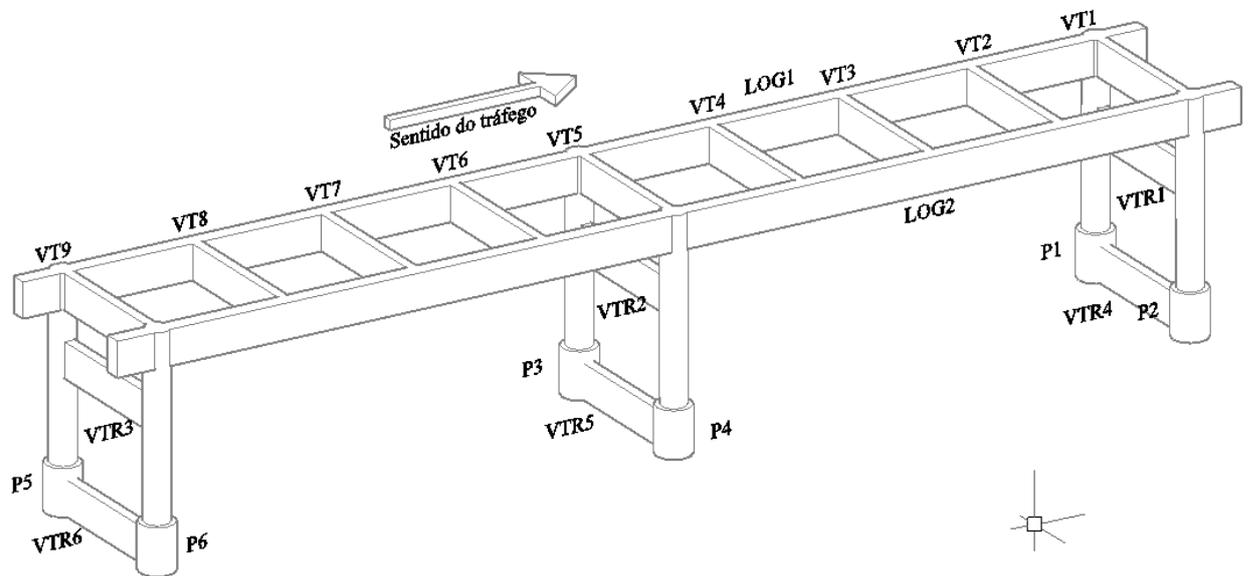
Fonte: Acervo pessoal (2019)

Devido a Ponte possuir duas estruturas separadas para cada sentido do tráfego, a vistoria foi dividida em duas partes: primeiro foi vistoriado o lado cujo tráfego é no sentido Sul-Norte e, posteriormente, o lado de sentido de tráfego Norte-Sul.

4.1.1 Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte

A figura 12 apresenta o croqui da estrutura em questão. A legenda para a nomenclatura utilizada na identificação dos elementos segue a recomendação da NBR 9452:2016 no item G.3 (página 47).

Figura 12: Croqui da estrutura da Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte



Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.1.1 Superestrutura

Na figura 13 observa-se a parte inferior da estrutura. A longarina da direita corresponde à LOG2 do croqui.

Figura 13: Vista inferior



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na superestrutura o maior número de sintomas patológicos foi constatado na laje, onde há muitas fissuras com eflorescências, manchas de umidade e infiltração.

Figura 14: Eflorescências na laje



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na figura 14 observam-se depósitos de sais na superfície inferior da laje que podem ser resultado da lixiviação do concreto. Tal processo químico remove os compostos hidratados do cimento reduzindo seu pH.

Figura 15: Manchas de Umidade na laje



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 15 mostra fissuras, manchas de umidade e eflorescências na parte lateral da laje, que sustenta a calçada da parte superior.

Na figura 16 também se observa fissuras transversais ao eixo das longarinas com eflorescências e bolores. Os pontos pretos nos demais elementos são teias de aranha e manchas deixadas por bichos. A mancha avermelhada fica próxima a um tubo de drenagem e pode ter sido advinda do transporte de barro através da água e até mesmo da corrosão do tubo.

Figura 16: Fissuras e eflorescências



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas longarinas foram detectadas algumas fissuras na parte inferior localizadas nos encontros com pilares conforme mostrado na figura 17.

Figura 17: Fissuras na LOG1 no encontro com P2



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas vigas transversinas, foram verificados apenas manchas de umidade e fuligem atmosférica (figura 18). Na imagem também podemos ver fissuras transversais ao eixo das longarinas com formação de estalagmites e estalactites acentuadas.

Figura 18: Manchas de umidade nas transversinas



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 1 sintetiza as manifestações patológicas observadas na superestrutura da ponte. E a classificação dos elementos de acordo com a Tabela E.1 da NBR 9452:2016.

Tabela 1: Nota de classificação da Superestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme o Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (SUL-NORTE) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------------|----------|---------------------|---|--------------|---|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | | |
| | | Duas vigas | | | Estrutural | Durabilidade | |
| SUPERESTRUTURA | Viga | Longarinas | P | LOG1 | Fissuras no encontro com pilar. Manchas de umidade. | 3 | 4 |
| | | | | LOG2 | | 3 | 4 |
| | Transversina | S | VT1 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT2 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT3 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT4 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT5 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT6 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT7 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT8 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT9 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |

cont. Tabela 1:

| | | | | | |
|--|------|---|--|---|---|
| | Laje | S | Fissuras; eflorescências; manchas de umidade; infiltração; armadura exposta em alguns pontos. | 4 | 4 |
|--|------|---|--|---|---|

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.1.2 Mesoestrutura

Os elementos da mesoestrutura encontravam-se em boas condições no dia da inspeção. Foram vistos apenas ninchos de concretagem em algumas áreas dos pilares. A figura 19 mostra a situação do Pilar 6.

Figura 19: Ninchos de concretagem P6



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas figuras 20 e 21 podem ser visualizados os pilares P1, P2, P3, P4 e P5. Na superfície dos mesmos podemos observar manchas avermelhadas causadas pelo barro existente no local, fuligem atmosférica e manchas mais claras de concreto com buracos e arranhões nas superfícies.

Figura 20: Vista do P3



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Figura 21: Vista do P5



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 2 resume as notas de classificação dos elementos da mesoestrutura da ponte. Como os elementos encontravam-se em situação semelhante, as notas foram uniformes.

Tabela 2: Nota de classificação da mesoestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (SUL-NORTE) | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---|----------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| Categoria | Sistema Estrutural | | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | Duas vigas | | | | Estrutural | Durabilidade |
| MESOESTRUTURA | Travessas | P | VTR1 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR2 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR3 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR4 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR5 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR6 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| MESOESTRUTURA | Pilares | P | P1 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P2 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P3 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P4 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P5 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P6 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.1.3 Complementares

Observou-se que a sinalização horizontal está um pouco apagada, o pavimento possui algumas ondulações e buracos que causam empoçamento de água. A figura 22 ilustra esses dados.

Figura 22: Vista dos elementos complementares



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Os guarda-corpos estão com o concreto deslocando deixando alguns pontos com armadura exposta; a pintura está defasada. A calçada possui algumas rachaduras e algumas ondulações que causam empoçamentos de água (figura 23).

Figura 23: Guarda-Corpo



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Os elementos complementares não causam comprometimento estrutural, apenas funcional na OAE, segundo a NBR 9452:2016. Portanto, a nota de classificação desses elementos é dada somente para o critério de funcionalidade conforme a Tabela E.3 da NBR 9452:2016.

A tabela 3 contém as notas de classificação dos elementos em que foram detectadas as anomalias que afetam as condições de qualidade funcional.

Tabela 3: Nota de classificação da Ponte da Av. João Siruge sentido Sul-Norte segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

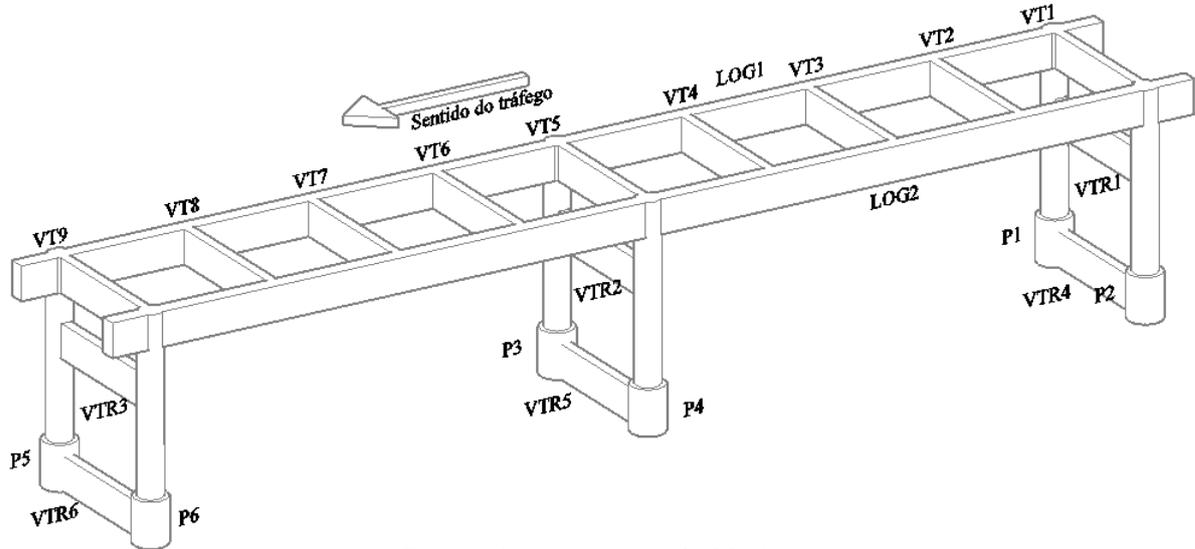
| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (SUL-NORTE) | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|--|-----------------------|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Condição verificada | Nota De Classificação |
| | | Duas vigas | | Funcional |
| COMPLEMENTAR | Guarda-Corpo | C | Desplacamento do concreto; corrosão da armadura; pintura defasada. | 3 |
| | Pista de Rolamento | C | Ondulações; desgaste. | 4 |
| | Sinalização | C | Sinalização horizontal quase apagada. | 2 |
| | Drenagem | C | Empoçamentos localizados. | 3 |
| | Calçada de pedestres | C | Desgaste. | 5 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.2 Ponte da Av. João Siruge Sentido Norte-Sul

A segunda estrutura vistoria da Ponte da Avenida João Siruge é idêntica à anterior, mudando apenas o sentido do tráfego. A figura 24 mostra o croqui desta estrutura.

Figura 24: Croqui da estrutura da Ponte da Av. João Siruge Sentido Sul-Norte



Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.2.1 Superestrutura

Foram constatados, na superestrutura, armadura exposta, fissuras, eflorescências e manchas de umidade na laje em processo um pouco mais avançado do que a estrutura analisada anteriormente da mesma ponte.

Na figura 25 no lado superior esquerdo pode ser visto a armadura da laje exposta, além disso, também podemos ver mais fissuras transversais ao eixo longitudinal das longarinas com eflorescências.

Figura 25: Armadura exposta e eflorescências na laje (próximo ao P6)



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 26 mostra a parte inferior da laje com fissuras transversais ao eixo das longarinas com eflorescências, além disso, também se verifica manchas de umidade.

Figura 26: Fissuras com eflorescências na laje



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na imagem da figura 27 observa-se uma fissuras transversais ao eixo longitudinal e com eflorescências localizadas na parte inferior da laje.

Figura 27: Imagem aproximada de fissuras na laje



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas vigas transversinas, assim como na estrutura anterior, não foram encontradas manifestações patológicas graves. Apenas manchas de umidade e fuligem da atmosfera.

Nas longarinas foram encontradas algumas fissuras na parte de baixo principalmente próximos aos locais de encontro com os apoios conforme figura 28.

Figura 28: Fissuras na parte de baixo da LOG2



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 4 contempla as notas de classificação dos elementos da superestrutura. A maior parte das manifestações patológicas encontradas é devida à ação da água.

Tabela 4: Nota de classificação da superestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (NORTE-SUL) | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|------------|--------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|
| Categoria | | | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | | | Duas vigas | | | Estrutural | Durabilidade |
| SUPERESTRUTURA | Viga | Longarinas | P | LOG1 | Fissuras próximas ao encontro com pilar. | 3 | 4 |
| | | | | LOG2 | Manchas de umidade. | 3 | 4 |
| | Transversina | S | VT1 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT2 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT3 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT4 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT5 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT6 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT7 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT8 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT9 | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |

cont. Tabela 4

| | | | | | | |
|--|------|---|--|--|---|---|
| | Laje | S | | Fissuras; eflorescências; manchas de umidade; infiltração; armadura exposta em alguns pontos. | 3 | 3 |
|--|------|---|--|--|---|---|

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.2.2 Mesoestrutura

Nos pilares foram detectados ninchos de concretagem, manchas de umidade e erosão na parte inferior, mais próxima ao leito do rio como pode ser visto na figura 30.

Figura 29: Erosão, manchas de umidade e ninchos de concretagem no P3



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 30 mostra armadura exposta, localizada na VTR2 representada no croqui da estrutura. Por estar localizada em um elemento principal, essa manifestação necessita de mais cautela e precisa ser reparada no mais breve espaço de tempo possível.

Figura 30: Armadura exposta na VTR2



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A síntese das notas de classificação desses elementos encontra-se na Tabela 5. A menor nota atribuída aos elementos foi 3 levando-se em consideração o fato de haverem segregação do concreto em partes principais da estrutura.

Tabela 5: Nota de classificação da mesoestrutura segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (NORTE-SUL) | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---|----------|------------------------------------|-----------------------|--------------|
| Categoria | Sistema Estrutural | | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | Duas vigas | | | | Estrutural | Durabilidade |
| MESOESTRUTURA | Travessas | P | VTR1 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR2 | Armadura exposta. | 3 | 4 |
| | Travessas | P | VTR3 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR4 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR5 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR6 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P1 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P2 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P3 | Ninchos de concretagem; Erosão. | 3 | 3 |
| | Pilares | P | P4 | Ninchos de concretagem. Erosão. | 3 | 3 |
| | Pilares | P | P5 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P6 | Ninchos de concretagem. | 4 | 4 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.2.3 Complementares

Os elementos complementares dessa estrutura estavam semelhantes aos da estrutura anterior. Diferindo na sinalização horizontal por estar um pouco melhor e no pavimento que aparentou estar um pouco mais desgastado e com mais acúmulo de água nas laterais. Conforme a figura 31.

Figura 31: Vista dos elementos complementares



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na figura 32 pode ser visto que a água também se acumula nas laterais e nos buracos do pavimento. Tal situação favorece o surgimento de infiltrações ocasionando mais patologias devido à ação da água.

Figura 32: Acúmulo de água nas laterais do tabuleiro



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A Tabela 6 contém as notas de classificação dos elementos elencados de acordo com os parâmetros funcionais estabelecidos na NBR 9452:2016. A falta de sinalização é um fator que leva a menor nota, além disso, a falta de manutenção nos elementos drenagem, pavimento e guarda-corpos também justificam as notas baixas na categoria de funcionalidade.

Tabela 6: Nota de classificação da Ponte da Av. João Siruge sentido Norte-sul segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOÃO SIRUGE (NORTE-SUL) | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|--------------------|--|-----------------------|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Condição verificada | Nota De Classificação |
| | | Duas vigas | | Funcional |
| COMPLEMENTAR | Guarda-Corpo | C | Desplacamento do concreto; corrosão da armadura; pintura defasada. | 3 |
| | Pista de Rolamento | C | Ondulações; desgaste. | 4 |
| | Sinalização | C | Sinalização horizontal quase apagada. | 2 |
| | Drenagem | C | Empoçamentos localizados. | 3 |
| | Calçada de pedestres | C | Desgaste. | 4 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.1.3 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. João Siruge

Como visto, a estrutura da ponte no geral não possui grau avançado de problemas patológicos. No entanto, para que a estrutura permaneça sendo usada e não haja comprometimento estrutural a OAE precisa de manutenção constante.

Na superestrutura das duas estruturas da ponte há muitas fissuras com eflorescências na laje e em alguns pontos há também exposição da armadura também na laje. As fissuras podem ter sido causadas por armação de flexão insuficiente, mas este ponto não pode ser dado como certo porque não houve análise do projeto estrutural; a atuação de cargas superiores às previstas não é descartada, pois no trecho em que a ponte se localiza há passagem de muitos caminhões; outros fatores são variação de temperatura e retração.

Para tais problemas é necessário reparar as fissuras, obstruindo as fendas abertas com material flexível e melhorar o cobrimento das partes que apresentam armadura exposta.

Na mesoestrutura foi detectado predominantemente ninchos de concretagem e erosão na parte de baixo dos pilares. Os ninchos de concretagem provavelmente surgiram na execução, especificamente no lançamento e vibração; ou ainda, por uma má dosagem entre argamassa e agregado graúdo. Esses ninchos podem facilitar a chegada de água até a armadura, acarretando a corrosão e o deslocamento do concreto, posteriormente. Para que isso seja evitado, necessita-se realizar o cobrimento com argamassa contendo aglomerante de alta resistência e impermeabilizante nas áreas afetadas.

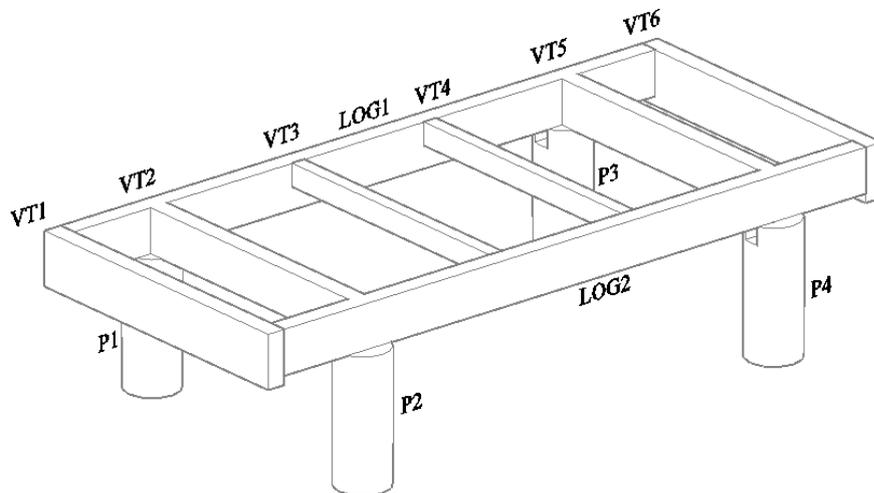
Na VTR2 da estrutura de sentido Norte-Sul – um dos elementos principais da estrutura – a armadura exposta precisa ser reparada o mais breve possível. Ou seja, a armadura exposta precisa ser cobrida com argamassa adequada que garanta aderência ao concreto já existente.

Por fim, dos elementos complementares precisa-se de manutenção na pintura da sinalização horizontal do pavimento e reparo nos guarda-corpos – realização do cobrimento das armaduras expostas e a pintura dos mesmos.

4.2 PONTE DA RUA DOM ALANO

Esta ponte atravessa o Rio Tocantins e é formada por quatro pilares, duas longarinas e seis vigas transversais formando apenas um vão, conforme mostrado no croqui (figura 33). A classe de agressividade é moderada e toda estrutura é construída em concreto armado; o pavimento das pistas de rolamento é flexível e permite a passagem de veículos em dois sentidos de tráfego, sendo um em cada sentido; os guarda-corpos são feitos de estrutura metálica e possui calçada nas duas laterais. A legenda para a nomenclatura utilizada na identificação dos elementos segue a recomendação da NBR 9452:2016 no item G.3 (página 47).

Figura 33: Croqui da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.2.2 Superestrutura

Na inspeção visual realizada percebeu-se que na laje da estrutura há manchas brancas, algumas fissuras, manchas de umidade e formação de bolores, conforme mostra a figura 34.

Figura 34: Laje da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas partes laterais da laje, além se observar manchas de umidade e formação de bolores, encontravam-se muitas manchas avermelhadas, decorrentes da corrosão dos tubos de drenagem e carreamento de barro; e concreto segregado, conforme mostra a figura 35.

Figura 35: Parte lateral da laje da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 36 mostra uma visão mais ampla da parte inferior da estrutura. Como se pode ver nas vigas e longarinas há manchas de umidade e algumas fissuras. Os pontinhos brancos na imagem são teias de aranha e fuligem que cobriam grandes parte da parte superficiais de toda estrutura da ponte.

Figura 36: Visão das vigas e longarinas da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Não foram detectadas outras manifestações patológicas graves. As fissuras que existiam eram aceitáveis. No entanto, na longarina 1 (LOG1), representada no croqui (figura 33), foi detectada uma faixa pequena de armadura exposta mostrada na figura 37.

Figura 37: Armadura exposta na Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 7 sintetiza as notas de classificação dos elementos da superestrutura da Ponte da Rua Dom Alano. Como se pode observar a estrutura não apresentava sintomas patológicos graves, mas a drenagem ineficaz, principalmente na laje, reduz sua nota no critério de durabilidade.

Tabela 7: Notas de classificação da superestrutura segundo parâmetros estruturais e de durabilidade da Ponte da Rua Dom Alano conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE DA RUA DOM ALANO | | | | | | | |
|------------------------|--------------|------------|--------------------|--|---|-----------------------|--------------|
| Categoria | | | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | | | Duas vigas | | | Estrutural | Durabilidade |
| SUPERESTRUTURA | Vigas | Longarinas | P | LOG1 | Fissuras de superficiais de retração, hidráulica ou térmica e fissuras. Armadura exposta. | 4 | 4 |
| | | | | LOG2 | | 4 | 4 |
| | Transversina | S | VT1 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT2 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT3 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT4 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT5 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | | | VT6 | Fissuras superficiais; manchas de umidade. | 4 | 4 | |
| | Laje | | S | | Fissuras; eflorescências; manchas de umidade; infiltração. | 4 | 3 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.2.3 Mesoestrutura

Nos pilares verificou-se erosão na parte em que há maior contato com a água, condizente com o mostrado na figura 38. Nesta, portanto, percebe-se até onde o nível da água chega pelas diferenças de cores entre a parte inferior até a parte mais próxima da laje no pilar.

A água favorece a erosão dos elementos aumentando a porosidade, expondo os agregados na superfície do concreto e diminuindo a sua resistência, tal processo favorece também a corrosão da armadura e a diminuição da alcalinidade do concreto.

Figura 38: Erosão nos pilares da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 39 mostra o pilar P4. O mesmo apresenta algumas fissuras e manchas de umidade, essa situação é parecida nos demais pilares da estrutura (P1, P2 e P3).

Figura 39: Pilar P4 da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Observou-se que os pilares foram deixados com armadura exposta na parte superior conforme mostra a figura 40.

Figura 40: Armadura exposta na parte superior dos pilares da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 8 contém as notas de classificação dos pilares da Ponte da Rua Dom Alano. Nota-se que devido à exposição da armadura com processo incipiente faz com que a nota de classificação dos pilares seja baixa, tanto no critério estrutural quanto no critério de durabilidade. Além disso, o processo de erosão nas partes inferiores dos pilares também requer atenção, pois, tais manifestações podem gerar outros processos de degradação do concreto e da armadura.

Tabela 8: Notas de classificação da mesoestrutura segundo parâmetros estruturais e de durabilidade da Ponte da Rua Dom Alano conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE DA RUA DOM ALANO | | | | | | |
|------------------------|--------------------|---|----------|--|-----------------------|--------------|
| Categoria | Sistema Estrutural | | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | Duas vigas | | | | Estrutural | Durabilidade |
| MESOESTRUTURA | Pilares | P | P1 | Fissuras superficiais; erosão do concreto; armadura exposta. | 3 | 3 |
| | Pilares | P | P2 | Fissuras superficiais; erosão do concreto; armadura exposta. | 3 | 3 |
| | Pilares | P | P3 | Fissuras superficiais; erosão do concreto; armadura exposta. | 3 | 3 |
| | Pilares | P | P4 | Fissuras superficiais; erosão do concreto; armadura exposta. | 3 | 3 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.2.4 Complementares

Na ponte da Rua Dom Alano observou-se que o pavimento possui muitos buracos e ondulações que causam empocamentos de água. Tais aspectos prejudicam a drenagem e causam desconforto aos usuários.

Figura 41: Visão dos elementos complementares da Ponte da Rua Dom Alano



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A figura 41 evidencia a situação do pavimento da pista de rolamento, das calçadas e dos guarda-corpos. Na foto também pode ser observado que não existem sinalização horizontal e vertical no local.

A tabela 9 contempla as notas de classificação dos elementos complementares da Ponte de acordo com as condições verificadas no dia da inspeção visual. Destaca-se a nota 2 para a sinalização inexistente, que pode ocasionar risco de acidentes aos usuários.

Tabela 9: Notas de classificação da Ponte da Rua Dom Alano segundo os parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE DA RUA DOM ALANO | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|--|-----------------------|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Condição verificada | Nota De Classificação |
| | | Duas vigas | | Funcional |
| COMPLEMENTAR | Pista de Rolamento | C | Ondulações; buracos. | 3 |
| | Sinalização | C | Sinalização horizontal e vertical inexistente. | 2 |
| | Drenagem | C | Empoçamentos localizados. | 3 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.2.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Rua Dom Alano

Analisando a situação da Ponte da Rua Dom Alano verificou-se que no geral a estrutura está em bom estado, mas precisa de algumas manutenções para garantir a durabilidade e a funcionalidade da estrutura.

Na superestrutura os maiores sintomas patológicos verificados ocorreram pela ação da água. A formação de bolor e manchas de umidade decorre da infiltração de água pelas juntas e pela drenagem que está um pouco defasada devido aos buracos no pavimento. Para este caso, indica-se a eliminação da fonte de água que penetra na estrutura, ou seja, melhorar as condições de drenagem do pavimento, com fechamentos dos buracos e nivelamento adequado da pista de rolamento.

A mesoestrutura composta pelos pilares e aparelhos de apoio no geral também se encontravam em condições adequadas, porém nos pilares observou armaduras expostas na parte superior que geram risco de corrosão eletroquímica e erosão na parte inferior, em contato com água, que aumenta a porosidade do concreto reduzindo a alcalinidade do concreto e trazendo risco de corrosão das armaduras principais no interior nos pilares.

Como sugestão de tratamento para os pilares, com intuito de aumentar o tempo de vida útil das peças, recomenda-se a proteção superficial do concreto nas partes mais suscetíveis à ação da água e proteção das armaduras expostas.

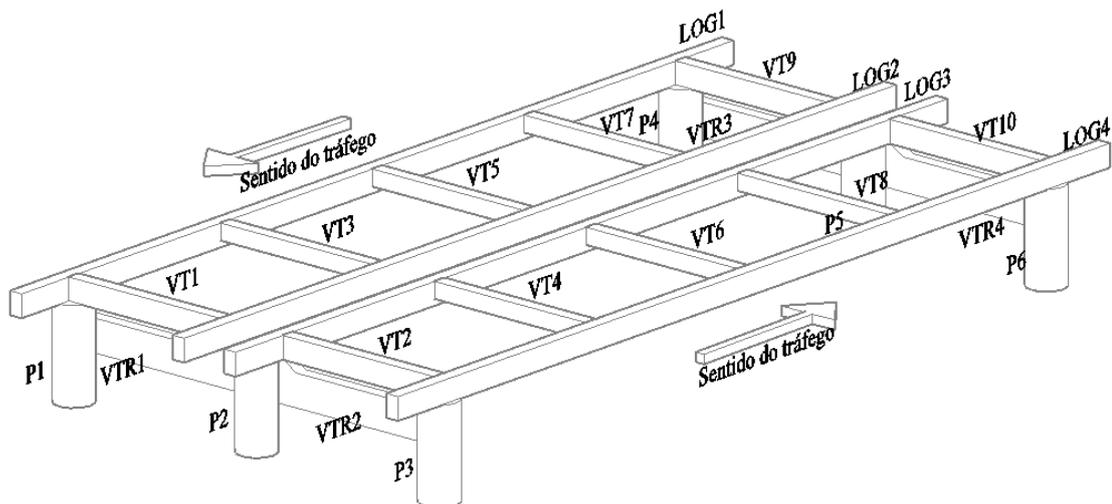
Por fim, os elementos complementares da estrutura da Ponte da Rua Dom Alano foram os que receberam menores notas, devido principalmente às más condições do pavimento e a falta de sinalização. A solução, neste caso, consiste em adequar a sinalização para prevenir os acidentes e melhorar as condições do pavimento.

4.3 PONTE DA RUA JOAQUIM AIRES

Esta ponte também atravessa o Rio Tocantins e tem sua estrutura feita em concreto armado, com pista de rolamento em pavimento flexível e guarda-corpos de estrutura metálica. Localizada numa importante rua da cidade de Porto Nacional – TO possui quatro pistas de rolamento, sendo duas para cada sentido de tráfego.

O croqui na figura 42 mostra como estão dispostos os elementos estruturais da superestrutura e mesoestrutura desta ponte. A legenda para a nomenclatura utilizada na identificação dos elementos segue a recomendação da NBR 9452:2016 no item G.3 (página 47).

Figura 42: Croqui da estrutura da ponte da Av. Joaquim Aires



Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.3.1 Superestrutura

Nas lajes da ponte verificaram-se fissuras transversais ao eixo longitudinal das longarinas com formação de eflorescências e formação de estalactites em alguns pontos. A figura 43 mostra uma visão ampla de parte da parte inferior da ponte.

Figura 43: Visão da parte inferior da superestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires



Fonte: Acervo pessoal (2019)

As partes laterais da laje também apresentavam muitas manchas e umidade e algumas fissuras com eflorescências e estalactites. A figura 44 mostra umas das partes laterais da ponte.

Figura 44: Parte lateral da Ponte da Av. Joaquim Aires



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Nas vigas longarinas foram observadas manchas de umidade, armadura exposta em alguns pontos e também concreto segregado. As figuras 45 e 46 mostram pontos com armadura exposta; e concreto segregado.

Figura 45: Armadura exposta



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Figura 46: Armadura exposta e segregação do concreto



Fonte: Acervo pessoal (2019)

As vigas transversinas não apresentaram sintomas graves apenas algumas fissuras superficiais, manchas de umidade próximas à laje e fuligem atmosférica. A figura 47 mostra algumas dessas vigas, as demais se encontravam em situação parecida.

Figura 47: Vista das vigas transversinas



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na tabela 10 encontram-se as notas de classificação para os elementos da superestrutura. Como se pode observar, a menor nota atribuída foi 3 por terem sido encontradas armaduras expostas em elementos principais.

Tabela 10: Notas de classificação dos elementos da superestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOAQUIM AIRES | | | | | | | |
|-------------------------|------|--------------|--------------------|--|--|-----------------------|--------------|
| Categoria | | | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | | | Duas vigas | | | Estrutural | Durabilidade |
| SUPERESTRUTURA | Viga | Longarinas | P | LOG1 | Armadura exposta; fissuras superficiais; manchas de umidade. | 3 | 4 |
| | | | | LOG2 | | 3 | 4 |
| | | | | LOG3 | | 3 | 4 |
| | | | | LOG4 | | 3 | 4 |
| | Viga | Transversina | S | VT1 | Fuligem atmosférica; manchas de umidade. | 4 | 4 |
| | | | | VT2 | | 4 | 4 |
| | | | | VT3 | | 4 | 4 |
| | | | | VT4 | | 4 | 4 |
| | | | | VT5 | | 4 | 4 |
| | | | | VT6 | | 4 | 4 |
| | | | | VT7 | | 4 | 4 |
| | | | | VT8 | | 4 | 4 |
| | | | | VT9 | | 4 | 4 |
| | | | | VT10 | | 4 | 4 |
| Laje | | S | | Fissuras; eflorescências; manchas de umidade; infiltração. | 4 | 4 | |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.3.3 Mesoestrutura

Nos pilares foram encontrados erosões na parte que fica em contato com a água. As fissuras detectadas eram superficiais e os pilares não tinham pontos com armadura exposta. Na figura 48 podem ser vistos os pilares P3, P4 e P5 da esquerda para a direita (representados no croqui da figura 42).

As vigas travessas também aparentavam boas condições; um único detalhe a observar foi na viga travessa 3 que possui uma pequena área com concreto quebrado. Na figura 48 também pode ser visto este detalhe.

Figura 48: Situação dos pilares da Ponte da Av. Joaquim Aires



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na tabela 11 pode-se evidenciar a situação da mesoestrutura da ponte. Nota-se com a tabela que as notas de classificação foram uniformes.

Tabela 11: Notas de classificação da mesoestrutura da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOAQUIM AIRES | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|----------|---------------------|--|------------|--------------|
| Categoria | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | | |
| | | | | Duas vigas | Estrutural | Durabilidade |
| MESOESTRUTURA | Travessas | P | VTR1 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR2 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR3 | Concreto quebrado numa pequena área. | 4 | 4 |
| | Travessas | P | VTR4 | Sem manifestações. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P1 | Erosão na parte inferior; fissuras superficiais. | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P2 | | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P3 | | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P4 | | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P5 | | 4 | 4 |
| | Pilares | P | P6 | | 4 | 4 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.3.4 Complementares

Na Ponte da Av. Joaquim Aires foi verificado que os guarda-corpos estavam em boas condições; e o pavimento encontrava-se com poucas ondulações e fissuras, assim como as calçadas. A figura 49 mostra a situação destes elementos complementares.

Figura 49: Vista dos elementos complementares da Ponte da Av. Joaquim Aires



Fonte: Acervo pessoal (2019)

A tabela 12 sintetiza as notas de classificação dos elementos complementares da Ponte. Estes apresentaram poucas manifestações que não geravam tanto desconforto aos usuários, com isso, as notas segundo os critérios de funcionalidade foram altas.

Tabela 12: Notas de classificação da Ponte da Av. Joaquim Aires segundo parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. JOAQUIM AIRES | | | | |
|-------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|-----------------------|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Condição verificada | Nota De Classificação |
| | | Duas vigas | | Funcional |
| COMPLEMENTAR | Guarda-Corpo | C | Boas condições. | 5 |
| | Pista de Rolamento | C | Ondulações; desgaste. | 4 |
| | Drenagem | C | Empoçamentos localizados. | 4 |
| | Calçada de pedestres | C | Desgaste; fissuras. | 4 |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.3.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. Joaquim Aires

Nesta ponte, como foram detectados pontos com armadura exposta nas longarinas, para que a integridade da estrutura seja garantida será preciso fazer reparos superficiais. Para tanto, deve-se remover as partes com concreto danificado, fazer a limpeza do aço afetado e,

posteriormente, fazer o preenchimento com argamassa com polímeros a fim de reduzir a permeabilidade e garantir uma boa aderência ao concreto.

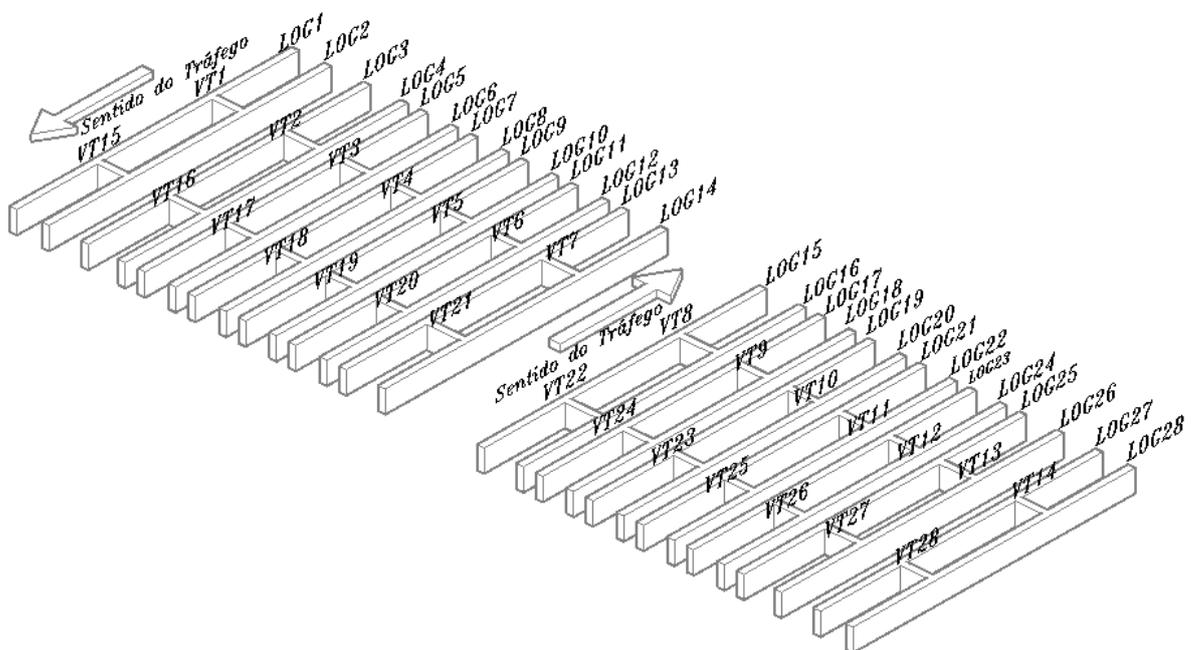
Em relação aos pilares é necessário fazer uma proteção superficial do concreto da parte erodida para que a estrutura tenha maior durabilidade.

Como os elementos complementares estavam em boas condições sugere-se apenas fazer manutenções posteriores no pavimento, calçadas, sinalizações e guarda-corpos.

4.4 PONTE DA AVENIDA MONTE DO CARMO

A Ponte da Avenida Monte do Carmo atravessa um pequeno canal que protege a Nascente da Pombinha, que despeja suas águas no Rio Tocantins. A OAE possui dois trechos separados para cada sentido do tráfego com estruturas constituídas de vigas pré-moldadas de concreto, conforme ilustrado no croqui (figura 50). As vigas estão apoiadas no próprio terreno, ou seja, sem apoios de pilares. A legenda para a nomenclatura utilizada na identificação dos elementos segue a recomendação da NBR 9452:2016 no item G.3 (página 47).

Figura 50: Croqui da Ponte da Av. Monte do Carmo



Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.4.1 Superestrutura

Nos elementos da superestrutura observaram-se manchas de umidade e bolor entre os afastamentos de uma viga e outra, e próximos aos encontros do talude com as vigas; essas

manifestações patológicas também foram observadas nas laterais da ponte. A figura 51 mostra a situação de uma das vigas na parte inferior.

Figura 51: Bolor em uma viga da Ponte da Av. Monte do Carmo



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na parte superior da figura 52 é possível ver que as manchas de umidade e bolor iniciam-se a partir laje através das juntas. O ambiente isolado da incidência de luz solar e a umidade advinda das juntas, formadas ente as vigas, e da umidade do terreno, em que as vigas estão apoiadas, proporcionam a formação de bolores.

Figura 52: Manchas de umidade nas vigas da Ponte da Av. Monte do Carmo



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na inspeção realizada foi possível constatar que aparentemente alguns reparos já foram feitos nas vigas. Na figura 53 as partes com cores mais claras de cinza são, aparentemente, de argamassas usadas para reparos. Percebe-se também que as vigas ficam bem próximas da água que passa pelo canal da nascente.

Figura 53: Reparos realizados na Ponte da Av. Monte do Carmo



Fonte: Acervo pessoal (2019)

Na tabela 13 apresentam-se as notas de classificação dos elementos da superestrutura. Todos os elementos receberam nota quatro, apresentavam os mesmos sintomas.

Tabela 13: Notas de classificação da superestrutura da Ponte da Av. Monte do Carmo segundo os parâmetros estruturais e de durabilidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. MONTE DO CARMO | | | | | | | |
|--------------------------|-------|--------------------|----------|---------------------|----------------------------|--------------|---|
| Categoria | | Sistema Estrutural | Elemento | Condição verificada | Nota De Classificação | | |
| | | Duas vigas | | | Estrutural | Durabilidade | |
| SUPERESTRUTURA | Vigas | Longarinas | P | LOG1 à LOG28 | Manchas de umidade; bolor. | 4 | 4 |
| | | Transversinas | S | VT1 à VT28 | Manchas de umidade. | 4 | 4 |
| | Laje | S | | Manchas de umidade. | 4 | 4 | |

Fonte: Acervo pessoal (2019)

4.4.2 Complementares

Na figura 54 tem-se uma vista ampla dos elementos complementares da Ponte da Av. Monte do Carmo. Observa-se que os guarda-corpos estão com pintura e sem rompimentos. Além disso, há sinalização vertical.

Figura 54: Vista dos elementos complementares da Ponte da Av. Monte Do Carmo



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

Com relação à pista de rolamento observou-se que o pavimento está com fissuras e nos pontos de encontro entre a ponte e o terrapleno há buracos e muitas fissuras; além disso, as juntas estão com desníveis causando desconforto aos usuários. A figura 55 mostra a situação da pista.

Figura 55: Situação da pista de rolamento da Ponte da Av. Monte do Carmo



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

As notas de classificação dos elementos complementares da Ponte da Av. Monte do Carmo encontram-se na tabela 14. Observa-se que, quanto à funcionalidade, a estrutura recebeu notas menores.

Tabela 14: Notas de classificação da Ponte da Av. Monte do Carmo segundo parâmetros de funcionalidade conforme Anexo E da NBR 9452:2016

| PONTE AV. MONTE DO CARMO | | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------|--|---|
| Categoria | Sistema Estrutural | Condição verificada | Nota De Classificação | |
| | Duas vigas | | Funcional | |
| COMPLEMENTAR | Pista de Rolamento | C | Ondulações; desgaste; fissuras. | 3 |
| | Juntas | C | Berço danificado gerando desconforto ao usuário; | 3 |
| | Calçada de pedestres | C | Desgaste. | 4 |

Fonte: Acervo Pessoal (2019)

4.4.5 Causas e tratamento das manifestações patológicas da Ponte da Av. Monte do Carmo

Visto que as maiores manifestações patológicas observadas na OAE foram relacionadas à pista de rolamento, sugere-se que sejam feitos reparos no pavimento e nas juntas de encontro entre o tabuleiro e o terrapleno.

Para garantir maior durabilidade da estrutura e maior conforto aos usuários é necessário colocar uma transição entre asfalto e à estrutura de concreto armado (ponte), neste caso sugere-se que as juntas sejam reparadas com polímeros asfálticos ou com material elastomérico.

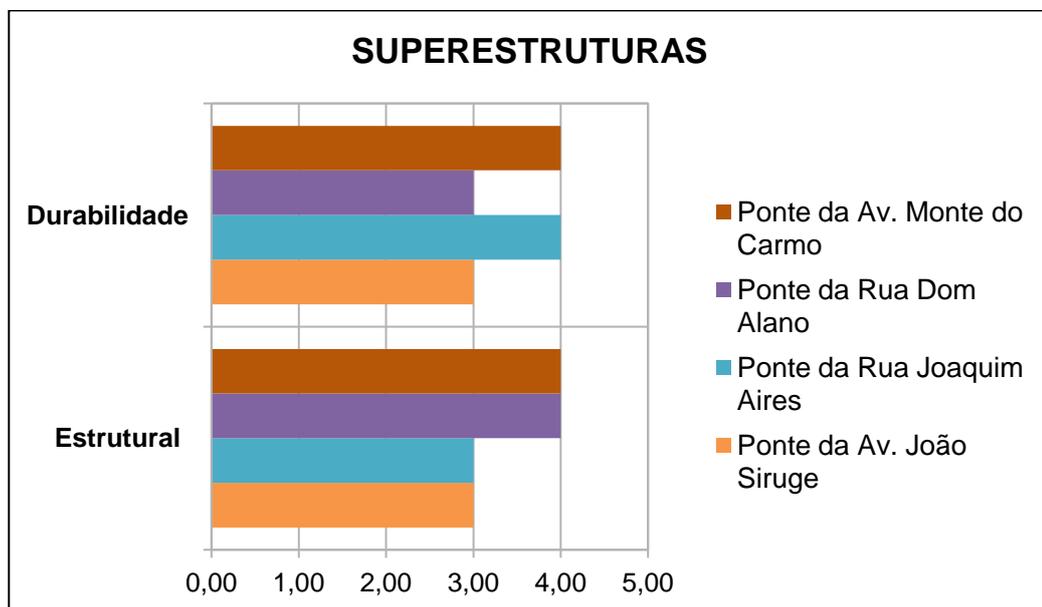
4.5 COMPARATIVOS ENTRE AS PONTES E SEQUÊNCIA DE REPAROS

A seguir, os gráficos obtidos a partir das menores notas atribuídas a cada parte das estruturas das pontes (superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura), auxiliaram na tomada de decisão da sequência de reparos.

4.5.1 Comparativo das menores notas das superestruturas das pontes

O gráfico 1 mostra a comparação entre as menores notas das superestruturas das pontes segundo os critérios de durabilidade e estrutural.

Gráfico 1: Comparativo das menores notas das superestruturas das pontes



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

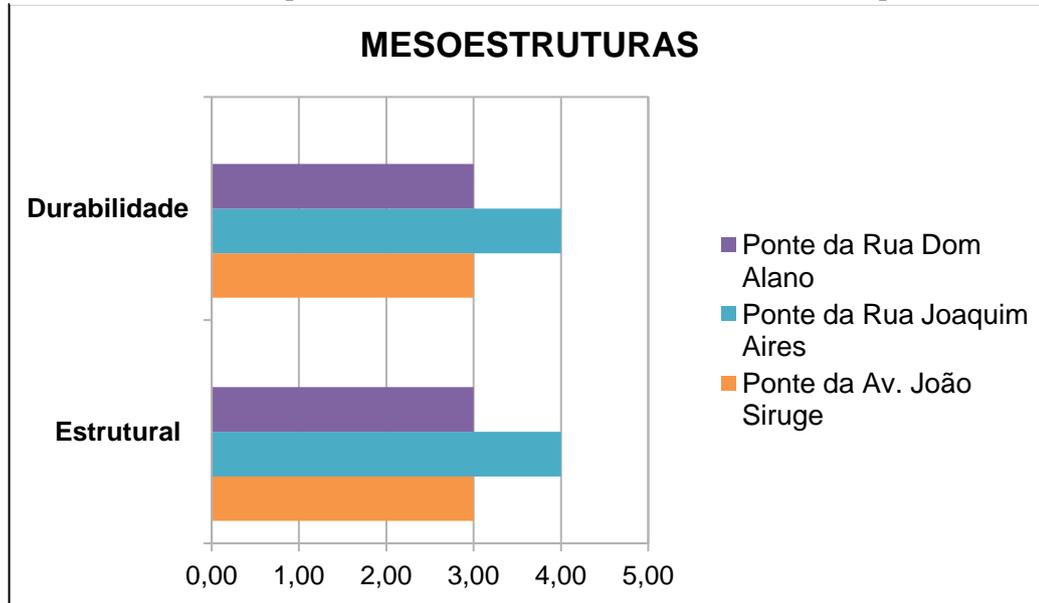
De acordo com o gráfico 1 as Pontes da Rua Joaquim Aires e da Av. João Siruge receberam as menores notas na superestrutura segundo os parâmetros estruturais. Neste caso, recomenda-se o acompanhamento dos problemas destas pontes, pois em médio prazo intervenções podem ser necessárias nestas OAE's. As demais pontes – Ponte da Av. Monte do Carmo e Ponte da Rua Dom Alano – ficaram com a nota quatro, que segundo a NBR 9452:2016 caracteriza boa condição.

Segundo os parâmetros de durabilidade, as Pontes da Rua Dom Alano e da Av. João Siruge receberam as menores notas e, portanto, devem ser tratadas primeiro que as demais.

4.5.1 Comparativo das menores notas das mesoestruturas das pontes

As menores notas das mesoestruturas das pontes estão contidas no gráfico 2. A ponte da Av. Monte do Carmo não possui mesoestrutura e, portanto, não aparece no gráfico.

Gráfico 2: Comparativo das menores notas das mesoestruturas das pontes



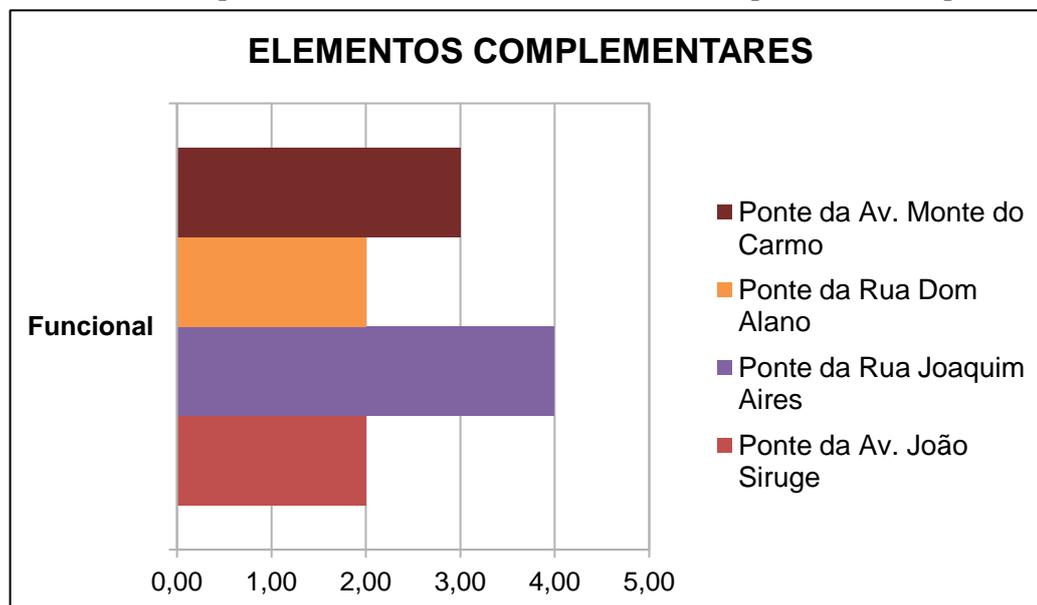
Fonte: Acervo Pessoal (2019)

Conforme mostrado no gráfico 2, as pontes da Rua Dom Alano e Ponte da Av. João Siruge receberam as menores notas no critério de durabilidade e no critério estrutural. Nestas pontes, a nota 3 caracteriza situação regular segundo a NBR 9452:2016, portanto devem ter prioridade na sequência de reparos e devem ser acompanhadas para analisar a possibilidade de intervenções futuras.

A ponte da Rua Joaquim Aires obteve quatro na menor nota estando, portanto, em boas condições de acordo com a tabela 1 da NBR 9452:016.

4.5.1 Comparativo das menores notas dos elementos complementares das pontes

Gráfico 3: Comparativo das menores notas dos elementos complementares das pontes



Fonte: Acervo Pessoal (2019)

Quanto aos aspectos funcionais, as pontes da Av. João Siruge e da Rua Dom Alano apresentaram pior situação. O gráfico 3 mostra que estas pontes receberam nota 2. Esta nota segundo a NBR 9452:2016 indica que as pontes se encontram em situação ruim e precisam de intervenções em curto prazo.

A ponte da Av. Monte do Carmo apresenta situação regular com nota 3 e deve ser reparada seguida das citadas anteriormente, pois, apresenta defeitos que trazem desconforto aos usuários.

Por fim, a ponte da Rua Joaquim Aires apresenta-se em boa situação, ou seja, os problemas detectados quanto aos aspectos de funcionalidade não chegam a causar desconforto ou insegurança aos usuários.

5 CONCLUSÃO

Nas inspeções realizadas nas pontes da Av. João Siruge, Av. Monte do Carmo, Rua Dom Alano e Rua Joaquim Aires os sintomas com maior incidência foram manchas de umidade no concreto. Essas manifestações, do ponto de vista estrutural, não geram risco alto, mas afetam a durabilidade das estruturas.

A Ponte da Av. Monte do Carmo estava em boa situação quanto aos aspectos de durabilidade e estrutural, mas quanto aos aspectos funcionais ficou classificada com situação regular por possuir características que geram desconforto aos usuários.

A Ponte da Rua Dom Alano apresentou boas condições de superestrutura em relação aos parâmetros estruturais e regular, quanto aos parâmetros de durabilidade. A mesoestrutura desta OAE, no entanto, estava em condição regular nos aspectos de durabilidade e estrutural. Quanto às condições funcionais, a estrutura não estava em boas condições devido às anomalias encontradas na pista de rolamento e à sinalização deficiente.

Na Ponte da Rua Joaquim Aires foram detectados sintomas como armadura exposta nas longarinas e erosão na parte inferior dos pilares. Levantando-se um alerta quanto às condições estruturais da estrutura, que ficou classificada em condição regular no aspecto estrutural da superestrutura. Com relação à mesoestrutura a OAE estava em boas condições tanto nos aspectos estruturais, quanto nos aspectos de durabilidade.

Por fim, a Ponte da Av. João Siruge estava em condição regular em todos os aspectos – estruturais e de durabilidade – na superestrutura e na mesoestrutura. Além disso, estava com sinalização horizontal quase apagada e guarda-corpos com armadura exposta.

É importante lembrar que os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o decorrer do tempo acarretando outros problemas. Quanto mais cedo as correções forem executadas, mais fácil será de tratar o problema com mais economia.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9452. (08 de abril de 2016). *Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto — Procedimento*, p. 48.

ABNT NBR 6118:2003. (s.d.). **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. 221.

AMORIM, A. A. (janeiro de 2010). **Durabilidade das estruturas de concreto armado aparentes**. *Monografia*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais.

ARAUJO, C. J. (agosto de 2017). *Principais aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016, a importância das atividades de manutenção em pontes e viadutos e as dificuldades das condições de acesso às inspeções*, 1(5), pp. 18-40.

COELHO, N. d. (abril de 2012). **Um estudo numérico do efeito térmico em concreto massa**. *Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil*, 152. Brasília, DF: Universidade de Brasília.

CURCIO, R. C. (2008). **Pontes rodoviárias: Levantamento das principais patologias estruturais**. *Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Civil)*. Itatiba: Universidade São Francisco - USF.

DIÓGENES, G. A., BRANDÃO, F. S., SANTOS, M. W., & BRAGA, W. A. (junho de 2014). **Manifestações Patológicas em Pontes da Cidade de Sobral-CE**. 12. Santiago, Chile: X Congreso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras.

DIRETORIA DE PESQUISAS E INFORMAÇÕES ECONÔMICAS. (2017). **PERFIL SOCIOECONÔMICO**. Palmas: SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (SEPLAN-TO).

EUGÊNIO, E. (15 de novembro de 2015). *História do Estado Do Tocantins*. Acesso em 5 de setembro de 2018, disponível em Portal do Tocantins: <http://www.portaldotocantins.com/2015/11/15/historia-do-estado-do-tocantins/>

GAIA, T. A. (2018). **Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado estudo de caso: Recuperação da platibanda do Palácio Barriga Verde - Prédio da Assembléia Legislativa de Santa Catarina - ALESC**. 84. Palhoça, Santa Catarina: UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina.

GUERRA, F. L., CUNHA, E. G., SILVA, A. C., & KNOP, S. (out./dez de 2012). **Análise das condições favoráveis à formação de bolor em edificação histórica de Pelotas, RS, Brasil**. *Ambiente Construído*, 12, 7-23. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

HELENE, P. (2005). *Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto*. (P. Helene, Ed., & O. B. Junior, Trad.) São Paulo: Red Rehabilitar.

HELENE, P. R. (fevereiro de 1993). **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

IBGE. (2018). Acesso em 5 de setembro de 2018, disponível em Biblioteca IBGE: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=33912&view=detalhes>

LANER, F. J. (2001). **Manifestações patológicas nos viadutos, pontes e passarelas do município de porto alegre**. p. 157.

LOURENÇO, L. C., ALVES, V. R., JORDY, J. C., MENDES, L. C., & LOURENÇO, M. V. (2009). **Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais**. pp. 5-14.

MENDES, L. C., PUGA, M. H., & ALVES, V. R. (junho de 2010). **A importância dos Aparelhos de Apoio na Reabilitação de Estruturas de Pontes**. 20. Córdoba, Argentina: VI Congresso Internacional Sobre Pontes Patología y Recyperación de Estructura.

MILANI, C. J., & KRIPKA, M. (27 de Julho de 2012). **A IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS EM PONTES DE MADEIRA: Diagnóstico realizado no sistema viário do município de Pato Branco - Paraná** (4), pp. 23-33.

MULLER, R. (2004). **Crêterios para o planejamento e execu o de recupera es estruturais em pontes e viadutos rodoviários no estado do Paraná**. 135. Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

PFEIL, W. (1979). *Pontes em concreto armado: elementos de projetos, solicita es, dimensionamento*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

PFEIL, W. (1983). *Pontes em concreto armado* (3 ed.). Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

PIANCASTELLI,  . d. (s.d.). *Patologias do concreto. Das manifesta es às causas, as patologias do concreto exigem análise cuidadosa antes da escolha do tratamento ideal*. AECweb / e-Consturmarket.

PINHO, M. F. (2011). Disserta o. *Pontes integrais aspectos de projeto e constru o*. Recife, Pernambuco.

PINI. (2011). *Infraestrutura Urbana*. Acesso em 07 de setembro de 2018, disponível em <http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/7/conservacao-de-obras-de-arte-235526-1.aspx>

PINTO, D. D. (Julho de 2018). Monografia de projeto final em Engenharia Civil. *Estudo da durabilidade de estruturas de concreto com auxílio de software*. Distrito Federal, Brasília.

PRODANOV, C. C., & FREITAS, E. C. (2013). *METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acad mico* (2 ed.). Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil: Feevale.

RESENDE, M. M., BARROS, M. M., & MEDEIROS, J. S. (s.d.). *A influência da manuten o na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios*. SÃO PAULO, SP: Escola Politécnica da USP.

ROCHA, R. A. (18 de junho de 2018). *Efeito da alta temperatura em concretos: uma revisão de literatura*. 6(1). INTERSCIENTIA.

SAHUINCO, M. H. (2011). **Utilização de métodos não destrutivos e semi-destrutivos na avaliação de pontes de concreto**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SILVA, A., SANTOS, J., DOMINGUES, L., & COSTA, D. (2017). **As deformações em vigas de concreto armado e suas principais implicações**. *XVI JORNADA CIENTÍFICA DA UNESC*, (p. 6).

SORIANO, J., & MASCIA, N. T. (julho de 2009). **Estruturas mistas em madeira-concreto: uma técnica racional para pontes de estradas**. pp. 1260-1269.

SOUZA, M. F. (Janeiro de 2008). **Patologias Ocasionadas pela Umidade nas Edificações**. 64. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

SOUZA, V. C. (1996). **Deterioração Estrutural Em Um Estádio de Futebol no Rio De Janeiro**. In: V. C. Albino Joaquim Pimenta da Cunha, *Acidentes Estruturais na Construção Civil* (1ª edição ed., Vol. 1, p. 195). São Paulo: Pini Ltda.

TAJEDOR, C. M. (Janeiro de 2013). **Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes**. 139. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

VITÓRIO, J. A. (2002). **Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão** (1 ed.). Recife: CREA-PE.

VITÓRIO, J. A. (Setembro de 2006). **Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto**. (IBRACON, Ed.) p. 16.

VITÓRIO, J. A. (Outubro de 2007). **Acidentes estruturais em pontes rodoviárias: causas, diagnósticos e soluções**. *II Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas*, p. 20.

APÊNDICES

APÊNDICE A: FICHA DA PONTE DA AV. JOÃO SIRUGE SENTIDO SUL-NORTE

ABNT NBR 9452:2016

ABNT NBR 9452:2016

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

| | | |
|---|---|----------|
| Inspeção especial (ano): 2019 | OAE Código: | |
| Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro): | | |
| Data da inspeção: 05/03/2019 | Início: | Término: |
| PARTE I - Síntese do relatório de patologia | | |
| 1 - Localização | | |
| Rodovia ou município: Porto Nacional | Sentido: sul - Norte | |
| Obra: Ponte sobre o Rio São João | Localização (km ou endereço): Km 63 | |
| 2 - Descrição da obra | | |
| Quantidade de vãos: 2 | Comprimento total: 50 m | |
| Pilares: 6 | Vigas: 11 | |
| Largura total: | Juntas de dilatação: | |
| Tipologia transversal da superestrutura: 2 | Tipologia longitudinal da superestrutura: 2 | |
| Classe: | | |
| Observações: | | |
| 3 - Ensaio realizados | | |
| | | |
| 4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5) | | |
| Estrutural: 3 | Funcional: 3 | |
| Durabilidade: 3 | | |
| 5 - Vistoria | | |
| Data da vistoria: 05/03/2019 | | |
| Recursos de aproximação empregados: câmera fotográfica | | |
| 6 - Descrição das anomalias | | |
| Superestrutura | | |
| Laje superior: Fissuras, eflorescências, manchas de umidade, infiltração, exposição por tráfego normal. | | |
| Vigas longarinas: | | |
| Vigas transversinas: | | |
| Mesoestrutura | | |
| Vigas travessas: | | |
| Aparelho de apoio: | | |
| Pilares: concreto exposto | | |
| Infraestrutura | | |
| Blocos: | | |
| Fundações: | | |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Tabela D.1 (continuação)

| |
|--|
| Encontro |
| Estruturas de encontro: |
| Elementos complementares |
| Pavimento, sinalização e gabaritos: <i>Alguns buacos</i> |
| Passeios e guarda-corpo: <i>guarda-corpo em concreto deslocado, madeira expita</i> |
| Barreiras rígidas/defensas metálicas: |
| Juntas: |
| Drenagem: <i>Alguns rios d'agua</i> |
| PARTE II - Síntese do relatório de terapia |
| 1 - Parecer técnico |
| Informar as conclusões da inspeção: |
| 2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário) |
| 3 - Proposição de restauração e/ou reforço |
| A considerar: Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço. |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Coordenadas
 $40^{\circ}42'8,30''S$
 $48^{\circ}23'49,04''O$ } S/N
 $10^{\circ}42'17,70''S$
 $48^{\circ}23'49,42''O$ } N/S

APÊNDICE B: FICHA DA PONTE DA AV. JOÃO SIRUGE SENTIDO NORTE-SUL

ABNT NBR 9452:2016

ABNT NBR 9452:2016

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

| | |
|---|---|
| Inspeção especial (ano): 2019 | OAE Código: |
| Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro): | |
| Data da inspeção: 05/03/2019 | Início: Término: |
| PARTE I - Síntese do relatório de patologia | |
| 1 - Localização | |
| Rodovia ou município: Ponte Nacional | Sentido: Norte - Sul |
| Obra: Ponte sobre Rio São João | Localização (km ou endereço): Km 63 |
| 2 - Descrição da obra | |
| Quantidade de vãos: 2 | Comprimento total: 50m |
| Pilares: 6 | Vigas: 11 |
| Largura total: | Juntas de dilatação: |
| Tipologia transversal da superestrutura: 2 | Tipologia longitudinal da superestrutura: 2 |
| Classe: | |
| Observações: | |
| 3 - Ensaio realizados | |
| 4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5) | |
| Estrutural: 3 | Funcional: 3 |
| Durabilidade: 3 | |
| 5 - Vistoria | |
| Data da vistoria: 05/03/2019 | |
| Recursos de aproximação empregados: câmera fotográfica | |
| 6 - Descrição das anomalias | |
| Superestrutura | |
| Laje superior: armadura exposta em alguns locais, manchas de umidade, eflorescência | |
| Vigas longarinas: ou | |
| Vigas transversinas: armadura exposta em alguns locais | |
| Mesoestrutura | |
| Vigas travessas: armadura exposta em pontos localizados | |
| Aparelho de apoio: | |
| Pilares: regradados em alguns pontos | |
| Infraestrutura | |
| Blocos: | |
| Fundações: | |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Tabela D.1 (continuação)

| |
|---|
| Encontro |
| Estruturas de encontro: |
| Elementos complementares |
| Pavimento, sinalização e gabaritos: <i>alguns buracos</i> |
| Passeios e guarda-corpo: <i>guarda corpo com a redeira exposta</i> |
| Barreiras rígidas/defensas metálicas: |
| Juntas: |
| Drenagem: <i>empenito de água em alguns pontos do tabuleiro</i> |
| PARTE II - Síntese do relatório de terapia |
| 1 - Parecer técnico |
| Informar as conclusões da inspeção: |
| 2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário) |
| 3 - Proposição de restauração e/ou reforço |
| A considerar: Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço. |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

APÊNDICE C: FICHA DA PONTE DA AV. MONTE DO CARMO

ABNT NBR 9452:2016

ABNT NBR 9452:2016

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

| | | |
|--|--|-------------|
| Inspeção especial (ano): 2019 | | OAE Código: |
| Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro): | | |
| Data da inspeção: 06/03/2019 | Início: | Término: |
| PARTE I - Síntese do relatório de patologia | | |
| 1 - Localização | | |
| Rodovia ou município: Porto Nacional | Sentido: | |
| Obra: | Localização (km ou endereço): Av. Monte do Carmo | |
| 2 - Descrição da obra | | |
| Quantidade de vãos: ↓ | Comprimento total: | |
| Pilares: | Vigas: 13 | |
| Largura total: | Juntas de dilatação: | |
| Tipologia transversal da superestrutura: | Tipologia longitudinal da superestrutura: | |
| Classe: | | |
| Observações: | | |
| 3 - Ensaio realizados | | |
| | | |
| 4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5) | | |
| Estrutural: | Funcional: | |
| Durabilidade: | | |
| 5 - Vistoria | | |
| Data da vistoria: 06/03/2019 | | |
| Recursos de aproximação empregados: câmera fotográfica | | |
| 6 - Descrição das anomalias | | |
| Superestrutura | | |
| Laje superior: | | |
| Vigas longarinas: Muitas manchas de Umidade | | |
| Vigas transversinas: Manchas de Umidade | | |
| Mesoestrutura | | |
| Vigas travessas: | | |
| Aparelho de apoio: | | |
| Pilares: | | |
| Infraestrutura | | |
| Blocos: | | |
| Fundações: | | |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Tabela D.1 (continuação)

| |
|---|
| Encontro |
| Estruturas de encontro: |
| Elementos complementares |
| Pavimento, sinalização e gabaritos: |
| Passeios e guarda-corpo: |
| Barreiras rígidas/defensas metálicas: |
| Juntas: |
| Drenagem: |
| PARTE II - Síntese do relatório de terapia |
| 1 - Parecer técnico |
| Informar as conclusões da inspeção: |
| 2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário) |
| 3 - Proposição de restauração e/ou reforço |
| A considerar: Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço. |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Controlados
 $10^{\circ} 42' 36,79'' S$
 $48^{\circ} 25' 41'' O$ } SN
 4,12
 $10^{\circ} 42' 37,06'' S$
 $48^{\circ} 25' 4,60'' O$ } NS

APÊNDICE D: FICHA DA PONTE DA RUA DOM ALANO

ABNT NBR 9452:2016

ABNT NBR 9452-2016

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

| | | |
|--|---|-------------|
| Inspeção especial (ano): 2019 | | OAE Código: |
| Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro): | | |
| Data da inspeção: 17/02/2019 | Início: | Término: |
| PARTE I - Síntese do relatório de patologia | | |
| 1 - Localização | | |
| Rodovia ou município: Porto Nacional | Sentido: | |
| Obra: | Localização (km ou endereço): R. Dom Alano | |
| 2 - Descrição da obra | | |
| Quantidade de vãos: 4 Vãos | Comprimento total: | |
| Pilares: 4 | Vigas: 6 | |
| Largura total: | Juntas de dilatação: | |
| Tipologia transversal da superestrutura: ↓ | Tipologia longitudinal da superestrutura: ↓ | |
| Classe: | | |
| Observações: | | |
| 3 - Ensaio realizados | | |
| | | |
| 4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5) | | |
| Estrutural: 3 | Funcional: 3 | |
| Durabilidade: 3 | | |
| 5 - Vistoria | | |
| Data da vistoria: 17/10/2019 | | |
| Recursos de aproximação empregados: câmera fotográfica | | |
| 6 - Descrição das anomalias | | |
| Superestrutura | | |
| Laje superior: Possui algumas aflorências, bolores, | | |
| Vigas longarinas: Manchas de umidade | | |
| Vigas transversinas: | | |
| Mesoestrutura | | |
| Vigas travessas: | | |
| Aparelho de apoio: | | |
| Pilares: Ocorrência na ponte de maior contato com água | | |
| Infraestrutura | | |
| Blocos: | | |
| Fundações: | | |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Tabela D.1 (continuação)

| |
|---|
| Encontro |
| Estruturas de encontro: |
| Elementos complementares |
| Pavimento, sinalização e gabaritos: <i>Rizui abombenacos, apagada</i> |
| Passeios e guarda-corpo: |
| Barreiras rígidas/defensas metálicas: |
| Juntas: |
| Drenagem: |
| PARTE II - Síntese do relatório de terapia |
| 1 - Parecer técnico |
| Informar as conclusões da inspeção: |
| 2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário) |
| 3 - Proposição de restauração e/ou reforço |
| A considerar: Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço. |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Coordenadas
30° 41' 59,30" S
48° 24' 23,52" O

APÊNDICE E: FICHA DA PONTE DA RUA JOAQUIM AIRES

ABNT NBR 9452:2016

Tabela D.1 – Modelo de ficha de inspeção especial

| | |
|---|--|
| Inspeção especial (ano): 2019 | OAE Código: |
| Jurisdição (DNIT, Concessão ou outro): | |
| Data da inspeção: 17/02/2019 | Início: |
| | Término: |
| PARTE I - Síntese do relatório de patologia | |
| 1 - Localização | |
| Rodovia ou município: Porto Nacional | Sentido: |
| Obra: | Localização (km ou endereço): R. Joaquim Aires |
| 2 - Descrição da obra | |
| Quantidade de vãos: 4 | Comprimento total: |
| Pilares: 6 | Vigas: 10 |
| Largura total: | Juntas de dilatação: |
| Tipologia transversal da superestrutura: 2 | Tipologia longitudinal da superestrutura: 4 |
| Classe: | |
| Observações: | |
| 3 - Ensaio realizados | |
| 4 - Classificação da OAE (Ver Seção 5) | |
| Estrutural: 4 | Funcional: 4 |
| Durabilidade: 3 | |
| 5 - Vistoria | |
| Data da vistoria: 17/02/2019 | |
| Recursos de aproximação empregados: câmera fotográfica | |
| 6 - Descrição das anomalias | |
| Superestrutura | |
| Laje superior: Alguns fissuras na parte inferior, manchas de umidade, eflorescência | |
| Vigas longarinas: manchas, armadura exposta em alguns pontos | |
| Vigas transversinas: | |
| Mesoestrutura | |
| Vigas travessas: | |
| Aparelho de apoio: | |
| Pilares: Erros na parte inferior e | |
| Infraestrutura | |
| Blocos: | |
| Fundações: | |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

Tabela D.1 (continuação)

| |
|---|
| Encontro |
| Estruturas de encontro: |
| Elementos complementares |
| Pavimento, sinalização e gabaritos: <i>ondulação, sinalização apagada</i> |
| Passeios e guarda-corpo: |
| Barreiras rígidas/defensas metálicas: |
| Juntas: |
| Drenagem: <i>há acúmulo de água em alguns pontos</i> |
| PARTE II - Síntese do relatório de terapia |
| 1 - Parecer técnico |
| Informar as conclusões da inspeção: |
| 2 - Resumo da análise estrutural (caso necessário) |
| 3 - Proposição de restauração e/ou reforço |
| A considerar: Informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço. |

Arquivo de impressão gerado em 20/07/2017 11:11:59 de uso exclusivo de EDUARDO GOMES JUNIOR [033.210.901-12]

*Coordenadas
10° 41' 54,03" S
48° 24' 42,30" O*

ANÁLISE DO COPYSPIDER

The screenshot displays the CopySpider Scholar web application interface. At the top, there is a navigation bar with the site name and a language dropdown set to 'Português'. Below this, there are buttons for 'Exportar relatório', 'Referências ABNT', and 'Visualizar'. The main content area shows the title of the document being analyzed: 'TCC II - modificado 10-06-2019 ENTREGA FINAL.docx (10/06/2019)'. On the left, a list of 'Documentos candidatos' is shown with their respective similarity percentages. On the right, a table titled 'Arquivo de entrada: TCC II - modificado 10-06-2019 ENTREGA FINAL.docx (10497 termos)' provides a detailed comparison of the document with various sources found.

CopySpider Scholar Português [Login](#)

[Exportar relatório](#) [Referências ABNT](#) [Visualizar](#)

TCC II - modificado 10-06-2019 ENTREGA FINAL.docx (10/06/2019):

Documentos candidatos

- nucleodoconhecimento... [1,5%]
- periodicos.set.edu.b... [1%]
- patologiaifap.wordpr... [0,72%]
- bdm.unb.br/bitstream... [0,56%]
- aecweb.com.br/cont/m... [0,37%]
- contornospesquisa.or... [0,18%]
- devmedia.com.br/foru... [0,07%]
- next.gr/other-circui... [0,01%]
- qedu.org.br/escola/2... [0%]
- qedu.org.br/escola/2... [0%]

Arquivo de entrada: TCC II - modificado 10-06-2019 ENTREGA FINAL.docx (10497 termos)

| Arquivo encontrado | Total de termos | Termos comuns | Similaridade (%) |
|---|-----------------|---------------|------------------|
| nucleodoconhecimento... | 3076 | 201 | 1,5 |
| periodicos.set.edu.b... | 6117 | 166 | 1 |
| patologiaifap.wordpr... | 3598 | 101 | 0,72 |
| bdm.unb.br/bitstream... | 9718 | 113 | 0,56 |
| aecweb.com.br/cont/m... | 1373 | 44 | 0,37 |
| contornospesquisa.or... | 4532 | 28 | 0,18 |
| devmedia.com.br/foru... | 685 | 8 | 0,07 |
| next.gr/other-circui... | 709 | 2 | 0,01 |
| qedu.org.br/escola/2... | 235 | 1 | 0 |
| qedu.org.br/escola/2... | 383 | 1 | 0 |