

ANÁLISE DO GRAU DE DEGRADAÇÃO DAS PONTES DE CONCRETO ARMADO

Data de aceite: 01/02/2024

Diego Sebastian Carvalho de Souza

Richard Poli Soares

RESUMO: O objetivo do trabalho foi a análise da degradação das pontes de concreto, como estudo de caso utilizou-se a Ponte Flavio de Miranda Gonçalves, situada no bairro de Vila Nova, no município de Barra Mansa – RJ. Como instrumento de análise metodológica foi aplicado método previsto na NBR ABNT –9452 Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto. Para tal foi realizada inspeção visual, classificação e análise de criticidade, o que corresponde a grau de deterioração. Após a análise chegou-se ao nível de degradação regular da ponte.

PALAVRAS-CHAVE – Pontes; Patologias; Estrutura

ANALYSIS OF THE DEGRADATION DEGREE OF REINFORCED CONCRETE BRIDGES

ABSTRACT: The objective of the work was the analysis of the degradation of concrete bridges, as a case study the Flavio de Miranda Gonçalves Bridge, located

in the neighborhood of Vila Nova, in the municipality of Barra Mansa - RJ, was used. As an instrument of methodological analysis, the method provided for in NBR ABNT –9452 Inspection of Bridges, Viaducts and Concrete Walkways was applied. For this, visual inspection, classification and criticality analysis were carried out, which corresponds to the degree of deterioration. After the analysis, the level of regular degradation of the bridge was reached.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar a degradação de pontes de concreto armado. Justifica-se, porque o Brasil é um país continental, cortado por corpos hídricos em muitas das suas municipalidades, portanto há uma tendência de construção de pontes, que a depender do vão, características regionais e fatores de intemperismo, são construídas de concreto armado, tecnologia muito difundida no país. Entretanto, a construção destas obras de arte, deve ser acompanhada de sistema de manutenção, para diminuir o impacto gerado e sua

posterior degradação.

Para avaliação do processo de degradação de uma ponte, faz-se necessário, um processo de investigação, observação e coleta de dados, que conveniu se a definir como inspeção.

Para Simões (2021) existe uma significância no estudo das práticas de inspeção no contexto da gestão de pontes. Justifica-se pelo cenário nacional, tal qual abordado em publicações pertinentes, infere-se a carência de produções acadêmicas que avaliem de maneira pormenorizada os documentos normativos vigentes no Brasil.

Entretanto, o ato de inspecionar, é apenas uma parte do processo de gestão dessas obras de arte, pois não confere valor, não se estratifica e, por si, só, não é métrica para definir as condições estruturais de uma ponte.

No Brasil a ABNT –9452 Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto (2019), preconiza a metodologia, ou seja, a classificação, o tipo de inspeção e os critérios a serem adotados e o grau de criticidade, o que denominamos no presente trabalho como degradação.

Como estudo de caso foi escolhido a Ponte do bairro de Villa Nova, na cidade de Barra Mansa, no Estado do Rio de Janeiro, construída em 1973. A escolha desta, não se dar por acaso, pois a cidade possui mais de cinco pontes cortando o Rio Paraíba do Sul.

Como em muitas cidades do país, não foi encontrado o projeto e plano de manutenção. Em contrapartida, o bairro vem sofrendo modificações em sua estrutura com o crescente a proximidade de metalúrgicas e comércio se desenvolvendo, é o terceiro bairro mais populoso da cidade.

Como resultado principal o nível de degradação da ponte é regular, de acordo com as anomalias analisadas.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Pontes

Debs (2021) define uma Ponte como uma construção tem quem objetivo de transpor obstáculo e dar continuidade de uma via. As pontes são empregadas nos casos mais comuns como travessias em rodovia e ferrovias, como também passagem para pedestres.

As pontes podem ser classificadas de acordo com seu tamanho, durabilidade, materiais que a constituem e temporalidade. Para Marchetti (2004), uma ponte deve possuir minimamente uma extensão de vão maior que 10 metros. Para classificação da ponte neste trabalho, também será utilizada o critério de materiais constituintes, portanto, as pontes a serem estudadas serão de concreto armado, pré-fabricadas.

Para entender o processo de construção das pontes faz-se necessário dividi-la em camadas: Superestrutura, Mesoestrutura e Infraestrutura que são constituídas de elementos como apresentado na Figura 1.

Silveira (2002), conceitua a camada de superestrutura como a parte da ponte composta, geralmente com as lajes, vigas sejam principais ou secundárias.

Para Silveira (2002), a Mesoestrutura compreende a camada da ponte que tem duas finalidades. A primeira finalidade, é receber os esforços da superestrutura e os transmite à infraestrutura. A segunda, é receber as forças solicitantes como pressões do vento e da água em movimento, para transmiti-las a Infraestrutura.

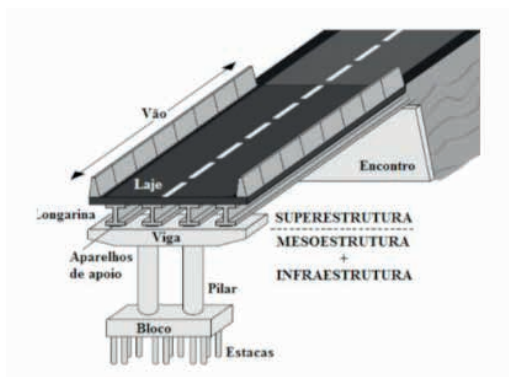


Figura 1 – Camada de infraestrutura das pontes

Fonte: GOOGLE (2023).

Segundo Cavalcante (2018) a camada da infraestrutura é constituída por elementos como os encontros, pilares, elementos de fundação. Destaca-se os pilares, pois tem a função de manter em equilíbrio a ponte. Eles têm a função de transmitir esforços da superestrutura, para o material de capacidade, podendo ser solo ou rochas.

O projeto das pontes deve ser realizado, por estudo minucioso, respeitando as normas técnicas vigentes. Os elementos devem ser escolhidos de formar de forma técnica e lógica. Os elementos constituintes das pontes são apresentados na Figura 2.

Elemento ou dimensão	Descrição
Pista de rolamento	Largura disponível para o tráfego normal de veículos ou pedestres que pode ser subdividido em faixas.
Acostamento	Largura adicional à pista de rolamento utilizada em casos de emergência pelos veículos.
Defensa	Elemento de proteção aos veículos, paralelo ao acostamento.
Passeio	Largura adicional destinada exclusivamente ao tráfego de pedestres.
Guarda-roda	Elemento destinado a impedir a invasão dos veículos no passeio.
Guarda-corpo	Elemento de proteção aos pedestres.
Viga principal ou Longarina	Elemento destinado a vencer o obstáculo.
Viga secundária	Elemento transversal às vigas principais, destinado a evitar efeitos secundários das vigas principais e redistribuir os esforços.
Tabuleiro	Elemento de placa destinado a receber as ações diretas dos veículos e pedestres.
Comprimento da ponte ou vão total	Distância medida horizontalmente segundo o eixo longitudinal, entre as seções extremas da ponte.
Vão, vão teórico ou tramo	Distância medida horizontalmente entre os eixos de dois suportes consecutivos.
Vão livre	Distância entre faces de dois suportes consecutivos.
Altura da construção	Distância entre o ponto mais baixo e o mais alto da superestrutura.
Altura livre	Distância entre o ponto mais baixo da superestrutura e o ponto mais alto do obstáculo. Pode variar conforme os dados hidrológicos no caso do obstáculo ser um rio ou canal.

Figura 2 – Elementos das pontes

Fonte: Brigadão (2021). Adaptado de El Debs e Takeya (2003)

Segundo Drun (2018), além da classificação, a concepção de um projeto de ponte, deve analisar as diferentes cargas e ações em que a ponte será submetida, afim de aumentar longevidade de uma estrutura

2.1.1 As ações e cargas em pontes

As ações em pontes são classificadas de acordo com as NBR(s), Ações e segurança nas estruturas – Procedimento- 8681/2003 e Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto 7188 /2019.

A NBR 8681 (2003) aborda as ações em pontes especificamente no que tange a sua estrutura, ou seja, traça parâmetros de resistência, peso e composição dos elementos estruturais envolvidos. Divide as ações em permanentes: diretas e indiretas, variáveis: normais e especiais e ações excepcionais.

Já a NBR 7188 (20019) define parâmetros e requisitos necessários para análise e dimensionamento da carga móvel. Então, a análise se faz entorno do movimento de pessoas e veículos.

A Norma técnica apresenta valores específicos para garantir o menor impacto na ponte ocasionados por: frenagens, força centrípeta, cargas concentradas, impactos verticais e carga de pessoas em trânsito nos passeios. Estuda o movimento e posicionamento dos veículos nas pontes e o impacto provocado pelos seus eixos, na qual chama de trem-tipo.

Esta pesquisa não teve como objetivo analisar o impacto das ações e cargas na estrutura da ponte. Entretanto, as ações também são responsáveis pelo desgaste e possível degradação das pontes de concreto armado. Por isso, são levadas em consideração na

análise. Portanto, não fora revisto os cálculos de carga.

2.1.2 Pontes de Concreto Armado- pré-fabricadas

Os processos construtivos de pontes de concreto armado em suma ocorrem de duas formas: a pré-moldada e a pré-fabricada. O modelo estudado consiste em uma ponte pré-fabricada.

Segundo Lopes (2022) o processo de pré-fabricação dos elementos da ponte em concreto armado, é mais assertivo quando executada em fábrica. Isso se explica pelo controle de qualidade ser mais rígido, sendo realizados por testes e análises laboratoriais, que comprovam a sua eficácia frente as exigências técnicas, relativas ao cumprimento das especificações das Normas Técnicas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Destaca que neste processo é possível realizar o controle e verificação nas fases de transporte e entrega e montagem. Toda estrutura tem uma vida útil, por isso, há controle na data de sua fabricação.

Schmögel (2021) explica que a construção de pontes de concreto pré-fabricadas, geralmente ocorre pelo lançamento das vigas previamente fabricadas, com a ajuda de equipamentos adequados.

Parar Martinelli (1971) a pré-fabricação e construção de pontes com vigas torna-se viável quando o projeto possui vãos de até 40m. Isso se explica pelas interferências e limitação nos sistemas de transporte e montagem. O local de implantação da ponte, pode se tornar um obstáculo para a utilização deste tipo de sistema. Entretanto, quando não se tem possibilidade de escoramento convencional, a viga e pilares pré-fabricada podem se tornar vantajoso o processo.

No processo de construção de uma ponte, não há uma técnica de construção única, portanto, é viável que alguns elementos sejam pré-moldados e fabricados in loco. O engenheiro, normalmente avalia os custos do processo produtivo para determinar qual elemento ou camada devem podem ser flexibilizados.

Marchetti (2008), explica que uma prática em construções de pontes que a superestrutura não seja totalmente pré-fabricada, ou seja ocorre a aplicação de concreto in loco sobre as vigas para sua finalização. Dependendo da necessidade outros elementos de uma ponte pré-fabricadas podem ser concebidos em concreto pré-moldado in loco. Este evento pode determinar um grau maior de deterioração da estrutura, se os parâmetros técnicos não sejam respeitados de forma rígida

2.1.3 Pontes: Tipo de inspeções em pontes

A NBR 9452(2019) estabelece os tipos de inspeções que devem ser realizadas no decurso da vida útil de uma ponte as dividindo em cadastral, rotineira, especial e extraordinária. Para corroborar com o processo de inspeção essa normativa, apresenta fichas de checagem

das condições da ponte, bem como um método de avaliação, que permite valorar seu estado e ordenar as ações para diminuir a degradação nesta obra de arte.

Segundo Simões (2021) as inspeções a Inspeção Cadastral é uma inspeção amplamente documentada, não só pelos próprios dados da inspeção, mas também pelo projeto completo e por todos os informes construtivos disponíveis.

O DNIT (2004) define a Inspeção Rotineira como um evento programado, de intervalos adequados, em geral de um a dois anos, com o objetivo de identificação de anomalias, ou prováveis causadores de degradação da obra de arte. Neste tipo de inspeção pode ocorrer análise comparativa entre os dados fornecidos na Inspeção Cadastral ou à Inspeção Rotineira anterior.

A NBR 9452(2019) possui ficha para auxiliar o processo deste tipo de inspeção, muitas empresas registram, por meio de relatórios fotográfico. As execuções destes relatórios podem ser realizadas a partir do estrado, do terreno, do nível d'água ou de plataformas e caminhos permanentes, se existentes; equipamentos especiais somente serão necessários quando se constituírem no único meio de inspecionar os trechos de interesse.

Para a NBR 9452(2019) caracteriza-se como Inspeção Especial, aquela ocorrida em prazo de 5 anos, a depender do processo construtivo, porte, grau de agressividade do meio. Cada ponte foi construída em meio diferente, por isso, em muitos casos, dependendo do planejamento, faz-se necessário uma inspeção de caráter especial, pois no processo de concepção da estrutura identificou-se a necessidade especiais na gestão da ponte.

Já a Inspeção Extraordinária é um evento não programado, podendo ocorrer por causalidade de eventos, seja por ação antrópica ou do meio ambiente. Oriunda de evento não programado, deve-se realizada por especialista, que consigam avaliar os efeitos e danos provocados.

As inspeções fazem parte da gestão da vida útil das pontes, quando não há, deve-se analisar com todo o critério. Muitas cidades brasileiras não há informação e inspeções sobre o processo construtivo da ponte.

2.2 Degradação em Estruturas de Concreto

Segundo Pereira (2023) como todo material o concreto e aço que formam o concreto armado possuem um ciclo de vida, assim é inevitável o surgimento de manifestações patológicas. O Concreto em contato com o meio ambiente, tende a ser agredido e perde sua solidificação.

Nos projetos de concreto armado, utilizando a NBR 6118 (2014), deve-se prever uma taxa de agressividade que interfere no recobrimento dos elementos projetados, justamente para aumentar a vida útil da estrutura, e manter suas características projetadas e segurança, por mais tempo.

Para Junior (2020) o desenvolvimento das manifestações patológicas nas estruturas

de concreto pode ser originário nas etapas de projeto, construção, uso e manutenção.

Então, em consonância com esta premissa, Ripper (1998) subdividiu a origem das manifestações no concreto em causas intrínsecas e extrínsecas como apresentado na Figura 3.

<ul style="list-style-type: none"> • Causas intrínsecas (inerentes às estruturas) • Causas extrínsecas (externas ao corpo estrutural) 	<p>CAUSAS DOS PROCESSOS DE DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Falhas humanas • Causas naturais próprias ao material concreto • Ações externas
---	---	---

Figura 3 – Causas das manifestações Patológicas

Fonte: Ripper (1998).

Os processos intrínsecos estão relacionados a patologia oriunda de falhas humanas no processo de execução, por deficiência do material, inclusive acidentes que possam ocorrer nas etapas da construção. Exemplificado na Figura 4. Já as causas extrínsecas são fatores que atacam a estrutura de dentro para fora durante a execução e vida útil da edificação, conforme listado as principais causas na Figura 5.

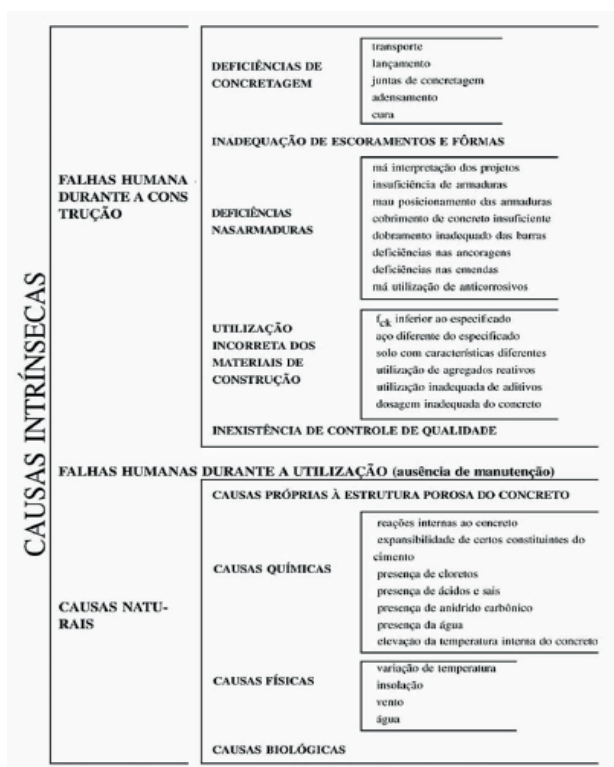


Figura 4 – Causas das manifestações Patológicas

Fonte: Ripper (1998).

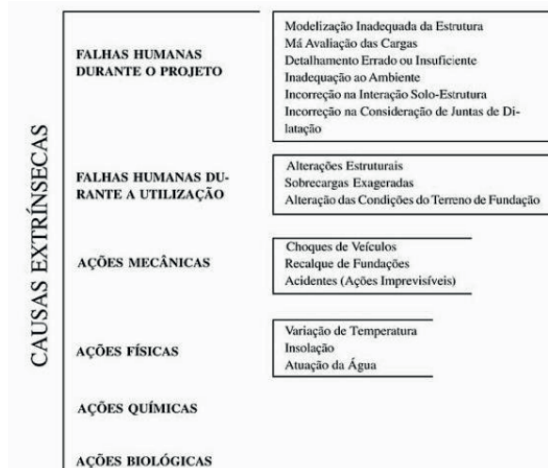


Figura 5- Causas Extrínsecas

Fonte: Ripper (1998).

Para análise das manifestações patológicas depois do processo de classificação e determinação e origem, é necessário o reconhecimento dos principais mecanismos de deterioração. Apresentados na Figura 6.

	Deterioração mecânica	Deterioração física	Deterioração química	Deterioração eletroquímica
Decorre de:	■ Choques, impactos, recalque diferencial das fundações	■ Desgaste superficial, cristalização de sais nos poros do concreto, retração hidráulica, gradiente térmico e ação do fogo	■ Ataque por ácidos, água pura, carbonatação, ataque de cloretos etc.	■ Corrosão das armaduras
Sintomas observados:	■ Fissuração ■ Lascamento do concreto ■ Perda de armadura	■ Desgaste superficial ■ Fissuração ■ Desagregação do concreto	■ Expansão por fissuração do concreto ■ Decomposição química da pasta	■ Deterioração e perda da seção do aço ■ Perda da aderência aço /concreto ■ Expansão e fissuração

Figura 6- Principais Fatores de Deterioração

Fonte: Téchne (2015).

As pontes de concreto armado, possuem outros materiais, mas a conceituação e análise quanto a degradação do principal constituinte da estrutura ferramentas para verificação do grau de deterioração da estrutura estudada.

2.3 Causa das anomalias em Obras Rodoviárias.

Segundo Junior (2020) o Brasil possui um grande número de pontes em concreto que apresentam sérios problemas de degradação em suas estruturas, ocasionados pela falta de manutenção.

A degradação das pontes de concreto, podem ser divididas também em dois núcleos,

a degradação do concreto armado, e de elementos típicos de obra rodoviária.

Segundo o DNIT (2006) existe um conjunto de patologias recorrentes em obras rodoviárias, destacando-se as pistas de rolamento e acostamentos, drenagem e obra de artes especiais.

As falhas na pista de rolamento têm podem ter sua origem na ausência do processo de manutenção, como também no aumento da sobrecarga na estrutura. Estes aspectos devem ser estudados para uma avaliação. Em uma inspeção visual, apenas se constata. Daí pós esta verificação é necessária um estudo aprofundado do processo, pois pode estar inteiramente associado ao desenvolvimento local.

A degradação provocada por desgastes nas juntas de dilatação dos tabuleiros, pode provocar manifestações patológicas e a fadiga estrutural. Isso se explica pela função inerente a este elemento de evitar a transmissão de esforços entre os elementos separados,

O sistema de drenagem é fundamental para a conservação das vias, deve ser calculado de acordo com os fatores hidrológicas da localidade e tipo de pavimento. A principal função da drenagem é esgotar toda a água que chega no tabuleiro diminuindo o grau de degradação, natural da relação água concreto.

Para DNIT (2006) em obras de arte especiais, caso da ponte, também corriqueiro o surgimento de manifestação patológica na superestrutura da ponte, como exemplo apresentam manifestações em guarda-corpo e guarda-roda, deslocamento de pilares e vigas de apoio; aparecimento de trincas e escamas e defeitos nos aparelhos de apoio.

A ponte estudada é classificada como rodoviária, possui, possibilidade de manifestações patológicas típicas de sua atividade. Com isso, pode-se entender o processo de possíveis deterioração desta estrutura.

3 | METODOLOGIA

Para Junior (2020), dois métodos de avaliação são difundidos no país o brasileiro, conhecido como de menor nota, previsto na NBR9452/2019 e DNIT, (2004) e o método de pontuação inversa de maior nota, chamado de método esloveno usado em alguns países europeus. Para fins deste estudo foi utilizado o método previsto na ABNT.

No caso deste estudo não serão realizadas de acordo com essas premissas, pois a pesquisa não conseguiu com a prefeitura de Barra Mansa, dados relativos à inspeção desta ponte anteriores, daí se justifica inspeção visual, e o enquadramento do grau de degradação realizado por meio das normas ABNT.

A ABNT –9452- Inspeção de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto (2019), no seu processo metodológico, atribuiu valores de acordo com a avaliação das condições estrutura, por meio de uma escala variando entre excelente, boa, regular, ruim e crítica. Com isso, é possível verificar o grau de degradação desta estrutura, diretamente proporcional à gravidade dos problemas detectados, na inspeção. Tem como premissa a avaliação das pontes quanto ao seu estado em parâmetros baseados em sua estrutura, funcionalidade e durabilidade.

Os parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural seus critérios são baseados na ABNT NBR 6118. Já os parâmetros funcionais são diretamente os requisitos geométricos adequados da ponte. A durabilidade são as características relacionadas a vida útil da estrutura.

Segundo a NBR9542(2019) para classificar o grau de degradação da ponte faz-se uma metodologia para atribuir avaliação de sua condição, caracterização estrutural, caracterização funcional e caracterização de durabilidade. A esta será atribuída um conceito, por meio de nota de 1 a 5. Sendo assim, a estrutura classificada em excelente, boa, regular, ruim ou crítica. O que se refere neste trabalho ao grau de degradação da mesma. Como pode ser verificado na Figura 7.

Nota de Classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização Funcional	Caracterização 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.
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 comprometem 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.

Figura 7 -Classificação da Estrutura

Fonte: ABNT 9542(2019)

A NBR 9542 (2019), prevê em inspeções especiais um detalhamento maior das anomalias encontradas nas pontes. Para tal, classifica os elementos da estrutura, como: Principal (P); Secundários (S); Complementares (C), nos requisitos de estrutura e durabilidade, atribuindo notas. Na funcionalidade apenas atribui valores. Como apresentado nas Figuras 8 e 9.

Elemento			Sistema estrutural				
			Duas vigas	Grelha	Caixão	Laje	Galeria
Superestrutura	Viga	Longarina	P	P	—	—	—
		Transversina	S	S	S	S	S
	Laje		S	S	P	P	P
Mesoestrutura		Travessas	P	P	P	P	—
		Pilares	P	P	P	P	—
		Aparelho de apoio	P	P	P	P	—
Encontros		Cortina	S	S	S	S	—
		Laje de transição	S	S	S	S	S
		Muros de ala	S	S	S	S	S
Infraestrutura		Blocos	P	P	P	P	P
		Sapatas	P	P	P	P	P
		Estacas, tubulões	P	P	P	P	P
Complementares		Barreira rígida	C	C	C	C	C
		Guarda-corpo	C	C	C	C	C

Figura 8 - Caracterização dos elementos estruturais segundo a relevância no sistema estrutural

Fonte: ABNT 9542(2019)

Condição Verificada Segundo os Parâmetros			Notas de Classificação			
			Elemento onde foi Constatada a Condição			
			Específico Funcional	Principal	Secundário	Complementar
Estruturais	Fissuração	Fissuração superficial de retração, hidráulica ou térmica		4	4	5
		Fissuras em elementos de concreto armado com abertura dentro dos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4		1	2	
		Fissuras em elementos de concreto armado com abertura superior aos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4		3	4	4
Funcionais	Drenagem	Drenagem deficiente sem causar empoçamento ou aquaplanagem	4			
		Drenagem no tabuleiro deficiente com empoçamentos localizados que não provoquem o fenômeno de aquaplanagem	3			
		Drenagem ineficiente ou inexistente gerando pontos úmidos e formação de lâmina de água, possibilitando derrapagem ou o fenômeno de aquaplanagem	1			
Durabilidade	Armadura	Armaduras expostas com corrosão incipiente		3	4	4
		Armadura exposta em processo evolutivo de corrosão		2	3	4
		Armadura protendida exposta, mesmo sem corrosão, em ambiente de baixa e média agressividade		3	4	
		Armadura protendida exposta e corroída		1	2	3
		Obras com deficiência de cobertura sem armadura exposta		4	5	5
		Obras com deficiência de cobertura com estufamento por expansão da corrosão		3	4	4

Figura 9 – Condição de verificação das anomalias segundo os parâmetros

Fonte: ABNT 9542(2019). Adaptado pelo autor.

A aplicação da metodologia usando normas brasileiras, também tem como objetivo suscitar a pesquisa sobre as normativas existentes no país, colaborando com a sua difusão.

4 | ESTUDO DE CASO

A cidade de Barra Mansa está localizada a no Sul Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, possui uma população estima da pelo censo IBGE (2021) de 166.000 habitantes. Este município desenvolveu-se em torno de três principais corpos hídricos, Rio Paraíba do Sul, Rio Bananal e Rio Barra Mansa.

O maior corpo hídrico é o Rio Paraíba do Sul, com extensão de 1.137km aproximadamente. Como apresentado na Figura 1, o rio corta a cidade, sendo necessário a utilização de diversas pontes para facilitar a travessia de pedestres e automotores.

O bairro de Saudade é considerado uma zona mista, que possui residências e indústrias, a ponte Flávio de Miranda Gonçalves, conhecida como ponte de Vila Nova, faz a ligação entre os bairros. Também serve como percurso para o bairro de Vista Alegre. O que confere tráfego intenso nas horas de pico.

Daí a travessia intensa de veículos e pedestres, pela Ponte Flávio de Miranda Gonçalves, localizada pelas coordenadas A ponte Flávio de Miranda Gonçalves está localizada a $22^{\circ}31'31.37''S$ e $44^{\circ}11'22.89''O$. De acordo com a Figura 10.



Figura 10 – localização de Barra Mansa e Ponte Flávio de Miranda Gonçalves

Fonte: GOOGLE (2023). Adaptado pelo Autor.

A ponte Flávio de Miranda Gonçalves foi inaugurada em 03-10-1978, pelo extinto Departamento de Estrada e Rodagens – DER, possui aproximadamente 342m, (medição expedita em campo) dia 14/05/2023.

A ponte foi construída de concreto pré-moldado. Entretanto, em sua superestrutura

há adição de asfalto, ou seja, formando a pista de rolamento. Como apresentado nas Figuras 11 e 12. A ponte possui cinco apoios, dentro do qual apenas um possui formato diferenciado. Os apoios são apresentados na Figura 11.



Figura 11 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves

Nesta ponte há passagem para pedestre de ambos os lados, o passeio possui aproximadamente 60cm e o guarda corpo de 0,40m de altura.

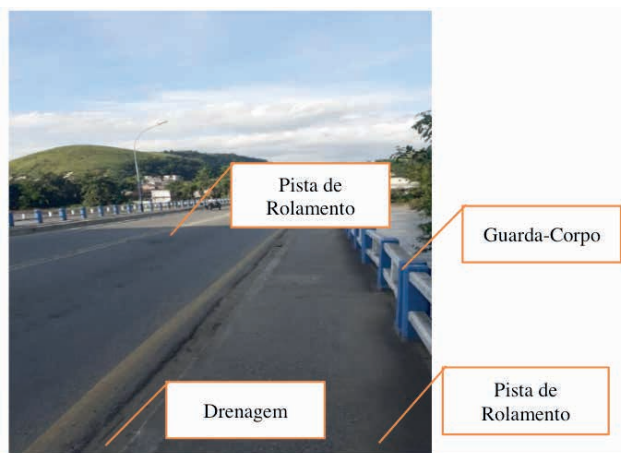


Figura 12 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves-Superestrutura.

A drenagem da Ponte Flávio de Miranda Gonçalves é realizada por 14 furos espaçados de 75DN, nos dois sentidos da ponte. Como pode ser visto na Figura 13.



Figura 13 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves, passeio e asfalto.

As juntas de dilatação têm como objetivo de garantir que unidade das peças, formando um tabuleiro. O estado do elemento apresentado na Figura 5, basicamente reflete as condições das demais juntas da ponte.



Figura 14 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves, junta de dilatação.

Na inspeção da ponte, foi verificada fissuras nos pilares, vegetação crescendo no concreto e umidade nas longarinas e na laje em balanço, constituinte do passeio. Como apresentado na Figura 15.

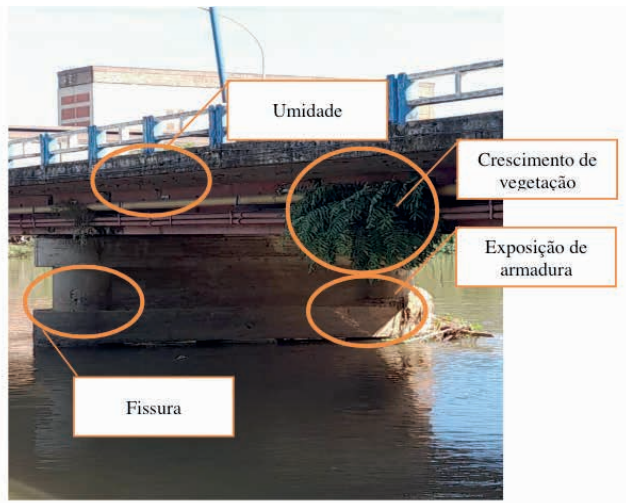


Figura 15 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves - anomalias.

Os encontros da ponte foram vistoriados, do lado do bairro de Vila Nova, Verificou-se que a armadura estava exposta. Como demonstrado na Figura 16.



Figura 16 – Ponte Flávio de Miranda Gonçalves, encontro da ponte, margem - Vila Nova.

A inspeção detectou outras anomalias que serão analisadas. O Brasil é um país abundante de corpos hídricos, os efeitos da degradação podem ser utilizados para estudo em outros municípios.

5 | ANÁLISE E RESULTADOS

A primeira etapa desta análise constitui em estratificar as principais anomalias encontradas na inspeção visual realizada na ponte e sua localização nas camadas dessa estrutura. Então, classificou-se o grau de relevância apontado nas Figuras 8 e 9.

Como há uma lista extensa na própria normativa, pode não estar presente as Figuras

apresentadas, mas com efeito, será citada a normativa e tabela correspondente.

Os elementos complementares que foram identificadas anomalias, classificados como Funcionais são: pista de rolamento asfalto desgastado, drenagem existente e insuficiente, exposição de armadura no guarda corpo, junta elástica desgastada e irregularidades no piso do passeio. Como apresentada na Figuras 12, 13 e 14.

O Nível de degradação da ponte, mais relevante, é classificado como 3 de acordo com a NBR 9542(2019) e também apresentados nas Figuras 8 e 9. Explica-se, pois, é referente a drenagem da via, que na observação da realizada na ponte, conclui-se que existe uma ineficiência que pode gerar patologias, mas não causa empoçamentos gerando aquaplanagem.

Já no critério de Estruturas e Durabilidade, na Mesoestrutura foram encontradas fissuras nos pilares, que foram classificados como por meio das Figura 7 e 9, como estruturas principais com nota 4, causadas por refração hidráulica, como visto na Figura 15.

A longarina, está com umidade excessiva e há pequena armadura expostas, cerca de 20cm, medição expedita. Está também é classificada com a nota 4 nos critérios de estrutura e durabilidade de acordo com a Figura 8 e 9. Como apresentado podendo ser vista na Figura 15.

O encontro é classificado de acordo com a Figura 8, nos critérios de durabilidade e estrutura como elemento secundário. Como pode ser visto na Figura 16, há uma exposição de armadura. De acordo com a Figura 9, se o elemento de armadura é secundário a nota prevista é 3. Pois a armadura está apresentando um nível de corrosão.

Ao se verificar as notas atribuídas as anomalias, a última etapa foi compara-la a classificação prevista na Figura 7. Determinando o grau de degradação pela menor nota que foi a 3.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o grau de degradação da Ponte é o 3. Isso significa que a NBR 9542 (2019), considera a conservação da ponte como regular. Entretanto, tem capacidade para gerar anomalias e patologias, que podem ser responsáveis, por um comprometimento maior na sua estrutura e durabilidade. Em termos funcionais, esta ponte provoca desconforto a seus usuários, isso porque há uma série de anomalias desta natureza na ponte classificadas com nota 3, não tem grande impacto na segurança da estrutura, mas na qualidade do transporte, segurança e movimentação dos pedestres.

A normativa recomenda manutenção e acompanhamento das anomalias apresentadas. Como a análise não se utilizou de ensaios laboratoriais, não foi realizada minuciosamente entre os vãos com a maior presença do recurso hídrico recomenda-se uma inspeção especial.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9542. **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas – Procedimento.** 2019.

ABNT. NBR 7187. **Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto.**2019

ABNT. NBR 6118. **Projeto de Estrutura de Concreto.**2014

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.**

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação. Rio de Janeiro, 2006.**

BRIGADÃO, Vitor Lobo; MAGALHÃES, Hugo. **Inspeção estrutural e patologia de pontes de concreto armado na região de Anápolis/GO.** TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis. 2021.

ARAÚJO, Daniel De Lima. **Projeto de ponte em concreto armado com duas longarinas.** Goiânia, GO. Editora UFG 2011

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários.** - Rio de Janeiro, 159p. (IPR. Publ., 744).

DEBS. Mounir Khalil El. **Pontes de concreto: com ênfase na aplicação de elementos pré-moldados.** São Paulo: Oficina de Textos, 2021.

DRUN, Anderson Gobbi; SOUZA, Rafael Alves de. **Comparação entre os veículos de carga atuais e o trem-tipo recomendado pela NBR 7188.** X Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. Rio de Janeiro, 2018.

LEMES. David Teixeira. **Inspeção de pontes em concreto armado sob a ótica da NBR 9452:2019 - Estudo de caso no Viaduto Deocleciano Moreira Alves – Anápolis / GO.**2021.

LICHTENSTEIN. **Patologias das Construções,** 1986. Acesso:2023.

JUNIOR. Celso Martinho do Espírito Santo. **Método de Determinação da Vida Útil Estimada de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto.** PUC-PE. 2020

MARCHETTI, Osvaldemar. **Pontes de Concreto Armado.** 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2018.

MARTINELLI, D. A. O. **Solicitações nas pontes de concreto.** São Carlos, EESC-USP,1971.

PFEIL, Walter. **Pontes em Concreto Armado.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1983

PEREIRA. Akely Susi. **Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado: Estudo de caso em um imóvel com fins residencial e comercial no município de Lavras/MG.** UNIS. Acesso 2023

SCHMÖGEL. Simoní. SCHMITZ. Rebeca Jéssica. **Comparação de Projetos Padronizados para Pontes em Concreto Armado e Mistas Aço-Concreto**. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 13, n. 4, 2021.

SILVA. **Patologias em Obras de Arte**. UNIFOA.2018

SILVEIRA, Ricardo A. M. **PONTES: introdução e fundamentos para análise e projeto: apostila 1**. Ouro Preto: Escola de Minas - Universidade Federal de Ouro Preto, 2002.

TÉCHNE. Revista. **Recuperação Estrutural**. Julho. 2015.

BRASIL.IBGE. <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso 2023.

PMBM. <https://barramansa.rj.gov.br/>. Acesso 2023.