

INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

GERALDO AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR
PAULA ATHADEU VITOI

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS OBSERVADAS
NAS PONTES E VIADUTO NA CIDADE DE CARATINGA/ MG

CARATINGA

2018

GERALDO AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR

PAULA ATHADEU VITOI

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS OBSERVADAS
NAS PONTES E VIADUTO NA CIDADE DE CARATINGA/ MG**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Curso de
Engenharia Civil das Faculdades
DOCTUM de Caratinga, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Área de concentração: Patologias
estruturais

Orientador: Prof. Esp. João Moreira de
Oliveira Junior.

CARATINGA


2018

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS OBSERVADAS NAS PONTES E VIADUTO NA CIDADE DE CARATINGA/MG, elaborado pelo(s) aluno(s) GERALDO AUGUSTO DE SOUZA JUNIOR e PAULA ATHADEU VITOI foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

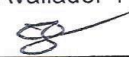
Caratinga 12/12/2018



JOÃO MOREIRA DE OLIVEIRA JÚNIOR
Prof. Orientador



RICARDO BOTELHO CAMPOS
Prof. Avaliador 1



JOSÉ NELSON VIEIRA DA ROCHA
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por tudo.

Aos nossos pais pelo incentivo, apoio e extremo amor.

Aos nossos familiares, amigos e todas as pessoas que foram importantes diretamente e indiretamente para a concretização deste sonho.

Ao professor João Moreira, pelos conhecimentos passados, pela paciência e pela orientação na presente pesquisa.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de transporte
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
MG	Minas Gerais
GR	Grau de Risco

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Esquema ilustrativo de ponte e viaduto.....	19
Figura 2.2 Elementos componentes de uma ponte	20
Figura 2.3 Classificação das pontes segundo o desenvolvimento planimétrico.....	22
Figura 2.4 Classificação das pontes segundo o desenvolvimento planimétrico.....	23
Figura 2.5 Classificação das pontes segundo a altimetria.	24
Figura 2.6 Classificação das pontes segundo a altimetria.	25
Figura 2.7 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.	26
Figura 2.8 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.	26
Figura 2.9 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.	27
Figura 2.10 Tipos de juntas de dilatação.....	35
Figura 2.11 Diagrama de identificação de ph da Fenolftaleína	37
Figura 4.1 Fluxo da rua Dona Julica nos horário de pico da ponte 1	48
Figura 4.2 Desplacamento do concreto e exposição da armadura na ponte 1.....	49
Figura 4.3 Evidente exposição da armadura na parte inferior lateral do tabuleiro na ponte 1	49
Figura 4.4 Infiltrações na parte inferior da ponte 1	50
Figura 4.5 Lodos no guarda corpo na ponte 2	50
Figura 4.6 Desagregação do concreto e exposição da armadura na ponte 2	51
Figura 4.7 Trincas, desagregação do concreto e infiltrações na parte inferior da ponte 2	51
Figura 4.8 Desagregação da pavimentação do tabuleiro na ponte 3	52
Figura 4.9 Aberturas excessivas nas juntas de encontro na ponte 3	52
Figura 4.10 Patologias no guarda corpo na ponte 3.....	53
Figura 4.11 Escoras laterais com sacos de areia na ponte 4	54
Figura 4.12 Desgaste da pasta de cimento e armaduras exposta na ponte 4	54
Figura 4.13 Infiltração na lateral da ponte da ponte 4	55
Figura 4.14 Ruptura da junta de encontro da ponte 4	55
Figura 4.15 Abertura excessiva nas juntas de encontro da ponte 4.....	56
Figura 4.16 Abertura excessiva nas juntas entre o tabuleiro e a calçada na ponte 356	
Figura 4.17 Deterioração asfáltica na ponte 4.....	57
Figura 4.18 Fissuras no guarda corpo da ponte 4.....	57
Figura 4.19 Exposição da amadura na parte inferior lateral da passarela na ponte 4	58

Figura 4.20 Exposição da armadura na parte inferior lateral da passarela da ponte 5	58
Figura 4.21 Lodo e infiltração na parte inferior da ponte 5	59
Figura 4.22 Exposição da armadura no guarda corpo da ponte 5.....	59
Figura 4.23 Ruptura da junta de encontro na ponte 5	60
Figura 4.24 Aberturas excessivas nas juntas de encontro da ponte 5	60
Figura 4.25 Degradação excessiva da junta de encontro da ponte 5.....	61
Figura 4.26 Desagregação do concreto e exposição da armadura na ponte 5	61
Figura 4.27 Fluxo da BR-116 sobre a Ponte 6	62
Figura 4.28 Desgaste asfáltico na ponte 6	63
Figura 4.29 Corrosão da armadura na ponte 6	64
Figura 4.30 Desgaste do pavimento na ponte 7.....	65
Figura 4.31 Desnível entre o tabuleiro e o pavimento na ponte 7	65
Figura 4.32 Desgaste da pasta de cimento e exposição da armadura da ponte 7	65
Figura 4.33 Lodos na parte lateral do guarda corpo da ponte 7.....	66
Figura 4.34 Fissuras no guarda corpo da ponte 7.....	66
Figura 4.35 Armadura exposta no guarda corpo na ponte 7	67
Figura 4.36 Desplacamento do concreto e exposição da armadura no viaduto	67
Figura 4.37 Patologias nas juntas de dilatação no viaduto	68
Figura 4.38 Exposição e corrosão da armadura na junta de dilatação no viaduto	69
Figura 4.39 Aberturas excessivas das juntas de dilatação no viaduto	69
Figura 4.40 Fissuras na parte inferior da laje do tabuleiro no viaduto.....	70
Figura 4.41 Desplacamento e exposição da armadura na base do pilar do viaduto .	70
Figura 4.42 Fissuras, deslocamento e exposição da armadura na base do pilar do viaduto.....	71
Figura 4.43 Superfície da ponte 1 antes do ensaio	71
Figura 4.44 Superfície da ponte 1 após o ensaio	72
Figura 4.45 Superfície da ponte 2 antes do ensaio	72
Figura 4.46 Superfície da ponte 2 após o ensaio	73
Figura 4.47 Superfície da ponte 3 antes do ensaio	73
Figura 4.48 Superfície da ponte 3 depois do ensaio	74
Figura 4.49 Superfície da ponte 4 antes do ensaio	74
Figura 4.50 Superfície da ponte 4 depois do ensaio	75
Figura 4.51 Superfície da ponte 5 depois do ensaio	75

Figura 4.52 Superfície da ponte 7 depois do ensaio	76
Figura 4.53 Superfície do viaduto depois do ensaio no primeiro pilar	77
Figura 4.54 Superfície do viaduto depois do ensaio no segundo pilar	77
Figura 5.1 Distribuição das porcentagens das patologias identificadas	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 3-1 Tabela de extensão e localização das obras analisadas	44
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 Classificação das pontes segundo o grau de risco.....	38
Quadro 2.2 Fator de relevância estrutural	40
Quadro 2.3 Fator de relevância estrutural	41
Quadro 5.1 Comparativo dos GR's	80

RESUMO

As pontes e os viadutos, independente do porte, são de grande importância para o desenvolvimento dos centros urbanos, garantindo um fluente fluxo e as patologias recorrentes em grande parte delas causam desconforto e insegurança aos usuários, além de elevar os custos corretivos, quando manutenções periódicas não são realizadas. Diante dessa realidade, realizou-se na cidade de Caratinga, região leste de Minas Gerais, inspeções em sete pontes e um viaduto, visando identificar e quantificar as patologias mais recorrentes e seus respectivos graus de risco, avaliando a condição atual de conservação das obras. Para isso, mediante uma ampla revisão bibliográfica, criou-se fichas de inspeções cadastrais, visto que nenhuma delas possuíam as mesmas, identificando *“in loco”* as principais patologias para a determinação do grau de risco. Embora não se tenha acesso à idade de construção das obras inspecionadas, verificou-se visualmente e através de ensaios, pelo nível de degradação das pontes, que manutenções corretivas são necessárias e que sua possível prorrogação elevará os custos e o grau das patologias, diminuindo a vida útil das estruturas.

Palavras- chave:

Inspeções; patologias; pontes; grau de risco.

ABSTRACT

Bridges and viaducts, independent of size, are of great importance for the development of the urban centers guaranteeing a flowing flow and the recurring pathology in most cases causes discomfort and insecurity for the user and elevate the corrective costs, when periodic maintenance isn't done.

In this reality, in Caratinga, east region of Minas Gerais, inspections happened in seven bridges and one viaduct, aiming identify and count the pathologies that are more recurrent and the respective risk degree, assessing the current conditions of the work conservation. To that, through a wide bibliographical review, records records were created, since none of them had the same, identifying "in loco" the main pathologies for the determination of the degree of risk. Although the age of construction of the inspected works is not available, it has been verified visually and through tests, by the level of degradation of the bridges, that corrective maintenance is necessary and that its possible extension will increase the costs and the degree of the pathologies, life of the structures.

Key words:

Inspections; pathologies; bridges; degree of risk.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Contextualização	16
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Objetivo geral	17
1.2.2	Objetivo específico	17
1.3	Estruturação do trabalho	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Pontes e viadutos	19
2.2	Classificação das pontes	21
2.2.1	Extensão do vão	21
2.2.2	Durabilidade	21
2.2.3	Natureza do Tráfego	22
2.2.4	Desenvolvimento planimétrico	22
2.2.5	Desenvolvimento altimétrico	24
2.2.6	Sistema estrutural da superestrutura	25
2.2.7	Material da superestrutura	25
2.2.8	Posição do tabuleiro	26
2.2.9	Mobilidade dos tramos	27
2.2.10	Tipo estático da estrutura	27
2.2.11	Tipo construtivo da superestrutura	27
2.3	Patologias das Construções	28
2.4	Tipos de falhas estruturais	28
2.4.1	Falhas Congênicas	29
2.4.2	Falhas adquiridas na etapa de construção ou execução	30
2.4.3	Falhas adquiridas por causas acidentais, exógenas ou externas	30

2.5	Principais patologias em obras de arte	30
2.5.1	Fissuras	30
2.5.2	Desagregação	31
2.5.3	Corrosão	31
2.5.4	Corrosão por carbonatação	31
2.5.5	Corrosão por cloretos	32
2.5.6	Lixiviação	32
2.5.7	Eflorescência	32
2.5.8	Reações	32
2.5.9	Falhas na concretagem	33
2.5.10	Patologias na Pista de Rolamento	34
2.5.11	Patologias nas juntas de dilatação	34
2.5.12	Avarias em barreiras e guarda corpos	35
2.5.13	Patologias nas instalações de drenagem	36
2.5.14	Abrasão mecânica	36
2.6	Influência do meio ambiente na degradação das estruturas	36
2.7	Ensaio de carbonatação	37
2.8	Classificação quanto ao Grau de Risco	37
2.8.1	GR segundo a norma do DNIT	38
2.8.2	GR segundo o autor KLEIN et al. (1991 apud Vitorio, 2008)	40
3	METODOLOGIA	43
3.1	Origem e coleta dos dados	43
3.2	Vistorias e seus métodos	45
3.3	Instrumento de coletas de dados e materiais utilizados	46
3.4	Comparação e agrupamento dos dados para a obtenção dos resultados ..	46
4	ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DAS PONTES E IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS.....	47

4.1	Ponte 1.....	48
4.2	Ponte 2.....	50
4.3	Ponte 3.....	52
4.4	Ponte 4.....	53
4.5	Ponte 5.....	58
4.6	Ponte 6.....	62
4.7	Ponte 7.....	64
4.8	Viaduto.....	67
4.9	Resultados obtidos nos ensaios de carbonatação.....	71
4.9.1	Ensaio de carbonatação na ponte 1.....	71
4.9.2	Ensaio de carbonatação na ponte 2.....	72
4.9.3	Ensaio de carbonatação na ponte 3.....	73
4.9.4	Ensaio de carbonatação na ponte 4.....	74
4.9.5	Ensaio de carbonatação na ponte 5.....	75
4.9.6	Ensaio de carbonatação na ponte 7.....	76
4.9.7	Ensaio de carbonatação no Viaduto.....	76
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	78
5.1	Análise das inspeções e do ensaio de carbonatação.....	79
5.2	Comparativo dos graus de riscos analisados.....	80
6	CONCLUSÕES.....	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
	Anexo A.....	88
	Cálculo do GR da Ponte 1.....	88
	Cálculo do GR da ponte 2.....	88
	Cálculo do GR da ponte 3.....	88
	Cálculo do GR da ponte 4.....	88

Cálculo do GR da ponte 5	89
Cálculo do GR da ponte 6	89
Cálculo do GR da ponte 7	89
Cálculo do GR do viaduto	89
Anexo B.....	90
Ficha de inspeção cadastral da Ponte 1	90
Ficha de inspeção cadastral da Ponte 2	92
Ficha de inspeção cadastral da Ponte 3	94
Ficha de inspeção cadastral da Ponte 4	95
Ficha de inspeção cadastral da ponte 5.....	97
Ficha de inspeção cadastral da Ponte 6	99
Ficha de inspeção cadastral da ponte 7.....	101
Ficha de inspeção cadastral do Viaduto.....	103

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Desde os tempos remotos, o homem na sua respectiva evolução física e intelectual, procura utilizar estruturas que lhe proporcionam comodidade.

Uma dessas estruturas que vem sempre evoluindo são as pontes, as quais surgiram após a Revolução Industrial, onde a economia estava em uma fase crescente, e a necessidade de interligar regiões até então isoladas por cursos d'água e vales era cada vez maior. Em meados de 1799 surgiu a primeira ponte de ferro fundido na cidade de Coalbrookdale, na Inglaterra, com o intuito de substituir a utilização de balsas, porém o ferro era altamente corrosivo, e as primeiras patologias começaram a surgir. Henry Bessemer, 76 anos depois, implantou as pontes de aço – espécie mais resistente que o ferro fundido, obtido em fusão com o carbono –, e até hoje, ele vem sendo o material mais utilizado na construção de pontes e viadutos (COSTA, 2010).

Segundo a ABNT NBR 7188(2013) “Carga Móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas”, pontes são aquelas submetidas à ação de uma carga em movimento, com o intento de vencer obstáculos naturais e viadutos são estruturas com a finalidade de interligar áreas isoladas devido a um obstáculo artificial. Estas são conhecidas como obras de arte especiais por serem construções realizadas por artífices, desta sorte, são consideradas definitivamente como uma obra de arte da engenharia e estão diretamente ligadas ao desenvolvimento socioeconômico de uma região.

Devido à robustez e solidez dessas estruturas, elas foram consideradas como infinitas durante um bom período (VITÓRIO, 2015), entretanto, com o passar do tempo essa idéia errônea foi reformulada e chegou-se a conclusão que deve-se prevenir a deterioração, e que tal prevenção deve começar nos estágios iniciais da fase de projeto e execução, assegurando assim, qualidade e segurança (GONÇALVES, 2015).

As construções sofrem com os efeitos das falhas congênitas e adquiridas, e com o passar do tempo tendem a deteriorar-se (VITÓRIO, 2003). Tais falhas são conhecidas como patologias das estruturas, e embora no Brasil ainda não exista um estudo de recuperação e manutenção aprofundado, análises periódicas destinadas à avaliação de estabilidade são muito importantes.

Infelizmente tal análise só é feita quando uma simples manutenção e reforma já não se é a solução viável, pois a estrutura já está em um estado crítico. Uma periódica inspeção das mesmas além de ser importante para a segurança dos usuários diminui o custo comparando com a necessidade de uma reestruturação, pois a reabilitação de uma ponte é mais cara do que a sua manutenção.

O presente estudo apresenta, portanto, os resultados obtidos na inspeção realizada pelos autores, em pontes e viaduto executadas em concreto armado na cidade de Caratinga, região leste de Minas Gerais, visando identificar as patologias mais recorrentes para uma posterior análise quali- quantitativa.

Ressalta-se, que não fora encontrado nos acervos da Prefeitura Municipal de Caratinga, as datações referentes a construção das pontes e viaduto da cidade, diante disso, analisou-se o estado atual das estruturas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho visa analisar e identificar as principais patologias manifestadas nas pontes de pequeno porte e viaduto no município de Caratinga - MG.

1.2.2 Objetivo específico

São objetivos específicos do presente trabalho:

- Selecionar dentre as obras de arte da cidade de Caratinga àquelas passíveis a inspeção para uma posterior análise e identificação das manifestações patológicas;

- Fazer um levantamento quali- quantitativo, observando as patologias nas obras analisadas, identificando as de maior ocorrência e a estrutura com maior incidência de patologias;
- Verificar os agentes que contribuíram para a deterioração das obras analisadas;
- Classificar as pontes e o viaduto quanto ao grau de risco (GR) segundo a Norma DNIT-010/2004-PRO “Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento” e de acordo com KLEIN et al (1991) apud VITÓRIO (2008).;
- Analisar e comparar o ocorrido nas situações das pontes do município com as devidas classificações dos .

1.3 Estruturação do trabalho

O presente estudo foi subdividido da seguinte forma:

- Capítulo 1 - Apresenta a introdução, a contextualização, os objetivos gerais e específicos e a organização do trabalho;
- Capítulo 2 - Apresenta a revisão bibliográfica abordando temas relacionados a pontes, viadutos e patologias;
- Capítulo 3 - Apresenta a metodologia descrevendo os procedimentos e os materiais utilizados para a realização do trabalho;
- Capítulo 4 - Contém os resultados referentes aos ensaios de carbonatação, os gráficos e as tabelas apresentando as patologias e suas análises;
- Capítulo 5 - Contém as conclusões de acordo com os resultados obtidos e os dados coletados;

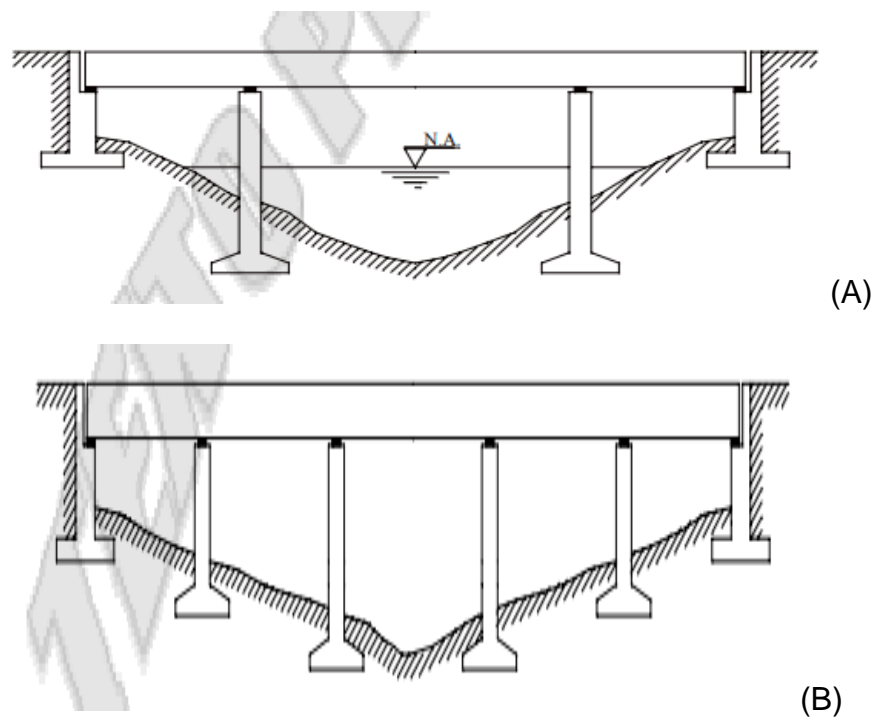
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pontes e viadutos

Segundo Marchetti (2008), pontes são estruturas destinadas a transpor obstáculos naturais como cursos d'água, estabelecendo assim continuidade de uma via a outra. Já viadutos, de acordo com a ABNT NBR 7188 (2013), representam um tipo de ponte destinado a transpor um vale ou qualquer obstáculo “seco”. A figura 3.1 solidifica os conceitos mencionados acima:

Figura 2.1 Esquema ilustrativo de ponte e viaduto

(A) PONTES (B) VIADUTO



Fonte: Debs e Takeya (2010)

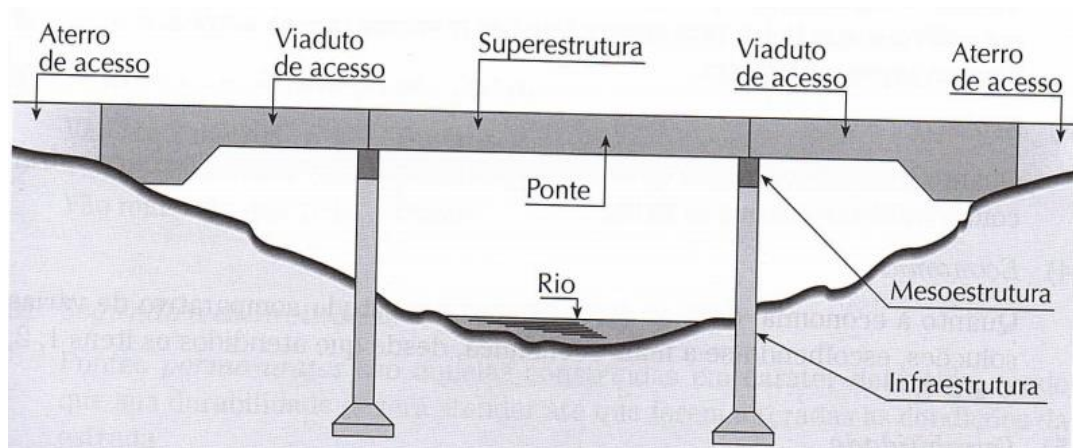
Os viadutos podem ser classificados como viadutos de acesso – quando os mesmos servem para dar acesso a uma ponte –, e viadutos de meia encosta – quando apresentam o objetivo de minimizar a movimentação de terra em regiões acidentadas.

Já as pontes podem ser classificadas de acordo com a sua extensão, durabilidade, natureza do tráfego e desenvolvimento planimétrico (MARCHETTI, 2008).

Estruturalmente, segundo Vitório (2002), elas são compostas por:

- Superestrutura- transmite as cargas do tráfego a mesoestrutura;
- Mesoestrutura- transmite as cargas da superestrutura para as fundações e é constituído por pilares;
- Infraestrutura- corresponde a parte da estrutura que apoia e descarrega no solo os esforços transmitidos pela mesoestrutura e pela superestrutura.

Figura 2.2 Elementos componentes de uma ponte



Fonte: Marchetti (2008)

Ademais, Debs e Takeya (2010) as subdividiram em superestrutura, aparelho de apoio e infraestrutura, descritas a seguir:

- Superestrutura- componente estrutural da ponte com a finalidade de transpor um obstáculo, subdividida em estrutura principal e secundária, onde a primeira é destinada a vencer o vão livre e a segunda recebe diretamente as cargas, transmitindo- as para a estrutura principal.
- Aparelho de Apoio – elemento estrutural instalado entre a superestrutura e a infraestrutura, para permitir movimentações da superestrutura transmitindo as reações de apoio.

Segundo Cordeiro (2014), eles apresentam as seguintes funções:

- Ligar a superestrutura à subestrutura, neutralizando a transferência de cargas que podem causar instabilidade ou o colapso das pontes;

- Proporcionar movimentos de translação e rotação;

-Assegurar que as deformações da superestrutura não gerem cargas nem movimentos na subestrutura;

-Diminuir o corte entre o tabuleiro e os pilares;

-Aparelhos de apoio “novos” dissipam mais a energia, protegendo assim a estrutura dos possíveis terremotos;

- Infraestrutura – parte estrutural que transmite ao solo as cargas da superestrutura.

2.2 Classificação das pontes

Segundo Marchetti (2008) e Debs e Takeya (2010) as pontes podem ser classificadas segundo os seguintes fatores:

2.2.1 Extensão do vão

Analisando- se o vão total, elas são classificadas em:

- Bueiros- quando apresentam vãos com até 2 metros;
- Pontilhões- quando apresentam vãos de 2 metros à 10 metros;
- Pontes- quando apresentam vãos maiores que 10 metros.

2.2.2 Durabilidade

De acordo com a durabilidade, elas podem ser classificadas em:

- Pontes permanentes- são aquelas projetadas para ficar definitivamente no local construído, com durabilidade eficiente para atender a demanda do tráfego até quando houver alterações na estrada;
- Pontes provisórias- são aquelas construídas provisoriamente, até que se construa a ponte definitiva.
- Pontes desmontáveis- são pontes de duração limitada, desmontáveis como diz o nome e que podem ser reaproveitadas, diferentemente das pontes provisórias.

2.2.3 Natureza do Tráfego

De acordo com a natureza do tráfego elas podem ser classificadas em:

- Pontes rodoviárias
- Pontes tipo passarelas para pedestres
- Pontes aqueduto
- Pontes mistas
- Pontes ferroviárias
- Pontes canal
- Pontes aeroviárias

2.2.4 Desenvolvimento planimétrico

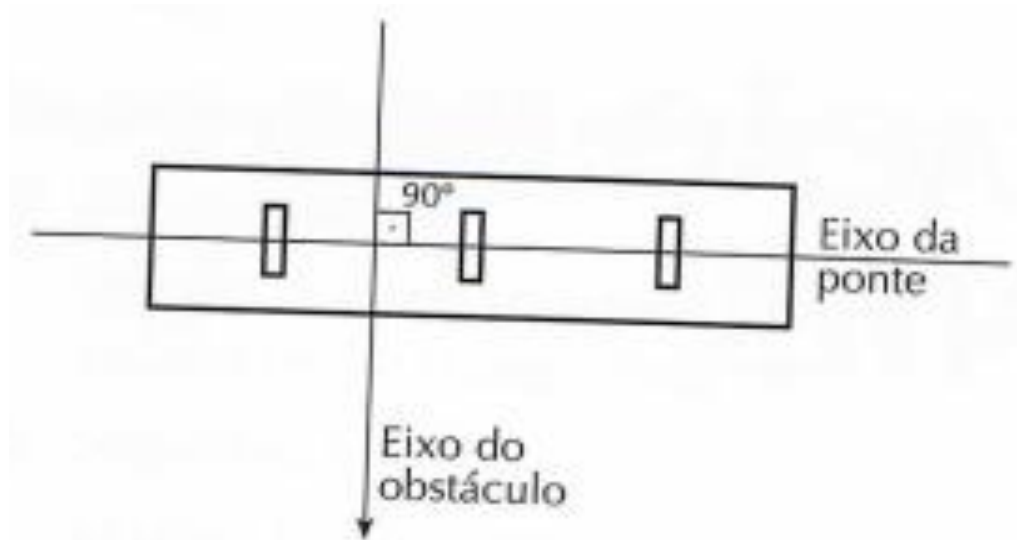
De acordo com a projeção do eixo da estrutura em um plano horizontal elas podem ser classificadas em:

- Pontes retas- sendo estas ortogonais ou de esconsas

Figura 2.3 Classificação das pontes segundo o desenvolvimento planimétrico.

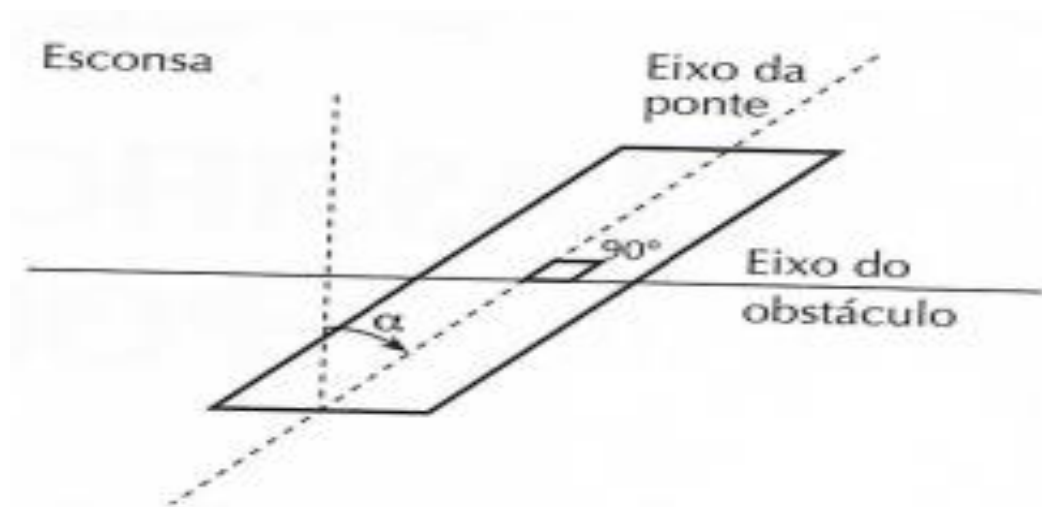
(A) Ponte reta ortogonal; (B) Ponte reta esconsa

Ponte reta ortogonal



(A)

Ponte reta esconsa

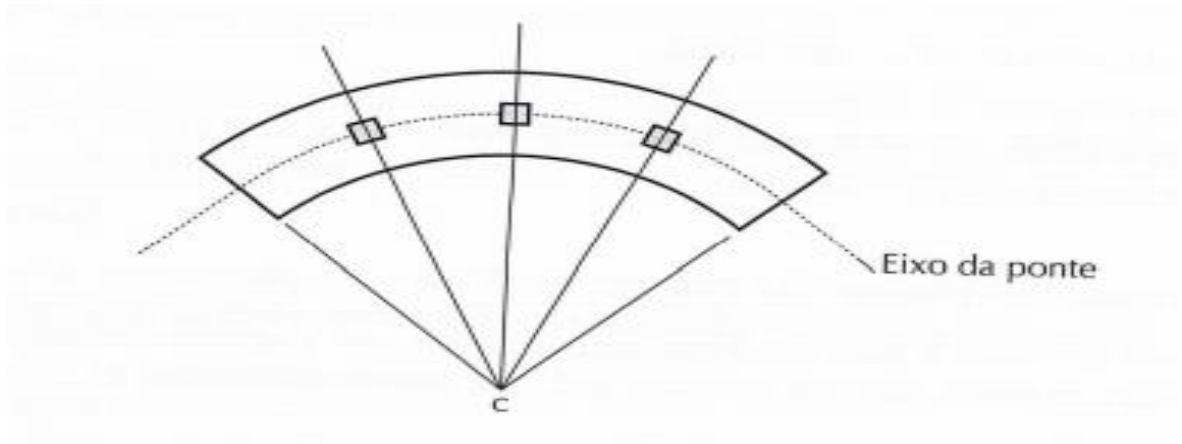


(B)

Fonte: Marchetti (2008)

Figura 2.4 Classificação das pontes segundo o desenvolvimento planimétrico.

- Pontes curvas



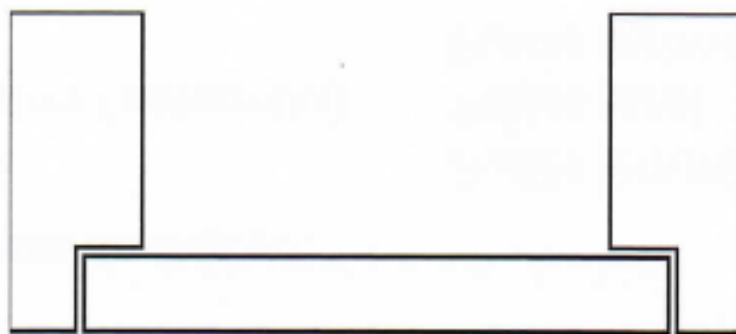
Fonte: Marchetti (2008)

2.2.5 Desenvolvimento altimétrico

De acordo com a projeção do eixo da estrutura em um plano vertical elas podem ser classificadas em:

- Pontes horizontais ou em nível;

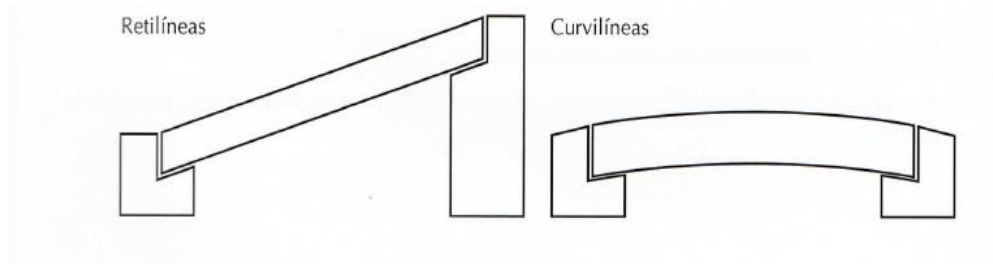
Figura 2.5 Classificação das pontes segundo a altimetria.



Fonte: Marchetti (2008)

- Pontes em rampa, retilíneas ou curvilíneas.

Figura 2.6 Classificação das pontes segundo a altimetria.
Pontes em rampa, retilíneas ou curvilíneas.



Fonte: Marchetti (2008)

2.2.6 Sistema estrutural da superestrutura

De acordo com o sistema estrutural elas podem ser classificadas em:

- Pontes em vigas
- Pontes em pórticos
- Pontes em arco
- Pontes pênses
- Pontes atirantadas

2.2.7 Material da superestrutura

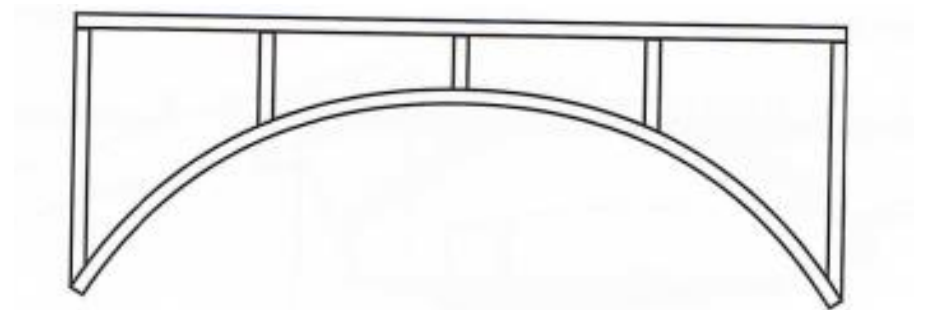
Considerando os materiais da superestrutura elas podem ser classificadas em:

- Pontes de madeira
- Pontes de alvenaria- pedras e tijolos
- Pontes de concreto armado
- Pontes de concreto protendido
- Pontes de aço

2.2.8 Posição do tabuleiro

- Tabuleiro superior

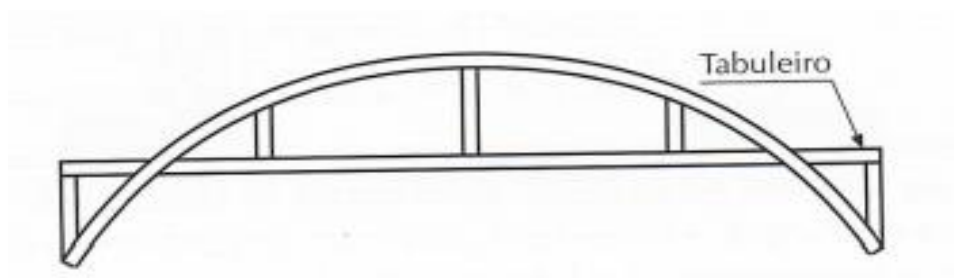
Figura 2.7 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.
Tabuleiro superior.



Fonte: Marchetti (2008)

- Tabuleiro intermediário

Figura 2.8 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.
Tabuleiro intermediário.

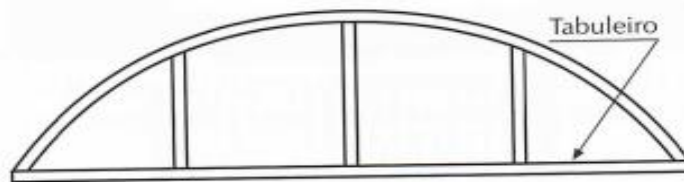


Fonte: Marchetti (2008)

- Tabuleiro inferior

Figura 2.9 Classificação das pontes segundo o tabuleiro.

Tabuleiro inferior.



Fonte: Marchetti (2008)

2.2.9 Mobilidade dos tramos

- Ponte basculante de pequeno vão
- Ponte levadiça
- Ponte de concreto armado

2.2.10 Tipo estático da estrutura

- Isostáticas
- Hiperestáticas

2.2.11 Tipo construtivo da superestrutura

- In loco- construídas no local definitivo da ponte, com os devidos escoramentos, apoiando nos pilares diretamente;
- Pré- moldada- parte da superestrutura é construída fora do local definitivo da ponte, depois é transportada até o local onde será efetuada a montagem. É um método muito usual em pontes de concreto protendido, onde os elementos da superestrutura se repetem, como por exemplos as vigas principais;

- Em balanços sucessivos- pontes onde a sua superestrutura é executada a partir dos pilares já construídos, o que elimina a necessidade de utilização de escoramentos.
- Em aduelas ou segmentos- A superestrutura executada a partir dos pilares construídos, é pré- moldada. Tal fator a difere das pontes em balanços sucessivos, visto que o processo construtivo das mesmas é semelhante.

2.3 Patologias das Construções

Segundo Souza e Ripper (1998 *apud* Sartorti, 2008), patologia das estruturas estuda as origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação da estrutura. Ela se manifesta quando a estrutura não atende as funções para qual foi projetada e quando a mesma apresenta deteriorações.

Essa área da engenharia estuda os defeitos dos materiais da construção civil, diagnosticando seus sintomas, mecanismos causas e origens (OLIVEIRA, 2013).

Tais defeitos, segundo a ABNT NBR 13752/96 “Perícias de engenharia na construção civil” são aqueles que representam ameaça ao consumidor e podem causar danos efetivos. Podem ter origem na fase de projeto, execução, utilização ou manutenção.

2.4 Tipos de falhas estruturais

A durabilidade de uma estrutura é um reflexo do seu projeto, execução e manutenção. De acordo com a ABNT NBR 6118: 2004 “Projeto de estruturas de concreto – Procedimento”, as estruturas de concreto devem ser projetadas e executadas preservando sempre a segurança durante a sua vida útil, sendo a vida útil da estrutura o tempo em que ela mantém as características originais da estrutura sem a necessidade de reparos e manutenção.

É necessário manter um conhecimento da condição física de uma estrutura, para que manutenções, reparos ou até mesmo substituições sejam feitas. Monitorar as deteriorações existentes é de fundamental importância, pois nem toda deterioração requer reparo, muitas vezes um simples monitoramento das mesmas, será a solução indicada.

Realizar inspeções periódicas é importante, pois gerencia ativamente a infraestrutura, proporcionando confiança e segurança aos usuários, garantindo uma maior vida útil da estrutura e proporcionando um bom desempenho funcional e estrutural.

As falhas estruturais podem ser ocasionadas devido a diversos fatores, que podem ser classificados como:

2.4.1 Falhas Congênitas

São classificadas como falhas congênitas, aquelas oriundas na fase de projeto ou concepção.

Segundo Brandão (1998), as deficiências dos projetos são responsáveis pelo desperdício dos materiais e ineficiência das construções, tornando-se de extrema importância a melhoria e um controle de qualidade dos projetos, possibilitando corrigir as eventuais falhas, otimizando assim o comportamento estrutural.

Aborda-se também como falhas na etapa inicial de projeto, a inadequada análise do terreno e a inobservância e não cumprimento das normas técnicas.

Um projeto bem elaborado deve conferir segurança às estruturas e garantir-lhes desempenho satisfatório em serviço, além de aparência aceitável (BRANDÃO, 1998).

De acordo com Canovas (1994 apud Azevedo et al., 2008), projeto e execução estão interligados entre si, porém isso não significa que patologias de projeto zeradas não terão patologias na etapa de execução. Projetos de alta qualidade apresentam patologias, porém em uma proporção menor considerando um bom planejamento e uma intensa fiscalização.

2.4.2 Falhas adquiridas na etapa de construção ou execução

As patologias oriundas na fase de execução de uma obra- de- arte são decorrentes do uso de um material impróprio e diferente daquele especificado no projeto, devido ao uso de processos construtivos inapropriados, falta de entrosamento entre os membros da equipe e falta de mão de obra especializada (VITÓRIO, 2002).

2.4.3 Falhas adquiridas por causas acidentais, exógenas ou externas

São patologias originadas devido a fatores externos e atípicos, como chuvas fortes que ocasionam as enchentes, erosões, vandalismo, incêndios, abalos ocasionados por obras vizinhas, choques acidentais carregamentos excessivos ou qualquer utilização inadequada da estrutura, diferente da calculada no projeto (VITÓRIO, 2002).

2.5 Principais patologias em obras de arte

As patologias mais recorrentes em pontes e viadutos apresentam causas variadas, e entre os danos observados usualmente, a que mais de destaca é a corrosão da armadura (ROCHA, 2015).

Abaixo serão conceituadas algumas das principais patologias observadas em inspeções de obras de arte.

2.5.1 Fissuras

Uma errônea relação do fator água/cimento pode ser considerada um dos principais fatores para o surgimento de fissuras, pois o excesso de água reduz a resistência do concreto.

Elas podem ser classificadas em passivas e ativas. Fissuras passivas são aquelas que se estabilizam quando as causas que a geraram cessam, ou seja, sua abertura não varia com o decorrer do tempo. Já fissuras ativas, são aquelas onde a proporção das deformações sofre variações (VITÓRIO, 2002).

2.5.2 Desagregação

Desagregação pode ser considerada como a eventual degradação do concreto, quando ocorre a separação física das partes de concreto, ocasionada pela corrosão e dilatação das armaduras (VITÓRIO,2002).

2.5.3 Corrosão

Conceitualmente, a corrosão é o efeito destrutivo do material com o meio ambiente, que podem ser fatores químicos, físicos e eletroquímicos (HELENE, 1993).

2.5.4 Corrosão por carbonatação

O concreto com o transcorrer do tempo vai perdendo a alcalinidade, devido a umidade ocasionando um fenômeno chamado de carbonatação, que pode ser definido como o processo físico- químico onde o hidróxido de cálcio que apresenta alto ph se transforma em carbonato de cálcio, que apresenta um ph mais neutro.

A perde de ph e a presença de umidade são fatores que possuem grande influencia na carbonatação, pois em sua situação alcalina a pasta de cimento apresenta ph de 12,5, já a pasta totalmente carbonatada apresenta ph 7. Outros fatores que influenciam na carbonatação são as condições ambientais, o traço do concreto, lançamento e adensamento e processo de cura do concreto(VITÓRIO, 2002).

2.5.5 Corrosão por cloretos

Segundo Helene (1993), durante o amassamento do concreto, a introdução de demasiada quantidade de aditivos endurecedores elevam os níveis de cloretos, os quais absorvidos através dos poros do concreto e em contato com a armadura iniciam o processo de corrosão. Essa anomalia, além da corrosão ocasiona o aparecimento de fissuras, desagregação do concreto, perda de resistência e aderência, fatores que futuramente, podem contribuir para que a estrutura entre em colapso.

2.5.6 Lixiviação

Lixiviação é uma manifestação patológica ocasionada pela infiltração de águas puras, ácidas e carbônicas agressivas que transportam magnésio e hidróxidos de cálcio causando a eflorescência (HELENE, 1977).

2.5.7 Eflorescência

Eflorescência são resíduos salinos formados na superfície de estruturas de cimento, decorrentes da evaporação de soluções salinizadas. Ela não danifica estruturalmente, contudo é um problema estético temido pelos construtores (MENEZES et al., 2006).

Felizmente, essa patologia desaparece com o decorrer do tempo, quando se esgota a quantidade de cálcio no concreto.

2.5.8 Reações

As reações podem ser classificadas em reações expansivas, reação expansiva por álcali- agregado e reação deletérias.

2.5.8.1 Reações expansivas

A reação expansiva resulta em uma superfície fissurada e em uma reduzida dureza e resistência do concreto, estas que, são ocasionadas pela ação da água e do solo contaminado por sulfatos (LANER, 2001).

De acordo com Cassal (2000 *apud* Laner, 2001), essa reação forma cristais que se aloca nos poros do concreto em continuo crescimento, o que pode gerar pressões internas que venham a deteriorar o mesmo.

2.5.8.2 Reações expansivas por álcali- agregado

É a reação ocasionada pela relação entre os constituintes reativos dos agregados, ou até mesmo dos silicatos hidratados da pasta de cimento e os álcalis do cimento, estando esses presentes em locais de alta umidade (LANER, 2001).

Essa anomalia ocasiona fissuras irregulares, superficiais e profundas.

2.5.8.3 Reações expansivas por sulfatos

É a reação expansiva ocasionada pelo íon de sulfato que impregna na pasta de cimento hidratada, através dos poros do concreto. Em meio aquoso, esses sais penetram nos poros, e quando a porção de água evapora, a concentração de sais fica muito elevada, ocasionando assim, a cristalização. Logo, os sais de sulfato cristalizados abrangem uma maior área, acelerando e ocasionando o fenômeno de expansão (SOUZA, 2006).

2.5.9 Falhas na concretagem

De acordo com Bauer (1994 apud Laner,2001), as falhas de concretagem são anomalias provenientes da fase de execução, devido à falta ou ausência de vibração, podendo assim ocasionar a segregação do concreto durante o transporte ou lançamento.

Para evitar tais falhas, são propostas algumas medidas preventivas como o emprego de um concreto mais plástico no início da concretagem, intervalo máximo de uma hora entre o amassamento e o lançamento do concreto e a altura de queda livre deve ser menor ou igual a dois metros.

2.5.10 Patologias na Pista de Rolamento

De acordo com a manual do DNER 1980 “ Manual de projeto de obras- de- arte especiais” as pistas de rolamentos devem ser projetadas, para garantir funcionalidade e segurança no tráfego de veículos.

Ademais, Bezerra afirmou que os rolamentos devido a variações de cargas, podem gerar vibrações, mesmo que apresentam projetos e execução de geometria perfeita.

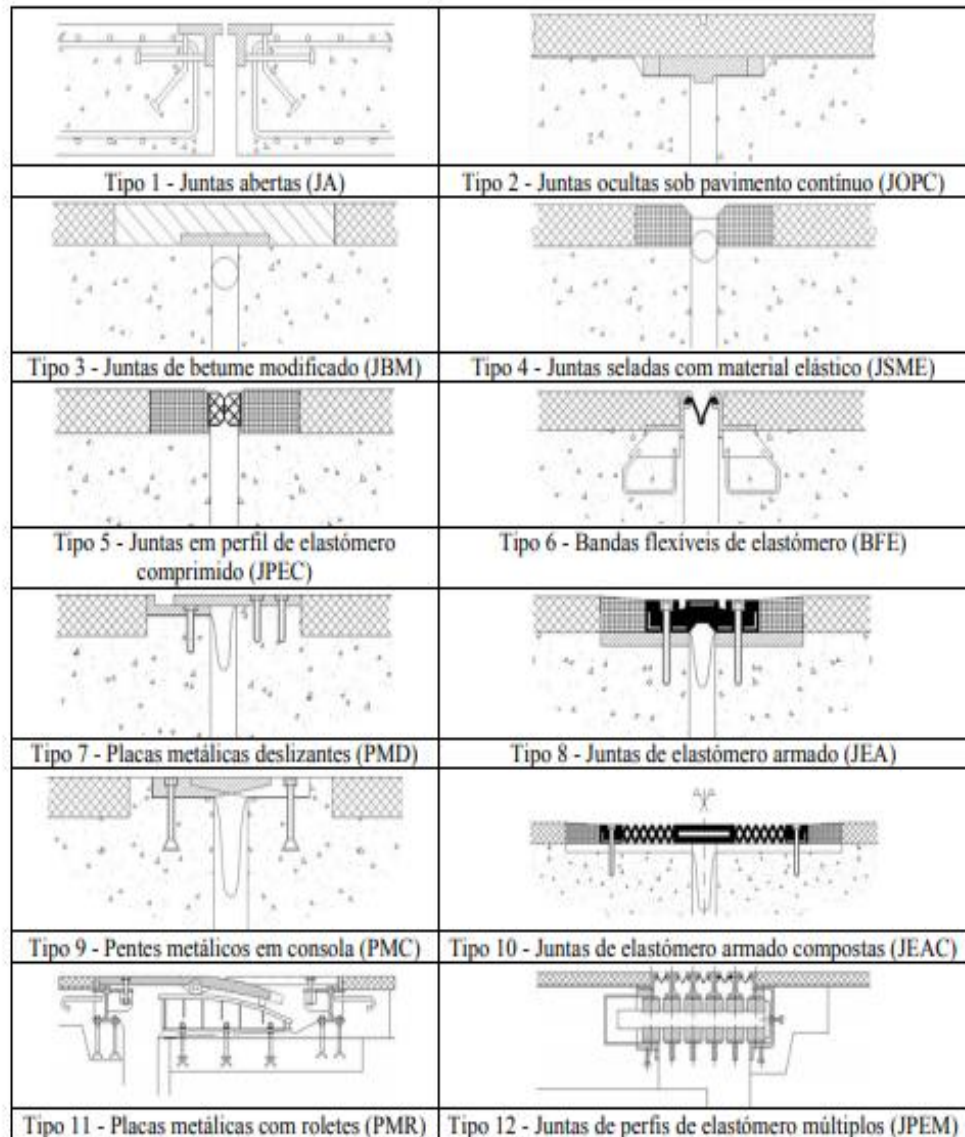
Os métodos corretivos utilizados nas falhas superficiais, como o recapeamento, muitas vezes aumentam o peso próprio da estrutura, salvante quando removidas previamente as antigas camadas de pavimentação (LANER, 2001).

2.5.11 Patologias nas juntas de dilatação

Segundo o manual do DNER (1980), as juntas devem ser sistematicamente analisadas periodicamente, medindo suas aberturas juntamente com o registro da temperatura ambiente.

A variação de temperatura causa deformações no concreto. Devido a essa deformação, faz-se necessário a construção das juntas, para que uma não transfira esforços à outra (TRINDADE, 2015).

Figura 2.10 Tipos de juntas de dilatação



Fonte: Lima e Brito (2006)

2.5.12 Avarias em barreiras e guarda corpos

Segundo o manual do DNER (1980), as barreiras devem ser inspecionadas periodicamente, verificando se são do tipo *New Jersey* – delimitação de segurança, constituída de concreto, utilizada para delimitar a estrada, ou como guarda corpo nas

obras de arte –, identificando as possíveis patologias no concreto e a ocorrência de corrosão na armadura.

2.5.13 Patologias nas instalações de drenagem

Segundo Laner (2001), as patologias recorrentes nas instalações de drenagem devem ser observadas e corrigidas para evitar o acúmulo de água nas vigas, caixões, pista de rolamento, entre outros componentes das obras de arte. Elas são ocasionadas devido ao insuficiente escoamento da pista de rolamento, muros de contenção sem escoamento adequado e entupimento dos tubos responsáveis pela drenagem das pontes e viadutos.

2.5.14 Abrasão mecânica

De acordo com Amorim (2010 apud Bastos e Miranda,2017), a abrasão mecânica é a patologia oriunda do atrito entre o veículo e o pavimento, e é um dos fatores que mais contribui para o desgaste superficial.

2.6 Influência do meio ambiente na degradação das estruturas

Segundo Nykiel e Lima (2008), a análise da vida útil de uma estrutura, leva em consideração fatores como qualidade de projeto, construção e manutenção, boa dosagem dos constituintes da estrutura e de suas respectivas misturas (relação água/cimento), entretanto, faz-se necessário analisar também o meio onde a estrutura será inserida.

Entre os fatores ambientais que influenciam na degradação das estruturas pode-se citar:

- Temperatura
- Umidade relativa

- Vento
- Poluição
- Agressividade da água


Cidades industriais e litorâneas devido ao maior índice de população, poluição e no caso das litorâneas, sais, lançam uma maior concentração de gás carbônico e íons na atmosfera, acelerando assim, a degradação e corrosão da armadura das estruturas de concreto.

2.7 Ensaio de carbonatação

O efeito da carbonatação altera o pH do concreto. Desta sorte, utilizando a solução de fenolftaleína juntamente com o álcool etílico e água destilada na área desgastada do concreto com armadura exposta, determina-se a profundidade de carbonatação.

A solução se apresenta incolor ao contatar com pH abaixo de 8,3. Já no meio com pH maior que 8,3, a solução se torna vermelha (CASTRO, 2003 apud RAISDORFER et al., 2015).

Figura 2.11 Diagrama de identificação de pH da Fenolftaleína

Indicador de pH	Intervalo de mudança de cor	Preparo de Solução
Fenolftaleína	 <p>Incolor/vermelho carmim Faixa de pH 8,3 – 10,0</p>	Dissolver 10g de reagente em 700ml de etanol e depois diluir em 300 ml de água destilada

Fonte: Castro (2003 apud RAISDORFER et al., 2015).

2.8 Classificação quanto ao Grau de Risco

2.8.1 GR segundo a norma do DNIT

O grau de risco das estruturas, de acordo com a Norma DNIT-010/2004-PRO classifica a condição de estabilidade das pontes de acordo com o nível de problema, conforme indicado no quadro abaixo.

Quadro 2.1 Classificação das pontes segundo o grau de risco

NOTA	DANOS NO ELEMENTO/ INSUFICIÊNCIA ESTRUTURAL	AÇÃO CORRETIVA	CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA PONTE
5	Não há danos nem insuficiência estrutural.	Nada a fazer.	Boa.	Obra sem problemas.
4	Há alguns danos, mas não há sinal de que estejam gerando insuficiência estrutural.	Nada a fazer, apenas serviços de manutenção.	Boa.	Obra sem problemas importantes.
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinal de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser postergada devendo-se, porém neste caso colocar-se o problema em observação sistemática.	Boa aparentemente.	Obra potencialmente problemática. Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, um eventual agravamento da insuficiência estrutural.

2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de concreto estrutural.	A recuperação geralmente com reforço estrutural da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível.	<p>Obra problemática</p> <p>Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da estrutura.</p> <p>Inspeções intermediárias são recomendáveis para monitorar os problemas.</p>
1	Há danos gerando grande insuficiência estrutural na ponte, o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um	A recuperação geralmente com reforço estrutural –ou em alguns casos, substituição da	Precária.	Obra crítica Em alguns casos pode configurar uma situação de emergência podendo a recuperação da obra ser acompanhada de

1	risco tangível de colapso estrutural.	obra – deve ser feita sem tardar.	Precária.	<p>medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial do tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de deslocamento e deformação, etc.</p>
---	---------------------------------------	-----------------------------------	-----------	--

Fonte: Adaptado da Norma DNIT-010/2004-PRO.

O quadro de classificação da norma do DNIT é utilizada logo após a realização das inspeções visuais e preenchimento das fichas cadastrais, rotineiras ou especiais, de acordo com as patologias analisadas em cada estrutura.

2.8.2 GR segundo o autor KLEIN et al. (1991 apud Vitório,2008)

De acordo com Klein et al. (1991 apud Vitório 2008) a definição da classificação quanto ao grau de risco pode ser obtida através do somatório do fator de relevância estrutural multiplicado pelo fator de intensidade dividido por 10.

O fator de relevância avalia os componentes estruturais e suas respectivas importâncias na estabilidade estrutural da obra e o fator de intensidade representa o nível agravante das patologias nas seções.

A seguir, nos quadros abaixo, indica-se o fator de relevância e o fator de intensidade com as suas respectivas descrições e o grau de risco obtido correlacionado com as classificações.

Quadro 2.2Fator de relevância estrutural

Fator de relevância (FR)	Descrição dos componentes
5,00	Fundações, encontros, pilares, DentesGerber.
2,50	Vigas principais, aparelhos de apoio, juntas de dilatação.

1,50	Lajes do tabuleiro, pavimento, cortinas, alas.
0,75	Transversinas, lajes de transição.
0,25	Barreiras, guarda rodas, instalações diversas.

Fonte: adaptado Klein et al. (1991 apud Vitório2008)

Quadro 2.3 Fator de relevância estrutural

Fator de intensidade (FI)	Situação dos componentes
1	Perfeitas condições, sem lesões estruturais.
2	Boas condições, lesões estruturais leves
3	Razoáveis condições, lesões estruturais toleráveis com pequena perda de resistência.
4	Más condições, lesões graves, gerando significativa insuficiência estrutural.
5	Péssimas condições, lesões muito graves, gerando situação crítica com grane insuficiência estrutural.

Fonte: adaptado Klein et al. (1991 apud Vitório 2008)

Quadro 2.4 Grau de risco

Grau de risco obtido (GR)	Classificação da O.A.E
$GR \leq 1$	Sem problemas
$1 < GR \leq 2$	Baixo
$2 < GR \leq 3$	Médio
$3 < GR \leq 4$	Alto
$4 < GR \leq 5$	Crítico

Fonte: Adaptado Klein et al. (1991 apud Vitório, 2008)

2.8.2.1 GR segundo o autor KLEIN et al. (1991 apud Vitório, 2008)

O grau de risco de acordo com Klein et al. apud Vitorio pode ser obtido através da seguinte equação:

$$GR = \frac{[\sum(FR \times FI)]}{10}, \text{ onde:} \quad (1)$$

GR= grau de risco

FR= fator de relevância

FI= fator de intensidade

Diante dessas informações, no presente estudo, mesclou-se a classificação do DNIT com a classificação de Klein et al. (1991 apud Vitório, 2008), visto que ambas se

completam e avaliam mais minuciosamente as obras. De acordo com o DNIT determinou-se o grau de risco baseado nas inspeções visuais e pelos quadros dos autores determinou-se a classificação de acordo com os resultados obtidos na resolução das equações.

3 METODOLOGIA

3.1 Origem e coleta dos dados

O desenvolvimento desta pesquisa se deu mediante a leitura de artigos científicos relacionados à área de estudo e levantamentos bibliográficos, com enfoque

nos temas de falhas construtivas, patologias, pontes, viadutos, influência do meio ambiente nas estruturas e classificação das estruturas quanto ao Grau de Risco.

Considerando as patologias e seus riscos, realizou-se inspeções visuais nas pontes e viaduto em vias urbanas na cidade de Caratinga- MG, identificando e analisando as principais patologias (fissuras, desagregação do concreto, falhas na pista de rolamento, falhas na instalação de drenagem, corrosão e carbonatação), criando assim, um amplo acervo fotográfico das mesmas.

Foram analisadas 08 obras de arte, as quais serão nomeadas na tabela 4.1 com as suas respectivas extensões e localizações.

Tabela 3-1 Tabela de extensão e localização das obras analisadas

OBRAS ANALISADAS	EXTENSÃO(m)	LOCALIZAÇÃO
Ponte 1	25	R. Dona Julica
Ponte 2	23	Trav. Ant. Fernandes
Ponte 3	23,5	Trav. Cel Ferreira Santos
Ponte 4	23,5	Trav. João Coutinho
Ponte 5	26	Praça Dom Pedro II
Ponte 6	17	Av. João Caetano do Nasc.
Ponte 7	30	Av. Dário Grossi
Viaduto 1	33	Sobre a Av. Cat. Cimine

Fonte: Os autores, 2018

Com as informações individuais coletadas de cada obra analisada, faz-se necessário produzir um relatório, descrevendo as características principais, juntamente com o acervo fotográfico, as patologias identificadas e a classificação quanto ao GR.

Em estruturas de acesso viável, onde a área desgastada do concreto apresente armadura exposta, desenvolveu-se o ensaio de carbonatação,

3.2 Vistorias e seus métodos

As inspeções visuais realizadas serão referenciadas segundo a Norma DNIT-010/2004-PRO “Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido- Procedimento.”, a qual apresenta no anexo A as fichas de inspeções com as informações de tráfego, características estruturais e planialtimétricas, condições de conservação, data de construção, dados de projeto, dentre outros.

Já o anexo B da norma, apresenta a ficha com as estruturas separadas e enumeradas de um a cinco com as respectivas patologias ao lado. Este anexo que servira de referencia para identificar o GR, pois é nele que são anotadas e marcadas as patologias.

Diante disto, neste estudo, preencheu- se somente o anexo B, visto que este é de maior relevância para o trabalho. Além disso, os autores não tiveram acesso às informações históricas e cadastrais da obras inspetoradas, o que dificulta o preenchimento do anexo A.

Os dados coletados serão transmitidos para a ficha, para que ao final da avaliação, seja possível classificar as estruturas de acordo com o GR. Ao decorrer da pesquisa, não se obteve as fichas de inspeções antigas, visto que as obras não sofriam inspeções rotineiras, ou até mesmo nenhum tipo de inspeção.

De acordo com a Norma DNIT-010/2004-PRO as inspeções podem ser classificadas como:

- **Inspeção Cadastral:** é um tipo de inspeção realizada obrigatoriamente assim que uma ponte é construída, a qual deve ser detalhada e altamente documentada. Ela é um referencial para as futuras inspeções e sempre que houver reformas nas estruturas uma nova deve ser realizada. No caso da não localização de uma ficha cadastral, em uma inspeção rotineira, deve- se criar uma nova ficha e realizar a inspeção cadastral.
- **Inspeção extraordinária:** é uma inspeção emergencial, não prevista, para analisar danos causados pelo homem ou pela natureza.

- Inspeção especial: é uma inspeção visual detalhada, realizada periodicamente, geralmente em intervalos menores que cinco anos, visando analisar os danos identificados na vistoria rotineira.

- Inspeção rotineira: é uma inspeção realizada periodicamente de dois em dois anos, onde analisa-se a atual situação da obra e a evolução dos danos analisados em inspeções anteriores.

Diante da análise das obras, e concluindo que as mesmas não sofriam inspeções rotineiras, optou-se por fazer uma ficha cadastral e realizar-se, portanto, uma inspeção cadastral, pois a última avalia mais pormenorizadamente a estrutura.

Após o preenchimento das fichas, utilizando as tabelas do método de cálculo do GR de acordo com Klein et al. (1991 apud Vitório 2008), determina-se outro fator de grau de risco para uma posterior análise e comparação.

3.3 Instrumento de coletas de dados e materiais utilizados

Os instrumentos de pesquisa serão as obras de arte especiais analisadas, que terão os dados coletados in loco através do uso de pranchetas com as fichas cadastrais anexadas e um aparelho celular que auxiliou nos registros fotográficos.

Logo após a coleta de dados, as anotações serão transferidas para um computador, para a produção dos relatórios.

Para avaliar as superfícies que apresentam armadura exposta, será realizado o ensaio de carbonatação com o indicador de ph fenolftaleína.

3.4 Comparação e agrupamento dos dados para a obtenção dos resultados

Agrupando-se os dados das fichas de inspeção, torna-se possível a comparação e análise das patologias mais recorrentes das estruturas.

Classificando-as de acordo com o GR, analisa-se as condições de estabilidade de cada uma e faz-se uma comparação e relatividade das patologias identificadas.

Por fim, através de gráficos, faz-se uma análise quantitativa das patologias, identificando o caso crítico dentre as obras.

4 ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DAS PONTES E IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS

A seguir, apresenta-se os relatórios individuais de cada obra inspecionada na zona urbana da cidade de Caratinga, Minas Gerais, juntamente com um amplo acervo fotográfico e suas características principais. Posteriormente, serão calculados neste capítulo, através da fórmula de Klein et al. (1991 apud Vitório, 2008), os graus de risco das estruturas.

4.1 Ponte 1

A ponte 1 localiza-se na Rua Dona Julica, próxima aos pontos de acesso de diversos colégios da cidade e próxima a via que dá acesso a BR-116. Ela apresenta um vão de 25 metros e principalmente nos horários de pico, ela sofre com o intenso tráfego como mostrado na figura 4.1.

Figura 4.1 Fluxo da rua Dona Julica nos horários de pico da ponte 1



Fonte: Os autores, 2018

A ponte apresenta um evidente deslocamento do concreto e exposição da armadura, (Figura 4.2 e Figura 4.3), além disso, na parte inferior do tabuleiro e nas laterais da ponte, identificou-se o surgimento de lodos, os quais segundo Verçoza (1991 apud da Paz, 2016) são ocasionados devido à umidade e infiltrações, principais colaboradores no surgimento de eflorescência, lodos e ferrugens, além de ser considerada uma das patologias de mais difícil correção.

Figura 4.2 Deslocamento do concreto e exposição da armadura na ponte 1



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.3 Evidente exposição da armadura na parte inferior lateral do tabuleiro na ponte 1



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.4 Infiltrações na parte inferior da ponte 1



Fonte: Os autores, 2018

4.2 Ponte 2

A ponte 2 situa-se na Travessa Antônio Fernandes, a qual interliga a rua Coronel José Maria Fernandes à praça Coronel Rafael Silva Araújo, conhecida popularmente como Praça da Estação. Por ser uma obra antiga a ponte é estreita, com apenas 6 metros de largura, o que limita a sua utilização apenas a passagem de carros, ônibus e pedestres. Visualmente, a obra analisada apresenta poucas patologias e as identificadas conforme as figuras 4.5 e 4.6 são os lodos e as eflorescências as quais são acarretadas pelo processo de infiltração o qual acelera a degradação do concreto e a exposição das armaduras, deixando a mais propensa à corrosão (FIGURA 4.7) (VERÇOZA, 1991 apud DA PAZ, 2016).

Figura 4.5 Lodos no guarda corpo na ponte 2



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.6 Desagregação do concreto e exposição da armadura na ponte 2



Fonte: Os autores, 2018

Na parte inferior da ponte, trincas foram identificadas além da desagregação do concreto juntamente com a incidência de infiltrações.

Figura 4.7 Trincas, desagegação do concreto e infiltrações na parte inferior da ponte
2



Fonte: Os autores, 2018

4.3 Ponte 3

A ponte 3 localiza-se na travessa Coronel Ferreira Santos, interligado a rua Raul Soares à rua João Pinheiro.

Embora seja de pequeno porte, a estrutura apresenta muitas patologias, as quais serão relatadas abaixo.

O pavimento encontra-se bem deteriorado devido à abrasão mecânica, ocasionada pelo atrito dos veículos com o pavimento, fator que não proporciona um tráfego seguro e acarreta irregularidades na pista de rolamento (GIOVANETTI, 2014). Além disso, patologias evidentes nas juntas entre os acessos e a ponte podem ser observadas conforme as figuras 4.8, 4.9.

Figura 4.8 Desagregação da pavimentação do tabuleiro na ponte 3



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.9 Aberturas excessivas nas juntas de encontro na ponte 3



Fonte: Os autores, 2018

O guarda corpo apresenta degradação do concreto e armaduras expostas são perceptíveis.

Figura 4.10 Patologias no guarda corpo na ponte 3



Fonte: Os autores, 2018

4.4 Ponte 4

Localizada na travessa João Coutinho, a Ponte 4 auxilia na interligação da rua Raul Soares com a rua João Pinheiro. Construída em concreto armado, a estrutura possui escoras laterais com sacos de areia.

Analisando a parte inferior da mesma, identificou-se armaduras expostas e desgaste da pasta de cimento.

Figura 4.11 Escoras laterais com sacos de areia na ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.12 Desgaste da pasta de cimento e armaduras exposta na ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Nas partes laterais, infiltrações e mofos são perceptíveis. Nas juntas entre o acesso e o tabuleiro e entre o tabuleiro e a calçada, aberturas excessivas foram identificadas, o que ocasiona infiltrações na estrutura, irregularidades e desconforto no tráfego. Além disso, se medidas corretivas não forem tomadas, a abertura tende a se tornar ainda mais excessiva, trazendo risco aos usuários (VITÓRIO, 2008).

Figura 4.13 Infiltração na lateral da ponte da ponte 4



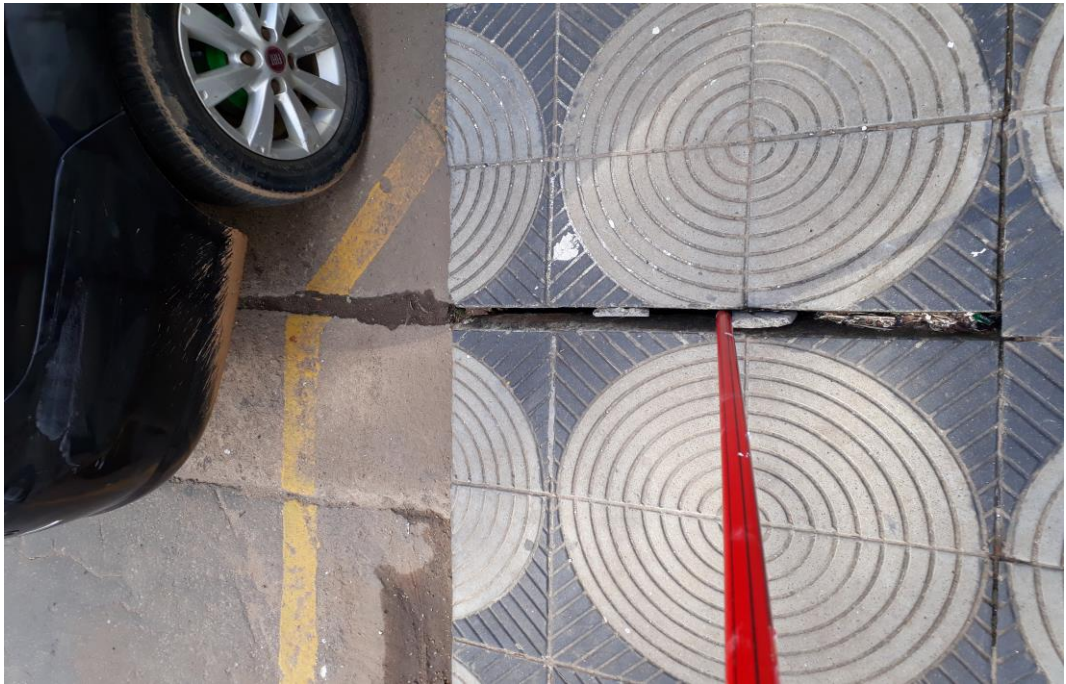
Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.14 Ruptura da junta de encontro da ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.15 Abertura excessiva nas juntas de encontro da ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.16 Abertura excessiva nas juntas entre o tabuleiro e a calçada na ponte 3



Fonte: Os autores, 2018

O tabuleiro apresenta uma deterioração asfáltica devido à abrasão mecânica causada devido o atrito do pneu com o pavimento e no guarda corpo, trincas, fissuras e uma inicial exposição da armadura foram identificadas.

Figura 4.17 Deterioração asfáltica na ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.18 Fissuras no guarda corpo da ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.19 Exposição da amadura na parte inferior lateral da passarela na ponte 4



Fonte: Os autores, 2018

4.5 Ponte 5

Construída sobre o rio Caratinga na rua Dr. José de Paula Maciel, a ponte 5 denominada oficialmente como Ponte Governador Clovis Salgado tem um fluxo de veículos intenso devido a sua localização central.

Analisando sua estrutura, identificou-se um severo desgaste da pasta de cimento (bicheira) e trincas na cabeceira da ponte, expondo as britas utilizadas na construção. Além disso, lodo causado pelas infiltrações também são perceptíveis.

As fissuras, de acordo com Pinheiro (2018), contribuem para o surgimento das infiltrações além de acelerar a degradação do concreto, se medidas corretivas não forem providenciadas.

Figura 4.20 Desgaste da pasta de cimento na ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.21 Lodo e infiltração na parte inferior da ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

No guarda corpo é possível notar a exposição da armadura devido ao deslocamento do concreto. Embora os guardacorpos não apresentem características estruturais, manutenções são necessárias, pois eles protegem a estrutura e os veículos no caso de um acidente de trânsito (PINHEIRO, 2018).

Figura 4.22 Exposição da armadura no guarda corpo da ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

Entre o pavimento e o tabuleiro da rua aberturas foram identificadas, as quais são extremamente excessivas, tornando-se possível visualizar sobre elas o rio abaixo do tabuleiro.

Figura 4.23 Ruptura da junta de encontro na ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.24 Aberturas excessivas nas juntas de encontro da ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.25 Degradação excessiva da junta de encontro da ponte 5



Fonte: Os autores, 2018

Conforme demonstrado na figura 4.26 na parte inferior lateral do guarda corpo identificou-se exposição das armaduras e a desagregação do concreto.

Figura 4.26 Desagregação do concreto e exposição da armadura na ponte 5

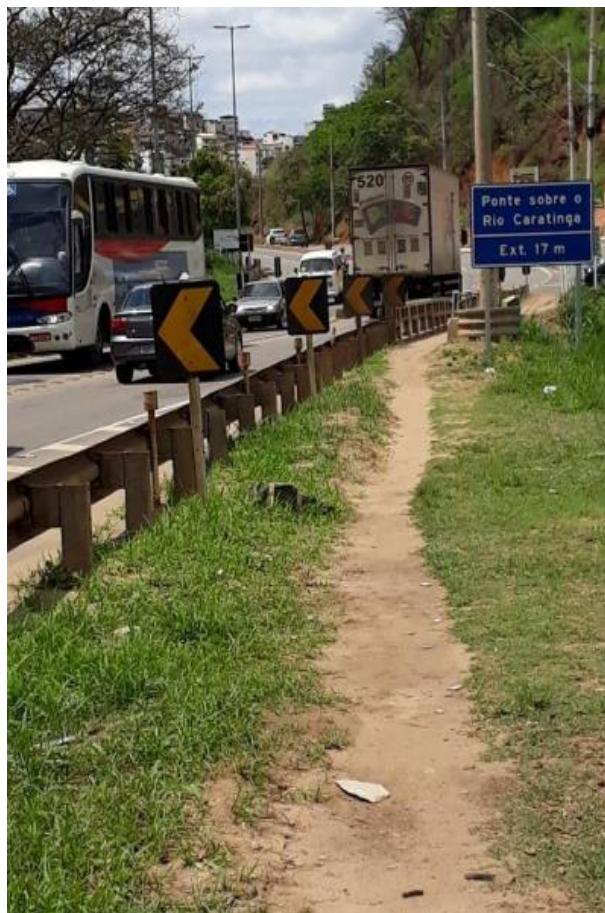


Fonte: Os autores, 2018

4.6 Ponte 6

Localizada em um trecho da BR- 116, principal ligação entre o estado do Rio de Janeiro e o estado da Bahia, a ponte 6 conta com um fluxo intenso e constante de veículos de passeio e veículos de grande porte e cargas pesadas(Figura 4.27).

Figura 4.27 Fluxo da BR-116 sobre a Ponte 6



Fonte: Os autores, 2018

Na parte superior do tabuleiro, é possível identificar um desgaste no asfalto devido a abrasão mecânica (Figura 4.28). Já na parte inferior da passarela e nos guarda- corpos, nota- se uma inicial exposição e corrosão da armadura e deslocamento do concreto.

A corrosão da armadura desencadeia uma série de patologias como a desagregação da camada de concreto que envolve a armadura devido a oxidação, fissuras devido a continua desagregação e perda de aderência entre o aço e o concreto (SOUZA E RIPPER, 1998).

Figura 4.28 Desgaste asfáltico na ponte 6



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.29 Corrosão da armadura na ponte 6



Fonte: Os autores, 2018

4.7 Ponte 7

Localizada entre a Avenida Dario Grossi e a BR- 116, a sétima ponte conta com um intenso fluxo de automóveis e pequenos caminhões por estar próximas a galpões comerciais da região e por dar acesso direto a BR-116.

Na parte superior do tabuleiro, observou- se um severo desgaste do pavimento e entre o tabuleiro e o pavimento da avenida observou- se uma pequena diferença de nível conforme evidencia a figura 4.30, o qual compromete a segurança do tráfego, causando desconforto e insegurança aos usuários, além de diminuir a vida útil da pavimentação (VITÓRIO, 2008).

Figura 4.30 Desgaste do pavimento na ponte 7



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.31 Desnível entre o tabuleiro e o pavimento na ponte 7



Fonte: Os autores, 2018

Na parte inferior do tabuleiro, nota-se o desgaste na pasta de cimento juntamente com a exposição da britas, deslocamento e exposição das armaduras.

Figura 4.32 Desgaste da pasta de cimento e exposição da armadura da ponte 7



Fonte: Os autores. 2018

Na análise do guarda corpo da estrutura foram identificadas trincas e fissuras, que possivelmente foram as causas iniciais de uma infiltração que ocasionou o lodo nas partes laterais externas do mesmo (FIGURA 4.33 E FIGURA 4.34). Além disso, na sua parte interna uma grande exposição e desagregação do concreto são perceptíveis.

Figura 4.33 Lodos na parte lateral do guarda corpo da ponte 7



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.34 Fissuras no guarda corpo da ponte 7



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.35 Armadura exposta no guarda corpo na ponte 7



Fonte: Os autores, 2018

4.8 Viaduto

De extrema importância nacional e regional, o viaduto analisado, intercepta a BR-116 contando com a passagem de veículos leves e pesados.

Na parte inferior da laje da passarela identificou-se o deslocamento do concreto o qual de acordo com Souza e Ripper (1998) é derivado da expansão do ferro logo que oxida-se. Verificou-se também a exposição e a corrosão da armadura (Figura 4.35).

Figura 4.36 Deslocamento do concreto e exposição da armadura no viaduto



Fonte: Os autores, 2018

As juntas de dilatação não apresentam selagem com material elástico ou nenhum outro material, e a falta deste, não possibilita que as juntas cumpram seu papel com eficiência e não assegura que a movimentação da ponte sobre as juntas seja executada sem causar danos e impactos agravantes, estando em aberto, o que contribui para a formação das patologias, como a degradação do concreto, corrosão e exposição da armadura (AHRENS, 2015 apud CARVALHO, 2016).

Figura 4.37 Patologias nas juntas de dilatação no viaduto



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.38 Exposição e corrosão da armadura na junta de dilatação no viaduto



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.39 Aberturas excessivas das juntas de dilatação no viaduto



Fonte: Os autores, 2018

Fissuras foram identificadas na parte inferior da laje do tabuleiro, conforme a figura 4.40.

Figura 4.40 Fissuras na parte inferior da laje do tabuleiro no viaduto



Fonte: Os autores, 2018

As bases dos pilares apresentam um exorbitante deslocamento do concreto e uma severa exposição da armadura, o que representa um dos fatores mais agravantes que podem levar uma determinada obra a ruptura (VITÓRIO, 2008).

Figura 4.41 Deslocamento e exposição da armadura na base do pilar do viaduto



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.42 Fissuras, deslocamento e exposição da armadura na base do pilar do viaduto



Fonte: Os autores, 2018

4.9 Resultados obtidos nos ensaios de carbonatação

4.9.1 Ensaio de carbonatação na ponte 1

O ensaio foi realizado na parte inferior lateral do tabuleiro e como mostram as imagens abaixo, após o experimento a superfície aparentou um leve rosado, o que indica que a estrutura se encontra carbonatada

Figura 4.43 Superfície da ponte 1 antes do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.44 Superfície da ponte 1 após o ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.2 Ensaio de carbonatação na ponte 2

Na segunda ponte, o ensaio foi realizado na parte lateral inferior do tabuleiro, e a superfície apresentada carbonatou, pois antes e depois do ensaio ela não alterou a coloração.

Figura 4.45 Superfície da ponte 2 antes do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.46 Superfície da ponte 2 após o ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.3 Ensaio de carbonatação na ponte 3

Na ponte 3, o ensaio foi realizado na viga principal, e após o ensaio machas rosadas foram surgindo, concluindo-se, portanto, que a superfície não carbonatou.

Figura 4.47 Superfície da ponte 3 antes do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.48 Superfície da ponte 3 depois do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.4 Ensaio de carbonatação na ponte 4

No ensaio desenvolvido na parte lateral inferior do tabuleiro da ponte 4, constatou-se que a superfície encontra-se carbonatada, pois não houve o surgimento de coloração rosada.

Figura 4.49 Superfície da ponte 4 antes do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.50 Superfície da ponte 4 depois do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.5 Ensaio de carbonatação na ponte 5

Na viga principal da ponte 5, que apresenta a exposição da armadura, realizou-se o ensaio de carbonatação e constatou-se que a superfície não encontra carbonatada.

Figura 4.51 Superfície da ponte 5 depois do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.6 Ensaio de carbonatação na ponte 7

Realizou-se o ensaio, na parte inferior do tabuleiro e a superfície analisada carbonatou.

Figura 4.52 Superfície da ponte 7 depois do ensaio



Fonte: Os autores, 2018

4.9.7 Ensaio de carbonatação no Viaduto

No viaduto, o ensaio de carbonatação foi realizado em dois dos seus pilares e ambos apresentaram superfícies não carbonatadas.

Figura 4.53 Superfície do viaduto depois do ensaio no primeiro pilar



Fonte: Os autores, 2018

Figura 4.54 Superfície do viaduto depois do ensaio no segundo pilar



Fonte: Os autores, 2018

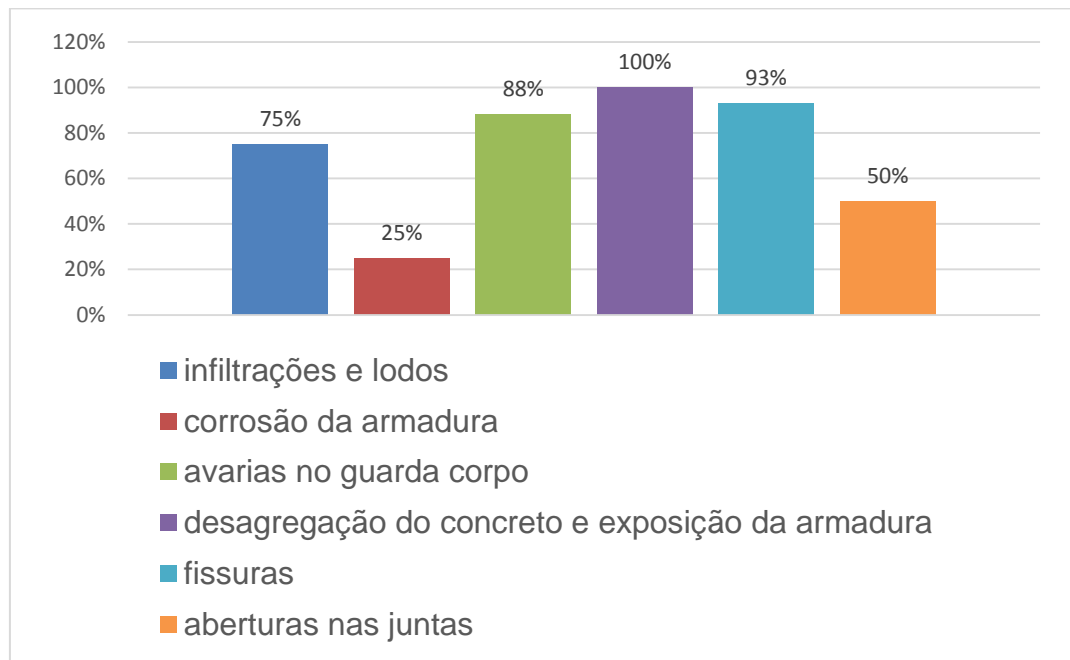
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Realizando- se o levantamento nas pontes da cidade de Caratinga, Minas Gerais, constatou- se que 12,5% delas podem ser consideradas pontilhões e 87,5% podem ser denominadas pontes, pois já apresentam vãos maiores que 10 metros de comprimento.

A idade delas não foi localizada nem determinada, porém com as inspeções realizadas constatou- se que nenhuma delas sofria inspeções rotineiras.

Quanto às patologias identificadas visualmente observou- se, que 100% das estruturas apresentam exposição da armadura e desagregação do concreto, porém, apenas 25% delas desenvolveram a corrosão da armadura. 75% apresentam infiltrações e lodos, e nos guarda- corpos, as patologias mais identificadas foram:trincas (87,5%) e a desagregação do concreto juntamente com a exposição da armadura (62,5%).

Figura 5.1 Distribuição das porcentagens das patologias identificadas



Fonte: Os autores, 2018

Neste capítulo, apresenta-se também, os resultados obtidos nos ensaios de carbonatação desenvolvidas em todas as obras analisadas, exceto na ponte 6, devido ao difícil acesso as áreas desgastadas.

Em seguida, através de gráficos e tabelas relaciona-se e compara-se os resultados encontrados durante a pesquisa, quanto ao grau de risco e quanto a quantificação de patologias.

5.1 Análise das inspeções e do ensaio de carbonatação

De acordo com as verificações constatadas nas fichas de inspeção, a exposição da armadura, patologia verificada em todas as obras analisadas, é o ponto inicial para uma dos problemas mais agravantes em obras de arte, a oxidação, fenômeno químico que pode levar uma estrutura à ruína de forma abrupta (EMERICK, 2005 apud SARTORTI, 2008).

As juntas de encontro apresentam patologias, que se não passarem por manutenções rapidamente, tendem a avançar seu estado de deterioração, comprometendo a estabilidade da estrutura, não assegurando assim, um tráfego seguro aos usuários.

As fissuras, presentes em 93% das obras analisadas, acarretam infiltrações, principal agente acelerador dos fenômenos de desagregação e exposição das armaduras, além de contribuir para o aparecimento de lodos e eflorescências (VERÇOZA, 1991 apud DA PAZ, 2016).

Na inspeção e análises dos guarda corpos, observou-se que praticamente na sua totalidade, patologias foram identificadas. Mesmo diante de uma problemática que não afere diretamente risco a estrutura, os guardas corpos necessitam estar conservados para proporcionar um tráfego seguro.

Analisando o ensaio de carbonatação realizado em sete, das oito obras inspecionadas, verificou-se que 57,14% apresentam superfícies carbonatadas o que contribui para a despassivação da armadura, deixando-a mais propícia a oxidação (HELENE, 1993). Constatou-se também, que a presença de carbonatação foi

identificada nas obras com sinais infiltrações, o que evidencia o fatorrelativo entre umidade no ambiente e carbonatação na estrutura (RAISDORFER et al.,2015).

5.2 Comparativo dos graus de riscos analisados

No quadro abaixo, relatou- se algumas características principais das obras com os seus respectivos GR's, para uma posterior análise e comparação.

Quadro 5.1Comparativo dos GR's

Obra	GR (DNIT)	GR (KLEIN et al.)	Clas. DNIT	Clas. KLEIN et al.
Ponte 1	4	1,425	Obras sem problemas importantes	Baixo
Ponte 2	4	1,425	Obras sem problemas importantes	Baixo
Ponte 3	3	2,75	Obra potencialmente problemática	Médio
Ponte 4	3	2,97	Obra potencialmente problemática	Médio
Ponte 5	2	2,8	Obra problemática	Médio
Ponte 6	4	1,5	Obras sem problemas importantes	Baixo
Ponte 7	4	1,75	Obras sem problemas importantes	Baixo
Viaduto	2	3,175	Obra problemática	Alto

Fonte: Os autores, 2018

Analisando o quadro dos resultados obtidos pelas classificações quanto ao grau de risco, verifica-se que tanto a de Klein et al., quanto a do DNIT, indicam uma situação semelhante. Comparando-se as duas, verifica-se que as obras com classificação sem problemas importantes do DNIT equivale a classificação de baixo grau de risco de Klein et al., e as classificadas como obras potencialmente problemáticas e obras problemáticas segundo o DNIT equivalem ao grau de risco médio de Klein et al.

O diferencial, é que uma obra considerada problemática de acordo com o DNIT, calculando – se o grau de risco de Klein obtém-se também, o grau de risco alto. Essas pequenas diferenças acontecem, pois o GR obtido através da equação é mais preciso do que GR obtido através das inspeções visuais.

Realizando-se o cálculo da média aritmética dos fatores de GR, obtém-se um GR de 3,25, o que representa que a maioria das obras observadas são obras potencialmente problemáticas, com uma condição de estabilidade boa aparentemente, mas com evoluções que devem ser acompanhadas através de inspeções rotineiras, para não agravar o quadro atual.

Duas das obras analisadas apresentam um grau de risco alto, sendo elas a ponte 5 e o viaduto, e se postergar demais o sistema de recuperação e manutenção da ponte a obra pode entrar em um estado crítico, comprometendo a vida útil da estrutura.

6 CONCLUSÕES

Visto que as obras de arte são de extrema importância para o desenvolvimento urbano, garantindo um fluxo intenso e fluente, o presente estudo, através das fichas de inspeções cadastrais e das análises dos GR' s no município de Caratinga/ MG, relatou as patologias mais recorrentes identificadas, analisando as estruturas em seu estado atual.

Mesmo diante de um meio ambiente não agressivo na região de Caratinga, as obras sofrem com as degradações naturais e um dos fenômenos observados em 57% das estruturas analisadas foi a carbonatação, fenômeno que acelera a corrosão da armadura e a degradação da estrutura.

Foram identificadas patologias em todas as obras inspecionadas e observou-se que na sua totalidade manutenções periódicas não são realizadas. Observou-se também, comparando as manifestações patológicas, que a degradação do concreto juntamente com a exposição da armadura foram as patologias mais encontradas e que a presença de umidade acelerou bem o processo e a incidência das patologias.

Diante da analítica do trabalho de não propor soluções ou qualquer tipo de intervenção nas obras, o estudo limitou-se a criar fichas de inspeção cadastrais para quantificar as patologias mais recorrentes, para uma possível alerta aos órgãos responsáveis da importância de um bom mapeamento e de manutenções sistemáticas para que o nível de degradação da estrutura não continue evoluindo.

Os resultados obtidos na criação e sistematização das fichas de inspeção proporcionam aos órgãos públicos uma metodologia de pesquisa que relate dados importantes referentes à situação das pontes e viadutos, obtendo resultados para avaliar a prioridade das estruturas de acordo com o serviço de manutenção, para que os mesmos apresentem soluções viáveis à serem providenciadas.

Portanto, mediante os ensaios comparativos, verificou-se a extrema necessidade de manutenção nas obras analisadas, principalmente na Ponte 5 e no Viaduto visto que estas foram as que obtiveram maior grau de risco e maior incidência de manifestações patológicas agravantes.

Para os trabalhos futuros com a mesma linha de pesquisa, sugere-se a realizações de fichas de inspeções rotineiras, para dados comparativos, caso medidas corretivas ainda não tenham sido realizadas e sugere-se também a criação de um dado estatístico estimativo de custos de intervenção em obras de arte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.J. O. J. *Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco*. 1998. Dissertação de mestrado. Porto Alegre, 1998
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188: Cargamóvel rodoviária e de pedestre em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. São Paulo, 2013.
- BEZERRA, Roberto de Araújo. *Detecção de falhas em rolamentos por análise de vibração*. 2004. Campinas, 2004.
- BRANDÃO, A. M. S. *Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto*. 1998. Dissertação de mestrado, São Carlos, 1998.
- BRASIL. *Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico*. Divisão de Capacitação Tecnológica. Manual de projeto de obras-de-arte especiais. 1980. Rio de Janeiro, 1980.
- CORDEIRO, João Gonçalo Paulo - *Aparelhos de apoio em pontes: vida útil e procedimentos de substituição*. 2014. Dissertação de mestrado. Lisboa, 2014.
- DNIT-.010. *Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento*. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Rio de Janeiro, 2004.
- EL DEBS M.K.; TAKEYA, T. *Introdução às pontes de concreto. Texto provisório de apoio à disciplina de pontes*. SET 412. (Apostila). 2010. São Carlos, 2010.
- GIOVANNETTI, Ana Carolina V. P. *Avaliação do estado de conservação de pontes – Estudo de caso*. 2014. 130 p. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Santa Catarina, 2014.

GONÇALVES, E. A. B.– *Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações*. 2015. Projeto de graduação, Rio de Janeiro, 2015.

HELENE, P. R. L – *Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado*. 1993. Tese apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1993.

LANER, F. J.– *Manifestações patológicas nos viadutos, pontes e passarelas do município de Porto Alegre*. 2001. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, 2001.

LIMA, J.M.; BRITO, Jorge. *Causas de anomalias em juntas de dilatação de obras de arte rodoviárias*. Artigo. Lisboa, 2007.

MARCHETTI, Osvaldemar. *Pontes de concreto armado*. 2008. São Paulo: Blucher, 2008.

MENEZES, R.R., et al – *Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção – revisão*. Recife, 2006.

NYKIEL, T.P.; LIMA, M.G. – *Avaliação da influencia de parâmetros ambientais na corrosão das armaduras: dados do IETCC*. São José dos Campos, 2008.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. *Levantamento de causas de patologias na Construção Civil*. Projeto de graduação, Rio de Janeiro, 2013.

PINHEIRO, C. N. P. et al. – *Análise de Manifestações Patológicas em um Viaduto Localizado no Centro da Cidade de Belém-PA*. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 2018. Rio de Janeiro, 2018.

Pontes de Coalbrookdale. Disponível em: <<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/coal.htm>>. Acesso em: 01 maio 2018.

RAISDORFER, Janderson William. *Influência da adição ou substituição de adições minerais ao cimento Portland : efeitos na carbonatação, absorção capilar e resistividade de concretos*. 2015. Curitiba, 2015.

ROCHA, B.S – *Manifestações Patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado*. Monografia de especialização. Belo Horizonte, 2015.

- SARTORTI, Artur Lenz – *Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas* – SP. Dissertação de mestrado, Campinas, 2008.
- SOUZA, V. C.; RIPPER, T. *Análise das Manifestações Patológicas Identificadas na Ponte Sobre o Rio Tocantins, Porto Nacional – TO*. São Paulo, 1998.
- TRINDADE, Luiz Gustavo Cruz. *Análise estrutural de vigas treliçadas de aço com mesa de concreto*. 2015. 176 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho Faculdade de Engenharia, 2015.
- VITÓRIO, J. A. P – *Pontes Rodoviárias: fundamentação, conservação e gestão*. Recife, CREA-PE, 2002.
- VITÓRIO, J. A. P. – *Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Perícias de Engenharia*. Apostila do Curso de Patologia das Estruturas e Perícias de Engenharia – Ministrado para o IPEAPE, Recife, 2003.
- VITÓRIO, J. A. P. – *Pontes e viadutos rodoviários: Conceituação, Conservação, Segurança e Reforço estrutural*. Apostila da disciplina Reforço e Recuperação de Pontes e viadutos, Recife, 2015.
- COSTA, George Silva – *Alinhamento estratégico em construtoras cearenses*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Fortaleza, 2010.
- AZEVEDO. Minos Trocoli. et al. *Concreto: Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Ibracon, 2011. 1902p, v.2.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. *Manual de projeto de obras-de-arte especiais* - Rio de Janeiro, 1996.
- DA PAZ ET AL., L. A. F. *Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas* – Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental- Santa Maria, 2016.
- VITÓRIO, J. A. P. – *Avaliação do grau de risco estrutural de pontes rodoviárias de concreto- Pós graduação-* Recife, 2008.

CARVALHO ET AL., D. I. – Análise das Manifestações Patológicas Identificadas na Ponte Sobre o Rio Tocantins, Porto Nacional – TO.- IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas..- Rio,2016.

ANEXO A

Os dados a seguir são resultados das resoluções das equações de acordo com Klein et al. apud Vitório para o auxílio na classificação quanto ao GR.

Cálculo do GRda Ponte 1

$$GR = \frac{[(5 \times 1) + (2,5 \times 2) + (1,5 \times 1) + (0,75 \times 3) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 1,425$$

Cálculo do GR da ponte 2

$$GR = \frac{[(5 \times 1) + (2,5 \times 2) + (1,5 \times 1) + (0,75 \times 3) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 1,425$$

Cálculo do GR da ponte 3

$$GR = \frac{[(5 \times 1) + (2,5 \times 4) + (1,5 \times 3) + (0,75 \times 1) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 2,75$$

Cálculo do GR da ponte 4

$$GR = \frac{[(5 \times 3) + (2,5 \times 3) + (1,5 \times 4) + (0,75 \times 1) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 2,97$$

Cálculo do GR da ponte 5

$$GR = \frac{[(5 \times 3) + (2,5 \times 2) + (1,5 \times 4) + (0,75 \times 2) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 2,8$$

Cálculo do GR da ponte 6

$$GR = \frac{[(5 \times 1) + (2,5 \times 2) + (1,5 \times 2) + (0,75 \times 2) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 1,5$$

Cálculo do GR da ponte 7

$$GR = \frac{[(5 \times 1) + (2,5 \times 3) + (1,5 \times 2) + (0,75 \times 2) + (0,25 \times 2)]}{10}$$

$$GR = 1,75$$

Cálculo do GR do viaduto

$$GR = \frac{[(5 \times 3) + (2,5 \times 4) + (1,5 \times 3) + (0,75 \times 2) + (0,25 \times 3)]}{10}$$

$$GR = 3.175$$

ANEXO B

Anexo referente às fichas de inspeções cadastrais de acordo com a Norma DNIT-010/2004-PRO.

Ficha de inspeção cadastral da Ponte 1

OAE: Código: _____ Nome: POUNTE 1 BR - ____ / ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 30/03/2008 Inspeção: DNIT / Residência: DOVA SUUCA Outra Entidade: _____

COMENTÁRIOS GERAIS

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

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: _____

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

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

NOTA TÉCNICA
4

/Anexo B (continuação)

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (normativo)

CONTINUAÇÃO PONTE 1

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

4. INFRAESTRUTURA	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas			

5. PISTA / ACESSO	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade		
	<input type="checkbox"/> Grande Extensão		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Falhando/Inoperante		
	<input type="checkbox"/> Muito Problemática		
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Degrau Acentuado		
	<input type="checkbox"/> Concordância Problem.		
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Frequente		
	<input checked="" type="checkbox"/> Eventual		

ESQUEMAS

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (continuação)

Ficha de inspeção cadastral da Ponte 2

OAE: Código: _____ Nome: Ponte 2 BR - ____ / ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 30/03/18 Inspeção: DNIT / Residência: TRAV. ANTONIO FERRE Outra Entidade: _____

COMENTÁRIOS GERAIS

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

NOTA TÉCNICA	4
-----------------	---

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

--	--

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) <input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input type="checkbox"/> É Iminente		
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Marcações de Infiltração <input type="checkbox"/> Forte	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade			
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

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

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (normativo)

/Anexo B (continuação)

CONTINUAÇÃO PARTE 2

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

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
4. INFRAESTRUTURA			
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
5. PISTA / ACESSO			
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input type="checkbox"/> Grande Extensão		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Falhando/Inoperante <input type="checkbox"/> Muito Problemática		
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Grau Acentuado <input type="checkbox"/> Concordância Problem.		
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Freqüente <input checked="" type="checkbox"/> Eventual		

ESQUEMAS

Ficha de inspeção rotineira expedita

Anexo B (continuação)

/Anexo C

Ficha de inspeção cadastral da Ponte 3

OAE Código: _____ Nome: POTE 3 BR - ____ / ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 20/03/18 Inspeção: DNT / Residência: TRAI CEI FER SAUN Outra Entidade: _____

- 8) Condições de Estabilidade: Boa Suf. vel Precária Condições de Conservação: Boa Regular Suf. vel Ruim
 9) Nível de Vibração do Tabuleiro: Normal Intenso Exagerado
 e) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas): Necessária? SIM NÃO Urgente? SIM NÃO
 Já houve alguma alteração? SIM NÃO

NOTA Técnica	3
--------------	---

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

(Anexo B (continuação))

1. LULA	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura)	<input checked="" type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não existe		
Armadura Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muito Irregular <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras	<input type="checkbox"/> Fone Infiltração <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Manchas de Infiltração	<input type="checkbox"/> Fone <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		
Cobrimento			

2. VIGAMENTO PRINCIPAL	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Fissuras Fines	<input checked="" type="checkbox"/> Algumas <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Tirantes (fissuras w<0,5mm)	<input type="checkbox"/> Algumas <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Armadura Principal	<input checked="" type="checkbox"/> Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada		
Desagreg. de Concreto	<input type="checkbox"/> Muito Intenso <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Dente Garbier	<input type="checkbox"/> Qualidade/Regular <input type="checkbox"/> Tiroado		
Deformação (Flecha)	<input type="checkbox"/> Exagerada		
Aspectos do Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (normativo)

Ficha de inspeção cadastral da Ponte 4

OAE: Código: _____ Nome: **PONTE 4** BR - _____ / _____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: **30/03/18** Inspeção: DNIT / Residência: **TRAV JOÃO COELHO** Outra Entidade: _____

COMENTÁRIOS GERAIS

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

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: _____

NOTA TÉCNICA	3
-----------------	---

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) <input checked="" type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> É Inibente		
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras <input checked="" type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Markas de Infiltração <input checked="" type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade			
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

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

/Anexo B (continuação)

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (normativo)

CONTINUAÇÃO PONTE 4

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
3. MESOESTRUTURA			
Armadura Exposta	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência <input type="checkbox"/> Muita Intensidade		
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras	<input type="checkbox"/> Forte Infiltração <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência <input type="checkbox"/> Danificado <input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aparelho de Apoio	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		
Aspecto do Concreto	<input type="checkbox"/> Ausente/Pouco		
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente/Pouco		
Desaprimo	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocabilidade dos Pilares	<input type="checkbox"/> Forte		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
4. INFRAESTRUTURA			
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
5. PISTA / ACESSO			
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input checked="" type="checkbox"/> Grande Extensão		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Faltando/Inoperante <input type="checkbox"/> Muito Problemática		
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Degrau Acentuado <input checked="" type="checkbox"/> Concordância Problem.		
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Freqüente <input checked="" type="checkbox"/> Eventual		

ESQUEMAS

Ficha de Inspeção rotineira expedida

Anexo B (continuação)

/Anexo C

Ficha de inspeção cadastral da ponte 5

OAE: Código: _____ Nome: POBRE 5 BR - ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 31/03/2019 Inspeção: DNIT / Residência: R. DR JOSÉ DE FREITAS MACIEL Outra Entidade: _____

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

NOTA TÉCNICA	2
-----------------	---

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: _____

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) <input checked="" type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> Não Existe	<input type="checkbox"/> É Inimite		
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado <input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Marcas de Infiltração <input checked="" type="checkbox"/> Forte <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

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

Ficha de inspeção rolmeira expedita

Anexo B (normativo)

/Anexo B (continuação)

Ficha de inspeção cadastral da Ponte 6

OAE: Código: _____ Nome: Ponte 6 BR - 116 / _____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 31/03/2013 Inspeção: DNIT / Residência: _____ Outra Entidade: _____

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

NOTA TÉCNICA
4

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

/Anexo B (continuação)

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

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

Ficha de inspeção rotineira expedida

Anexo B (normativo)

CONTINUAÇÃO PONTE 6

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

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
4. INFRAESTRUTURA			
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
5. PISTA / ACESSO			
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input type="checkbox"/> Falta de/Inoperante <input type="checkbox"/> Muito Problemática		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Degrau Acentuado <input checked="" type="checkbox"/> Eventual		
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Freqüente		
Acidentes com Veículos			

ESQUEMAS

Ficha de inspeção rotineira expedida
Anexo B (continuação)

/Anexo C

Ficha de inspeção cadastral da ponte 7

OAE: Código: _____ Nome: Ponte 7 BR - ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 31/03/2018 Inspeção: DNT / Residência: AV. DARIO GROSSI Outra Entidade: _____

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

NOTA TÉCNICA
4

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

/Anexo B (continuação)

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) <input checked="" type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> É Iminente		
Armadura Exposta <input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado <input checked="" type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras <input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Marca de Infiltração <input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto <input type="checkbox"/> Má Qualidade	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
Cobrimento <input type="checkbox"/> Ausente / Pouco			

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

Ficha de inspeção rolheira expedida

Anexo B (normativo)

CONTINUAÇÃO PONTE 7

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

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
4. INFRAESTRUTURA			
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
5. PISTA / ACESSO			
Irregularidades no Pav.	<input checked="" type="checkbox"/> Muita Intensidade <input type="checkbox"/> Grande Extensão		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Falhando/Inoperante <input type="checkbox"/> Muito Problemática		
Acessos X Ponte	<input checked="" type="checkbox"/> Degrau Acentuado <input checked="" type="checkbox"/> Concordância Problem.		
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Freqüente <input checked="" type="checkbox"/> Eventual		

ESQUEMAS

Ficha de inspeção rotineira expedta
Anexo B (continuação)

/Anexo C

Ficha de inspeção cadastral do Viaduto

OAE: Código: _____ Nome: VIADUTO BR - 116 / _____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 30/03/2018 Inspeção: DNT / Residência: _____ Outra Entidade: _____

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

NOTA TÉCNICA
2

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura)	<input type="checkbox"/> Existe <input type="checkbox"/> É Imminente		
Armadura Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Fissuras	<input checked="" type="checkbox"/> Forte Infiltração <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Marcas de Infiltração	<input type="checkbox"/> Forte <input checked="" type="checkbox"/> Grande Incidência		
Aspecto de Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		

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

Ficha de inspeção rotineira expedita

Anexo B (normativo)

/Anexo B (continuação)

CONTINUAÇÃO VIADUTO

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
3. MESOESTRUTURA			
Armadura Exposta	<input checked="" type="checkbox"/> Muito Oxidada		
Concreto Desagregado	<input checked="" type="checkbox"/> Muita Intensidade		
Fissuras	<input type="checkbox"/> Forte Infiltração		
Aparalho de Apoio	<input type="checkbox"/> Danificado		
Aspecto do Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente/Pouco		
Desaprumo	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocalidade dos Pilares	<input type="checkbox"/> Forte		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
4. INFRAESTRUTURA			
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
5. PISTA / ACESSO			
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade		
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Falhando/Inoperante		
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Degrau Acentuado		
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Frequente		
	<input checked="" type="checkbox"/> Eventual		

ESQUEMAS

Ficha de inspeção rotineira expedita

Anexo B (continuação)

/Anexo C

