

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
LUCIANO LEITE

**MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS: INSPEÇÕES E
REPAROS**

LAGES

2020

LUCIANO LEITE

**MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS: INSPEÇÕES E
REPAROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Universitário UNIFACVEST, como parte
dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil

Orientador: Professor Mestre Aldori Batista dos
Anjos

LAGES

2020

LUCIANO LEITE

**MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS: INSPEÇÕES E
REPAROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Centro Universitário UNIFACVEST, como parte
dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia Civil

Orientador: Professor Mestre Aldori Batista dos
Anjos

Lages, SC: ____/____/____. Nota: ____ _____

Orientador Professor Mestre Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois através de seu milagre, me proporcionou uma bolsa de estudos de 100%, que fez com que eu pudesse realizar o sonho de frequentar uma faculdade e me tornar um profissional de Engenharia Civil.

Sou grato a todos meus familiares, esposa, filhos, pai, mãe (in memoriam), irmãos, que de alguma forma me incentivaram para que eu nunca desistisse deste sonho.

Um agradecimento especial a todos meus colegas de classe, todos os professores desde a primeira até a décima fase, e meu orientador, pela paciência e carinho que me trataram ao longo destes cinco anos de faculdade.

MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS: INSPEÇÕES E REPAROS

RESUMO

Vivemos um momento de muitas incertezas em nosso país, pois não sabemos como será o futuro em meio a uma pandemia, mas como engenheiro civil em formação, me sinto no dever de procurar formas para amenizar os custos e diminuir o tempo para se fazer uma boa inspeção nos diversos tipos de pontes que temos em toda extensão rodoviária no Brasil. Com esse estudo, pretendo fazer uma revisão bibliográfica, baseado no manual do DNIT e em alguns estudos e bibliografias já existentes. A ideia principal é identificar um sistema que garanta que para se fazer reparos em pontes rodoviárias, não dependa somente da boa vontade de pessoas que só pensam em retorno financeiro e que não se importam com as condições destas estruturas especiais que ligam muitas cidades do nosso país.

Palavras Chave: Diversos Tipos de Pontes. Engenharia Civil. Inspeções em Pontes Rodoviárias.

MAINTENANCE AT ROAD BRIDGES: INSPECTIONS AND REPAIRS

ABSTRACT

We live in a moment of many uncertainties in our country, as we do not know what the future will be like in the midst of a pandemic, but as a civil engineer in training, I feel the duty to look for ways to reduce costs and reduce the time to do a good job. inspection on the various types of bridges that we have across the road in Brazil. With this study, I intend to do a bibliographic review, based on the DNIT manual and on some studies and bibliographies that already exist. The main idea is to identify a system that guarantees that to make repairs to road bridges, it does not depend only on the good will of people who only think about financial return and who do not care about the conditions of these special structures that connect many cities in our country.

Keywords: Various Types of Bridges. Civil Engineering. Inspections on Road Bridges.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 1.....	16
Figura 2: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 2.....	17
Figura 3: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 3.....	18
Figura 4: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 4.....	19
Figura 5: Modelo de ficha de Inspeção Rotineira – página 1.....	21
Figura 6: Modelo de ficha de Inspeção Rotineira – página 2.....	22
Figura 7: Primeira ponte de madeira	26
Figura 8: Ponte de pedra de Alcântara – Espanha	27
Figura 9: Iron Bridge, primeira ponte em ferro fundido do mundo	28
Figura 10: Ponte de Monier, o inventor do concreto armado	29
Figura 11: Ponte em concreto protendido do Galeão - Rio de Janeiro.....	30
Figura 12: Construção da ponte pré-moldada no rio Guaíba - Rio Grande de Sul	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	11
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2	MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS.....	12
2.1	INSPEÇÃO CADASTRAL	14
2.2	INSPEÇÃO ROTINEIRA.....	20
2.3	INSPEÇÃO ESPECIAL.....	23
2.4	INSPEÇÃO EXTARORDINÁRIA.....	23
2.5	INSPEÇÃO INTERMEDIÁRIA.....	24
3	TIPOS DE PONTES RODOVIÁRIAS	25
3.1	PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO À FINALIDADE	25
3.2	PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO AOS MATERIAIS.....	25
3.2.1	Pontes Rodoviárias de Madeira	25
3.2.2	Pontes Rodoviárias de Pedra.....	26
3.2.3	Pontes Rodoviárias Metálicas	27
3.2.4	Pontes Rodoviárias em Concreto Armado	28
3.2.5	Pontes Rodoviárias em Concreto Protendido	29
3.2.6	Pontes Rodoviárias Pré-Moldadas	30
3.3	PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO AO SISTEMA ESTRUTURAL	31
3.3.1	Pontes em Laje.....	31
3.3.2	Pontes em Vigas.....	32
3.3.2.1	Pontes em vigas simplesmente apoiadas	32
3.3.2.2	Pontes em vigas contínuas	32
3.3.2.3	Pontes em vigas Gerber	32
3.3.3	Pontes em Estrado Celular	32
3.3.4	Pontes em Grelha	33
3.3.5	Pontes em Pórticos.....	33
3.3.6	Pontes em Arco	33
3.3.7	Pontes Pênseis.....	33
3.3.8	Pontes Estaiadas.....	34
4	PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÕES EM PONTES RODOVIÁRIAS	35
4.1	PROCEDIMENTOS GERAIS	35
4.2	PROCEDIMENTOS PARTICULARES	35
4.2.1	Geometria e Condições Viárias	35
4.2.2	Acessos	35

4.2.3	Cursos D'Água	36
4.2.4	Encontros e Fundações	36
4.2.5	Apoios Intermediários.....	36
4.2.6	Aparelhos de Apoio	36
4.2.7	Superestruturas.....	37
4.2.7.1	Superestruturas em vigas e em lajes maciças	37
4.2.7.2	Superestruturas em caixão	37
4.2.8	Pista de Rolamento	37
4.2.9	Juntas de Dilatação	37
4.2.10	Barreiras e Guarda-Corpos	38
4.2.11	Sinalização	38
4.2.12	Instalações de Utilidade Pública	38
4.3	EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO	38
4.3.1	Equipamentos Comuns	38
4.3.2	Equipamentos Especiais	39
5	FATORES QUE INFLUENCIAM A DEGRADAÇÃO DE PONTES	
	RODOVIÁRIAS	40
5.1	ORIGEM DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS	40
5.2	PATOLOGIA, DANOS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	40
5.2.3	Carbonatação	41
5.2.4	Íons Cloretos	41
5.2.5	Corrosão de Armaduras	41
5.2.6	Vazios de Concretagem	42
6	CONSEQUÊNCIAS DA FALTA DE MANUTENÇÃO EM PONTES	
	RODOVIÁRIAS	43
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1 INTRODUÇÃO

Neste estudo iremos tratar sobre as formas de se fazer inspeções nos diferentes tipos de pontes rodoviárias que encontramos em nosso país, suas peculiaridades, seus procedimentos, sua periodicidade, entre outras.

Identificando cada modelo de ponte, poderemos fazer uma comparação bem detalhada, e posteriormente identificar se há alguma falha nestes procedimentos e se é possível melhorar o processo nas formas já existentes.

Conforme o manual de inspeções de pontes rodoviárias do DNIT, existem vários tipos de pontes, e para cada uma delas, existe uma forma diferente de se fazer as inspeções periódicas e os seus devidos reparos.

Hoje temos pontes que são classificadas por seus aspectos estruturais, como as pontes em laje, em vigas, em tabuleiro celular, em pórticos, em arcos, pênseis, estaiadas e em balanço sucessivo, e também são classificadas pelo seu material, sendo de alvenaria de pedra, concreto armado, concreto protendido, metálicas e mistas.

Segundo Cavalcante (2019) os elementos estruturais que compõem uma ponte podem ser divididos em: superestrutura, a mesoestrutura e a infraestrutura.

1.1 OBJETIVO GERAL

Buscar informações em vários bancos de dados, em diferentes bibliografias, fazendo uma revisão bibliográfica eficiente e que me remeta a uma conclusão satisfatória para algum possível problema nos métodos já existentes de inspeções contidas no manual de inspeções do DNIT.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer um comparativo entre vários tipos de manutenções em diferentes pontes, pois será objeto de mais estudos, para uma possível especialização na área.
- Buscar informações que sirvam de base para futuras pesquisas referentes ao tema.
- Identificar problemas já existentes nos processos atuais.
- Validar este método através de referências bibliográficas já reconhecidas.

2 MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS

Temos no Brasil vários tipos de pontes rodoviárias, elas são definidas conforme seus respectivos materiais, que podem ser de alvenaria de pedra, concreto armado, concreto protendido, metálicas e mistas, e também são definidas conforme seu sistema estrutural, que podem ser em laje, em vigas, em tabuleiro celular, em pórticos, em arco, pênséis, estaiadas e em balanço sucessivo.

Por termos essa diversidade de modelos, dificulta-se a padronização da manutenção, ocasionando assim uma abreviação na vida útil destas pontes e muitas vezes acarretando na condenação de suas estruturas.

Por se tratarem de obras especiais construídas pelo poder público através de licitações e que demandam quantias elevadíssimas em dinheiro, cada vez menos se dá a devida importância para as fases de inspeções e reparos periódicos depois de suas construções, pois acabam caindo em esquecimento e só são lembradas quando acontece alguma anomalia visível e que tenha potencial relação com alguma tragédia.

Apesar das diversas tecnologias utilizadas hoje em dia para se construir estas obras especiais, ainda as tratamos como sendo infinitas, ou seja, é costume bastante corriqueiro entre os responsáveis por estas construções, de se super majorar a vida útil de uma ponte, estimando que dure um longo tempo, deixando de considerar que toda obra especial sofre pela exposição às intempéries do tempo, tem muitas fadigas resultantes de sua utilização contínua e ininterrupta, pelos mais diversos tipos de veículos de pesos e tamanhos diferentes, e sem contar que podem sofrer com desgastes naturais como enchentes, inundações e vendavais, que muitas vezes não são levadas em consideração na fase de sua projeção. Isso tudo, aliado ao desinteresse do poder público em realizar estas manutenções periódicas, torna a prática da manutenção preventiva um item dispensável.

Segundo o Manual de Inspeções do DNIT (1980, p.13) existiam três tipos de inspeções, a inspeção cadastral, a rotineira e a especial, mas com a revisão deste manual (2004), foram acrescentados outros dois tipos de inspeções, a extraordinária e a intermediária.

Cada tipo de inspeção, tem sua peculiaridade e sua importância, mas o objetivo principal em todas elas, é sempre prezar pela segurança e garantir preliminarmente que todo o problema que venha ser encontrado em alguma obra de arte especial, seja antecipadamente resolvido, garantindo assim a vida útil da obra e tornando a vida de quem as usa, mais segura.

Conforme a NBR 9452:2016, para se realizar uma inspeção são utilizados três parâmetros: funcional, estrutural e de durabilidade, onde a nota de classificação vai de 1, que seria um estado crítico, a 5, que seria excelente.

Segundo a Norma do DNIT (2004, p.4):

a inspeção de uma ponte deve ser conduzida de forma sistemática e organizada, de modo a garantir que todo elemento estrutural seja inspecionado; adequadas fichas de inspeção garantem este procedimento. O documento fotográfico ou de imagens digitalizadas deve ser abrangente e completo; um mínimo de seis fotos deve registrar vista superior, vista inferior, vistas laterais e detalhes de apoios, articulações, juntas etc.; defeitos eventualmente encontrados em qualquer elemento estrutural devem ser cuidadosamente examinados e registrados para permitir avaliar suas causas. Efetuar a limpeza de determinadas áreas da ponte, para verificar se há trincas, corrosões ou outros defeitos encobertos. Havendo possibilidade, a ponte deve ser observada durante a passagem de cargas pesadas, para verificar se há vibrações ou deformações excessivas.

O que mais devemos cuidar em uma inspeção de uma obra especial, devem ser os elementos de apoio, ou seja, as estruturas de sustentação das pontes, vigas, pilares, longarinas, observando se possuem algum tipo de desgaste, de ruptura, de recalque, de trinca, de distorção, entre outras patologias que costumam aparecer em pontes rodoviárias, devido ao tempo de sua utilização. Não menos importante, devemos verificar também as condições gerais da pista de rolamento, guarda corpos, acessos, juntas de dilatação, sinalização, ou seja, tudo que seja referente a segurança desta obra especial.

É imprescindível que o profissional que fará esta inspeção, tenha acima de tudo, conhecimento técnico e específico primeiramente da obra em si, e de todos os componentes que foram utilizados na construção da ponte, desde tipo de concreto, tipo de ferragens, tipo de fundação, tipo de pavimento, etc.

No que tange a certificação, a NBR 16230:2013, estabelece os requisitos para qualificação dos profissionais que inspecionam estas obras, existindo dois tipos de inspetores. O inspetor tipo 2, por exemplo, tem que ser engenheiro civil especialista, com mestrado e/ou doutorado em patologias da estrutura e uma experiência de no mínimo 2 a 3 anos na área, ou ter no mínimo 5 anos de experiência no exercício da profissão, e ter atuado com patologias da estrutura por um período de 1 a 5 anos. Lembrando que um inspetor será sempre, um engenheiro diplomado e registrado no CREA.

2.1 INSPEÇÃO CADASTRAL

A inspeção cadastral é realizada logo após a conclusão da construção, instalação ou integração da ponte a uma rodovia, pois nesta fase é possível se encontrar facilmente todos os elementos do projeto e os relatórios com os informes construtivos. Esta inspeção tende a ser uma referência para futuras inspeções, por se tratar de um processo minucioso, com muitos detalhes técnicos, documentada por profissionais e comandada por um inspetor.

Toda vez que essa obra for alterada segundo sua configuração original, modificando seja sua estrutura, seu comprimento ou sua pista de rolamento, deve-se realizar uma nova inspeção cadastral.

Existem providências preliminares que devemos tomar, como a coleta destes importantes documentos da obra:

- Documentos referentes aos elementos do projeto, como os dados topográficos, geotécnicos e hidrológicos;
- Todos os detalhes do projeto e sua aprovação por parte do proprietário da construção;
- Os memoriais descritivos, justificativos e de cálculo;
- Dados dos trabalhos de execução de fundações, cimbramentos, concretagens, decimbramentos e desformas;
- Relatórios de fiscalização e/ou supervisão da obra;
- Termo de recebimento da obra, o contrato de construção e o contrato de fiscalização ou de supervisão da obra;
- O controle de execução das fundações em forma de registros;
- Os dados topográficos de controle das deformações a longo prazo deixados na estrutura;
- Data do término da garantia.

Além de tomarmos todas estas providências com relação aos documentos da obra, para se realizar uma inspeção eficaz, devemos ter os seguintes informes construtivos:

- Os desenhos do projeto aprovado, ocorridas na fase de construção com suas eventuais alterações;
- Características completas dos materiais usados na obra;

- Resultado das comparações das resistências especificadas e ensaiadas, dos diversos tipos de aço e concreto realizadas na construção;

- Se tiver cabos protendidos, é necessário ter a comparação entre os alongamentos medidos e estimados em projeto e também o controle da injeção destes cabos.

Existem fichas específicas para serem registrados todos os resultados da inspeção cadastral e se forem encontrados qualquer tipo de anomalia que venham comprometer o desempenho da obra, sejam elas críticas ou graves, deve-se solicitar uma inspeção especial.

Abaixo temos o modelo de ficha de inspeção cadastral conforme Norma DNIT 010/2004- PRO:

Figura 1: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 1

Anexo A (normativo)

Ficha de inspeção cadastral expedida

1 DADOS BÁSICOS

IDENTIFICAÇÃO / LOCALIZAÇÃO / JURISDIÇÃO		Data: ____ / ____ / ____	
OAE Código: _____	Nome: _____		
Tipo de Estrutura: Código _____	Net. Transposição: Código _____	Sist. Construtivo: Código _____	
UNIT: _____	Residência: _____	Rodovia: BR- _____	UF: _____
Trecho (PNV): _____		Localização (km): _____	Cidade Prox.: _____
ADMINISTRAÇÃO			
<input type="checkbox"/> DNIT <input type="checkbox"/> DER <input type="checkbox"/> CONCESSÃO <input type="checkbox"/> OUTROS			
Nome: _____ <small>(para o caso concessão / outros)</small>			
PROJETO / CONSTRUÇÃO			
Projetista: _____		Ano da Construção: _____	
Construtor: _____		Arquivo: _____	Trom - Tipo Classe: _____
COMPRIMENTO / LARGURA			
Comprimento: _____ m,		Largura: _____ m	

2 DADOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

CARACTERÍSTICAS PLANI-ALTIMÉTRICAS			
Relevo: <input type="checkbox"/> PLANA <input type="checkbox"/> ONDULADA <input type="checkbox"/> MONTANHOSA		Grelho: Rampa Máxima(%) _____	
Traçado: <input type="checkbox"/> TANGENTE <input type="checkbox"/> CURVO		Raio: _____ m	Travessia: <input type="checkbox"/> ORTOGONAL <input type="checkbox"/> ESCONDA
CARACTERÍSTICAS DA PISTA			
Larg. Total da Pista: _____ m	Pavimento: <input type="checkbox"/> Asfalto <input type="checkbox"/> Concreto	Drenos: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
Nº de Faixas: _____	Passado: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	Pingadeiras: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	
Acostamento: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	Guarda-Rodas: <input type="checkbox"/> P. Antigo <input type="checkbox"/> N. Jersey <input type="checkbox"/> Outro		
Larg. Acostamento: _____ m			
GABARITOS			
Para Viaduto: Horizontal _____ m;		Vertical _____ m	
Para Ponte s/ Fôo Navegável: Horizontal _____ m;		Vertical _____ m	
Proteção dos Pilares Contra Choque de Embarcação? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			
JUNTAS DE DILATAÇÃO			
Número total de juntas: _____			
Tipo de vedação: <input type="checkbox"/> Nenhuma; nos pilares / articulação <input type="checkbox"/> Tipo _____ <input type="checkbox"/> Tipo _____			
TRÁFEGO			
VMD: _____ veículos/dia			
Frequência de Carga Móvel a 30 tf: <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Baixa			
Passagem de Cargas Excepcionais: <input type="checkbox"/> Frequente <input type="checkbox"/> E esporádica			

_____ / Anexo A (continuação)

Fonte: manual do DNIT 010/2004 PRO

Figura 2: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 2

Anexo A (continuação)

Ficha de inspeção cadastral expedida

3 CARACTERÍSTICA DA ESTRUTURA

MATERIAIS / SEÇÃO / TIPO Data: ____/____/____

COMPONENTE	MATERIAL (CÓDIGO) (VER TABELA 2)	SEÇÃO TIPO (CÓDIGO) (VER TABELA 3)	TIPOS DE APARELHOS DE APOIO	
			Cód.	Descrição
LAJES			FR	Freyssinet
			NP	Neoprene
			TF	Teflon
			CH	Placa de Chumbo
			RM	Rolo Metálico
			AM	Articulação Metálica
			PD	Pêndulo
			LP	Ligação Pórtico
			TE	Tipo Especial
			NI	Não Informado

Aparatos de Apoio

Apoio →											
Tipo →											

Obs.: para tipos de aparelhos de apoio ver tabela acima.

PARTICULARIDADES

Número de Vãos: _____	Altura da Viga no Apoio (m): _____	Extrem. Inicial: <input type="checkbox"/> ENCONTRO <input type="checkbox"/> BALANÇO
Número de Juntas Gerber: _____	Altura da Viga no Vão (m): _____	Extrem. Final: <input type="checkbox"/> ENCONTRO <input type="checkbox"/> BALANÇO
Comprimento do Vão Melhor (m): _____	Altura Máxima do Pilar (m): _____	Laje de Aprox.: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO

Comentários: _____

4 OUTROS ASPECTOS

Desnível Max entre Greide e Terreno _____ m	As Fundações encontram-se em Solo Mole? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Lâmina D'água: Normal _____ m na Cheia _____ m	A vibração da Estrutura é Excessiva? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
O Meio Ambiente é Agressivo? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	O Regime do Rio é Torrencial? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
A Seção da Vazão é Adequada? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	O Leito do Rio é Erodível? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO
Existe Drenagem no interior do caixão? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	Histórico da Manutenção: <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Ruim

ROTAS ALTERNATIVAS: EXISTEM NÃO EXISTEM Acrescimo de Distância: _____ km

Descrição do Itinerário: _____

INSPEÇÃO ROTINEIRA (PARÂMETROS):

Melhor Época para Vistorias: _____

Periodicidade: Normal (2 anos) Reduzida (1 ano) Dilatada (4 anos) Especial (Consultor)

Especial (L. ≥ 300m) Especial (Equipamento) Parcial

Acesso: Direto / Binóculo: Vãos _____ Equipamento Especial: Vãos _____

Interior de Viga Celular: Acessível Não Acessível

Comentários: _____

_____/Anexo A (continuação)

Figura 3: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 3

NORMA DNIT 010/2004-PRO 12

Anexo A (continuação)

Ficha de inspeção cadastral expedida

5 ESTRUTURA / ESQUEMAS

ESQUEMA LONGITUDINAL	
SEÇÃO TRANSVERSAL	
Meio do Vão	Apoio
DETALHES ADICIONAIS	

_____ /Anexo A (continuação)

Figura 4: Modelo de ficha de Inspeção Cadastral – página 4

NORMA DNIT 010/2004-PRO

13

Anexo A (continuação)

Ficha de inspeção cadastral expedida

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

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

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

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

TABELA 3 - SEÇÃO TIPO					
VIGAS PRINCIPAIS		PILARES		FUNDAÇÕES	
CÓD.	DESCRIÇÃO	CÓD.	DESCRIÇÃO	CÓD.	DESCRIÇÃO
2T	2 Vigas "T"	11P	Único Tipo Parede ou Encontro	DI	Direta
3T	3 Vigas "T"	15V	Único Seção Vazada	BE	Bloco de Estacas
4T	4 ou mais Vigas "T"	1VT	Único Vazado com Travessa	BT	Bloco de Tubulões
2I	2 Vigas "I"	2CI	2 Colunas Isoladas	TC	Tubulões Contraventados
3I	3 Vigas "I"	2CC	2 Colunas Contraventadas	EE	Estaca Escavada
4I	4 ou mais Vigas "I"	2CT	2 Colunas com Travessas	IG	Ignorada
VC	Viga Caixa	3CI	3 ou mais Colunas Isoladas		
LM	Laje Maciça	3CC	3 ou mais Colunas Contraventadas		
VI	Vigas Invertidas	3CT	3 ou mais Colunas com Travessas		
VL	Vigas Calhas	TE	Tipo Especial		
TE	Tipo Especial				

/Anexo B

2.2 INSPEÇÃO ROTINEIRA

A inspeção rotineira, normalmente programada com intervalos de um a dois anos, são inspeções visuais, muitas vezes sem o uso de equipamentos especiais, sendo fotografadas qualquer anomalia. Baseando-se em inspeções anteriores, é observado a existência de novos defeitos e/ou ocorrências relacionadas com reparos, reforços, qualquer tipo de recuperação ou modificação no projeto realizada anteriormente a inspeção.

Este tipo de inspeção, é avaliada e registrada exclusivamente focando em defeitos visualizados exteriormente na estrutura, como desalinhamento, prumo e deformações.

Na inobservância de inspeção cadastral, a inspeção rotineira sendo a primeira inspeção, torna-se inspeção cadastral, levando em consideração todos os itens importantes a serem visualizados e que por ventura tenham sido modificados na estrutura.

Todo o resultado da inspeção rotineira, tem seu registro em fichas específicas, padronizadas. Em se constatando defeitos críticos ou graves que afetem o desempenho da estrutura na inspeção rotineira, deve ser solicitada uma inspeção especial.

A seguir podemos ver o modelo de ficha de inspeção rotineira conforme Norma DNIT 010/2004- PRO:

Figura 5: Modelo de ficha de Inspeção Rotineira – página 1

Anexo B (normativo)

Ficha de inspeção rotineira expedida

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

	NOTA TÉCNICA
--	-----------------

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

_____/Anexo B (continuação)

Figura 6: Modelo de ficha de Inspeção Rotineira – página 2

NORMA DNIT 010/2004-PRO 16

Anexo B (continuação)

Ficha de inspeção rotineira expedida

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
3. MESOESTRUTURA			
Armadura Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada		
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade		
Fissuras	<input type="checkbox"/> Forte Infiltração		
Aparelho 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		
Deslocabilidade dos Pilares	<input type="checkbox"/> Forte		
	Nota Técnica: <input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
	<input type="checkbox"/> Grande Incidência		
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: <input type="checkbox"/>		
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		
	Nota Técnica: <input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> Grande Extensão		
	<input type="checkbox"/> Muito Problemática		
	<input type="checkbox"/> Concorrência Problem.		
	<input type="checkbox"/> Eventual		
ESQUEMAS			

/Anexo C

2.3 INSPEÇÃO ESPECIAL

A inspeção especial, com intervalos de no máximo cinco anos, são realizadas em pontes consideradas excepcionais, seja pelo seu porte, pelo seu sistema estrutural ou pelo seu comportamento problemático, ou sempre que se julgue necessário por uma inspeção de rotina em qualquer obra. Normalmente seus relatórios são minuciosos e amplos, baseando-se nas fichas de inspeção rotineira. Ela é feita por um inspetor sênior, sendo examinadas as partes de difícil acesso na estrutura, com a utilização de lunetas, andaimes ou veículos especiais de lança e gôndolas. Com a ajuda de instrumentos de precisão, pode-se complementar as medições convencionais com medidas de flechas e deformações.

Existem ocasiões em que se devem realizar as inspeções especiais, são elas:

- Quando há a revelação de defeitos graves ou críticos na estrutura, em inspeções anteriores, seja na inspeção cadastral ou na rotineira;
- Em substituição as inspeções rotineiras, ou em pontes que se distinguem por seu vulto ou complexidade, com intervalos regulares de até cinco anos;
- Quando há passagem de cargas excepcionais sobre a estrutura ou em ocasiões especiais.

Existe um caso específico, nas pontes em caixão, onde é recomendado por uma inspeção rotineira anterior, se realizar indispensavelmente uma inspeção minuciosa no seu interior, com auxílio de iluminação artificial e se for necessário até de ventilação.

Baseado na ficha de inspeção rotineira, se produz um relatório específico, não padronizado, mas com descrição detalhada dos motivos que levaram a se realizar uma inspeção especial, constando todas as providências tomadas e documentários fotográficos.

2.4 INSPEÇÃO EXTRAORDINÁRIA

A inspeção extraordinária é realizada quando se ocorre danos estruturais repentinos, seja pela ação do homem ou do meio ambiente, ela não é programada e deve ser realizada por pessoal que seja competente e tenha autoridade até mesmo de interromper o tráfego no local, caso isso represente um risco de colapso, solicitando assim uma inspeção especial.

Assim como na inspeção especial, o relatório desta inspeção não é padronizado, mas deve conter a descrição detalhada de toda a ocorrência extraordinária, com fotos, e um relatório específico, contendo também as providências que serão tomadas.

2.5 INSPEÇÃO INTERMEDIÁRIA

A inspeção intermediária serve como monitoramento de anomalia já detectada ou suspeitada, coisas do tipo recalques pequenos, erosão incipiente, etc. Dispensa a presença de um inspetor, desde que esta inspeção seja perfeitamente determinada.

Não menos importante do que as outras inspeções, a inspeção intermediária deve ser descrita detalhadamente em um relatório específico, recomendando-se a continuação ou não da inspeção, bem como suas providências.

Normalmente as inspeções intermediárias são realizadas em pontes cuja a estrutura seja feita com novos tipos de materiais, ainda não testados, ou aquelas que podem apresentar problemas nas fundações provocadas por erosões, e também pontes redundantes, que são aquelas que possuem elementos estruturais cuja ruptura provoca colapsos parciais ou totais das pontes.

Tão importante quanto a inspeção, são as providências que serão tomadas, caso sejam encontradas anormalidades nestas obras, o que após uma inspeção bem realizada, pode resultar em três tipos de providências segundo o Manual do DNIT (2004, p.6):

- I. Observação de defeitos toleráveis, dando origem a trabalhos de manutenção, providenciados pelas unidades regionais; dentre estas ocorrências podem ser citadas:
 - a) falhas locais, de fácil correção;
 - b) limpeza e drenagem;
 - c) correção em aparelhos de apoio;
 - d) reparos na pista de rolamento sem acréscimo de espessura da mesa;
 - e) reparos em barreiras e guarda-corpos.
- II. Observação de defeitos que podem afetar o desempenho das pontes, defeitos graves ou críticos, caracterizando a necessidade da realização de uma Inspeção Especial.
- III. Observação de defeitos toleráveis, que não reduzem substancialmente o desempenho da obra, mas cuja velocidade de evolução não foi avaliada, podendo caracterizar a necessidade de uma Inspeção Intermediária.

3 TIPOS DE PONTES RODOVIÁRIAS

Segundo Vitório (2002), especificamente, denomina-se ponte a obra de transposição, quando o obstáculo é constituído por água, cabendo-lhe estabelecer a ligação entre duas margens. Quando o obstáculo transposto não é constituído por água, denomina-se obra de viaduto.

Normalmente as pontes são classificadas conforme a sua finalidade, o tipo de material usado na sua construção e o método construtivo utilizado.

3.1 PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO À FINALIDADE

Pontes classificadas segundo sua finalidade são:

- Pontes rodoviárias, destinadas ao tráfego rodoviário;
- Pontes ferroviárias, destinadas ao tráfego ferroviário;
- Pontes rodoferrovíarias, destinadas para o tráfego de veículos e trens;
- Passarelas, destinadas ao tráfego de pedestres;
- Aeroviária, destinada ao tráfego de aeronaves em pátios de aeroportos.

3.2 PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO AOS MATERIAIS

Podemos dizer que existem vários tipos de pontes que são classificadas conforme o material que foi utilizado em sua construção, são eles:

3.2.1 Pontes Rodoviárias de Madeira

Entre os séculos XVI e o início do século XIX, foram o melhor período da construção de pontes utilizando-se madeira. Se tem notícias que foram as primeiras pontes da história. Nos Estados Unidos e na Europa, pontes construídas de madeira duravam séculos.

Com a evolução das construções e a descoberta de novos materiais, a madeira foi deixando de ser usada na construção de pontes rodoviárias. Hoje sua utilização é normalmente empregada em pontilhões para a travessia de riachos e córregos e em estradas de áreas rurais, que possuem fluxo de veículos menor.

Existe uma exceção que é a região amazônica, pois devido a abundante quantidade de madeira desta região, ainda hoje se utiliza este material em pontes, chegando a ter comprimentos de até 50 metros.

Figura 7: Primeira ponte de madeira



Fonte: <<https://media-cdn.tripadvisor.com/media/photo-s/0f/82/1f/9d/primeira-ponte-de-madeira.jpg>> Acesso: 30/09/2020

3.2.2 Pontes Rodoviárias de Pedra

Antigamente as pedras naturais eram muito utilizadas em construção de pontes, tendo resultados excelentes em pilares, abóbadas e encontros.

Os povos que viviam na cidade da Etrúria, na Península Itálica, que construíram as primeiras pontes de pedra, mas os romanos, nas suas muitas terras conquistadas, conseguiram desenvolver e difundir melhor esta técnica na Europa, construindo muitas pontes de pedra.

Em território brasileiro, nossas principais pontes que foram utilizadas este tipo de material, foram construídas entre 1700 e 1850. O maior número de pontes de pedra estava localizado no estado de Minas Gerais, mais precisamente na cidade de Ouro Preto, com destaque para as pontes de Cadeia (1798) e do Rosário (1800) em São João Del-Rei também em Minas.

Nos dias atuais, a pedra ainda é muito utilizada, pois além de ter uma boa aparência, contribuindo na parte estética das obras, também é um material de grande resistência.

Normalmente é utilizada na construção dos encontros de alguns tipos de pontes, na forma de alvenaria de pedra argamassada. Em Pernambuco, na sua malha rodoviária, ainda existem pontes com seus encontros e partes de alvenaria feitos de pedra, e que mesmo tendo se passado décadas de sua construção, se encontram em perfeito estado.

Figura 8: Ponte de pedra de Alcântara – Espanha



Fonte: <https://www.tripadvisor.com.br/LocationPhotoDirectLink-g1590673-d2319275-i134629790-Puente_de_Alcantara-Alcantara_Province_of_Caceres_Extremadura.html>
Acesso:30/09/2020

3.2.3 Pontes Rodoviárias Metálicas

No final de século XVIII, surgem as primeiras pontes metálicas em ferro fundido. Uma novidade para época, o ferro forjado e o aço começam a ser utilizado na construção das ferrovias, pois podiam suportar grandes cargas, culminando assim no começo da construção de grandes pontes pênséis e com treliças metálicas. Com um vão de 512 metros, a ponte ferroviária sobre o Firth of Forth (1883) na Escócia, é o melhor exemplo de ponte neste tipo de estrutura.

Já no final do século XIX, as pontes pênséis passaram a ser utilizadas com maior frequência, devido a revolução industrial e a maior competitividade dos materiais siderúrgicos.

As pontes estaiadas, surgem a partir da segunda guerra mundial.

Temos muitos bons exemplos de pontes pênséis no Brasil, mas a ponte Hercílio Luz de Florianópolis, que foi construída em 1926, merece um a parte na história, assim como um dos cartões postais da cidade de São Paulo, que é o viaduto Santa Efigênia (1913).

Pontes centenárias como a Seis de Março no Recife (Ponte Velha) e a de Boa Vista (1876), também figuram como cartões postais nacionais no rol de pontes com estruturas metálicas.

Figura 9: Iron Bridge, primeira ponte em ferro fundido do mundo



Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte#/media/Ficheiro:Iron_Bridge.JPG>

3.2.4 Pontes Rodoviárias em Concreto Armado

Da mesma forma que as pontes pênsis, as pontes em concreto armado começaram a surgir a partir do final do século XIX, tendo a ponte da França (1875) como a primeira ponte que se tem registro, com este tipo de material. Ela ficava localizada no parque do palácio do Marquês de Chazedet, tinha formato de abóboda, possuía um vão de 16,50m e largura de 4 metros. No início de 1900, pontes em arcos tri articulados começam a serem construídas, sendo substituída a pedra pelo concreto como material de construção. O emprego do concreto armado naquela época, foi primeiramente utilizado em lajes dos tabuleiros e posteriormente nas nervuras dos arcos.

Pontes em vigas e pórticos com vãos de até 30 metros, surgem maios ou menos, uma década depois, e neste mesmo período, as pontes com este material, continuam atingindo vãos cada vez maiores, como por exemplo a ponte de Sandö, na Suécia, com vão livre de 280 metros.

Devido ao nível de qualidade alcançado pelo desenvolvimento do controle tecnológico do concreto armado enquanto estrutura de pontes, ele continua sendo usado ao longo das últimas décadas. Mesmo possuindo algumas limitações na utilização de grandes vãos em superestruturas, compensada pelo surgimento do concreto protendido, o concreto armado ainda é utilizado em vãos máximos de 20 metros, pois se faz economicamente viável, e em fundações e mesoestruturas.

Figura 10: Ponte de Monier, o inventor do concreto armado



Fonte: < http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/monier/monier_parte1.pdf > Acesso: 01/10/2020

3.2.5 Pontes Rodoviárias em Concreto Protendido

Surgindo na década de 30 na Alemanha, as pontes em concreto protendido, só se desenvolveram e tiveram seu uso em larga escala depois da segunda Guerra Mundial, graças a estudos, ensaios e observações de um engenheiro francês chamado Eugène Freyssinet, que possibilitaram introduzir aços altamente duráveis em concretos de excelente qualidade, aumentando assim sua resistência às solicitações em um estado prévio de tensões, permitindo aumentar consideravelmente os vãos livres e diminuindo drasticamente o peso próprio da estrutura.

Em 1948 começam a se construir grandes pontes em concreto protendido, pontes estas que tinham vãos livres de até 250 metros. Em 1949 foi inaugurada a primeira ponte nas Américas com essa estrutura. Localizada no Rio de Janeiro, esta obra foi criada para dar acesso ao aeroporto internacional do Galeão. Em uso até hoje, esta obra foi recorde mundial na época, em área de tabuleiro.

Em 1952 foi construída a segunda ponte em concreto protendido do Brasil, a ponte rodoferroviária do Juazeiro. A Ponte Presidente Dutra, como era oficialmente chamada, ligava os Estados de Pernambuco e Bahia, cruzando o Rio São Francisco. Esta ponte também teve seu recorde mundial da época por ter a mais longa viga contínua.

Estas duas obras, foram projetadas por Eugène Freyssinet.

Com a facilidade de se vencer vãos bem maiores, com redução do uso de concreto e aço, e reduzindo a altura das vigas, o concreto protendido é hoje o material mais utilizado nas superestruturas das pontes rodoviárias, pois se torna mais vantajosa perante o concreto armado.

Figura 11: Ponte em concreto protendido do Galeão - Rio de Janeiro



Fonte: < <http://awacomercial.com.br/blog/efeitos-da-protensao-e-seus-beneficios-nas-estruturas-de-concreto/ponte-do-galeao-rio-de-janeiro/> > Acesso: 01/10/2020

3.2.6 Pontes Rodoviárias Pré-Moldadas

Baseando-se nas antigas pontes metálicas que eram montadas com peças produzidas em outro local, as pontes atualmente tendem a serem construídas a partir de elementos pré-moldados, pois facilitam o processo de construção das pontes.

Seguindo uma padronização, promovida pelo progresso das construções, esse método construtivo está cada vez mais sendo utilizado, pois garante agilidade e eficiência na hora de se alcançar maiores vãos em obras cada vez mais arrojadas, conseguindo se executar em larga escala, projetos grandiosos e economicamente viáveis.

Em território brasileiro, o concreto pré-moldado é mais utilizado nas vigas principais de concreto protendido da superestrutura das pontes e nas pré-lajes ou placas pré moldadas, como são conhecidas, pois servem como formas para o complemento da laje concretada “in loco”.

Sem sofrer fissuração na fase de construção, o concreto protendido é perfeitamente utilizado na pré-moldagem. Ele também é utilizado na divisão do tabuleiro da ponte em aduelas pré-moldadas, fixadas por cabos de protensão e conhecido como balanço sucessivo, utilizado normalmente em obras de grande porte.

No Brasil temos alguns exemplos de pontes com este sistema construtivo, como a ponte Rio-Niterói e o viaduto em Pernambuco, na duplicação da Br-232, com uma extensão de 455 metros.

Nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, desde a década de 60, podemos encontrar pontes com tabuleiros, encontros e demais componentes pré-moldados, mas infelizmente no Brasil, não se tem conhecimento de pontes de concreto com as meso e infraestruturas pré-moldadas.

Figura 12: Construção da ponte pré-moldada no rio Guaíba - Rio Grande de Sul



Fonte: < https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/geral/2018/10/651704-familias-terao-conciliacao-semana-que-vem.html > Acesso: 01/10/2020

3.3 PONTES RODOVIÁRIAS QUANTO AO SISTEMA ESTRUTURAL

3.3.1 Pontes em Laje

Este tipo de estrutura é normalmente utilizado para pontes com vãos pequenos, de até 15 metros, sendo estruturas maciças, não necessitam de vigas, apresentando assim algumas vantagens como por exemplo a grande resistência à torção e ao fissuramento, facilidade e agilidade de construção, entre outras. Por outro lado, por ter um peso próprio elevado, é descartada a possibilidade da sua utilização em obras com grandes vãos, sendo utilizado neste caso, lajes ocas em formas tubulares.

3.3.2 Pontes em Vigas

3.3.2.1 Pontes em vigas simplesmente apoiadas

O sistema estrutural destas vigas é estaticamente determinado, e contem seções constantes ou variáveis. Sua utilização com peças pré-moldadas, torna-se vantajosa devido a facilidade de execução e da economia, podendo vencer um vão com um único tramo ou ser utilizado em pontes com apoios sucessivos.

Visando diminuir o momento positivo na metade do vão, através dos momentos negativos dos apoios, pode ser utilizado o método com extremos em balanço em pontes com vigas simplesmente apoiadas.

3.3.2.2 Pontes em vigas contínuas

Pontes com estes tipos de vigas, tornam-se estética, funcional e estruturalmente melhores, sendo bastante utilizadas por estas vantagens.

Estas vigas podem ter inércia constante, utilizada em pontes com pequenos vãos, ou inércia variada, empregada em pontes com vãos maiores, distribuindo igualmente os esforços solicitantes e diminuindo o seu peso próprio.

3.3.2.3 Pontes em vigas Gerber

Usadas antigamente com bastante frequência, pontes com vigas Gerber, caíram em desuso pois são vigas isostáticas que não apresentam sensibilidade com relação aos recalques de apoio, apesar de parecerem vigas contínuas. Na época em que não existia muito conhecimento sobre as fundações e seus comportamentos, este tipo de viga era muito utilizado, pois permitia o uso de grande quantidade de apoios. Apresentando algumas desvantagens ligadas às suas articulações, como a execução, o comportamento e a manutenção dos dentes, esta estrutura deixou de ser usada.

3.3.3 Pontes em Estrado Celular

Apresentando muitas vantagens em seu uso, estas pontes são formadas por duas lajes, superior e inferior, ligadas por vigas longitudinais e transversais, sendo chamados de estrado celular ou caixão celular. Tendo grande rigidez à torção, normalmente é indicada para pontes

em curvas ou sobre pilares isolados e também em pontes de pequena altura para as vigas principais. Esteticamente viável, é comumente indicada para vigas contínuas de concreto protendido e seu uso fatalmente condicionada economicamente, pela comparação entre outras soluções mais baratas.

3.3.4 Pontes em Grelha

É um sistema que contém três ou mais vigas longitudinais, com transversinas intermediárias e de apoio. Este sistema permite a distribuição dos carregamentos entre as vigas, pois as transversinas ajudam as vigas longitudinais a trabalharem em conjunto.

3.3.5 Pontes em Pórticos

Este sistema é determinado pela ligação das vigas com os pilares ou com paredes de encontros, deixando caracterizado a continuidade entre esses elementos substituindo às articulações. Nesta estrutura, as vigas têm suas extremidades engastadas nos encontros, possibilitando reduzir a altura do vão, devido a redução do momento positivo causado pelo engaste dos momentos negativos. Os pórticos de concreto armado mais utilizados são os biengastados e biarticulados.

3.3.6 Pontes em Arco

Sendo praticamente a única opção para se transpor grandes vãos, este sistema estrutural foi bastante usado no passado, pois possibilitava se executar estruturas com apoios intermediários e escoramentos sobre vales e cursos d'água. Enquanto só se utilizava o concreto armado, o arco era o sistema para estrutura mais utilizado, pois garantia a predominância dos esforços de compressão com pequena excentricidade e eram armações de pequenas seções, porém, com a chegada do concreto protendido e uma maior evolução das técnicas construtivas, este sistema passou a ser substituído por pontes com vigas retas protendidas.

3.3.7 Pontes Pênseis

Este tipo de estrutura se caracteriza normalmente pelo uso de vigas metálicas suspensas em cabos portantes de aço, não sendo recomendado o uso do concreto, pois são constituídas por cabos parabólicamente dispostos e pendurais verticais. Sua parte estrutural consiste em vigas que podem ser treliças ou vigas de alma cheia, por serem muito rígidas à flexão e a torção,

conseguindo assim diminuir os efeitos dos movimentos vibratórios transversais, evitando o desconforto dos usuários e até mesmo um risco para estrutura.

3.3.8 Pontes Estaiadas

Com estrutura parecida com as pontes pênséis, as pontes estaiadas são formadas por um tabuleiro geralmente feito de metal ou em concreto protendido, suspenso através de cabos inclinados e fixados em torres. A grande rigidez à torção, que minimizam os movimentos de vibração causados pela ação transversal do vento é sua principal característica.

4 PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÕES EM PONTES RODOVIÁRIAS

4.1 PROCEDIMENTOS GERAIS

Com fichas exclusivas e adequadas para tal procedimento, a inspeção de uma ponte deve ser realizada de forma sistemática e organizada, garantindo que todas as suas partes estruturais sejam inspecionadas. Uma inspeção bem-sucedida deve conter um bom acervo de fotos, que mostrem vistas superiores, inferiores, laterais e apoios, bem como articulações e juntas, devendo mostrar eventuais defeitos em qualquer parte da estrutura para se avaliar minuciosamente suas causas. Se possível, deve se acompanhar a passagem de carga na ponte, observando se há vibrações ou deformações expressivas. Um procedimento muitas vezes adotado como obrigatório nas inspeções, são a limpeza da ponte, procurando assim por trincas, corrosões ou defeitos que possam ser encobertos pela sujeira.

4.2 PROCEDIMENTOS PARTICULARES

Sem se limitar, uma boa inspeção deve incluir algumas observações:

4.2.1 Geometria e Condições Viárias

Fazer a verificação do alinhamento da obra, examinando-se a existência de deformações ou vibrações acima do normal, observar a fluidez do trânsito e se os pedestres possuem passeios próprios. No caso de a ponte ser em curva, verifica-se a existência de superlargura e superelevação. É importante a verificação dos gabaritos, horizontal e vertical de viadutos e pontes em rios que tem navegação, observando se existe proteção satisfatória nos pilares para eventuais choques de veículos ou embarcações.

4.2.2 Acessos

Examina-se o estado da pavimentação dos acessos, e possíveis irregularidades que podem causar impactos indesejáveis nos veículos na entrada das pontes, como a aspereza e assentamentos. Se existir placas de transição, anotar seu estado de funcionamento. Tanto na rodovia quanto na ponte, examina-se as juntas entre os acessos, as saias de aterro, a drenagem e a continuidade das barreiras.

4.2.3 Cursos D'Água

Uma avaliação deve ser feita com relação a vazão na seção, para se constatar se ela é suficiente e se o escoamento de seus detritos e materiais flutuantes em épocas de cheias, ocorrem livremente. Também deve ser observado se existe sinais de erosão, de retenção de algum tipo de material ou assoreamento, pois se isso acontecer, a desobstrução deste curso de água far-se-á necessária. É importante observar, caso exista, o funcionamento e a integridade de enrocamentos ou qualquer tipo de proteção nas margens e nos apoios intermediários. Deve ser mantido um registro sempre atualizado do regime dos cursos d'água, principalmente das travessias mais importantes.

4.2.4 Encontros e Fundações

Em tempos de seca nos rios, é feito um exame adequado nas fundações diretas e superficiais, verificando-se a existência de erosões ou descalçamentos. Onde possuir fundações em estacas, anota-se os comprimentos livres, que não possuem confinamento, e a condição das estacas, preferivelmente na parte do nível d'água.

Corrosões nas armaduras e anomalias no concreto, bem como a existência de trincas, desalinhamentos ou desaprumos causados por pressões dos aterros de acesso, devem ser pesquisados e ou examinados minuciosamente.

4.2.5 Apoios Intermediários

A corrosão das armaduras e a degradação do concreto, são anomalias que também deve ser verificado nos pilares, maciços, parede e isolados e vigas de contraventamento, dando uma importância maior pra trincas e quebras de cantos nos topos dos pilares, pois podem representar um risco para a estrutura.

4.2.6 Aparelhos de Apoio

Cuidadosamente examinados, os aparelhos de apoio devem estar em bom estado de funcionamento, pois estas estruturas sofrem com várias anomalias referentes aos recalques de apoio, juntas de dilatação com mau funcionamento, movimentação de estrados esconsos, e muitas vezes com choques de materiais flutuantes nas cheias. É importante verificar também seu alinhamento e sua posição, notando se podem movimentar-se livremente ou se existe

alguma restrição no movimento, devido à falta de conservação da estrutura. Já nos aparelhos de apoio metálicos, é imprescindível verificar se existe algum tipo de ferrugem, se encontram-se lubrificados e se seus chumbadores estão em boas condições. Os aparelhos de apoio elastoméricos não devem ser achatados, distorcidos ou com faces abauladas.

4.2.7 Superestruturas

4.2.7.1 Superestruturas em vigas e em lajes maciças

Não diferente das outras estruturas de concreto, nestas também deve ser feito a verificação e a anotação de qualquer tipo de anomalia, seja ela uma fissura, uma trinca, um deslocamento, uma desagregação, uma infiltração ou uma eflorescência, não deixando de identificar suas prováveis causas, como por exemplo: drenagem ineficiente, trincas na laje, ausência de pingadeiras, cobrimentos deficientes, exposição e corrosão de armaduras.

4.2.7.2 Superestruturas em caixão

Um pouco mais complicada, as inspeções nestas estruturas só serão completas e confiáveis, se o acesso ao seu interior for fácil e seguro, caso contrário, é feita uma abertura na laje inferior, de forma adequada para a inspeção. Deve ser constatado se existe drenos suficientes e que estejam posicionados nos pontos baixos da laje inferior, além é claro, de se observar todas as recomendações constantes no item anterior.

4.2.8 Pista de Rolamento

Neste item, deve-se verificar se o tráfego flui seguramente, se não há nenhum desgaste ou trinca, se a pista está inteira, se a drenagem e as declividades funcionam, ou se a pista acumula água ou é escorregadia.

4.2.9 Juntas de Dilatação

A inspeção cuidadosa das juntas de dilatação, consiste em anotar seu tipo, sua integridade e sua capacidade de vedação, verificando se existe o acúmulo de detritos, o que poderia prejudicar seu livre funcionamento. Registra-se a temperatura ambiente juntamente com a medida das suas aberturas.

4.2.10 Barreiras e Guarda-Corpos

Estas inspeções servem para a verificação dos padrões das barreiras, se são do tipo New Jersey ou similares, e se oferecem total proteção. Deve ser feito o registro das condições das barreiras, se existe algum tipo de anomalia, seja no alinhamento, no concreto, no cobrimento ou nas armaduras.

4.2.11 Sinalização

A existência ou não de placas de sinalização, seja na entrada das pontes ou na pista, devem ser verificadas e registradas.

4.2.12 Instalações de Utilidade Pública

Na existência de dutos de utilidade pública, encontrados após a execução do projeto e da construção da ponte, é verificado se existe algum tipo de vazamento, se estão bem fixados, e se estão bem isolados eletricamente.

4.3 EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO

Divididos em dois grupos, os equipamentos auxiliares possibilitam uma inspeção completa e confiável, sendo eles:

4.3.1 Equipamentos Comuns

- De limpeza: escovas, vassouras, palhas-de-aço, lixas.
- De inspeção: canivete, facão, martelo, chave de fenda, cinto de suporte de ferramentas.
- De melhoria de visão: binóculo, luneta, lente com iluminação, espelho de inspeção, lanterna, líquido penetrante.
- De medição: trena, paquímetro, fissurômetro, fio de prumo, nível de pedreiro, termômetro.
- De documentação: prancheta, fichas cadastrais, lápis, borracha, esquadro, giz, câmera fotográfica de 35 mm ou digital.
- Complementares: estojo de primeiros socorros, repelentes e material de higiene pessoal.

4.3.2 Equipamentos Especiais

Normalmente utilizadas em contratações de empresas especializadas, estes equipamentos, não são utilizados em inspeções rotineiras ou em pontes pequenas, são eles:

- Equipamentos para levantamento topográfico, de testes não-destrutivos, de inspeção submersa, de jateamento de ar, água e areia.

5 FATORES QUE INFLUENCIAM A DEGRADAÇÃO DE PONTES RODOVIÁRIAS

Nos últimos anos, foram desenvolvidas muitas técnicas e ferramentas para auxiliar os engenheiros na avaliação da necessidade de se fazer uma manutenção em determinada ponte baseando-se em dados já conhecidos, porém, apesar de todo este desenvolvimento, o processo de manutenção em pontes rodoviárias permanece baseado na deterioração destas estruturas, previamente julgada pela engenharia, tornando mais precisas a previsão das futuras condições da ponte.

5.1 ORIGEM DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

Geralmente, a decorrência de problemas patológicos pode ser devido a erros de projetos, de execução, na seleção de materiais ou até mesmo o uso da estrutura. Muitos autores classificam as anomalias em relação ao seu surgimento como Monteiro (2014): “congênita (oriundos da etapa de projeto), construtiva (decorrentes da etapa de construção), adquirida (agressividade do meio) e acidental (acontecimentos não típicos, tais como, cargas excessivas, inundações, erosões, e movimentos sísmicos) ”.

5.2 PATOLOGIA, DANOS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Uma vez integrada a areia, a brita, a água e o cimento (componentes do concreto armado) existem a possibilidade do surgimento, ao longo de sua vida útil, de possíveis anomalias, danos ou manifestações patológicas, que são deficiências que podem gerar problemas na estrutura. As principais manifestações patológicas mais ocorrentes em estruturas de concreto inclusive em pontes e viadutos com este material são: fissuras, eflorescências, deslocamento do concreto do cobrimento e corrosão de armaduras.

Existem vários tipos de manifestações patológicas, a seguir abordaremos as mais comuns.

5.2.1 Fissuração

Podemos classificar as fissuras em dois tipos: ativas ou em movimentação e passivas ou estáveis. Segundo Vitório (2013), “as fissuras ativas originam-se por meio de ações de variável grandeza causando alterações no concreto, enquanto as fissuras passivas, ao alcançarem a sua intensidade máxima se estabilizam, pois há a supressão da causa que a promoveu”.

5.2.2 Eflorescência

Normalmente perceptíveis através da formação salina, na cor branca, geralmente encontrada superficialmente na estrutura de concreto. Seu processo ocorre através da infiltração da água, da hidrólise da cal livre hidratada e da remoção do hidróxido de cálcio até a superfície do concreto. Este processo de transporte de material, denomina-se lixiviação. Em outras palavras, podemos dizer que eflorescência nada mais é que o acúmulo de solução saturada de hidróxido de cálcio de concreto, ocasionando manchas brancas causadas pelo ingresso de água sob pressão, por entre os poros do concreto, ou seja, pelas fissuras.

5.2.3 Carbonatação

Carbonatação segundo Silva (2016), “é a alteração dos compostos do cimento hidratado em carbonatos oriundo do ingresso de CO₂ no concreto através da porosidade e fissuras no concreto”. Vitório (2013) diz que “o carbonato de cálcio ocasiona a diminuição do pH do concreto, provocando a despassivação da armadura e o princípio da corrosão, originando assim tensões e consecutivamente, o aparecimento de fissuras”. A consequência do processo de corrosão da armadura é o deslocamento do cobrimento do concreto.

5.2.4 Íons Cloretos

Agindo parecido com a carbonatação, os íons cloretos introduzidos na estrutura de concreto, também causam a sua deterioração. Uma vez presentes em névoas salinas, se infiltram nos elementos estruturais, corroendo as armaduras. Sua presença pode ser agravada se as estruturas de concreto forem próximas a mares ou a oceanos, ou se tiver sido utilizado algum tipo de acelerador de pega no momento da construção da obra.

5.2.5 Corrosão de Armaduras

Em estruturas de concreto são muito comuns, a exemplo da fissuração. São cinco as formas de corrosão mais conhecidas:

- Uniforme: o metal se corrói por inteiro à mesma velocidade;
- Localizada: umas áreas se corroem a velocidade maior do que outras devido a heterogeneidade do metal, do ambiente, ou da geometria da estrutura;

- Pites (cavidades): estas cavidades sofrem fortes ataques, corroendo a uma velocidade muito elevada o que muitas vezes acaba perfurando o metal;
- Dissolução seletiva: um dos componentes de uma liga (em geral, o mais reativo) é consumido seletivamente;
- Ação conjunta da corrosão e de um fator mecânico: ocasionado por um ataque localizado ou fratura devida à ação de um fator mecânico e da corrosão. Manifesta-se na forma de corrosão-erosão, corrosão sob tensão, corrosão-fadiga. Normalmente ocorre a corrosão de armaduras por existirem eletrólitos (água), diferença de potencial (DDP) e oxigênio.

5.2.6 Vazios de Concretagem

Definidos como espaços vazios causados por ausência ou excessiva vibração no concreto no momento da construção, oriundo da segregação do agregado graúdo e miúdo existente na mistura, são conhecidos popularmente como bicheiras.

6 CONSEQUÊNCIAS DA FALTA DE MANUTENÇÃO EM PONTES RODOVIÁRIAS

As manutenções em pontes rodoviárias são trabalhos destinados à preservação do patrimônio, visando manter e prolongar os aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade das obras, retardando possíveis anomalias e tratando as que se desenvolvem ao longo da vida útil das estruturas. O programa de manutenção, associado a uma gestão de atividades de inspeção, deve ser previsto para toda a vida útil da estrutura, com início a partir da sua fase de construção, identificando o real estado das obras, analisando e diagnosticando as suas condições, de modo que sejam planejadas e priorizadas as intervenções efetivamente necessárias, permitindo a elaboração de orçamentos mais realistas.

Além da diminuição da vida útil da estrutura, a falta de manutenção das pontes rodoviárias, gera custos muito altos pois, devido ao mau estado de conservação, as obras necessitam de manutenções e intervenções emergenciais, resultando em elevadas despesas com reparos e reforços.

Dependendo da região onde se encontram tais pontes, além do aspecto econômico, que é o principal fator, existe também a questão da acessibilidade, que muitas vezes é o único acesso a determinada região e é interrompida devido a danos na estrutura, o que impossibilita o simples ir e vir em caso de interdição desta obra especial.

Verdade é que, todos os caminhos referentes a falta de manutenção em pontes rodoviárias, levam ao mesmo problema, que é a pura e simples questão financeira, uma vez que qualquer tipo de dano causado pela falta de manutenção, ou por manutenções malfeitas, vão gerar transtornos de locomoção aos locais envolvidos, acarretando os mais diversos tipos de prejuízos econômicos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia principal em um primeiro momento, era fazer uma comparação entre as várias formas de reparos e inspeções nos diferentes tipos de pontes rodoviárias, pois acreditávamos que para cada tipo de ponte, existia uma forma de inspeção específica, porém, nos aprofundando no estudo destas inspeções, constatamos que já havia um padrão, e que ao contrário do que imaginávamos, as inspeções existentes eram válidas para todos os tipos de pontes, o que nos remeteu a direcionar este estudo, numa forma de revisão bibliográfica, buscando assim encontrar possíveis falhas no atual processo, ou pontos que poderíamos sugerir aperfeiçoamento, seguindo a direção do nosso orientador.

Levando em consideração todo o estudo feito neste trabalho em cima do Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, na Norma DNIT 010/2004 PRO e mais algumas referências bibliográficas, e apesar da atualização que este manual sofreu em 2004, pode-se concluir que, primeiramente já se passaram 16 anos desta atualização, o que pode abrir um precedente para possíveis discordâncias ou até mesmo ineficácia de resultados, uma vez que temos muitas novas tecnologias referentes as construções de obras de arte especiais. Passados tanto tempo sem uma verificação neste manual, será que não teriam pontos que poderiam ser melhorados?

Hoje existem cinco tipos de inspeções com seus respectivos tempos para suas verificações:

- Inspeção cadastral, realizada logo após a construção da obra de arte especial;
- Inspeção rotineira, realizada entre um a dois anos depois da construção da obra;
- Inspeção especial, realizada normalmente com intervalos de até cinco anos após a construção da obra;
- Inspeção extraordinária, realizada sempre que há danos estruturais repentinos na obra;
- Inspeção intermediária, que serve como uma espécie de monitoramento de alguma anomalia previamente detectada na obra.

Analisando o avanço na construção de obras de artes especiais, seja no aspecto estrutural, quanto no que tange o tipo de material utilizado nestas obras, podemos afirmar que atualmente, existe margem para melhorarmos o sistema de inspeções e prolongarmos a vida útil de tais obras, sem correr riscos de colapsarmos as estruturas das mesmas.

Acreditamos que poderíamos padronizar o sistema de inspeções, unificando este sistema atual que conta com cinco tipos de inspeções, para apenas dois tipos de inspeções, sendo:

- Uma inspeção cadastral, contendo dados da fase inicial da ponte, para que fique catalogado todas as informações necessárias para a vida útil desta obra;

- E uma inspeção anual, realizada uma vez por ano obrigatoriamente, com data pré determinada ou quando for constatado alguma anomalia.

Ambas inspeções, contariam com uma ficha bem detalhada, com um acervo de fotos onde facilitasse o estudo de possíveis problemas na obra e proporcionasse uma imediata realização da resolução do problema. Esta ficha seria disponibilizada em plataformas digitais, o que facilitaria seu acesso e sua atualização, criando assim uma espécie de cadastro nacional, onde qualquer profissional da área de engenharia, através de seu registro no CREA, pudesse ter acesso, facilitando assim futuros estudos e conseqüentemente, aperfeiçoando os resultados.

Todo esse procedimento continuaria sendo realizado por profissionais qualificados, conforme consta no atual manual, o que garante a completa e eficaz resolução de problemas extraordinários que possam surgir, seja nas estruturas ou nos mais variados materiais existentes nestas obras.

Firmes no compromisso de estarmos sempre buscando qualificação e melhoria dos processos já existentes, em toda a área de Engenharia Civil, gostaríamos que o objeto deste estudo, fosse uma “ponte” para posteriores estudos dos novos acadêmicos que estão por vir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, H. C. N; MIRANDA, M. Z. **Principais Patologias em Estruturas de Concreto de Pontes e Viadutos: Manuseio e Manutenção das Obras de Arte Especiais**. Belo Horizonte, 2017.
- BELGO BEKART ARAMES. **Manutenção em pontes: saiba mais sobre os procedimentos de inspeções e reparos**. Disponível em: <https://blog.belgobekaert.com.br/manutencao-em-pontes/>. Acesso em: 27 mai. 2020.
- BRITO, J. BRANCO, F. A., THOFT-CHISTENSEN, P., SORENSEN, J. D. An expert system for concrete bridge management. **Engineering Structures**. vol. 19, n. 7, pp 519-526. UK, 1998.
- CAVALCANTE, G. H. F. **Pontes em Concreto Armado: Análise e Dimensionamento**. 1. ed. [S.l.]: Blucher, 2019.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1998.
- GUIMARÃES, A.T.C. **Vida útil de estruturas de concreto armado em ambientes marítimos**. 2000. 241 p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- IPR.DENIT.GOV.BR. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/709_manual_de_inspecao_de_pontes_rodoviarias.pdf. Acesso em: 28 mai. 2020.
- IPR.DNIT.GOV.BR. **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento**. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/procedimento-pro/dnit010_2004_pro.pdf. Acesso em: 29 mai. 2020.
- LIVROS GRÁTIS. **Proposta de Manual Para Inspeção de Pontes e Viadutos em Concreto Armado – Discussão sobre a Influência dos Fatores Ambientais na Degradação de Obras-de-Arte Especiais**. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp012171.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.
- MARK HURT, STEVEN D. SCHROCK. **Highway Bridge Maintenance Planning and Scheduling, 2016**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bridge-maintenance/pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020

MINISTRY OF TRANSPORT OF THE REPUBLIC OF LATVIA/LATVIAN ROAD ADMINISTRATION: **Guidelines for the management of bridges**. 1998 Norwegian Public Roads Administration. Disponível em: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/189807/guidelines_management_bridge.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 22 dez. 2020.

MONTEIRO, E. C. B. Notas de aula do mestrado. **Manifestações patológicas em estruturas de concreto**. Escola Politécnica de Pernambuco. Universidade de Pernambuco, 2014, 34p

PFEIL, W. Pontes: **Curso Básico: projeto, construção e manutenção**. Rio de Janeiro: Campus, 1983.

SILVA, C. J. G. **Uma amostra das condições estruturais e funcionais de pontes e viadutos das rodovias federais de Pernambuco**. 141p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2016.

VITOTORIOEMELO.COM.BR. **PONTES E VIADUTOS RODOVIÁRIOS: Conceituação, conservação, segurança e reforço estrutural**. Disponível em: http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Viadutos_Rodoviaros.pdf. Acesso em: 31 mai. 2020.

WWW.NORMAS.COM.BR. **NBR9452 de 09/2019 Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/5975/abnt-nbr9452-inspecao-de-pontes-viadutos-e-passelas-de-concreto-procedimento>. Acesso em: 1 jun. 2020.