

**ANDRÉ COSTA MELO  
MURILLO MARCIO ALVARENGA CARVALHO**

**MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NO  
MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES**

**ANÁPOLIS / GO: 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MELO, ANDRE COSTA / CARVALHO, MURILLO MARCIO ALVARENGA

MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-GO  
66P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

- |                                |                                 |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Manutenção de obras de arte | 2. Pontes                       |
| 3. Anomalias                   | 4. Anápolis                     |
| I. ENC/UNI                     | II. Bacharel (10 <sup>o</sup> ) |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARVALHO, MURILLO MARCIO ALVARENGA; MELO, ANDRE COSTA .  
MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS-  
GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 38p. 2019.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Murillo Marcio Alvarenga Carvalho

André Costa Melo

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Manutenção de obras de arte especiais no município de Anápolis-GO.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

  
André Costa Melo  
Acm.0@hotmail.com

  
Murillo Marcio Alvarenga Carvalho  
Murillo.marcio@hotmail.com

**ANDRE COSTA MELO**  
**MURILLO MARCIO ALVARENGA CARVALHO**

**MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NO  
MUNICÍPIO DE ANAPOLIS-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**



---

**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Especialista (UniEvangélica)**  
**(ORIENTADOR)**



---

**ISA LORENA SILVA BARBOSA, Mestre (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**



---

**TIAGO DE LIMA BENTO PEREIRA, Mestre (UniEvangélica)**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 03 DE MAIO DE 2019**

## **RESUMO**

Esse estudo propõe apresentar a condição geral das obras de arte especiais no município de Anápolis-GO quanto à manutenção e a avaliação dos sistemas de gestão municipal na manutenção destas, frente à bibliografia existente. Nessa proposta tem-se uma coletânea de informações e classificações dos tipos de pontes e demais estruturas que compõem essa temática para ter-se com isso um arcabouço de informações que remetam à análise de toda a complexidade dessa abordagem. Para atingir essa compreensão apresenta-se uma avaliação da metodologia por meio de referências bibliográficas de autores que tratam desse estudo, artigos que tratam da temática e instituições que discorrem dessa modalidade de trabalho. Ao final é apresentado propostas que contribuam para melhorar das condições das obras de arte do município, apresentando suas condições para futuras e possíveis medidas de controle e melhorias dessas estruturas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção; Anomalias; Pontes; Obras de Arte.

## **ABSTRACT**

This study proposes to present the general condition of the special works of art in the city of Anápolis-GO regarding the maintenance, the evaluation of the municipal management systems in the maintenance of these, in front of the existing bibliography. Within this proposal will be presented a collection of information and classifications of the types of bridges and other structures that compose this subject to have with it a framework of information that refer to the analysis of all the complexity of this approach. To reach this understanding will be introduced an evaluation of the methodology by means of bibliographical references of authors that deal with this study, articles that deal with the theme and institutions that discuss this modality of work. At the end, proposals will be presented that will contribute to improve the conditions of the bridges of the municipality, presenting their conditions for future and possible measures of control and improvements of these structures.

**KEYWORDS:** Maintenance; Anomalies; Bridges.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Elementos Estruturais	16
Figura 2 - Ponte em Laje	17
Figura 3 - Ponte em Viga	17
Figura 4 - Ponte em Tabuleiro Celular	18
Figura 5 - Ponte da Arrábida do tipo em arco	19
Figura 6 - Ponte Golden Gate	20
Figura 7 - Ponte Estaiada - Ponte Rio Pinheiros	20
Figura 8 - Tipologias da Estrutura	21
Figura 9 - Aparelhos de Apoio da Mesoestrutura com superestrutura	22
Figura 10 - Aparelhos de apoio em elastômero fretado	22
Figura 11 - Junta de Dilatação - Encontro superior	23
Figura 12 - Encontros	23
Figura 13 – Drenagem sobre ponte	24
Figura 14 - Guarda Corpo	25
Figura 15 - Barreira Rígida / Defesa Metálica	26
Figura 16 - Talude	27
Figura 17 - Biodeteriorização em concreto	30
Figura 18 – OAEs em Zona Urbana de Anápolis.	39
Figura 19 – Manutenção em viaduto com plataforma Elevatória.	43
Figura 20 - Mapa com ano de aprovação dos bairros de Anápolis.	46
Figura 21 – Vista de Satélite a partir da parte Norte da área urbana com elevações exageradas 3x eletronicamente. Em vermelho centro da cidade. “Pins” são OAEs conforme Figura 18.	47
Figura 22 – Perfil Topográfico da Av. Brasil	48
Figura 23 – Vista de Satélite com OAEs vistoriadas.	48
Figura 24 – Ninho de concretagem em OAE nº 20.	49
Figura 25 – Eflorescências como resultado de lixiviação na OAE nº 47	51
Figura 26 – Falta de guarda corpo na OAE nº 53	52
Figura 27 – Ausência de drenagem em OAE nº 31	53
Figura 28 – Buzinote entupido em OAE nº 20	53
Figura 29 – Bueiro parcialmente entupido em OAE nº 52	54
Figura 30 – Biodeteriorização em OAE nº 54	55
Figura 31 – Encontro com erosão retirada da OAE nº 51	56

Figura 32 – Ala com erosão retirada da OAE nº 48	57
Figura 33 – Proteção em montante na OAE nº 54	58
Figura 34 – Erosão em montante na OAE nº 20	58
Figura 35 – Canal entupido na OAE nº 20	59
Figura 36 – Entupimento parcial na OAE nº 52	60
Figura 37 – Detritos de drenagem pluvial na OAE nº 55	60
Figura 38 – Armadura exposta na OAE nº 8	61
Figura 39 – Armadura exposta na OAE nº 20	62
Figura 40 – Erosão na OAE nº 56	63
Figura 41 – Ala incompleta na OAE nº 56	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha de classificação da OAE	38
Quadro 2 – OAEs em que foi realizado “Inspeção Rotineira”	40
Quadro 3 – OAEs em que foi realizada vistoria superficial	43
Quadro 4 – Notas conforme parâmetros da NBR 9452 (ABNT,2016)	62



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade. 37

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
OAE	Obra de arte especial
OAES	Obras de arte especiais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
1.3 METODOLOGIA .....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
<b>2 OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....</b>	<b>15</b>
2.1 DEFINIÇÃO .....	15
2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	15
2.2.1 SISTEMAS CONTRUTIVOS .....	16
2.2.1.1 PONTE EM LAJE .....	17
2.2.1.2 PONTE EM VIGAS .....	17
2.2.1.3 PONTE EM TABULEIRO CELULAR.....	18
2.2.1.4 PONTE EM ARCO.....	18
2.2.1.5 PONTE PÊNSIL .....	19
2.2.1.6 PONTE ESTAIADA.....	20
2.3 TIPOLOGIAS DA ESTRUTURA.....	21
2.4 ELEMENTOS .....	21
2.4.1 ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	21
2.4.1.1 APARELHOS DE APOIO .....	21
2.4.1.2 JUNTAS DE DILATAÇÃO .....	22
2.4.1.3 ENCONTROS.....	23
2.4.2 ELEMENTOS DA PISTA OU FUNCIONAIS .....	24
2.4.2.1 PAVIMENTO .....	24
2.4.2.2 ACOSTAMENTO .....	24
2.4.2.3 DRENAGEM.....	24
2.4.2.4 GUARDA CORPOS .....	25
2.4.2.5 BARREIRAS RÍGIDAS/DEFENSAS METÁLICAS.....	26
2.4.3 OUTROS ELEMENTOS .....	26
2.4.3.1 TALUDES .....	26
2.4.3.2 GABARITO.....	27

2.4.3.3	OUTROS.....	27
<b>3</b>	<b>ANOMALIAS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....</b>	<b>28</b>
3.1	DEFINIÇÃO .....	28
3.2	ANOMALIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO .....	28
3.2.1	TENSÕES TÉRMICAS .....	28
3.2.2	DEFORMAÇÃO POR RETRAÇÃO.....	29
3.2.3	DEFORMAÇÃO POR FLUÊNCIA .....	29
3.2.4	DESGASTE.....	29
3.2.5	ATAQUE DE ÁGUA PURA .....	29
3.2.6	BIODETERIORAÇÃO DO CONCRETO.....	30
3.3	LOCAIS DE ANOMALIAS EM OAES .....	30
<b>4</b>	<b>MANUTENÇÃO DE OAES .....</b>	<b>32</b>
4.1	REQUISITOS PROFISSIONAIS .....	32
4.1.1	NBR 16230(ABNT,2013)– INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL – REQUISITOS.....	32
4.2	NBR 9452(ABNT,2016) - INSPEÇÃO DE PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS DE CONCRETO — PROCEDIMENTO.....	33
4.2.1	INSPEÇÕES.....	33
4.2.1.1	INSPEÇÃO CADASTRAL .....	33
4.2.1.2	INSPEÇÃO ROTINEIRA .....	33
4.2.1.3	INSPEÇÃO ESPECIAL .....	34
4.2.1.4	INSPEÇÃO EXTRAORDINARIA .....	34
4.2.2	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA OAE.....	35
4.2.3	PARÂMETROS .....	35
4.2.3.1	PARÂMETROS ESTRUTURAIS.....	35
4.2.3.2	PARÂMETROS FUNCIONAIS .....	35
4.2.3.3	PARÂMETROS DE DURABILIDADE .....	35
4.2.4	CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DAS NOTAS DE CLASSIFICAÇÃO .....	36
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DE CAMPO .....</b>	<b>39</b>
5.1	INTRODUÇÃO .....	39
5.2	ESCOLHA DAS PONTES .....	45
5.3	METODOLOGIA .....	49
5.4	RESULTADOS DAS VISTORIAS CONFORME NBR 9452 (ABNT,2016).....	49
5.4.1	PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS .....	49

5.4.1.1	NINHOS DE CONCRETAGEM.....	49
5.4.1.2	LIXIVIAÇÃO DE CONCRETO .....	50
5.4.1.3	AUSÊNCIA DE GUARDO CORPO.....	51
5.4.1.4	AUSÊNCIA DE DRENAGEM .....	52
5.4.1.5	ENTUPIMENTO DE DRENAGEM .....	53
5.4.1.6	BIODETERIORIAÇÃO .....	55
5.4.1.7	LIXIVIAÇÃO (EROSÃO) DAS ALAS OU ENCONTROS .....	56
5.4.1.8	ENTUPIMENTO DO CURSO DE ÁGUAS .....	57
5.4.2	NOTAS GERAIS CONFORME PARÂMETROS .....	62
5.5	OAES VISTORIADAS SUPERFICIALMENTE .....	63
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
	<b>APENDICE A .....</b>	<b>70</b>
	<b>APENDICE B .....</b>	<b>86</b>
	<b>APENDICE C .....</b>	<b>103</b>
	<b>APENDICE D .....</b>	<b>115</b>
	<b>APENDICE E .....</b>	<b>127</b>
	<b>APENDICE F .....</b>	<b>141</b>
	<b>APENDICE G .....</b>	<b>153</b>
	<b>APENDICE H .....</b>	<b>165</b>
	<b>APENDICE I .....</b>	<b>177</b>
	<b>APENDICE J .....</b>	<b>186</b>
	<b>APENDICE K .....</b>	<b>200</b>
	<b>APENDICE L .....</b>	<b>204</b>
	<b>APENDICE M .....</b>	<b>210</b>
	<b>APENDICE N .....</b>	<b>217</b>
	<b>APENDICE O .....</b>	<b>221</b>
	<b>APENDICE P .....</b>	<b>226</b>
	<b>APENDICE Q .....</b>	<b>229</b>
	<b>APENDICE R .....</b>	<b>235</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme Pinho e Bellei (2007) as pontes foram criadas com intuito de facilitar travessias e diminuir distâncias. Na busca dos caminhos mais curtos e mais fáceis de serem percorridos, alguns desafios físicos surgiram, tais como rios, valas, ou cursos de enxurradas, sendo necessário a construção de estruturas que possibilitem a sobreposição desses obstáculos. Existem relatos de pontes construídas por volta de 1450 A.C. e atualmente, conforme Ministry of Culture and Sports da Grécia (2012) a ponte Arkadiko na Grécia é a ponte mais velha em existência com sua construção estimada por volta de 1300 A.C.

Segundo Gonçalves (1997) na América do Sul a primeira grande ponte construída foi a ponte Maurício de Nassau, inaugurada em 28 de fevereiro de 1644 na cidade de Recife denominada ponte do Recife até o ano de 1865, que liga o Bairro de Santo Antônio ao bairro do Recife antigo. Esta ponte sofreu várias reformas e melhoramentos nos anos de 1683 e 1742, e em 1865 foi substituída por uma de ferro, que se chamou Ponte 7 de Setembro, mas teve pouca durabilidade, por conta da maresia e da rápida deterioração. Em 1917 foi reconstruída em concreto armado e reinaugurada com o nome Ponte Maurício de Nassau, que se encontra em bom estado de conservação até hoje.

De acordo com Freitas (1985) a primeira ponte em Goiás é a ponte Afonso Pena construído em 1909 sobre o rio Paranaíba na divisa entre Goiás e Minas Gerais facilitando a travessia do rio Paranaíba tanto de pessoas quanto de cargas, antes feito apenas por meio de balsas.

Segundo Marchetti (2008) existem vários tipos de pontes, algumas delas com técnicas construtivas mais recentes e outras com técnicas bem antigas, como exemplo de método de construção antigo podemos citar as pontes em arco com vários exemplos construídos pelo mundo. Nas técnicas mais recentes é observado pontes que requerem técnicas construtivas e de cálculo mais elaborados como, por exemplo, as pontes do tipo suspensa que são construídas utilizando cabos que recebem o peso e o carregamento da ponte e o distribuem para suas torres de sustentação. Conforme Silva (2011) nos dias atuais a construção de uma estrutura deve ser realizada por profissionais capacitados, que avaliarão diversas condicionantes como tráfego, viabilidade econômica, sociais e diversas outras condicionantes.

Toda estrutura necessita de manutenção segundo Mendes (2009) principalmente as obras de arte que oferecerem riscos a sociedade, quando em condições precárias, sendo necessária que se tenha uma manutenção constante dos seus componentes, esta manutenção não

deve ser feita de modo apenas emergencial, mas também de modo regular, realizando visitas e mantendo um cadastro de todas as pontes e suas condições.

## JUSTIFICATIVA

A manutenção em geral tem sido um tema em recorrência na engenharia civil nos últimos anos devido aos diversos acidentes e ao alarme da mídia em relação ao estado precário em que as obras públicas em geral têm estado como, por exemplo, a queda no início de 2018 de uma das pontes do Eixão no Distrito Federal conforme Moreira (2018), o recente acidente no Museu Nacional que apresentava diversos problemas de manutenção conforme Pamplona (2018) e as recentes críticas de peritos de que outras obras na área central de SP podem sofrer o mesmo do Museu Nacional por falta de manutenção de acordo com Racy (2018).

De acordo com pesquisa de Mendes (2009) em 69% das pontes federais cadastradas no DNIT, 3879 das 5619 pontes em 2009, possuíam idade superior a 30 anos, onde as patologias aumentam gradualmente. Segundo Oliveira (2011) é comum encontrar Obras de Arte Especiais (OAE's) que não recebem atenção preventiva, problemas como oxidação das armaduras, carbonatação, fadiga entre outras manifestações que contribuem para diminuição da durabilidade ou do desempenho.

Conforme Vitório (2015) merece preocupação a grande quantidade de recursos necessários para recuperar, reforçar ou substituir obras antigas que, por serem feitos tardiamente, sobem em progressão geométrica.

## OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo a avaliação da condição geral das Obras de Arte Especiais no município de Anápolis-GO quanto à manutenção e contribuir na cultura de manutenção de obras existentes.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar um levantamento bibliográfico da manutenção de obras de arte especiais.

- Inspeccionar uma parte das OAEs do município conforme parâmetros da NBR 9456/2016.
- Apresentar um mapa do estado das OAEs do município de Anápolis.
- Analisar os dados através de identificação de semelhanças seja no âmbito contrutivo ou das anomalias presentes entre as OAEs verificadas.

## METODOLOGIA

Primeiramente será realizado um levantamento das referências bibliográficas do tema, visitas a prefeitura municipal com o intuito de entender o funcionamento da manutenção e o histórico das obras de arte para a identificação das obras de arte especiais que serão vistoriadas, posteriormente será realizado as inspeções nas obras de arte especiais de Anápolis conforme a NBR 9452 (ABNT,2016) e por fim a análise dos dados coletados em campo.

## ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos, o primeiro trata-se de uma breve introdução sobre as obras de arte especiais, suas classificações, sistemas estruturais e os principais elementos que os compoem. O segundo capítulo trata das anomalias mais recorrentes em estruturas de concreto armado e em obras de arte especiais em concreto. O terceiro capítulo trata-se dos normativos relacionados à manutenção das obras de arte especiais. Por fim, o quarto capítulo trata dos dados retirados em campo como relatórios de inspeções das pontes e análise dos dados encontrados.



## 2 OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

### DEFINIÇÃO

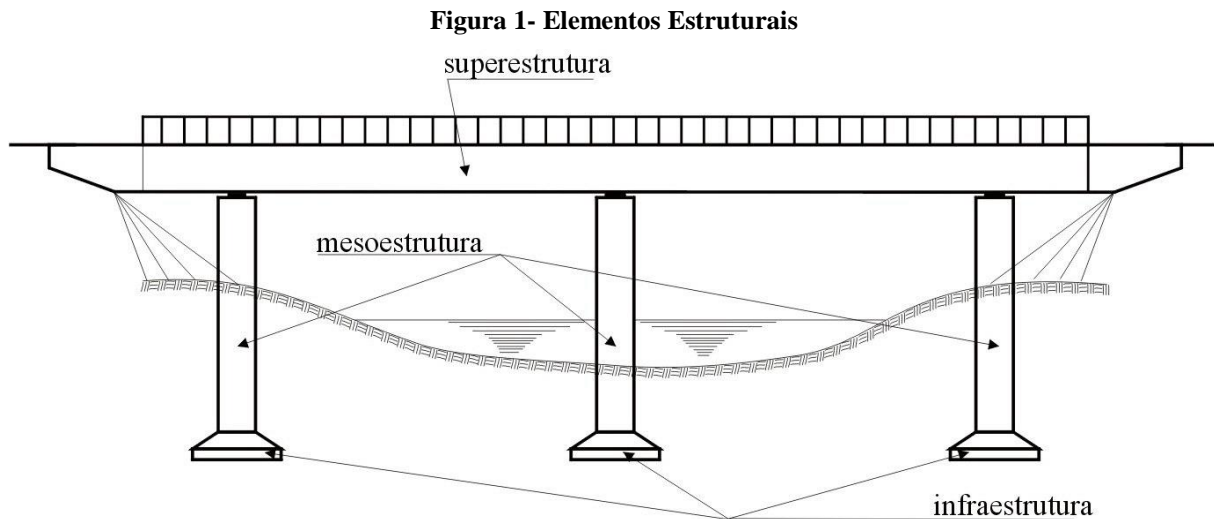
Segundo a norma brasileira NBR 9452 (ABNT,2016) obras de arte especiais são estruturas classificadas como ponte, pontilhão, viaduto ou passarela. Pontes são estruturas destinadas à transposição de obstáculos à continuidade do leito normal de uma via, e cujo obstáculo deve ser constituído por canal aquífero, como rio, mar, lago, córrego e outros. Pontilhão são pontes ou viadutos de vão único com comprimento igual ou inferior a 6 m. Viadutos são estruturas destinadas à transposição de obstáculos à continuidade do leito normal de uma via, e cujo obstáculo é constituído por rodovia, ferrovia, vale, grotta, contorno de encosta, esta estrutura destina-se também à substituição de aterros. Passarela são estruturas destinadas exclusivamente à travessia de pedestre e/ou de ciclista, desde que devidamente projetada para tanto, sobre obstáculo natural ou artificial.

De acordo com Debs e Takeya (2003), uma ponte, é a estrutura com finalidade de transpor um obstáculo que sendo um curso de água ou qualquer superfície líquida, diferente de um viaduto onde seu objetivo é transpor um vale ou vala ou até mesmo uma via, entretanto ambos possuem um tratamento estrutural idêntico sofrendo apenas algumas mudanças em sua infraestrutura.

### CLASSIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIIS

Os elementos estruturais das pontes são classificados em três grupos ou em dois grandes grupos. Esta classificação depende de cada autor, segundo Leonhardt (1979) divide-se em duas grandes partes sendo que uma delas é a superestrutura que pode ser vista facilmente em qualquer ponte e a infraestrutura que geralmente fica escondida. Na superestrutura é observado o tabuleiro, vigas principais e secundárias, e na infraestrutura é observado pilares, encontros e apoios. Também é observado outras visões como a de Liebenberg (1992), que divide a estrutura em três partes sendo elas superestrutura, subestrutura e fundações, esta divisão já sendo de fácil compreensão ilustra a seguinte divisão: na superestrutura estão contidos tabuleiros e vigas principais, na subestrutura vigas secundárias e pilares, e na fundação apoios, sapatas e qualquer estrutura de apoio. A NBR 9452 (ABNT,2016) que trata dos procedimentos da inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto utiliza a classificação em três grandes grupos tendo a definição de superestrutura: “Conjunto de elementos destinados

a receber as cargas permanentes e acidentais e transferi-las à mesoestrutura ou diretamente à infraestrutura” Mesoestrutura: “Conjunto de elementos destinados a receber as cargas provenientes da superestrutura e transferi-las à infraestrutura” e infraestrutura: “Conjunto de elementos destinados a receber as cargas provenientes da mesoestrutura ou diretamente da superestrutura e transferi-las ao substrato”, conforme pode ser visualizado na Figura 1.



Fonte: Vitorio (2002)

A classificação das pontes pode seguir vários critérios conforme apontado por Leonhardt (1979), Debs e Takeya (2003) e Salles et al (2005). Segundo Vasconcelos (1993) “ao engenheiro interessa a classificação pelo tipo estrutural, pelo modo de funcionamento da estrutura, pela maneira como os carregamentos são transferidos para os pilares e deles para a fundação”. Já para um tecnologista, importa saber a classificação pelos materiais utilizados.

Segundo Vitorio (2002) também podem ser classificados quanto ao sistema estrutural ou construtivo sendo os principais as pontes em laje, pontes em vigas, pontes em tabuleiro celular, pontes em pórticos pontes em arco, pontes pênses e pontes estaiadas.

### 2.1.1 SISTEMAS CONTRUTIVOS

## PONTE EM LAJE

Segundo Vitório (2002) pontes em laje são pontes cujos tabuleiros são constituídos apenas por laje, sem qualquer tipo de viga. Trata-se de solução adotada apenas para pequenos vãos cobrindo a faixa de 15 metros de uma ponta a outra. Um exemplo de ponte em laje pode ser visualizado na Figura 2.

**Figura 2 - Ponte em Laje**



**Fonte: Lajes Hertel (2018)**

## PONTE EM VIGAS

Conforme Vitorio (2002) pontes em vigas são pontes cujo sistema estrutural do tabuleiro é constituído por duas ou mais vigas longitudinais ou vigas transversais e uma laje superior na qual se tem uma pista de rolamento. Um exemplo de ponte em viga construído em zona rural no município de Cavalcante no norte de Goiás pode ser visualizado na Figura 3.

**Figura 3 - Ponte em Viga**



**Fonte: Do próprio autor (2017)**

## PONTE EM TABULEIRO CELULAR

De acordo com Vitório (2002) pontes em tabuleiro celular trata-se de pontes com tabuleiro formado por duas lajes, uma superior e outra inferior, interligadas por vigas longitudinais e transversais. Na Figura 4 é observado uma ponte sobre o córrego das Antas em Anápolis.

**Figura 4 - Ponte em Tabuleiro Celular**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

## PONTE EM ARCO

Segundo Vitório (2002) pontes em arco é um tipo de sistema estrutural que foi muito utilizado no passado como a única alternativa viável para vencer grandes vãos, principalmente diante da dificuldade da execução de apoios intermediários e escoramentos sobre cursos d'água ou vales profundos. As predominâncias dos esforços de compressão com pequena excentricidade e a exigência de pequenas seções de armações fizeram do arco a estrutura adequada para a utilização do concreto armado. Porém, com a evolução do concreto protendido e das técnicas construtivas que permitiram eliminar os escoramentos, as pontes em arcos passaram a serem substituídas pelas pontes em vigas retas protendidas. Na Figura 5 é observado a ponte Arrábida da cidade do Porto em Portugal.

**Figura 5 - Ponte da Arrábida do tipo em arco**



**Fonte: Do próprio autor (2016)**

## PONTE PÊNSIL

Conforme Vitório (2002) pontes pênséis são constituídas por cabos dispostos e pendurais verticais, não são estruturas usualmente em concreto e por isso são executadas geralmente em vigamentos metálicos suspensos em cabos portantes de aço. Os vigamentos podem ser em treliças ou vigas de alma cheia, devem ter grande rigidez à flexão e principalmente à torção, de modo a minimizar os efeitos dos movimentos vibratórios transversais que podem causar desconforto aos usuários ou mesmo risco à estrutura. Na Figura 6 é observado a ponte Golden Gate do tipo ponte pensil.

**Figura 6 - Ponte Golden Gate**



**Fonte: Jr. (2015)**

## PONTE ESTAIADA

De acordo com Vitório (2002) nas pontes estaiadas o tabuleiro é suspenso através de cabos inclinados fixados em torres. O tabuleiro, geralmente metálico ou em concreto protendido, deve ter grande rigidez à torção, de modo a reduzir os movimentos vibratórios causados pela ação transversal do vento. Este tipo de ponte é utilizado para vãos maiores que 200m. É observado um exemplo na cidade de Anápolis na Av. Brasil com a Av. Goias. Na Figura 7 é observado a Ponte Rio Pinheiros situada em São Paulo como exemplo.

**Figura 7 - Ponte Estaiada - Ponte Rio Pinheiros**



**Fonte: Tagliani (2018)**

## TIPOLOGIAS DA ESTRUTURA

Conforme a NBR 9456/2016 a superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura podem possuir diversas tipologias. Algumas das principais tipologias são apresentadas na Figura 8.

**Figura 8 - Tipologias da Estrutura**

SUPERESTRUTURA		MESOESTRUTURA	INFRAESTRUTURA
longitudinal	transversal		
Bi-apoiada ou isostática	Pilares isolados	Número de linhas de apoio	Direta
Contínua	Pilares com travessa	Número de pilares por linha de apoio	Bloco sobre estacas
Vão suspenso com sonsolo ou Gerber	Pilares contraventados	Seção transversal do pilar	Bloco sobre tubulões
Arco superior	Pilares parede		Tubulões
Arco intermediário	Pilones		Estaca escavada
Arco inferior			Estaca pré-moldada
Pórtico			Perfil Metálico
			Estaca de madeira

Fonte: Do próprio autor (2018)

## ELEMENTOS

Conforme já elencado as OAE podem ser divididas em diversas classificações, uma das classificações se dá pelos elementos retratados na NBR 9452(ABNT,2016). Os elementos podem ser estruturais, elementos funcionais, elementos da pista e outros elementos complementares.

### 2.1.2 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

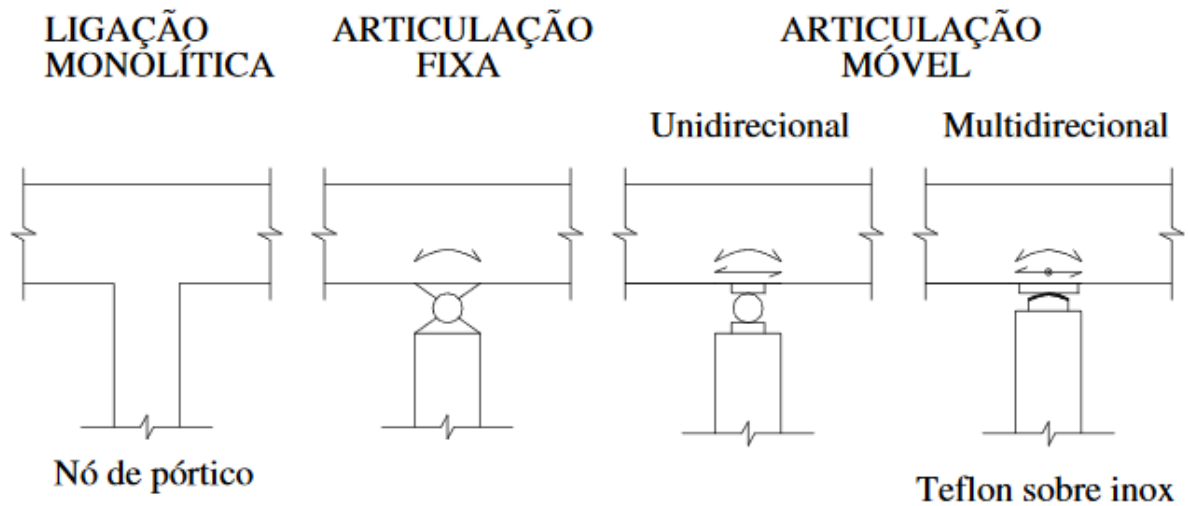
A NBR 9452(ABNT,2016) apresenta os elementos superestrutura, mesoestrutura infraestrutura, aparelhos de apoio, juntas de dilatação, encontros e outros elementos. Os três primeiros já foram exemplificados anteriormente.

#### APARELHOS DE APOIO

Aparelhos de apoio são elementos que estão diretamente nos encontros e servem como apoio, podem ser rígidos ou moveis. Os aparelhos de apoio de elastometro fretado que possui

o normativo NBR 9783 e as articulações Freyssinet são os mais usuais conforme Stucchi (2006). Na Figura 9 é observado os três tipos de ligações possíveis e na Figura 10 um exemplo de aparelhos de apoio em elastômero fretado.

**Figura 9 - Aparelhos de Apoio da Mesoestrutura com superestrutura**



Fonte: Stucchi (2006)

**Figura 10 - Aparelhos de apoio em elastômero fretado**



Fonte: Do próprio autor (2017)

## JUNTAS DE DILATAÇÃO

Conforme Vitório (2002) as juntas de dilatação são interrupções estruturais no tabuleiro de modo a permitir movimentações causadas pela variação de temperatura, retração e fluência do concreto. No pavimento em concreto é recomendado possuírem encontros que



garantem proteção união entre os pavimentos, um exemplo pode ser visualizado na Figura 11. Nos pavimentos flexíveis é dispensado esta divisória, podendo ser preenchido pelo próprio pavimento a união dos pavimentos, resguardando a junta de dilatação.

**Figura 11 - Junta de Dilatação - Encontro superior**

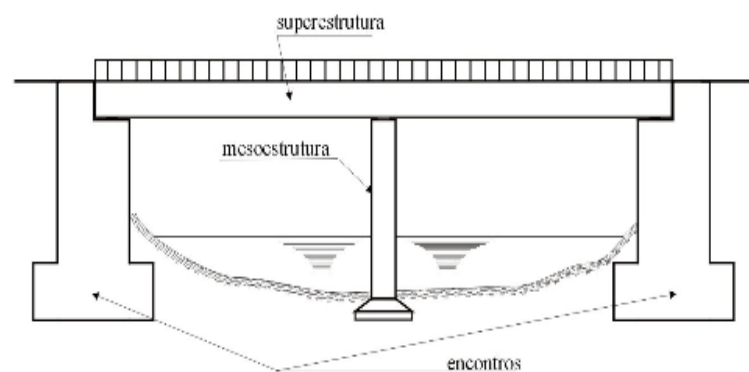


Fonte: Siqueira (2018)

## ENCONTROS

De acordo com Vitório (2002), os encontros são elementos presentes nas extremidades de alguns tipos de OAE. Os elementos possuem a função de absorver os esforços verticais extremos da superestrutura e realizar a contenção e estabilização dos aterros de acesso conforme pode ser visualizado na Figura 12.

**Figura 12 - Encontros**



Fonte: Vitorio (2002)

### 2.1.3 ELEMENTOS DA PISTA OU FUNCIONAIS

A NBR 9452(ABNT,2016) apresenta os elementos pavimento, acostamento e refúgio, drenagem, guarda corpos e barreiras rígidas/defensas metálicas.

#### PAVIMENTO

A pavimentação da superestrutura de uma OAEs deverá ser realizada através da utilização de pavimento rígido ou de pavimento flexível de acordo com Manual de projetos de obras de arte especiais do DNER (1996). Preferencialmente deve-se utilizar pavimentação rígida podendo ser utilizada a pavimentação flexível caso após análise dos itens de viabilidade econômica, disponibilidade de equipamentos e materiais e continuidade do pavimento da rodovia.

Conforme DNER (1996) em pavimentos flexíveis não há a necessidade de juntas no pavimento podendo ser utilizado, na maior parte dos casos, apenas junta de dilatação da própria estrutura. Em pavimentos rígidos é recomendado em todos os casos juntas de contração e juntas de construção no pavimento além das juntas de dilatação da própria estrutura.

#### ACOSTAMENTO

Acostamento é a largura adicional à pista de rolamento utilizada em casos de emergência pelos veículos, destaca Cunha (2011).

#### DRENAGEM

Parte da estrutura responsável pelo escoamento das águas pluviais. O funcionamento da drenagem depende principalmente da declividade do pavimento e do terreno. Na Figura 13 é observado bueiros de drenagem pluvial em ponte sobre o Córrego das Antas em Anápolis.

**Figura 13 – Drenagem sobre ponte**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

## GUARDA CORPOS

Os guarda-corpos são peças laterais de proteção aos pedestres presas na maior parte das vezes nas extremidades dos passeios. Sua função é de garantir a segurança dos pedestres em relação às laterais da OAE. Na Figura 14 é observado um exemplo de guarda corpo em ponte sobre o Córrego das Antas em Anápolis.

**Figura 14 - Guarda Corpo**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

## BARREIRAS RÍGIDAS/DEFENSAS METÁLICAS

Segundo o Manual de Projeto de Obras de Arte Especiais do DNER (1996) as barreiras são dispositivos rígidos, moldados in loco ou pré-moldados, para proteção lateral dos veículos, devem ter altura, resistência e perfil interno adequados. Na Figura 15 é observado uma Imagem de barreira rígida que tem a função também de guarda corpo e é observado uma defesa metálica também com a mesma função.

**Figura 15 - Barreira Rígida / Defesa Metálica**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

### 2.1.4 OUTROS ELEMENTOS

#### TALUDES

Talude é um plano de terreno inclinado que possui a função de garantir a estabilidade do aterro. Em OAES os taludes estão presentes, na maior parte dos casos, nos encontros. Na Figura 16 é observado um encontro com talude em ponte na BR 153 em zona urbana do Município de Anápolis.

**Figura 16 - Talude**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

## GABARITO

Gabarito é o conjunto de espaços livres que deve apresentar no projeto de uma ponte de modo a permitir o escoamento do fluxo, seja esse escoamento a altura e largura navegável seja a largura para o fluxo terrestre.

## OUTROS

Além dos já elencados, a norma NBR 9452 (ABNT,2016) cita os elementos de proteção dos pilares e elementos de iluminação e sinalização.

### **3 ANOMALIAS EM OBRAS DE ARTE ESPECIAIS**

#### **DEFINIÇÃO**

De acordo com a NBR 9452 (ABNT,2016) anomalia em obras de arte especiais é a descaracterização de um elemento ou sistema integrante da OAE em relação à sua concepção original.

Segundo Vitório (2002) a vida útil é o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada, sem que seja necessária intervenção não prevista. Isso quer dizer que as intervenções de manutenção que forem previstas e especificadas durante a fase de projeto, devem ser realizadas normalmente em seus períodos marcados.

O Eurocódigo 0 (1990) diz que para estruturas provisórias a vida útil deve ser de 10 anos, enquanto que para componentes estruturais substituíveis deve ser de 10 a 25 anos, no entanto estruturas agrícolas e afins em zona rural devem ter uma vida útil de até 30 anos. As estruturas de edifícios e outras estruturas correntes devem ter uma vida útil de 50 anos e as estruturas mais exigidas como as estruturas de edifícios monumentais, pontes e outras estruturas de engenharia civil que devem resistir 100 anos.

Usando como referência o Model Code (1990) a vida útil pode-se entender como o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada sem que haja necessidade de intervenções não previstas, este período de tempo é o período em que a estrutura está cumprindo bem sua função.

#### **ANOMALIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO**

Dentre as causas das patologias do concreto estão inúmeros motivos, estes motivos que podem variar de químicos para físicos dentre os mais recorrentes estão os causados pelas tensões térmicas, deformações, desgastes, ataques de água, ataques químicos e biológicos.

##### **3.1.1 TENSÕES TÉRMICAS**

Conforme Ferreira (2000) quando a temperatura varia o concreto dilata ou retrai, e essa variação volumétrica pode causar danos à estrutura caso não exista espaço para essa variação. Quanto maior a peça de concreto maior será a sua dilatação volumétrica sendo necessário maior cuidado de forma a evitar futuras anomalias.

### **3.1.2 DEFORMAÇÃO POR RETRAÇÃO**

Segundo *Hasparyk et al* (2005) este fenômeno ocorre com maior intensidade quando há um consumo de cimento maior na relação de areia e cimento, isso ocorre devido a exsudação, ou seja, a migração da água existente na composição do concreto para a superfície deste material, levando consigo uma nata de cimento. Quando a exsudação é mais lenta que a evaporação da água na superfície da peça poderá ocorrer fissuras por retração plástica.

### **3.1.3 DEFORMAÇÃO POR FLUÊNCIA**

Conforme *Hasparyk et al* (2005) a deformação lenta ou fluência é quando a peça de concreto sofre deformação devido a um carregamento, esse carregamento deve permanecer por um tempo longo para que seja configurado como fluência podendo. Esse efeito relaciona-se com a umidade relativa do meio que envolve a peça. Quanto maior for a umidade menor será o efeito de fluência do concreto.

### **3.1.4 DESGASTE**

A maioria das peças de concreto está sujeita ao desgaste segundo Bauer (2002). A abrasão é uma forma de desgaste sendo ela causadora de desgaste superficial na peça de concreto por atrito de outros materiais a sua superfície.

Segundo Almeida (2000) a dureza e a resistência superficial de uma peça de concreto estão ligadas a resistência da peça ao desgaste por abrasão, para elevar a resistência à abrasão é necessária que se utilize agregados graúdos com maior resistência e concretos que possuem maior resistência a compressão.

Segundo Andrade (1992) o desgaste por erosão em sua maioria é causado pelo atrito de pequenas partículas carregadas pela água. Essas partículas acabam danificando a superfície da peça, este efeito que deve ser distinguido do efeito causado por cavitação, causado pela formação de bolhas de vapor quando a velocidade ou direção do escoamento sofre uma mudança brusca.

### **3.1.5 ATAQUE DE ÁGUA PURA**

Segundo *Mehta et al* (1994), a água de rio e lagos subterrânea também conhecida como água dura, normalmente não influencia no desgaste de peças de concretos, porém a água pura proveniente de neblina, condensação, e condensação de vapor podem conter pouco ou nenhum íon de cálcio, devido a sua composição química, sendo capaz de hidrolisar a pasta de cimento Portland, ou seja, ela é capaz de dissolver produtos que contem cálcio, formando uma substância dentro do concreto conhecida como hidróxido de cálcio, que pode ser facilmente solubilizada em água, causando a deterioração por lixiviação. O produto da lixiviação interage com gás carbônico, formando crostas brancas e carbonato de cálcio na superfície do concreto, fenômeno conhecido como eflorescência.

### 3.1.6 BIODETERIORAÇÃO DO CONCRETO

Segundo Silva et al (2005), a formação de biofilme na superfície do concreto pode gerar um mecanismo de biodegradação, este mecanismo capaz de promover o envelhecimento e comprometer na durabilidade da integridade do concreto. Na Figura 17 é observado um exemplo de biodeteriorização de concreto de uma meso estrutura em uma ponte sobre o Córrego das Antas no município de Anápolis.

**Figura 17 - Biodeteriorização em concreto**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**



São encontradas anomalias nas pontes e viadutos em cinco grandes categorias, conforme a NBR 9452 (ABNT,2016) são as seguintes: Anomalias na estrutura da OAE, anomalias ou defeitos nos aparelhos de apoio e em seu entorno, anomalias nas pistas e seus entornos, defeitos nas juntas de dilatação, e a norma ainda separa um pequeno espaço específico para pontes em obras ferroviárias.

Segundo a NBR 9452 (ABNT,2016) são vários os tipos de anomalias na estrutura da OAE sendo elas defeitos construtivos, danos causados por acidentes como impacto, deslocamento linear ou angular, deformações excessivas, desaprumo de pilares, estado de fissuração dos elementos, exposição de armaduras, corrosão de armaduras, condições superficiais do concreto, esborcinamento (quebra) de concreto, esmagamento de concreto, deterioração por agentes agressivos, falhas de acabamento dos nichos de ancoragens das armaduras protendidas e drenos de injeção não arrematados.

Ainda segundo a NBR 9452 (ABNT,2016) deve ser observados nos aparelhos de apoio e entorno as seguintes patologias: ausência de aparelho de apoio, bloqueio do aparelho de apoio, posicionamento inadequado do apoio, acúmulo de detritos, ocorrência de agentes agressivos, ruptura do aparelho de apoio, fissuras, trincas, esmagamentos do aparelho de apoio, deformações laterais excessivas, deslocamentos, distorção excessiva, peças de aço oxidadas do aparelho e expostas, descolamentos da fretagem, assentamento irregular com concentração de esforços e deterioração do berço de assentamento e de nivelamento superior.

A NBR 9452 (ABNT,2016) também elenca que nas pistas e no entorno da mesma deve-se observar as seguintes falhas ou anomalias: fuga de material, existência de erosão e indícios de instabilidade no talude, desgaste superficial, espessura excessiva, ondulações e cavidades no pavimento, deficiência ou ausência de sinalização horizontal, vertical e aérea podendo ser a ausência das três na mesma situação, descontinuidade de greide e deficiência no sistema de drenagem.

A NBR 9452 (ABNT,2016) também especifica sobre as juntas de dilatação e se nelas existem a ausência do perfil de vedação ou a falta de estanqueidade, deve ser observado ainda se existem saliência ou depressão causando desconforto ao usuário ou impacto na obra, verificar se há deterioração dos lábios poliméricos ou deterioração dos berços, deve se atentar também para o acúmulo de detritos, e a ocorrência de agentes agressivos, as juntas também sofrem com perfil elastomérico com descolamento, rasgos, ressecamento ou esmagamento, e por fim deve se olhar nas juntas de dilatação se há abertura excessiva.

A NBR 9452 (ABNT,2016) trata em específico as obras ferroviárias, nessas obras deve ser observado atentiosamente se existem defeitos nos trilhos (ondulações e desgastes), falha de

adensamento do lastro, dormentes soltos, ausentes ou danificados, fixações danificadas, trilhos desalinhados em região de junta e espessura excessiva do lastro.

#### **4 MANUTENÇÃO DE OAES**

Atualmente, no âmbito nacional, existem dois normativos relacionados à manutenção de obras de arte: a NBR 9452(ABNT,2016) - Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto — Procedimento e a NORMA DNIT 010/2004 – PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento. Este trabalho utilizará a NBR 9452(ABNT,2016) devido às pontes avaliadas estarem, em grande parte, em zona urbana e, em grande maioria, serem de concreto armado.

#### **REQUISITOS PROFISSIONAIS**

##### **4.1.1 NBR 16230(ABNT,2013)– INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – QUALIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL – REQUISITOS**

As inspeções em estruturas de concreto armado devem ser realizadas por pessoal capacitado conforme NBR 16230 (2013).

A NBR 16230 (2013) divide os inspetores em nível I e nível II.

No nível I há três alternativas para a formação do inspetor: curso superior na área de construção civil, com um ano de experiência em patologia e terapia das estruturas de concreto; ensino médio profissionalizante em construção civil, com dois anos de experiência na área; ou ensino médio e cinco anos de experiência em atividades de inspeção, recuperação ou esforço. Entre as competências do inspetor I, destacam-se o cadastramento de elementos estruturais, a documentação das manifestações patológicas, que abrange sua identificação, caracterização, quantificação e dimensionamento, registro, e a definição de sua gravidade, que envolve comparação com referências técnicas, determinação das correlações entre as anomalias e suas prováveis causas e a comunicação aos superiores de sua gravidade.

O inspetor nível II deve ter curso superior em engenharia civil, devendo ser especialista em patologia e terapia das estruturas de concreto, com dois anos de experiência na área. Não sendo especialistas, os anos de experiência sobem para cinco. Caso o curso superior em construção civil não seja de engenharia, o profissional deve somar dez anos de atividade na

área. Cabe ao inspetor II planejar a inspeção das estruturas de concreto, elaborando plano de trabalho correspondente, a supervisão geral da inspeção e é o profissional que elabora o relatório e emite laudo com proposta de ação a ser tomada.

#### NBR 9452(ABNT,2016) - INSPEÇÃO DE PONTES, VIADUTOS E PASSARELAS DE CONCRETO — PROCEDIMENTO.

A NBR 9452(ABNT,2016) trata exclusivamente dos procedimentos para a inspeção de estruturas de concreto armado. A inspeção tem como finalidade apontar o estado geral da OAE, detalhando suas condições atuais. A norma define quatro tipos de inspeções: Inspeção cadastral, Inspeção Rotineira, Inspeção Especial e Inspeção extraordinária.

#### **4.1.2 INSPEÇÕES**

##### INSPEÇÃO CADASTRAL

Segundo a NBR 9452(ABNT,2016) a inspeção cadastral é a primeira inspeção realizada e deve ser feita imediatamente após a sua conclusão, instalação ou quando passar a integrar um sistema de acompanhamento viário ou quando passar por alterações relevantes. Essa inspeção tem a finalidade criar um acervo da situação da OAE. A inspeção cadastral conforme a NBR 9452(ABNT,2016) deve conter:

- Registro Fotográfico. As fotos devem permitir a visualização da situação, aspecto geral e esquema estrutural. Deve conter também o registro das anomalias detectadas que comprometam as condições estruturais, funcionais e de durabilidade da obra;
- Desenhos esquemáticos da planta do tabuleiro, e das seções típicas na transversal e longitudinal, com suas respectivas medidas principais;
- A classificação da OAE (ver Quadro 1);
- Dados gerais da ponte como localização, sistema contrutivo e dados em relação às anomalias presentes.
- Demais informações consideradas importantes para a inspeção.

##### INSPEÇÃO ROTINEIRA

A inspeção rotineira trata-se de acompanhamento periódico, visual, com ou sem a utilização de equipamentos em prazo não superior a 1 ano. Deve ser verificada evolução das anomalias detectadas em inspeções anteriores. A inspeção rotineira conforme a NBR 9452 (ABNT,2016) deve conter:

- Introdução contendo dados básicos da OAE analisada;
- A classificação da OAE (ver quadro 1);
- Registro fotográfico nos mesmos moldes da inspeção cadastral;
- Ficha de Inspeção contendo as anomalias detectadas;
- Comentários quanto a eventuais alterações do estado geral da OAE em relação à inspeção anterior.

### INSPEÇÃO ESPECIAL

A inspeção especial trata-se de uma inspeção minuciosa e contempla o mapeamento gráfico e quantitativo de anomalias de todos os elementos acessíveis, pode ser necessário o uso de equipamentos especiais. Deve ser realizada a cada 5 anos podendo ser postergada para até 8 anos em caso de:

- Obras com notas 4 ou 5;
- Obras com total acesso a seus elementos na inspeção rotineira.

A inspeção pode ser antecipada caso a inspeção anterior detectar notas de classificação 1 ou 2 (ver quadro 1) ou quando forem previstas intervenções de grande porte na estrutura da OAE.

### INSPEÇÃO EXTRAORDINÁRIA

A inspeção extraordinária trata-se de inspeção gerada por programações não programadas como:

- Ocorrência de impacto de veículo, embarcação ou trem;
- Ocorrência de eventos da natureza, como sismos, vendaval e outros;
- Necessidade de avaliar com mais critério determinado elemento ou parte da OAE.

### **4.1.3 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA OAE**

De acordo com a NBR 9452(ABNT,2016) as OAE devem ser classificadas conforme parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade e a gravidade dos problemas encontrados.

### **4.1.4 PARÂMETROS**

#### **PARÂMETROS ESTRUTURAIS**

Os parâmetros estruturais são os relacionados à sua estabilidade e capacidade portante, conforme critérios de estado limite último e de utilização preconizados na NBR 6118 (Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento). Os parâmetros estruturais devem possuir maior prioridade de recuperação.

#### **PARÂMETROS FUNCIONAIS**

Parâmetros funcionais são aqueles relacionados aos fins a que se destina a estrutura. Deve, portanto conter os requisitos geométricos adequados, proporcionar conforto e segurança aos seus usuários.

#### **PARÂMETROS DE DURABILIDADE**

Parâmetros de durabilidade são aquelas características da OAE diretamente associadas sua vida útil, que conforme a NBR 9452 (ABNT,2016) é definida como o tempo estimado em que a estrutura deve cumprir suas funções em serviço. Estes parâmetros vinculam-se a resistência da estrutura em relação aos agentes agressivos. Algumas das anomalias que influenciam na durabilidade são: ausência de cobertura da armadura, fissuração que permite infiltrações, erosões nos taludes e ninhos de concretagem. A relevância dessas anomalias deve ser avaliada juntamente da agressividade do meio em que se situam.

#### **4.1.5 CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DAS NOTAS DE CLASSIFICAÇÃO**

A NBR 9452(ABNT,2016) define que a classificação da OAE consiste na avaliação da OAE em excelente, boa, regular, ruim ou crítica, associando aos elementos e parâmetros de avaliação notas de classificação conforme Tabela 1(pag 37). Conforme pode ser visualizado no quadro 1 as notas devem variar de 1 a 5 sendo a menor numeração a pior classificação e, portanto maior gravidade dos problemas encontrados.

**Tabela 1 - Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.**

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo.	OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização.	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

**Fonte: ABNT NBR 9452(ABNT,2016)**

A classificação da OAE deve ser detalhada conforme o tipo de inspeção. Em inspeções especiais que são mais detalhadas, por exemplo, deve-se avaliar cada elemento da obra e suas anomalias registradas. A nota final deve ser a menor nota atribuída ao parâmetro analisado. A classificação final deve ser apresentada conforme Quadro 1 e caso elementos da mesma

classificação tenham notas diferentes deve-se utilizar o pior caso, por exemplo, caso uma OAE tenha 1 pilar (mesoestrutura) com nota 3 (Regular) no parâmetro estrutural e outro pilar com nota 2 deverá ser utilizado para a mesoestrutura no parâmetro estrutural a nota 2 (Ruim). O mesmo também se aplica a nota final do parametro e a nota geral da OAE.

**Quadro 1– Ficha de classificação da OAE**

Parâmetro	Elemento					
	Superes trutura	Mesoos trutura	Infra estrutura	Elementos complementares Estrutura	Pista	Nota final
<b>Estrutural</b>						
<b>Funcional</b>		NA	NA			
<b>Durabilidade</b>						

**Fonte: ABNT NBR 9452(ABNT,2016)**

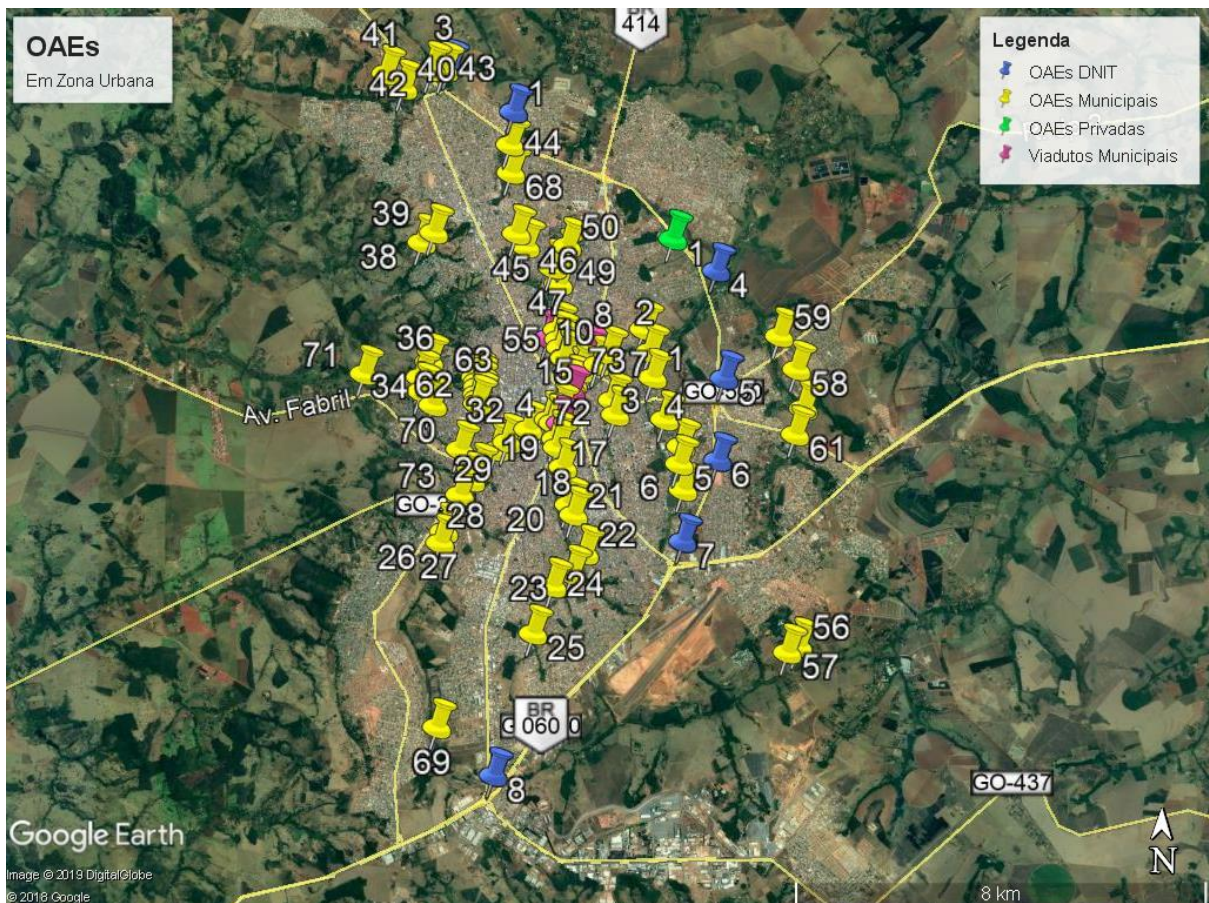


## 5 ANÁLISE DE CAMPO

### INTRODUÇÃO

Com o objetivo de retratar a situação atual das OAEs no município de Anápolis, o presente trabalho visitou 19 das cerca de 70 OAEs da zona urbana do município, em 11 OAEs foram realizadas vistorias do tipo “Inspeção rotineira” e avaliadas minuciosamente conforme preconiza a NBR 9452(ABNT,2016). Na Figura 18 é observado uma Figura de satélite das OAEs na área urbana do município de Anápolis.

**Figura 18 – OAEs em Zona Urbana de Anápolis.**



**Fonte: Google Earth com marcação das OAEs conforme imagem de satélite e conhecimento da cidade do próprio autor (2019)**

No quadro 2 é observado as 11 OAEs inspecionadas com “Inspeção Rotineira” conforme a NBR 9452 (ABNT,2016), a numeração está conforme a Figura 18. A ficha completa de cada OAE pode ser consultada nos apêndices A ao J.

**Quadro 2 – OAEs em que foi realizado “Inspeção Rotineira”**

OAE nº 8

Endereço: Av. Ana

Jacinta com Av.

Faiad Hana.

16°19'17.83"S;

48°56'35.50"O

Apêndice A



OAE nº 20

Endereço: Rua 10

com Rua Pérola,

nas divisas dos

Bairros Jardim Ana

Paula e Vila São

José.

16°20'52.88"S;

48°56'59.25"O.

Apêndice B



OAE nº 47

Endereço: Rua 12

Com Rua José

Epaminondas

Costa, proximo do

Parque Da

Matinha.

16°18'24.30"S;

48°57'13.11"O.

Apêndice C



*Continua*

*Continuação*

OAE nº 48  
 Endereço: Rua José  
 Epaminondas  
 Costa com Rua 2.  
 16°18'34.20"S;  
 48°57'9.08"O.  
 Apêndice D



OAE nº 51  
 Endereço: Av.  
 Universitaria,  
 próximo da  
 Faculdade  
 Ananhanguera.  
 16°19'3.22"S;  
 48°57'9.13"O.  
 Apêndice E



OAE nº 52  
 Endereço: Rua  
 Afonso Pena.  
 16°19'9.18"S;  
 48°57'7.99"O.  
 Apêndice F



OAE nº 53  
 Endereço:  
 Encontro Rua  
 Tônico Pina com  
 Rua Augusto De  
 Lima.  
 16°19'14.36"S;  
 48°57'6.93"O.  
 Apêndice G



OAEs nº 54 e 55

Endereço: Av.  
Faiad Hana.

54 -

16°19'20.38"S;  
48°57'4.57"O.

55 -

16°19'20.85"S;  
48°57'4.29"O.

Apêndice H

OAE nº 31

Endereço: Rua  
Góis com Rua 09.

16°20'14"S;  
48°57'40"O.

Apêndice I



OAE nº 17

Endereço: Av.  
Brasil Sul.

16°20'11.63"S;  
48°57'8.70"O

Apêndice J



**Fonte: Fotos e informações do próprio autor (2019)**

Nas 8 demais pontes foi realizado apenas vistoria superficial devido serem de estruturas metálica que não se enquadram na NBR 9452 (ABNT,2016) ou devido a turbidez da água ou devido a dificuldade de acesso ou devido a serem estruturas que serão trocadas em breve não havendo necessidade de avaliação. As vistorias foram realizadas sem plataforma elevatória.

**Figura 19 – Manutenção em viaduto com plataforma Elevatória.**



Fonte: Rodossol (2017)

No quadro 3 é observado as 8 OAEs vistoriadas superficialmente. As fichas completas podem ser consultadas nos apêndices K ao R.

**Quadro 3 – OAEs em que foi realizada vistoria superficial**

OAE nº 32

Endereço: Rua  
Engenheiro Portela  
com Rua Córrego  
das Antas, próximo  
da Feira Marreta.

16°20'5.96"S;  
48°57'26.91"O.

\*Difícil Acesso

Apêndice K

OAE nº 27

Endereço: Rua José  
Martins de Brito.

16°21'11.25"S;  
48°58'20.57"O.

\*Será trocada em  
breve conforme  
Tomada de Preço  
11/2018 do  
Município de  
Anápolis.



*Continua*

## Apêndice L

## Continuação

OAE nº 26  
 Endereço: Av.  
 Acadêmico Adail.  
 16°21'18.40"S;  
 48°58'22.98"O.  
 \*Será trocada em  
 breve conforme  
 Tomada de Preço  
 05/2018 do  
 Município de  
 Anápolis.



Apêndice M  
 OAE nº 9  
 Endereço: Rua  
 Doutor Pedro de  
 Toledo.  
 16°19'24.22"S;  
 48°56'42.17"O.  
 \*Estrutura  
 Metálica e difícil  
 acesso.



Apêndice N  
 OAEs nº 73  
 Endereço: Rua 5,  
 próximo do Res.  
 Porto Rico.  
 16°20'47.98";  
 48°58'10.73"O.  
 \*Estrutura  
 Metálica



Apêndice O

Continua

*Continuação*

OAE nº 02

Endereço: Rua N  
013, bairro  
Anápolis City.

16°19'15.65"S;  
48°56'8.38"O.

\*Difícil Acesso

Apêndice P



OAE nº 56

Endereço: Av.  
Pres. Vargas.

16°22'18.59"S;  
48°54'27.14"O.

\*Água muito  
insalubre.

Apêndice Q



OAE nº 25

Endereço: Av.  
Contorno com Rua  
03.

16°22'13.89"S;  
48°57'20.78"O.

\*Difícil acesso.

Apêndice R

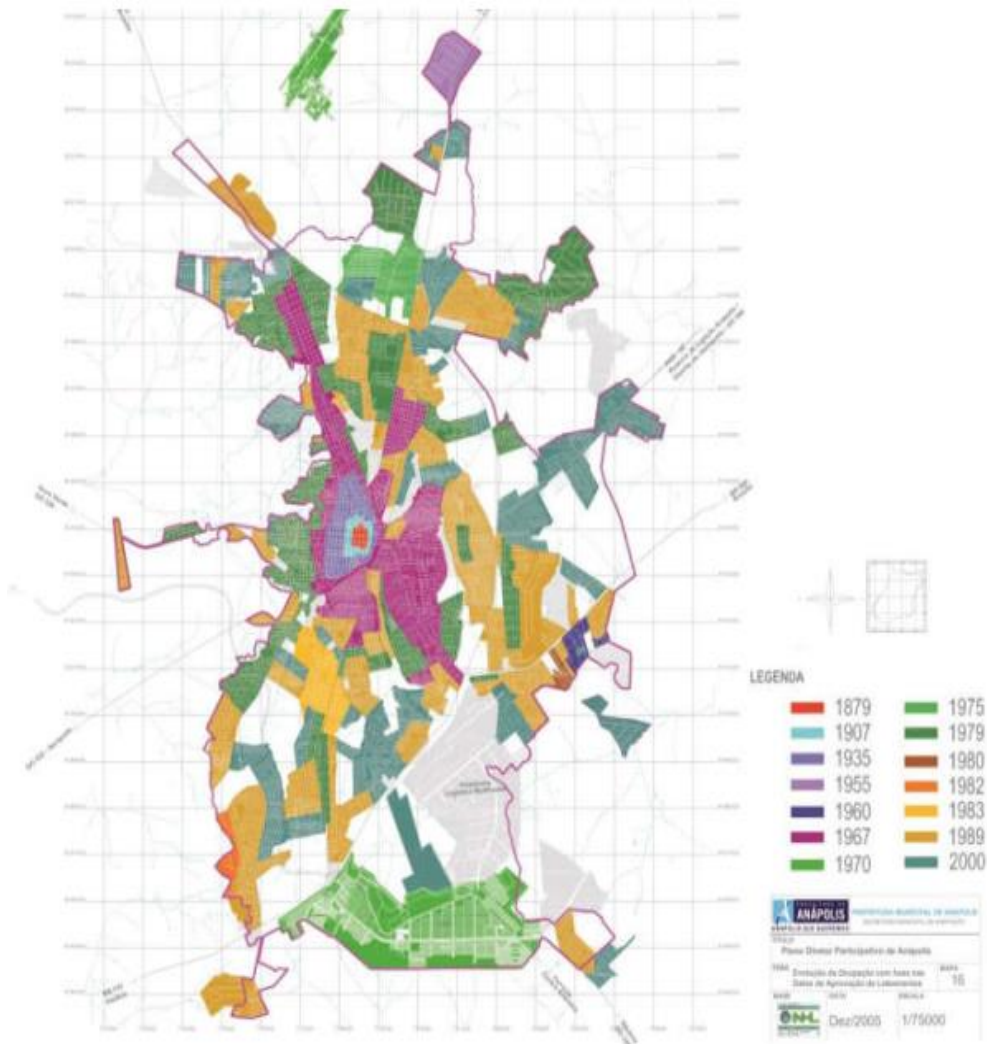


**Fonte: Fotos e informações do próprio autor (2019)**

## ESCOLHA DAS PONTES

As pontes foram escolhidas com base na aleatoriedade das amostras e com preferência pelos bairros mais antigos de Anápolis, partindo do pressuposto de que esses bairros devem possuir as pontes mais antigas e que talvez necessitem de maior atenção, conforme Vitorio (2015) merece preocupação a grande quantidade de recursos necessários para recuperar, reforçar ou substituir obras antigas que, por serem feitos tardiamente, sobem em progressão geométrica. A Figura 20 possui o ano de aprovação de implantação dos bairros na Prefeitura de Anápolis.

**Figura 20 - Mapa com ano de aprovação dos bairros de Anápolis.**

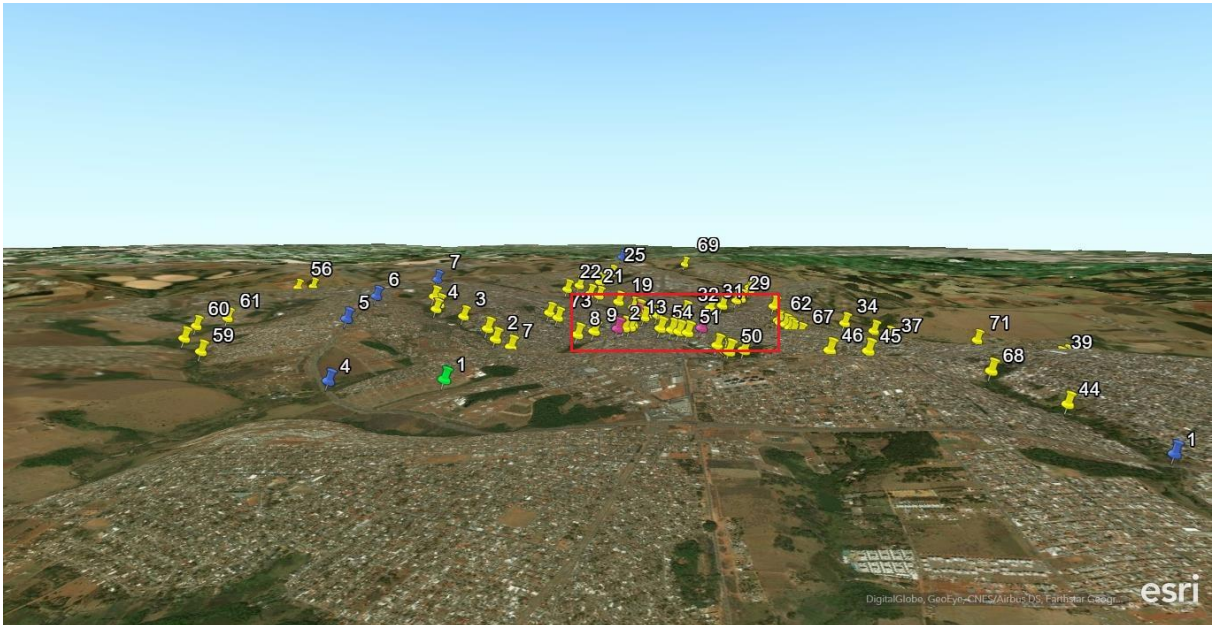


**Fonte: Plano diretor de Anápolis (2006)**

Conforme pode ser observado na Figura 20 grande parte dos bairros foram criados de 1967 ao ano de 2000, escolhemos por dar mais ênfase nos bairros centrais por três critérios iniciais: os bairros centrais possuem maior idade e por isso, em teoria, devem possuir as OAEs mais antigas ou em pior estado, o segundo critério é devido às zonas centrais possuírem algumas das menores elevações da zona urbana acarretando trajetos para a água pluvial conforme pode ser visualizado na Figura 21 que se trata de uma visualização 3D exagerada da topografia da área urbana e pelo perfil topográfico da Av. Brasil, avenida que corta a cidade de norte a sul, na Figura 22 e como último critério o pressuposto de que os bairros periféricos dependem para a mobilidade urbana a existência prévia de OAEs no caminho centro-periferia e que devido a isso tendem a ser mais solicitadas se comparadas as OAEs nesses bairros periféricos.



**Figura 21 – Vista de Satélite a partir da parte Norte da área urbana com elevações exageradas 3x eletronicamente. Em vermelho centro da cidade. “Pins” são OAEs conforme Figura 18.**



**Fonte: Retirada de Software ArcGis com ajuste do próprio autor (2019)**

A figura 22 retrata um perfil com início à esquerda na Zona Norte da Av. Brasil no encontro com a BR-153 e limite direito no encontro da Av. Brasil com a BR-153 na Zona Sul da área urbana, o ponto marcado em perfil com elevação de 988,29m corresponde ao encontro da Av. Brasil com a Av. Goiás no Centro da cidade.

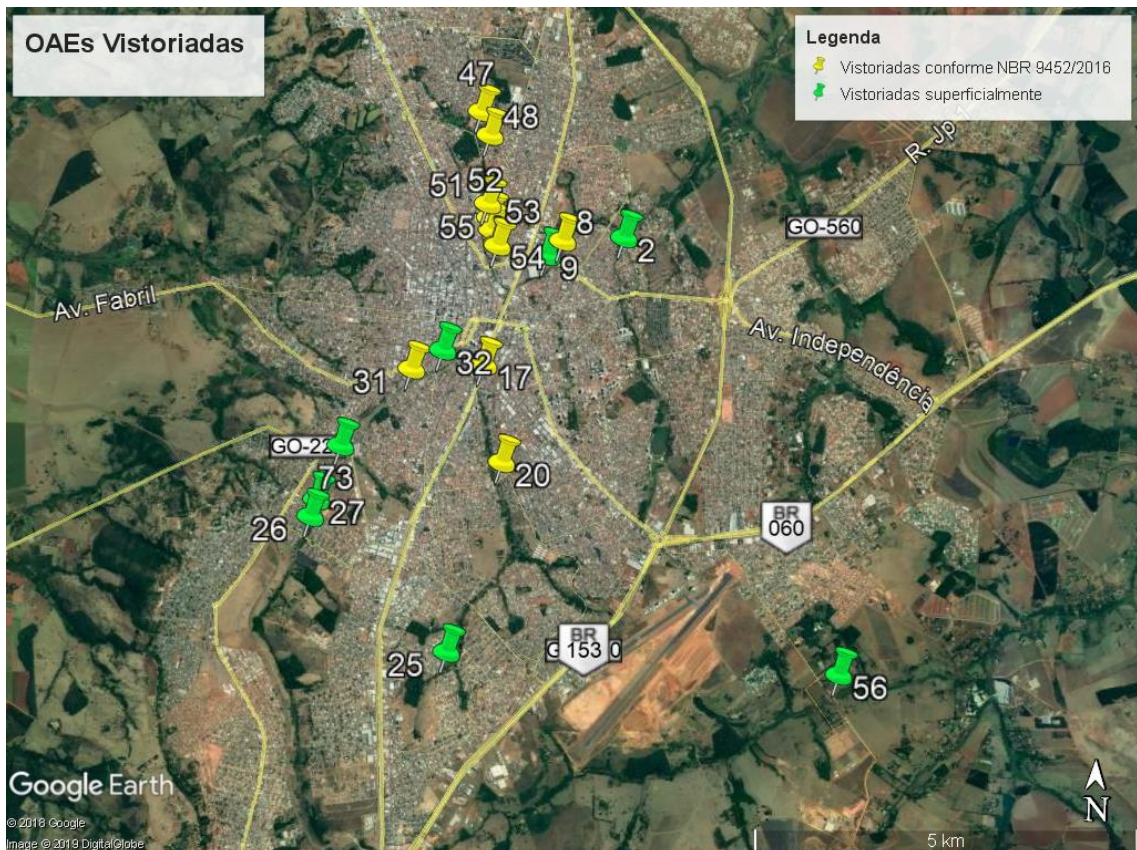
**Figura 22 – Perfil Topográfico da Av. Brasil**



**Fonte: Retirada de Software ArcGis com ajuste do próprio autor (2019)**

As OAEs vistoriadas estão na Figura 23, em amarelo estão as OAEs vistoriadas conforme a NBR 9452(ABNT,2016) e em verde as OAEs vistoriadas superficialmente.

**Figura 23 – Vista de Satélite com OAEs vistoriadas.**



**Fonte: Retirada de Software Google Earth com ajuste do próprio autor (2019)**

## METODOLOGIA

Nas OAE avaliadas pelo critério da NBR 9452 (ABNT,2016) foram realizadas vistorias sendo fotografados e anotados os defeitos encontrados, em seguida foram preenchidos fichas elencando cada defeito e em qual parte da estrutura foi encontrado, em seguida foi dado uma nota para cada parte da estrutura, e por fim uma nota geral para a OAE conforme critérios da NBR 9452 (ABNT,2016). Já nas demais OAEs em que foram realizadas vistorias superficiais foi observado seu estado de conservação de forma geral sem um critério específicos. As fichas detalhadas de cada OAE se encontram nos apêndices A ao R.

## RESULTADOS DAS VISTORIAS CONFORME NBR 9452 (ABNT,2016)

### 5.1.1 PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS

As principais anomalias encontradas foram: ninho de concretagem, ausência de guarda corpo, entupimento da drenagem, lixiviação no concreto da estrutura e lixiviação (erosão) nas alas e encontros, entupimento parcial por detritos, entupimento de canal e armadura aparente.

### NINHOS DE CONCRETAGEM

A anomalia mais comum e preocupante foram os ninhos de concretagem que podem ser causados pelo não adensamento do concreto na hora da montagem da peça, concreto com dimensão dos agregados muito elevado e espaçamentos reduzidos na armadura. Essa falha do tipo, principalmente, construtiva pode comprometer a durabilidade da estrutura. Na Figura 24 é observado um exemplo retirado da OAE 20.

**Figura 24 – Ninho de concretagem em OAE nº 20.**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 20, 31, 52, 47, 51, 54 e 55, ou seja, em 7 das 11 OAEs vistoriadas.

### LIXIVIAÇÃO DE CONCRETO

Causado pelo carregamento de partículas do concreto em contato com a água, este tipo de desgaste ocorre depois de realizada a construção das OAEs devido ao fluxo de água que entra em contato com as peças de concreto carregando assim partículas a partir do processo de lixiviação. Na Figura 25 é observado um exemplo retirado da OAE 47.

**Figura 25 – Eflorescências como resultado de lixiviação na OAE nº 47**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 47, 8, 31, 48, 51, 52, 54 e 55, ou seja, em 8 das 11 OAEs vistoriadas.

#### **AUSÊNCIA DE GUARDO CORPO**

Necessário para a proteção dos usuários visando a segurança dos mesmos, a ausência de guarda corpo pode causar acidentes graves, observando que sua ausência facilita a queda dos usuários, geralmente feito de concreto mais também podendo ser de qualquer outro material. Na Figura 26 é observado um exemplo de falta de guarda corpo retirado da OAE 53.

**Figura 26 – Falta de guarda corpo na OAE nº 53**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

Esse defeito foi encontrado na ponte 20, 47, 51, 52 e 53, ou seja, em 5 das 11 OAEs vistoriadas.

#### **AUSÊNCIA DE DRENAGEM**

Tendo grande influência na durabilidade da OAEs a drenagem evita que a água possa acarretar problemas estruturais, Uma drenagem bem dimensionada e com a manutenção em dias pode prolongar bastante a vida de uma OAEs, este defeito pode ter início no projeto ou na execução da OAEs. Sua ausência ou mau dimensionamento acaba por trazer danos a sua estrutura. Na Figura 27 é observado um exemplo de ausência de drenagem retirado da OAE 31.

**Figura 27 – Ausência de drenagem em OAE n° 31**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 31 e 47, ou seja, em 2 das 11 pontes vistoriadas.

#### ENTUPIMENTO DE DRENAGEM

Os sistemas de drenagem geralmente são subdimensionados o que pode levar ao entupimento devido ao acúmulo de dejetos e matéria orgânica nestes sistemas. Na Figura 28 é observado um exemplo de buzinode de drenagem entupido parcialmente desde a construção e durante o uso retirado da OAE 20.

**Figura 28 – Buzinode entupido em OAE n° 20**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Na Figura 29 é observado um bueiro parcialmente entupido retirado da OAE 52.

**Figura 29 – Bueiro parcialmente entupido em OAE nº 52**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**



Essa anomalia foi encontrada na OAEs 8, 20, 51 e 52, ou seja, em 4 das 11 pontes vistoriadas.

### BIODETERIORIAÇÃO

Causada por agentes biológicos o qual vegetais causam danos aos componentes das OAEs, com a falta de manutenção é comum observar nas OAEs a presença de vegetação que por sua vez pode causar um enorme dano à estrutura tendo em vista o crescimento de suas raízes que podem até deslocar estruturas de apoio. Também entra nesta classificação a biodegradação por musgos que podem provocar uma deterioração química por calcificação, em condições de biodegradação foram encontrados as seguintes. Na Figura 30 é observado um exemplo retirado da ponte 54.

**Figura 30 – Biodeteriorização em OAE n° 54**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 8, 31, 48, 51, 52, 54 e 55, ou seja, em 7 das 11 pontes vistoriadas.

## LIXIVIAÇÃO (EROSÃO) DAS ALAS OU ENCONTROS

Devido ao mau funcionamento dos aparelhos de drenagem ou a sua ausência, a água percola nas alas ou encontros das OAEs causando erosões. Na Figura 31 é observado um exemplo retirado da ponte 51 de erosão no encontro devido a problemas na drenagem já na Figura 32 é observado uma erosão em ala retirado da OAE 48.

**Figura 31 – Encontro com erosão retirada da OAE nº 51**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

**Figura 32 – Ala com erosão retirada da OAE nº 48**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 8, 47, 48 e 53, ou seja, em 4 das 11 pontes vistoriadas.

## ENTUPIMENTO DO CURSO DE ÁGUAS

### *ENTUPIMENTO DEVIDO A SEDIMENTOS*

Devido ao fluxo de água é comum que sedimentos sejam carregados nos rios e córregos, o que pode levar o entupimento das OAEs, este processo é um processo natural, porém ele deve ser combatido com uma constante manutenção. Pode também ser combatido com a

contenção dos maciços que ocasionam os sedimentos. Um exemplo de contenção de parede preventivo pode ser visualizado na Figura 33 retirado a montante da OAE 54,

**Figura 33 – Proteção em montante na OAE n° 54**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

A Figura 34 possui uma parede em processo de sedimentação sem proteção que foi retirada a montante da OAE 20.

**Figura 34 – Erosão em montante na OAE n° 20**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

A Figura 35 mostra o canal da OAE 20 entupida de sedimentos acumulados.

**Figura 35 – Canal entupido na OAE n° 20**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

Essa anomalia foi encontrada na ponte 31 e 20, ou seja, em 2 das 11 pontes vistoriadas.

### *ENTUPIMENTO DIVERSO*

Além do entupimento por sedimentação pode ocorrer o acúmulo de detritos como lixo, galhos e raízes. Foram também encontrados vários detritos de tubos de drenagem pluvial em todas as OAEs verificadas. Na Figura 36 é observado um exemplo de acúmulo de detrito de galhos e raízes retirado da OAE 52.

**Figura 36 – Entupimento parcial na OAE nº 52**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

Na Figura 37 é observado um exemplo de detrito de tubos de drenagem pluvial retirado da OAE 55.

**Figura 37 – Detritos de drenagem pluvial na OAE nº 55**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

Essas anomalias foram encontradas nas OAEs 8, 20, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 17 e 31, ou seja, em 11 das 11 OAE vistoriadas.

### *ARMADURA APARENTE*

Armadura aparente foi encontrada nas OAEs 20, 32 e 8, ou seja, em 4 das 11 OAE vistoriadas. A Figura 38 da OAE 8 e a Figura 39 da OAE 20.

**Figura 38 – Armadura exposta na OAE nº 8**



**Fonte: Do próprio autor (2018)**

A armadura da estrutura de concreto da Figura 39 pode ser facilmente vista, mostrando uma degradação da peça, podendo causar perda da função estrutural.

**Figura 39 – Armadura exposta na OAE n° 20**



Fonte: Do próprio autor (2018)

### 5.1.2 NOTAS GERAIS CONFORME PARÂMETROS

De forma geral as OAEs apresentaram notas variáveis conforme os parâmetros, no quadro 4 é observado uma classificação geral de forma sintética.

**Quadro 4 – Notas conforme parâmetros da NBR 9452 (ABNT,2016)**

	Nota Parâmetro Estrutural	Nota Parâmetro Funcional	Nota Parâmetro Durabilidade	NOTA GERAL
OAE n° 8	1	2	2	<b>1</b>
OAE n° 20	2	3	2	<b>2</b>
OAE n° 47	3	3	4	<b>3</b>
OAE n° 48	1	5	1	<b>1</b>
OAE n° 51	4	4	3	<b>3</b>
OAE n° 52	4	2	3	<b>2</b>
OAE n° 53	4	3	4	<b>3</b>
OAEs n° 54 e 55	2	5	3	<b>2</b>
OAE n° 31	4	4	4	<b>4</b>
OAE n° 17	4	4	2	<b>2</b>

Fonte: Do próprio autor (2019)



## OAES VISTORIADAS SUPERFICIALMENTE

Em geral as demais OAES tiveram resultados menos preocupantes salvo a OAE nº 56 e 73, a primeira possui formação de erosão conforme pode ser visualizado na Figura 40 e no momento da vistoria também possuía ala não finalizada com armação aparente conforme pode ser visualizado na Figura 41, já a OAE 73 encontra-se em estado avançado de corrosão. Demais informações podem ser consultadas nas fichas em Apêndices.

**Figura 40 – Erosão na OAE nº 56**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

**Figura 41 – Ala incompleta na OAE nº 56**



**Fonte: Do próprio autor (2019)**

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das referências bibliográficas pode-se concluir que as pontes podem possuir diferentes complexidades em relação aos normativos. E consideráveis situações, o Brasil possui normativos próprios para a manutenção das obras de arte especiais que especificam o que deve ser verificado, o prazo de tempo que essas inspeções devem ser feitas e quais pessoas possuem a capacidade de realizar tais inspeções. Diante de diversos eventos nacionais de quedas OAEs é evidente a conclusão de que essas manutenções não ocorrem.

Neste trabalho consegue-se observar as principais anomalias das OAEs analisadas no município de Anápolis, que foram escolhidas aleatoriamente de modo à casualizar os resultados estatísticos, defeitos estes que tiveram origem tanto na construção quanto no uso. Foram observados defeitos construtivos e de projeto como ninhos de concretagem, ausência de drenagem, ausência de guarda corpo, entre outros. Em relação ao desgaste na fase de uso a maior parte das anomalias é causada por lixiviação causada pela água, seja nos encontros e alas, pelo carregamento dos finos (erosão), seja na estrutura com o contato direto da água ou pela falta de manutenção e acompanhamento, verifico-se que em algumas destas OAEs havia o entupimento de canais e em todas as OAEs a existência de detritos com entupimentos parciais e que poderiam ser facilmente corrigidos por manutenção.

Recomenda-se uma avaliação periódica conforme NBR 9452 (ABNT,2016) seja realizado nas OAEs de todo o Município. Essas avaliações periódicas das condições reais das OAEs com intervenção, caso necessário, trazem um foco na prevenção que pode acarretar economia ao município, ressaltando Vitorio (2015), o qual destaca a devida preocupação com a grande quantidade de recursos necessários para recuperar, reforçar ou substituir obras antigas que, por serem feitos tardiamente, faz custos sobirem em progressão geométrica. As avaliações periódicas também garantem que os recursos sejam direcionados de forma mais eficiente devido ao conhecimento do panorama geral dessas OAEs.

As condições gerais das OAEs de Anápolis não são boas, observa-se diversos problemas, a maioria por falta de manutenção ou intervenção simples. Devem-se tomar atitudes que visam a manutenção destas OAE's com certa urgência devido ao risco que as OAEs trazem para os usuários.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 7187 – Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido, Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT. NBR 7188 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas, Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. NBR 9452 – Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto — Procedimento, Rio de Janeiro, 2016.
- ABNT. NBR 16230 – Inspeção de estruturas de concreto — Qualificação e certificação de pessoal — Requisitos, Rio de Janeiro, 2013.
- ALMEIDA, I. R. Influência da resistência à abrasão do agregado na resistência à abrasão de concretos de alto desempenho. In: Congresso Brasileiro do Concreto – REIBRAC, 42, 2000, Fortaleza. Anais. São Paulo: IBRACON, 2000.
- ANDRADE, W. P. Abrasão do concreto de superfícies hidráulicas. In: Congresso Brasileiro do Concreto. REIBRAC, 34, 1992, Curitiba - PR. Anais. São Paulo: IBRACON, 1992.
- BAUER, R. J. F. et al Influência dos endurecedores de superfícies sobre a resistência ao desgaste por abrasão In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 44, 2002, Belo Horizonte - MG. Anais. São Paulo: IBRACON, 2002.
- CEB. CEB-FIP Model Code 1990. Published by Thomas Telford, London, 1993.
- CUNHA, A. A. Estudo das patologias em obras de arte especiais do tipo pontes e viadutos estruturados em concreto. Projeto Final, publicação 132-2011. PF-001<sup>a</sup>, Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 151p, 2011.
- DEBS, M. K.; TAKEYA, T. Pontes de Concreto (Notas de aula). São Carlos, USP – Universidade de São Paulo, 2003.
- DNER. Manual de projeto de obras-de-arte especiais, Rio de Janeiro, 1996. 225p. (IPR. Publ., 698).
- DNIT, 2004, Norma 010/2004-PRO Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido Procedimento, Rio de Janeiro, Brasil.
- EN1990 Eurocode – Basis of structural design CEN, 2001.
- FERREIRA, R. M. Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.
- FREITAS, P.; SAMPAIO, R. (Coords.). Sinopse do Diagnostico do Triangulo Mineiro e Alto Paranaíba (1940-1980). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Economia, 1985, 195 p.

- GONÇALVES, F. A. O Capibaribe e as pontes: dos ontens bravios aos futuros já chegados. Recife: COMUNIGRAF Editora/PCR, 1997.
- HASPARYK, N. P; LOPES, A. N. M.; ANDRADE, M. A. S.; SANTOS, S. B. dos. Deformações por Retração e Fluência. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 1 cap. 22, p. 655- 685. ISBN 85-98576-04-2
- HERTEL, L. Pontes2018. Disponível em: <<http://www.lajeshertel.com.br/obras/pontes---laje-painel-trelicado>> Acesso em 26 de novembro de 2018
- JÚNIOR, R. N. Ecivilnet. 2015. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-ponte-pensil.html>> Acesso em 26 de novembro de 2018
- LEONHARDT, F. Construções de Concreto v. 6. Ed. Interciência. Rio de Janeiro, 1979.
- LIEBENBERG, A. C. Concrete Bridges: design and construction. 1ª Ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1992.
- MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. Editora Edgard Blucher. São Paulo-SP, 2008.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J.M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. Tradução de Paulo Helene et al. 1. ed. São Paulo, PINI, 1994. 580p. ISBN 85-7266-040-2
- MENDES, P. D. Contribuição para um Modelo de Gestão de Pontes de Concreto aplicado à Rede de Rodovias Brasileiras. Tese de Doutorado (USP), p.235, 2009.
- MINISTRY OF CULTURE AND SPORTS. ODYSSEUS Portal Ministry of Culture and Sports. 2012. Disponível em: <[http://odysseus.culture.gr/h/2/eh251.jsp?obj\\_id=1710](http://odysseus.culture.gr/h/2/eh251.jsp?obj_id=1710)> Acesso em 28 de setembro de 2018.
- MOREIRA, B; MACHIDA, K. G1 Globo. 07 de fevereiro de 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/apos-desabamento-do-eixao-governo-admite-pela-1-vez-demolir-a-ponte-do-bragueto-no-df.ghtml>> Acesso em 28 de setembro de 2018.
- OLIVEIRA, G. PINI. 2010. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/7/conservacao-de-obras-de-arte-235526-1.aspx>> Acesso em 28 de setembro de 2018
- PAMPLONA, N; ALEGRETTI, L. FOLHA. 02 de setembro de 2018. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/09/incendio-atinge-o-museu-nacional-na-quinta-da-boa-vista-no-rio.shtml>> Acesso em 28 de setembro de 2018.
- RACY, S. Estadão. 10 de setembro de 2018. Disponível em: <<https://cultura.estadao.com.br/blogs/direto-da-fonte/drama-do-museu-pode-se-repetir-na-area-central-de-sp-diz-perito/>> Acesso em 28 de setembro de 2018.

- PINHO, F. O.; BELLEI, I. H. Pontes e Viadutos em vigas mistas. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia - Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2007.
- SALES, J. J.; MALITE, M.; GONÇALVES, R. M.; MUNAIAR NETO, J. Segurança nas Estruturas: teoria e exemplos. 1ª ed. São Carlos: EESC-USP, 2005.
- SILVA, F.B. Patologia das construções: Uma especialidade na engenharia civil. Técnica, edição 174, set. 2011.
- SILVA, M. R.; PINHEIRO, S. M. de M. Biodet  
Deterioração do concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 2, cap. 28, p. 857- 878. ISBN 85- 98576- 04- 2.
- SIQUEIRA, C. H. AecWeb. 2018. Disponível em:  
<[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos\\_14462\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos_14462_10_0)> Acesso em 03 dezembro de 2018.
- STUCCHI, D. F. PEF-2404 Pontes e grandes estruturas (notas de aula), USP, São Paulo, 2006.
- TAGLIANI, S. Blogdaengenharia. 19 de janeiro de 2018. Disponível em:  
<<https://blogdaengenharia.com/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-pontes-estaiadas-e-as-possiveis-causas-do-acidente-na-colombia/>> Acesso em 19 de novembro de 2018.
- VASCONCELOS, A. C. Pontes Brasileiras, Viadutos e Passarelas Notáveis. São Paulo: Pini, 1993.
- VITÓRIO, J. A. P. – Pontes Rodoviárias – Fundamentos, Conservação e Gestão, Livro editado pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Pernambuco, Recife, 2015.