



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

NATHÁLIA SOARES CARDOSO

CADASTRAMENTO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM JOÃO PESSOA - PB

JOÃO PESSOA

2019

NATHÁLIA SOARES CARDOSO

CADASTRAMENTO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM JOÃO PESSOA - PB

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal da Paraíba como um dos pré-requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Lopes Soares.

JOÃO PESSOA

2019



**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catálogo e Classificação**

C268c Cardoso, Nathália Soares.

Cadastramento de Obras de Arte Especiais em João Pessoa  
- PB / Nathália Soares Cardoso. - João Pessoa, 2019.  
95 f. : il.

Orientação: Fábio Lopes Soares.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

1. Cadastramento. 2. Obras de Arte Especiais. 3.  
Passarelas. 4. Pontes. 5. Viadutos. 6. Sistema de  
Informações Geográficas. I. Soares, Fábio Lopes. II.  
Título.

UFPB/BC

## FOLHA DE APROVAÇÃO

NATHÁLIA SOARES CARDOSO

### CADASTRAMENTO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM JOÃO PESSOA - PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 25/09/2019 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Fábio Lopes Soares

Fábio Lopes Soares

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Carlos A. Taurino de Lucena

Carlos Antônio Taurino de Lucena

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Clóvis Dias

Clóvis Dias

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

ADSilva

Profª. Andrea Brasiliano Silva

Matrícula Siape: 1549557

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

*Aos meus pais, que nunca mediram esforços para que a realização desta etapa em minha vida acadêmica fosse possível, **DEDICO.***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu guia e protetor, que caminha comigo durante toda a minha vida e me dá forças para vencer as adversidades. Sou grata a Ele por ter colocado tantas pessoas especiais em minha vida, que me ajudaram a alcançar essa conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fábio Lopes Soares, pelo incentivo na realização deste trabalho, pela disponibilidade na orientação, por todos os ensinamentos e pelo direcionamento dado à pesquisa.

Ao Prof. Dr. Carlos Antônio Taurino de Lucena, pela participação na banca examinadora, pelo fornecimento de dados para a realização desse estudo e pela contribuição com a sua experiência como projetista.

Ao Prof. Dr. Clóvis Dias, por sua participação na banca examinadora, pela sua contribuição para este trabalho e pelos conhecimentos compartilhados.

À minha mãe, Iara Soares Cardoso, e ao meu pai, Luiz Carlos Pereira Cardoso, que sempre estiveram ao meu lado, secando as minhas lágrimas e vibrando com as minhas vitórias. Agradeço pela dedicação, pelas renúncias, por me ensinarem o valor dos estudos e por sempre me incentivarem a nunca desistir dos meus sonhos.

Ao meu irmão, Luiz Felipe Soares Cardoso, pela amizade e companheirismo.

A toda a minha família, que tem muito carinho por mim, em especial à minha avó, Elisa Daniel Pessoa (*in memoriam*), que sempre me apoiou e orou por mim.

Aos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal, minha eterna gratidão.

Obrigada a todos!

## RESUMO

As Obras de Arte Especiais têm fundamental importância na transposição de obstáculos naturais ou artificiais. Devem ser executadas garantindo segurança e durabilidade durante a sua vida útil. A perda de desempenho natural da estrutura deve ser monitorada pelos órgãos responsáveis desde o início da sua utilização para identificar a necessidade de realização de manutenções. Há dificuldades de acesso a todos os elementos, sendo necessária a utilização de alternativas que permitam ao profissional ter proximidade o suficiente para detecção de anomalias. Como forma de auxiliar no processo mantenedor da estrutura, o cadastramento se mostra essencial para que o projetista da obra de reabilitação na estrutura tenha acesso às condições do projeto original. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a identificação e georreferenciamento das Obras de Arte Especiais com a utilização do software de Sistemas de Informações Geográficas *ArcGis*. O sistema de coordenadas geodésicas utilizado foi o Universal Transversa de Mercator, Zona 25, que fazem parte do *datum* SIRGAS 2000, referencial adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a elaboração de mapas. Esse estudo foi realizado para o município de João Pessoa – PB e trecho da BR-230 entre o Km 12 e o Km 28,1. Em seguida, os dados foram exportados para o *Google Earth*, de modo que a tabela de atributos do *ArcGis* seja exibida ao clique do usuário sobre a marcação da Obra de Arte Especial. Foram cadastradas dez passarelas, cujos dados foram obtidos com mais facilidade por nove delas estarem localizadas em rodovias federais e fazerem parte do Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). A estrutura mista de concreto e aço é a mais adotada atualmente, devido à maior praticidade no seu processo construtivo. Foram cadastrados 26 viadutos e apresentadas informações detalhadas para os localizados nas principais vias da cidade quanto à fundação, geometria (dimensões) e tipologia estrutural. Foram cadastradas 34 pontes, com maior escassez de dados, muitas delas obras antigas e mantidas pela Prefeitura Municipal de João Pessoa. Para as fundações, o mais comum era utilizar a fundação direta ou o tubulão, porém recentemente a estaca tem se popularizado mais, sobretudo devido ao avanço nos seus processos executivos. João Pessoa segue a tendência do Brasil em priorizar a execução da obra em detrimento da inspeção, conforme Norma ABNT NBR 9452:2016, manutenção e monitoramento, pela falta de um cadastramento por parte de todos os órgãos responsáveis por Obras de Arte Especiais. Espera-se que o cadastramento realizado nesse estudo seja utilizado para que posteriormente sejam estudadas outras características das Obras de Arte Especiais, visando o auxílio às inspeções para monitoramento e manutenção.

**Palavras-chave:** Cadastramento. Obras de Arte Especiais. Passarelas. Pontes. Viadutos. Sistema de Informações Geográficas.

## ABSTRACT

Engineering structure are of fundamental importance to crossing over the natural or artificial obstacles. They must be executed ensuring safety and durability during their lifetime. The natural performance loss of the structure should be monitored by the responsible agencies from the beginning of its use to identify the need for maintenance. There are difficulties in accessing all elements, and it is necessary to use alternatives that allow the professional to be close enough to detect anomalies. As a way to assist in the structure maintenance process, registration is essential for the designing engineers of the rehabilitation designings in the structure to have access to the conditions of the original designing. Thus, the present work had as objective the identification and georeferencing of engineering structure with the use of a Geographic Information Systems software, ArcGis. The geodetic coordinate system used was the Universal Transverse Mercator, Zone 25, which is part of the SIRGAS 2000 datum, a reference adopted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) for the elaboration of maps. This study was conducted in the city of João Pessoa - PB and BR-230 stretch between Km 12 and Km 28,1. The data was then exported to Google Earth so that the ArcGis attribute table is displayed when the user clicks on the engineering structure markup. Ten footbridges were registered, the data of which were most easily obtained by nine of them being located on federal highways and being part of the Engineering Structure Management System (SGO) of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT). The mixed structure of concrete and steel is the most adopted today, due to the greater practicality in its construction process. Twenty-six viaducts were registered and detailed information was presented for those located on the main roads of the city regarding the foundation, geometry (dimensions) and structural typology. Thirty-four bridges were registered, with greater data scarcity, many of them old works and maintained by the João Pessoa Town Hall. For foundations, the most common was to use the direct foundation or caisson, but recently the pile has become more popular, mainly due to the advancement in its executive processes. João Pessoa follows the tendency of Brazil to prioritize the execution of the work over the inspection, according to ABNT NBR 9452:2016, maintenance and monitoring, due to the lack of registration by all bodies responsible for engineering structure. It is hoped that the registration performed in this study will be used to further study other characteristics of the engineering structure, aiming at assisting inspections for monitoring and maintenance.

**Keywords:** Registration. Engineering structure. Footbridge. Bridges. Viaducts. Geographic Information System.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema ilustrativo de galerias com características de pontes.....	18
Figura 2: Estrutura principal (ponte) e viadutos de acesso.....	18
Figura 3: (a) Alternativa em muro de arrimo. (b) Alternativa em viaduto.....	18
Figura 4: Ponte de madeira em arco.....	19
Figura 5: Ponte de Coalbrookdale.....	20
Figura 6: Ponte de ferro sobre o Rio Paraíba do Sul.....	20
Figura 7: Elementos constituintes de uma ponte.....	22
Figura 8: Muro de ala pré-fabricado.....	23
Figura 9: Ponte/viaduto reto ortogonal.....	25
Figura 10: Ponte/viaduto reto esconso.....	25
Figura 11: Ponte/viaduto curvo.....	25
Figura 12: Caminhões utilizados no trem-tipo segundo NB6/60.....	26
Figura 13: Caminhões utilizados no trem-tipo segundo ABNT NBR 7188:1984.....	27
Figura 14: Bueiro Simples Tubular de Concreto.....	28
Figura 15: Bueiro Duplo Tubular de Concreto.....	28
Figura 16: Bueiro Triplo Tubular de Concreto.....	28
Figura 17: Bueiro Simples Celular de Concreto.....	28
Figura 18: Bueiro Duplo Celular de Concreto.....	29
Figura 19: Bueiro Triplo Celular de Concreto.....	29
Figura 20: Passarela sobrejacente na Av. Dom Pedro II, em João Pessoa - PB.....	30
Figura 21: Passarela subjacente em Brasília - DF.....	30
Figura 22: Passarela com acessos no mesmo nível do caminhamento.....	31
Figura 23: Passarela com um acesso no nível do caminhamento.....	31
Figura 24: Passarela com ambos os acessos em níveis diferentes do caminhamento.....	31
Figura 25: Problemas com fundações em estacas próximas dos aterros de acesso de pontes. (a) ponte com extremos em balanço e aterro de acesso com saia ou talude. (b) ponte com encontros, nos quais se apoiam as extremidades da ponte.....	33
Figura 26: Soluções para a execução de fundações de pontes. (a) bate-estacas convencional sobre plataforma provisória de madeira; (b) bate-estacas (de queda livre ou automáticos) que atuam suspensos por lanças de guindastes; (c) plataforma flutuante; (d) plataforma auto- elevatória.....	33

Figura 27: Diagramas das pressões verticais no terreno em função da excentricidade da carga. (a) Compressão centrada. (b) Compressão com pequena excentricidade. (c) Compressão com grande excentricidade.....	34
Figura 28: Execução de tubulão a ar comprimido.....	35
Figura 29: Perfis laminados I e H.....	37
Figura 30: Seções transversais de estacas pré-moldadas de concreto. a) Retangular; b) Octagonal; c) Circular; d) Circular oca.....	37
Figura 31: Interferência das atividades de manutenção no prolongamento da vida útil da estrutura.....	39
Figura 32: Inspeção realizada pela equipe do IPT na região inferior do tabuleiro da ponte, realizada como auxílio de caminhão provido de dispositivo mecânico articulado e com cesto. .....	44
Figura 33: Sistema de plataforma provisório para realização de atividades de manutenção..	45
Figura 34: Plataformas fixas para inspeção e manutenção de sistema viário no Japão. As setas indicamos locais onde estão instaladas as plataformas.....	45
Figura 35: Inspeção em viaduto com a utilização de drone.....	47
Figura 36: Localização do município de João Pessoa.....	50
Figura 37: Passarela do Cristo (sentido decrescente).....	54
Figura 38: Passarela Sueldos (sentido crescente).....	55
Figura 39: Viaduto Miguel Couto.....	56
Figura 40: Viaduto Damásio Barbosa da Franca.....	56
Figura 41: Viaduto Cristo Redentor.....	57
Figura 42: Viga caixão, pilares em colunas, encontros em cortina de concreto armado.....	58
Figura 43: Viaduto Cidade Universitária.....	59
Figura 44: Vista aérea do viaduto Trevo das Mangabeiras.....	60
Figura 45: Superestrutura do viaduto trevo das Mangabeiras.....	60
Figura 46: Alça de acesso da Av. Hilton Souto Maior para o viaduto Trevo das Mangabeiras. .....	61
Figura 47: Vista aérea do viaduto do Geisel.....	62
Figura 48: Superestrutura do viaduto do Geisel.....	62
Figura 49: Viaduto do Geisel e aterros de acesso.....	63
Figura 50: Imagem de satélite da Ponte do Baralho.....	64
Figura 51: Ponte do Baralho.....	64



Figura 52: Ponte em Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC), antes da elevação do greide. .....	66
Figura 53: Ponte após elevação do greide.....	66
Figura 54: Ponte da Alça da Av. Beira-Rio.....	67
Figura 55: Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Epitácio Pessoa.....	68
Figura 56: Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Senador Ruy Carneiro.....	68
Figura 57: Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC), em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Deputado José Tavares, no bairro Cristo Redentor.....	69
Figura 58: Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC), em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Desportista Marcos Antônio Ribeiro, no bairro Cristo Redentor.....	70
Figura 59: Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC) em Ponte sobre o Rio Jaguaribe, na Av. Presidente Félix Antônio, no bairro Cristo Redentor.....	70
Figura 60: Bueiro Triplo Celular de Concreto (BTCC) em Ponte sobre o Rio Cuiá na Rua Brasilino Alves da Nóbrega, entre Mangabeira e Valentina de Figueiredo.....	71
Figura 61: Exibição de dados da OAE no Google Earth.....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.....	41
Quadro 2: Passarelas cadastradas.....	53
Quadro 3: Viadutos que passarão por obras de adequação.....	73

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DER/PB	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado da Paraíba
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
OAE	Obra de Arte Especial
PMJP	Prefeitura Municipal de João Pessoa
PROARTE	Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
TCU	Tribunal de Contas da União
UTM	Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>17</b>
2.1 CONCEITOS.....	17
2.2 HISTÓRICO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS.....	19
2.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES E VIADUTOS.....	21
2.3.1 Superestrutura.....	22
2.3.2 Mesoestrutura.....	22
2.3.3 Aparelhos de apoio.....	22
2.3.4 Encontros.....	22
2.3.5 Infraestrutura.....	23
2.3.6 Juntas de dilatação.....	23
2.3.7 Bueiros.....	23
2.4 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PASSARELAS.....	24
2.4.1 Acessos.....	24
2.4.2 Guarda-corpo.....	24
2.4.3 Cobertura.....	24
2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS PONTES E VIADUTOS.....	24
2.5.1 Desenvolvimento planimétrico.....	24
2.5.2 Trem tipo rodoviário.....	25
2.5.3 Tipos de bueiros.....	27
2.6 CLASSIFICAÇÃO DAS PASSARELAS.....	29
2.7 FUNDAÇÕES.....	32
2.7.1 Escolha do tipo de fundação.....	32
2.7.2 Fundações superficiais.....	34
2.7.3 Fundações profundas.....	34
2.7.3.1 Tubulões.....	34
2.7.3.2 Estacas.....	36
2.8 ATIVIDADES DE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO.....	38
2.8.1 Aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016.....	40
2.8.1.1 Padronização quanto à identificação dos elementos constituintes das OAEs.....	40
2.8.1.2 Inspeção extraordinária.....	42
2.8.2 Dificuldade de acesso aos elementos.....	43
2.8.2.1 Alternativas para facilitar os trabalhos de inspeção e manutenção.....	44
2.8.2.2 Uso do drone.....	46
2.9 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS (PROARTE).....	47
2.10 CADASTRAMENTO E GERENCIAMENTO DE OAES.....	48
2.10.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG).....	49
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>50</b>
3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	50
3.2 IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM SIG.....	50
3.3 OBTENÇÃO DE DADOS.....	51
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>

4.1	PASSARELAS.....	53
4.2	VIADUTOS.....	55
4.2.1	Viaduto Miguel Couto.....	56
4.2.2	Viaduto Damásio Barbosa da Franca.....	56
4.2.3	Viaduto Cristo Redentor.....	57
4.2.4	Viaduto Cidade Universitária.....	58
4.2.5	Trevo das Mangabeiras.....	59
4.2.6	Viaduto Eduardo Campos (Geisel).....	61
4.3	PONTES.....	63
4.3.1	Ponte sobre o Rio Sanhauá na Av. Liberdade (Ponte do Baralho).....	63
4.3.2	Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Beira Rio.....	65
4.3.3	Ponte sobre o Rio Jaguaribe na BR-230 (Alça da Beira-Rio).....	66
4.3.4	Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Epitácio Pessoa.....	68
4.3.5	Ponte sobre Jaguaribe a Av. Ruy Carneiro.....	68
4.3.6	Bueiros.....	69
4.4	EXPORTAÇÃO DOS DADOS PARA O GOOGLE EARTH.....	71
5	NOVAS OBRAS DE ARTE NA TRIPLICAÇÃO DA BR-230.....	72
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS.....	75
	APÊNDICES.....	79
	APÊNDICE A – MAPEAMENTO DAS PASSARELAS CADASTRADAS.....	80
	APÊNDICE B – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA AS PASSARELAS...81	
	APÊNDICE C – MAPEAMENTO DOS VIADUTOS CADASTRADOS.....	82
	APÊNDICE D – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA OS VIADUTOS.....	83
	APÊNDICE E – MAPEAMENTO DAS PONTES CADASTRADAS.....	85
	APÊNDICE F – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA AS PONTES.....	86
	APÊNDICE G – MAPA DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM JOÃO PESSOA- PB	
	.....	87
	APÊNDICE H – MAPA DAS OBRAS DE ARTE A SEREM CONSTRUÍDAS OU	
	REABILITADAS NA BR-230.....	88
	ANEXOS.....	89
	ANEXO A – NOTA DE CLASSIFICAÇÃO DA OAE SEGUNDO PARÂMETROS	
	ESTRUTURAIS.....	90
	ANEXO B – CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO PARÂMETROS FUNCIONAIS.....	92
	ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO PARÂMETRO DE DURABILIDADE.....	93
	ANEXO D – FLUXOGRAMA DE GERENCIAMENTO DA OAE.....	95

## 1 INTRODUÇÃO

As Obras de Arte Especiais (OAEs) são estruturas integradas à infraestrutura urbana com finalidade de transpor obstáculos, tais como rodovias, desníveis do solo (declives íngremes) ou cursos d'água que não podem ser desviados ou suprimidos através do processo de drenagem, a exemplo das pontes, dos viadutos e das passarelas. Essas obras permitem, inclusive, o cruzamento de duas vias em níveis diferentes, não havendo interferências no tráfego de uma sobre a outra.

As OAEs requerem rapidez na realização da obra, segurança para os usuários e durabilidade, visto que estão submetidas a carregamento e a diversos tipos de ações do meio ambiente. A perda de desempenho das mesmas acarreta grandes impactos e transtornos na dinâmica das cidades, além de que, à medida que a manutenção não é realizada no tempo recomendado, os custos para recuperação da capacidade da estrutura tornam-se cada vez maiores.

No Brasil, há a cultura da priorização da execução de obras pelos órgãos responsáveis por obras públicas de infraestrutura em detrimento do pós-obra, que engloba as manutenções necessárias para prolongamento da vida útil determinada em projeto. O ato de postergar a realização de manutenções em uma obra onera seus custos para que ela esteja novamente em condições ideais de uso. São da década de 80 os primeiros estudos acerca de patologias nas estruturas no Brasil, sendo destaque a durabilidade e a degradação das estruturas com a publicação da revisão da ABNT NBR 6118 em 2003.

Com vistas a tornar mais objetivo o diagnóstico das condições da estrutura de pontes, viadutos e passarelas de concreto, houve, em 2016, a revisão da ABNT NBR 9452. A periodicidade da realização das inspeções não sofreu alterações, no entanto foi estabelecida uma classificação padrão para os elementos das OAEs.

No entanto, dada a antiguidade de muitas dessas OAEs, cuja elaboração do projeto não foi realizada em ferramenta de *Computer Aided Design* (CAD), em português Desenho Assistido por Computador, não há dados de projeto delas nem mesmo nos órgãos responsáveis por sua manutenção, sendo este um fator que dificulta o monitoramento das mesmas e a elaboração projetos visando a manutenção, seja referente à reabilitação funcional seja referente à reabilitação estrutural.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Cadastrar as Obras de Arte Especiais existentes em João Pessoa – PB e no trecho da BR-230 compreendido entre o Km 12 e o Km 28,1, georreferenciando-as, e apresentando suas características principais.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- a) Realizar pesquisa bibliográfica acerca dos principais conceitos de pontes, viadutos e passarelas, assim como da importância desses elementos na dinâmica das cidades;
- b) Apresentar as novidades trazidas pela NBR 9452, atualizada em 2016, para a realização de inspeção em Obras de Arte Especiais de concreto, além dos obstáculos existentes para que essa inspeção seja realizada conforme a norma;
- c) Cadastrar as OAEs existentes na cidade de João Pessoa quanto à localização, características geométricas, material constituinte e tipologia estrutural, assim como relatar as dificuldades enfrentadas para obtenção de dados;
- d) Apresentar mapeamento de projetos de OAEs a serem futuramente implantadas.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil, nos deparamos com o registro de frequentes acidentes nas estruturas de OAEs, levando-as, inclusive, ao colapso estrutural. Muitos acidentes ocorrem devido à falta de monitoramento e manutenção periódica por parte dos órgãos responsáveis pelo gerenciamento dessas OAEs. São cada vez mais comuns os ajuizamentos de ação civil pública por parte dos Ministérios Públicos e de entidades em defesa de direitos difusos, coletivos e individuais homogêneos, que é um instrumento processual previsto na Constituição Federal no seu art. 153, III, e em normas infraconstitucionais.

A fim de evitar esses transtornos e preservar o patrimônio social e a vida das pessoas, é necessário que seja estabelecido um programa de vistorias rotineiras. Para tanto, é importante manter cadastro atualizado das OAEs existentes, que contemple os dados necessários para a elaboração de anteprojetos de engenharia visando a reabilitação estrutural e funcional, assim como a manutenção preventiva e corretiva, em função do estado de conservação da estrutura.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 CONCEITOS**

As Obras de Arte Especiais a serem abordadas neste trabalho são pontes, viadutos e passarelas, independente do seu material constituinte.

A Norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) 010/2004-PRO define ponte como sendo a estrutura, inclusive apoios, construída sobre uma depressão ou uma obstrução, tais como água, rodovia ou ferrovia, que sustenta uma pista para passagem de veículos e outras cargas móveis, e que tem um vão livre, medido ao longo do eixo da rodovia, de mais de seis metros. Ficam incluídos nesta definição viadutos, passagens superiores e passagens inferiores.

Desse modo, a partir da definição dada para ponte pelo DNIT, na qual inclui os viadutos, depreendemos que ambas as estruturas estão subordinadas aos mesmos procedimentos de projeto e de construção, diferenciando-se apenas quanto ao obstáculo a ser transposto. No caso das pontes, este obstáculo é um canal aquífero, ao passo em que utilizamos a denominação viaduto para os demais obstáculos.

Outra observação que podemos fazer a partir dessa definição é quanto ao vão medido ao longo do eixo da rodovia, que deve ser superior a 6 metros. Quando esse vão é inferior a essa medida, a estrutura é denominada pontilhão. Essa consideração também é feita pela Norma ABNT NBR 9452:2016.

Além desses tipos citados, existem as galerias ou bueiros (Figura 1), que apresentam características que as aproximam mais ou menos das pontes, podendo ser enquadradas nessa categoria. São estruturas de drenagem que atravessam o corpo estradal, sob a rodovia, e estão destinadas à condução de águas pluviais ou de águas perenes de pequenos cursos, constituídas de manilhas de concreto armado, estruturas abobadadas de aço ou estruturas de quadros rígidos de concreto armado. Podem ser metálicas também. Quando de grandes dimensões, comumente são utilizadas para passagens inferiores de pedestre, gado, rodovias ou ferrovias.



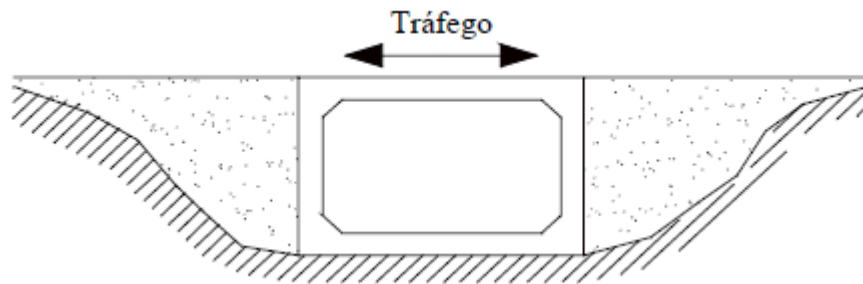


Figura 1: Esquema ilustrativo de galerias com características de pontes.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

Caso tenhamos um curso d'água de grandes dimensões, situado em um vale muito aberto, será necessária a construção de obra de acesso à ponte, denominada viaduto de acesso (Figura 2), em conjunto ou alternativamente ao aterro.



Figura 2: Estrutura principal (ponte) e viadutos de acesso.

PFEIL (1979).

Nas estradas construídas em encostas de grande inclinação transversal, cuja manutenção da estabilidade é dificultosa e o volume de aterro é elevado, o que encarece o procedimento, são construídos os viadutos de meia encosta (Figura 3):

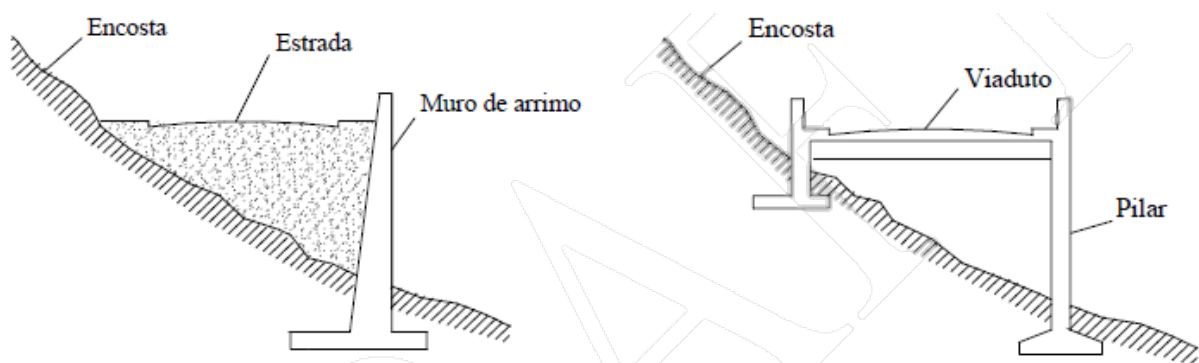


Figura 3: (a) Alternativa em muro de arrimo. (b) Alternativa em viaduto.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

O pedestre é considerado o elemento mais frágil do processo de mobilidade e como tal necessita das passarelas para proporcionar a travessia segura dele em vias de tráfego

motorizado intenso. Além disso, essas passarelas também podem ser construídas sobre obstáculos naturais.

Segundo o art. 61 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), a velocidade máxima permitida em vias urbanas de trânsito rápido é de 80 Km/h e em vias rurais de pista dupla pode chegar a 110 Km/h. Nestes casos, seria ineficaz a implantação de faixa de pedestre, justificando a existência das passarelas, tanto para evitar o risco de atropelamento como para reduzir os congestionamentos devido ao volume de tráfego existente nessas vias.

## 2.2 HISTÓRICO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS

Segundo NAGY (2013), a mais antiga a ponte em funcionamento no mundo é a Caravan, construída em arco de pedra por volta de 850 a. C., sobre o rio Meles, em Izmir, na Turquia. De acordo com PINHO e BELLEI (2007), a pedra foi mesmo o primeiro material a ser utilizado na construção de pontes com a utilização do sistema estrutural em arco, técnica que os romanos aprenderam com os etruscos. A madeira, por sua vez, foi mais utilizada para realizar a travessia em rios largos, como o Rio Reno e o Danúbio. Na Figura 4 temos o exemplo de uma ponte de madeira:



Figura 4: Ponte de madeira em arco.

Fonte: PINHO; BELLEI (2007).

Conforme PINHO e BELLEI (2007), no século XVI, período arquiteto Andrea Palladio utilizou treliças triangulares para vencer vãos de cerca de 30 metros. Outras pontes de madeira chegaram a 59 m de vão, como a ponte de Grubermann, construída em 1757 sobre o rio Reno, na Suíça. O período de transição entre a utilização da madeira e do ferro durou cerca de 40 anos e teve início em 1840.

O ferro fundido passou a ser empregado na construção de pontes com o advento da Revolução Industrial, que representou a transição para novos processos de manufatura e teve início em 1760, final do século XVIII. Conforme PINHO e BELLEI (2007), a Ponte de Coalbrookdale (Figura 5), sobre o Rio Severn, na Inglaterra, foi a primeira a ser construída toda em ferro fundido, com vão de 31m, 15m de largura e comprimento de 59m.



Figura 5: Ponte de Coalbrookdale.

Fonte: LUCKO (1999) *apud* FIALHO (2004).

No Brasil, a ponte mais antiga de ferro é a construída sobre o Rio Paraíba do Sul (Figura 6), inaugurada em 1857, com 5 vãos de 30m e largura de 6m, em treliça arqueada, financiada pelo Barão de Mauá. A obra encontra-se em serviço até hoje, depois de ter sido reformada em 1981, com o fluxo de carros de passeio e ônibus.



Figura 6: Ponte de ferro sobre o Rio Paraíba do Sul.

Fonte: PARAÍBA DO SUL (2018).

Conforme PORTAL EDUCACIONAL (2019), entretanto, o ferro é um material que possui elevado potencial corrosivo e que não era considerado forte o bastante para suprir a demanda da Revolução Industrial pelo transporte de cargas bem mais elevadas. Foi a partir dessa necessidade que, em 1855, o inglês Henry Bessemer patenteou o aço, produzido em fornalha mais resistente a altas temperaturas, muito utilizado na construção de pontes ferroviárias. A primeira ponte em aço no mundo foi a Brooklyn Bridge, nos EUA, cuja construção teve início em 1870 e foi, durante algum tempo, a única ligação entre Brooklyn e Manhattan além do mar.

Até os dias atuais, o aço é amplamente utilizado nas estruturas de Obras de Arte Especiais, pois pode assumir diferentes formas durante o seu processo de fabricação, assim como ser integrado com outros elementos e ao meio ambiente.

De acordo com LEONHARDT (1979) *apud* DEBS e TAKEYA (2009), as primeiras pontes em concreto simples foram construídas no início do século 20, em arco triarticulado, sistema estrutural assemelhado ao das pontes de pedra. No entanto, apenas a partir de 1912 o concreto armado, que até então era utilizado apenas para o tabuleiro das pontes, foi utilizado para estruturas de viga e de pórtico, com vãos de até 30 metros. Já concreto protendido foi utilizado a partir de 1938, mas só se tornou um material frequente após a Segunda Guerra Mundial, dada a necessidade de reconstruir um grande número de pontes destruídas durante a guerra.

### 2.3 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PONTES E VIADUTOS

Como as pontes e viadutos diferem apenas quanto ao obstáculo a ser transposto, os elementos constituintes serão abordados conjuntamente nessa fundamentação teórica.

Alguns dos conceitos básicos são os de comprimento, que é a distância no sentido do eixo do fluxo da carga móvel, e de largura, que é a distância perpendicular ao comprimento no plano horizontal da superestrutura.

As pontes, sob o ponto de vista funcional, estão divididas nos seguintes elementos principais, conforme a Figura 7:

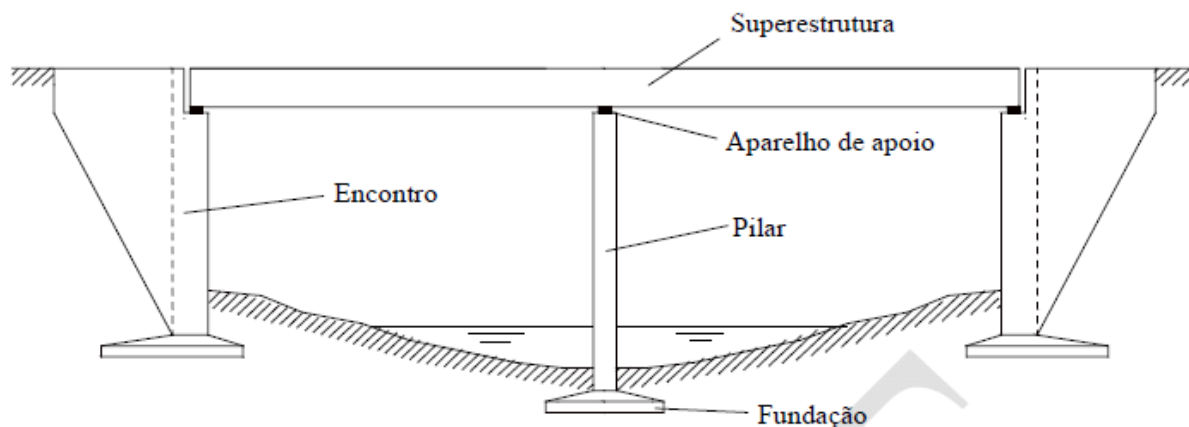


Figura 7: Elementos constituintes de uma ponte.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

### 2.3.1 Superestrutura

É denominada como a parte da ponte destinada a vencer o obstáculo e que, portanto, recebe as cargas permanentes e acidentais provenientes tanto do peso próprio da estrutura como do tráfego, transmitindo-as ao vigamento. A superestrutura pode ser subdividida em:

- a) Estrutura principal, correspondente ao elemento de suporte imediato da estrutura secundária;
- b) Estrutura secundária, composta pelo tabuleiro.

### 2.3.2 Mesoestrutura

Recebe os esforços da superestrutura, através dos aparelhos de apoio, e os transmite à infraestrutura, além dos esforços que incidem diretamente sobre ela, como é o exemplo da pressão do vento e da água. Na Figura 7, é representada pelos pilares.

### 2.3.3 Aparelhos de apoio

Estão localizados entre a infraestrutura e a mesoestrutura e são responsáveis pela transmissão de esforços, assim como permitem a movimentação da superestrutura para melhor distribuição dos esforços.

### 2.3.4 Encontros

Essas estruturas têm a função de receber o empuxo dos aterros de acesso e não o transmitir aos demais elementos da ponte. No entanto, se não houver perigo de erosão pelo curso d'água, podem ser dispensados, ficando os pilares extremos sujeitos ao empuxo dos aterros de acesso.

### 2.3.5 Infraestrutura

Esse elemento, por sua vez, transmite os esforços ao solo, de forma segura e compatível com as características dele, na interação solo-estrutura. Podem ser utilizadas tanto fundações diretas como indiretas.

### 2.3.6 Juntas de dilatação

São interrupções estruturais previstas nas OAEs de grande extensão para possibilitar a movimentação do material ao ser submetido a variações de temperatura e à frenagem de veículos. Pelo fato de serem dispositivos caros e de substituição onerosa e difícil, além de ser um elemento com grande incidência de patologias, são utilizadas em número mínimo. Em pontes com vigas principais pré-moldadas, a utilização de lajes elásticas de continuidade permite a redução da utilização de juntas de dilatação.

### 2.3.7 Bueiros

Os bueiros com características de pontes são constituídos por:

- a) Muro de ala (Figura 8), que é um muro lateral da boca de passagem hidráulica com função de conter o aterro, evitar a erosão e captar e direcionar o escoamento da água para o mesmo local de deságue. Segundo a Publicação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) – 725 “Álbum de projetos – Tipo de dispositivos de drenagem” do DNIT (2006), deve ter uma proporção mínima, em metros, de 1:1,5;
- b) Boca: tem também a função de captar as águas e direcioná-las;
- c) Recrava, estrutura que envolve o bueiro, evitando o deslizamento.



Figura 8: Muro de ala pré-fabricado.

Fonte: ARCHIEXPO (2019).

## 2.4 ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS PASSARELAS

### 2.4.1 Acessos

São destinados a transpor o desnível entre o caminhamento do pedestre e a passarela. Podem ser constituídos de rampas, escadas, elevadores, etc.

### 2.4.2 Guarda-corpo

É a proteção a meia altura destinada à proteção contra queda. A Norma ABNT NBR 14718:2001 recomenda que a altura mínima do guarda-corpo seja de 1,0 m e que os espaçamentos entre perfis sejam menores ou iguais a 11,0 cm.

### 2.4.3 Cobertura

Esse elemento é destinado à proteção de intempéries. Não é obrigatória, mas recomendável para proporcionar maior conforto e segurança aos usuários. Pode ser feita de diversos materiais, tais como: estrutura metálica, vidro laminado, telhas, argamassa armada, policarbonato, etc

## 2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS PONTES E VIADUTOS

As pontes podem ser classificadas de acordo com os mais variados critérios, tais como: material da superestrutura, comprimento, natureza do tráfego, desenvolvimento planimétrico e altimétrico, sistema estrutural da superestrutura, seção transversal, posição do tabuleiro, processo de execução, etc.

Para o cadastramento realizado nesse estudo, convém enfatizar as classificações quanto ao eixo da ponte, ao trem tipo rodoviário, ao material da superestrutura e quanto sistema estrutural da superestrutura.

### 2.5.1 Desenvolvimento planimétrico

Quanto a esse critério, em função da linha entre o apoio da superestrutura e o eixo da ponte, de acordo com DEBS e TAKEYA (2009), as pontes e viadutos podem ser retos (Figura 9), quando esse ângulo é de 90°, esconsos (Figura 10), quando esse ângulo é diferente de 90°, ou curvos (Figura 11), quando apresentam eixo, em planta, curvo.



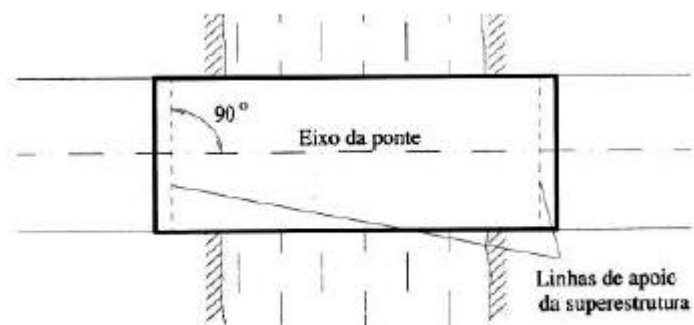


Figura 9: Ponte/viaduto reto ortogonal.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

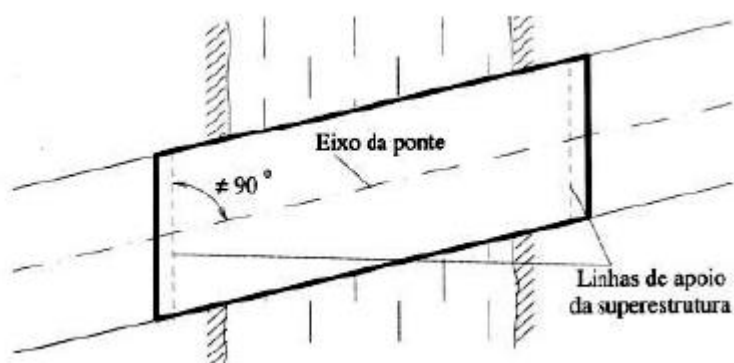


Figura 10: Ponte/viaduto reto esconso.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

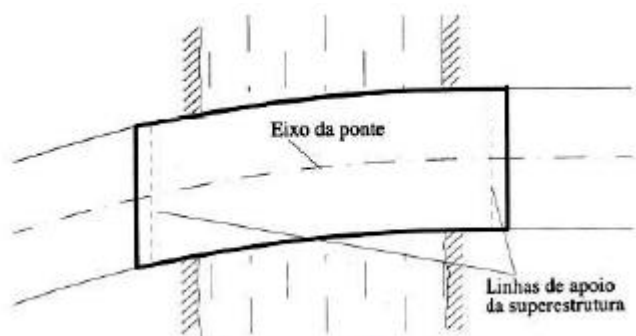


Figura 11: Ponte/viaduto curvo.

Fonte: DEBS; TAKEYA (2009).

### 2.5.2 Trem tipo rodoviário

Trem tipo é um veículo padrão utilizado para calcular esforços em estruturas sujeitas a cargas móveis. Esse veículo é constituído de cargas concentradas que correspondem aos eixos do veículo. Considera-se, ainda, cargas distribuídas no trem tipo rodoviário, chamada carga de multidão, nos trechos mais desfavoráveis.



É comumente definido de acordo com a classe da rodovia (classificação funcional), definida pelo Ministério dos Transportes através do DNIT, por sua mobilidade e acessibilidade. Neste trabalho, só foram obtidos dados relativos à classe do trem tipo para rodovias de Classe I: Via Expressa Primária, correspondente a rodovias com controle total do acesso e que não possuem intersecções em nível, isto é, cruzamentos e faixas de pedestres, pois estas foram as que os trens tipo foram cadastrados.

O trem tipo adotado foi o 36, de acordo com a Norma NB 6/60:

- a) Classe 36: Em rodovias de características da Classe I;
- b) Classe 24: Em rodovias de características da Classe II;
- c) Classe 12: Em rodovias de características da Classe III.

A partir de 1984, com a norma ABNT NBR 7188:1984, o trem tipo adotado fica a critério do órgão com jurisdição sobre a OAE, sendo:

- a) Classe 45: a base do sistema é um veículo-tipo de 450 kN de peso total;
- b) Classe 30: a base do sistema é um veículo-tipo de 300 kN de peso total;
- c) Classe 12: a base do sistema é um veículo-tipo de 120 kN de peso total.

Na Figura 12 estão os trem-tipo utilizados segundo NB 6/60:

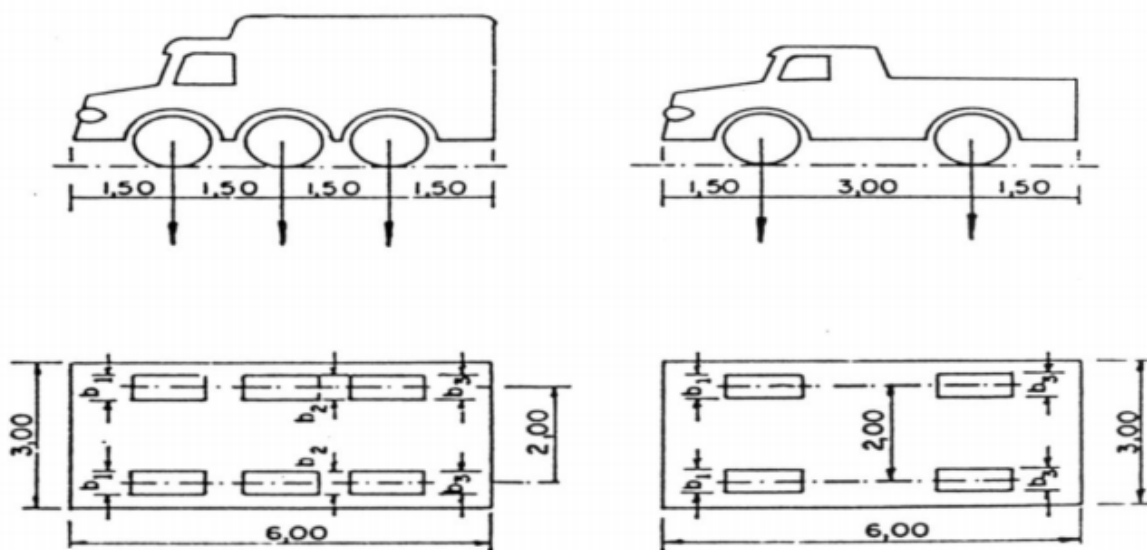


Figura 12: Caminhões utilizados no trem-tipo segundo NB6/60.

Fonte: ABNT (1960).

Na Figura 13 estão os trem-tipo utilizados segundo ABNT NBR 7188:1984:

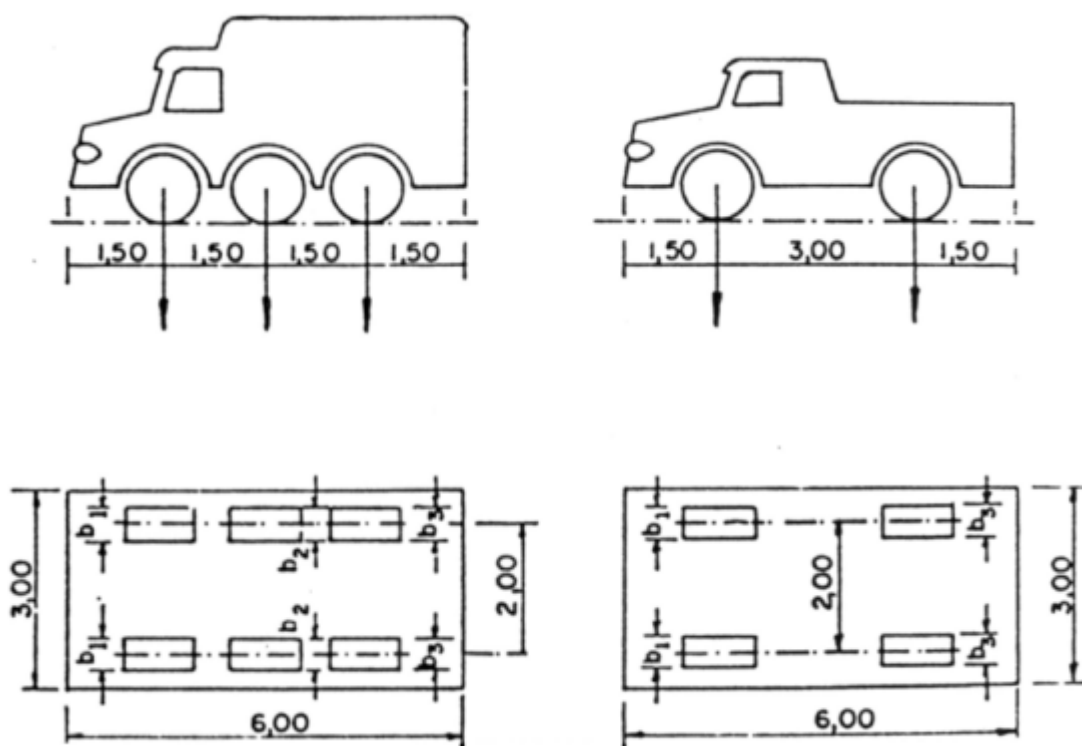


Figura 13: Caminhões utilizados no trem-tipo segundo ABNT NBR 7188:1984.

Fonte: ABNT (1984).

### 2.5.3 Tipos de bueiros

Os bueiros poderão ser tubulares ou celulares, de concreto ou metálicos. Também podem ser classificados quanto à esconsidade, que é definida como o ângulo formado entre o eixo longitudinal do bueiro e a normal do eixo longitudinal da rodovia. Quando esses eixos coincidem, dizemos que o bueiro é de boca reta e quando o ângulo formado for diferente de zero, dizemos que a boca é esconsa.

De acordo com a Publicação do IPR – 725 “Álbum de projetos – Tipo de dispositivos de drenagem” do DNIT (2006), os bueiros podem ser dos seguintes tipos:

- Bueiro Simples Tubular de Concreto (Figura 14), com boca normal ou esconsa;
- Bueiro Duplo Tubular de Concreto (Figura 15), com boca normal ou esconsa;
- Bueiro Triplo Tubular de Concreto (Figura 16), com boca normal ou esconsa;
- Bueiro Celular de Concreto Simples (Figura 17);
- Bueiro Celular de Concreto Duplo (Figura 18);
- Bueiro Celular de Concreto Triplo (Figura 19).

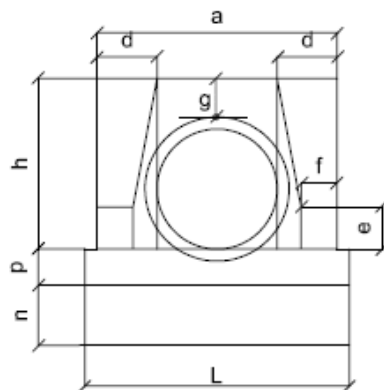


Figura 14: Bueiro Simples Tubular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

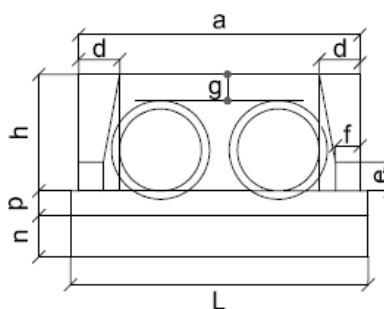


Figura 15: Bueiro Duplo Tubular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

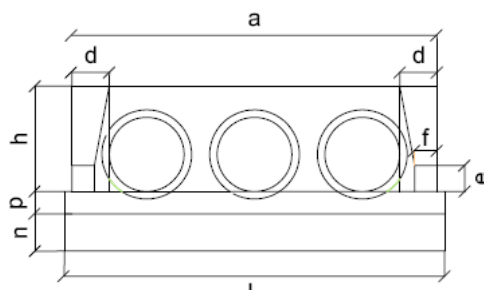


Figura 16: Bueiro Triplo Tubular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

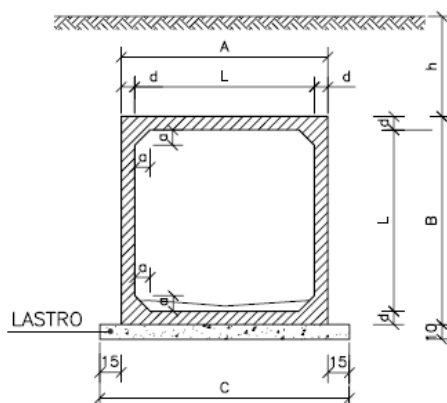


Figura 17: Bueiro Simples Celular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

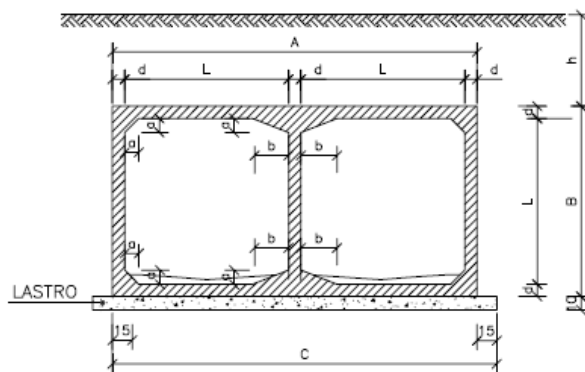


Figura 18: Bueiro Duplo Celular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

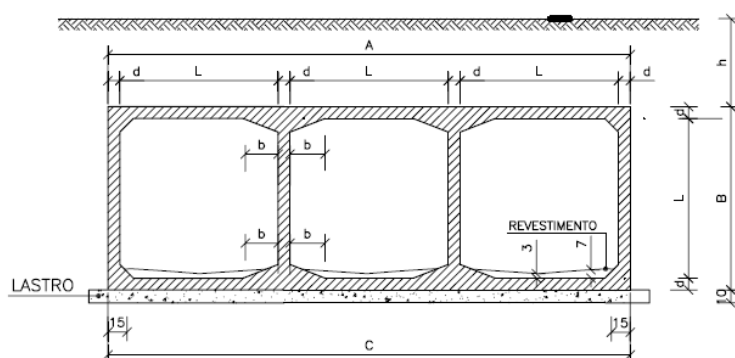


Figura 19: Bueiro Triplo Celular de Concreto.

Fonte: DNIT – Publicação IPR 725 (2006).

## 2.6 CLASSIFICAÇÃO DAS PASSARELAS

De acordo com “ISF-219: Projeto de passarela para pedestres” as passarelas podem ser:

- Sobrejacentes (Figura 20), quando estão em nível superior à superestrutura da via;
- Subjacentes (Figura 21), quando em nível inferior à superestrutura da via.



Figura 20: Passarela sobrejacente na Av. Dom Pedro II, em João Pessoa - PB.

Fonte: Google Earth (acesso em 02 set. 2019).



Figura 21: Passarela subjacente em Brasília - DF.

Fonte: <<http://doc.brazilia.jor.br/Vias/Eixo-Rodoviario-Passarelas-inferiores.shtml>>.

Quanto à forma de acesso à ponte, é classificada em relação ao nível de caminhamento do pedestre, que pode estar:



- a) As duas extremidades no mesmo nível de caminhamento do pedestre (Figura 22);
- b) Apenas uma extremidade no mesmo nível de caminhamento do pedestre (Figura 23);
- c) As duas extremidades em níveis de caminhamento diferentes do pedestre (Figura 24).



Figura 22: Passarela com acessos no mesmo nível do caminhamento.  
Fonte: FIALHO (2004).



Figura 23: Passarela com um acesso no nível do caminhamento.  
Fonte: FIALHO (2004).



Figura 24: Passarela com ambos os acessos em níveis diferentes do caminhamento.  
Fonte: FIALHO (2004).

O acesso à passarela pode ser feito por meio de elevadores, porém não é usual em vias urbanas. O mais comum é que o acesso seja feito através de escadas ou rampas, mecanizadas ou não, que devem obedecer à norma de acessibilidade ABNT NBR 9050:2015 – “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos” para que crianças, idosos e pessoas com mobilidade reduzida possam utilizar a passarela.

Quanto ao material, usualmente as passarelas são de metal (aço), de concreto ou mistas, nos casos em que é constituída por uma combinação desses materiais.

Conforme RIBEIRO e GARDINI (2017), as principais vantagens da utilização do aço são a sua alta resistência estrutural, à possíveis choques e à vibração, além de possibilitar que

o projeto seja executado com mais rapidez, com estruturas mais leves que vencem vãos mais amplos.

A diminuição no prazo de execução ocorre devido à possibilidade da fabricação da estrutura em paralelo à execução das fundações. Por serem mais leves, as estruturas em aço resultam em menor carga transmitida às fundações, reduzindo o seu custo.

De acordo com SILVA e GASPAR (2014), tanto os sistemas estruturais em aço como os sistemas mistos (aço-concreto) permitem melhor racionalização dos processos construtivos, evitando o desperdício. Diante da rapidez e da versatilidade na execução, percebe-se o motivo de as Obras de Arte Especiais metálicas serem cada vez mais adotadas nas cidades, sobretudo devido ao menor impacto que o seu processo construtivo causa no trânsito e na mobilidade urbana.

## 2.7 FUNDAÇÕES

### 2.7.1 Escolha do tipo de fundação

As fundações de Obras de Arte Especiais caracterizam-se por serem projetadas para absorver grandes esforços, sejam eles verticais ou horizontais, transmitidos pelos demais elementos estruturais, sendo esta a característica que as diferencia de outras obras em terra. No entanto, mesmo com essas cargas elevadas, dependendo das condições geológicas do local de implantação da obra e da lâmina de água, pode ser adotada uma solução em fundação superficial.

No que se refere às pontes, pelo fato de estas cruzarem massas de água, apresentam problemas especiais de execução de suas fundações, necessitando que sejam considerados aspectos relacionados ao potencial erosivo. Devemos considerar, no caso mais geral, as fundações dos pilares, dos encontros e dos aterros de acesso. Informações como o regime do rio, níveis de água máximos e mínimos, velocidade de escoamento, etc, devem ser consideradas, ensejando, muitas vezes, que seja adotada uma solução em fundação profunda, uma vez que uma solução em fundação superficial é afastada pelo risco de solapamento de sua base.

De acordo com VELLOSO e LOPES (1999), na escolha do tipo de fundação deve ser considerado também o tipo de acesso à ponte, conforme exemplificado da Figura 25, para o qual podem ser adotados os encontros (b) ou a contenção do aterro de acesso com a utilização de talude.

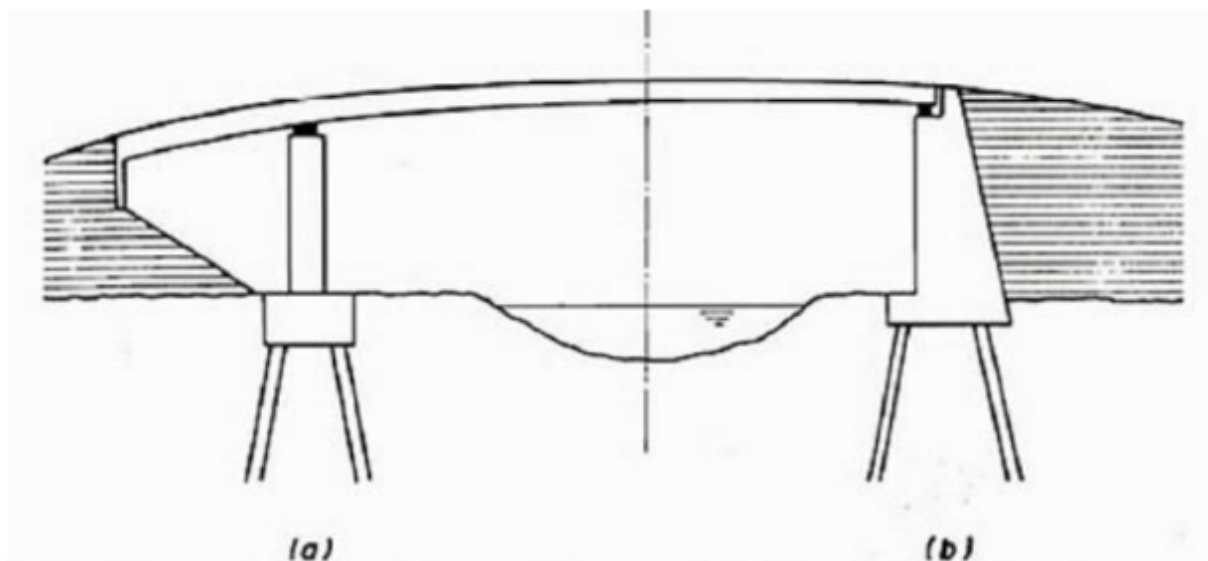


Figura 25: Problemas com fundações em estacas próximas dos aterros de acesso de pontes. (a) ponte com extremos em balanço e aterro de acesso com saia ou talude. (b) ponte com encontros, nos quais se apoiam as extremidades da ponte.

Fonte: VELLOSO; LOPES (1999).

VELLOSO e LOPES (1999) ainda afirmam que o método executivo poderá restringir as opções de fundação, em função da disponibilidade de equipamentos. Desse modo, definida a locação dos pilares da ponte e a capacidade de carga dos elementos de fundação em transmitir os esforços, deve ser estudada a maneira de execução dos elementos de fundação. A Figura 26 mostra algumas dessas maneiras, em função da distância dos pilares para as margens do corpo hídrico. As plataformas elevatórias (b), flutuantes (c) e auto-elevatórias (d) também podem ser utilizadas na execução de tubulões. Aliás, os tubulões a ar comprimido foram uma solução de fundação muito adotada no Brasil durante muito tempo, devido ao baixo custo dos equipamentos utilizados nesta solução.

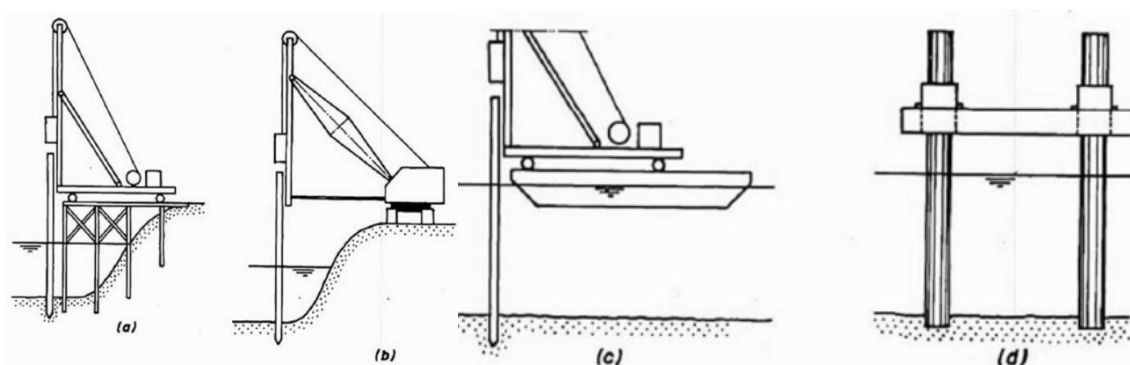


Figura 26: Soluções para a execução de fundações de pontes. (a) bate-estacas convencional sobre plataforma provisória de madeira; (b) bate-estacas (de queda livre ou automáticos) que atuam suspensos por lanças de guindastes; (c) plataforma flutuante; (d) plataforma auto-elevatória.

Fonte: VELLOSO; LOPES (1999).

Mais recentemente, tem sido adotada para as fundações de OAEs a solução em estacas, sobretudo devido ao avanço nos métodos executivos.



### 2.7.2 Fundações superficiais

Nos casos em que são adotadas as fundações superficiais, as sapatas, seja em forma retangular seja em forma circular, são mais comumente empregadas. Também são adotados os tubulões curtos. As pressões na base são calculadas admitindo-se distribuição constante ou linearmente variável. Em situações especiais, devem ser adotados modelos elásticos para representar o terreno e a sapata, de modo que as deformações estejam compatibilizadas. A Figura 27 abaixo mostra o diagrama de pressões convencional, utilizado para fins de análise:

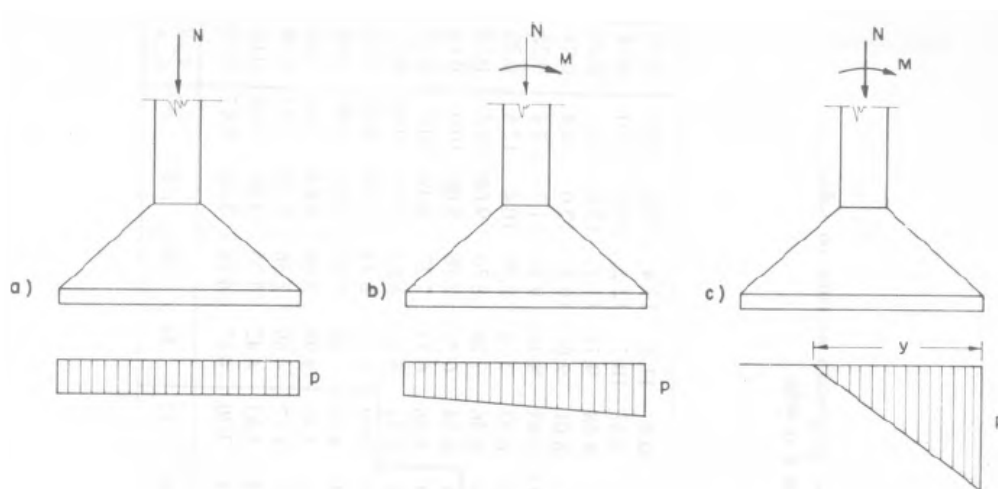


Figura 27: Diagramas das pressões verticais no terreno em função da excentricidade da carga. (a) Compressão centrada. (b) Compressão com pequena excentricidade. (c) Compressão com grande excentricidade.

Fonte: PFEIL (1979).

Segundo CAPUTO (2008), especialistas alertam e os incidentes comprovam que o solapamento das fundações de pontes é um dos mais frequentes e sérios perigos contra a estabilidade da obra. Ainda é um fenômeno difícil de ser evitado e apenas estudos acurados em laboratório de hidráulica experimental permitem conhecer o problema da erosão.

### 2.7.3 Fundações profundas

Para as fundações profundas em OAEs, são empregadas as estacas ou os tubulões. A distinção entre usar um ou outro tipo de fundação está relacionada a uma questão de convenção.

#### 2.7.3.1 Tubulões

De acordo com CAPUTO (2008), os tubulões são fundações construídas “concretando-se um poço aberto no terreno ou fazendo descer, por escavação interna, um tubo, geralmente de concreto armado ou de aço, que é posteriormente cheio com concreto

simples ou armado. No caso de revestimento com tubo metálico, este poderá, ou não, ser recuperado”.

Nesse tipo de fundação, faz-se um alargamento da base para aumentar substancialmente a capacidade de carga vertical. Dependendo do nível de água ou da permeabilidade do terreno, a forma de execução dessa base alargada, assim como do fuste propriamente dito, se altera.

Quanto ao seu método executivo, podem ser classificados em tubulões a céu aberto ou tubulões a ar comprimido.

O tubulão a céu aberto consiste em um poço escavado manualmente e a céu aberto. Portanto, é empregado geralmente em solos coesivos e acima do nível do lençol freático. Caso esteja abaixo, utiliza-se o tubulão a ar comprimido.

Segundo CAPUTO (2008), a instalação para execução da fundação a ar comprimido compreende, essencialmente: uma campânula a ou câmara de equilíbrio, constituída de chapa de aço, e um compressor, que fornece o ar comprimido. Na Figura 28 temos um exemplo da execução do tubulão a ar comprimido.

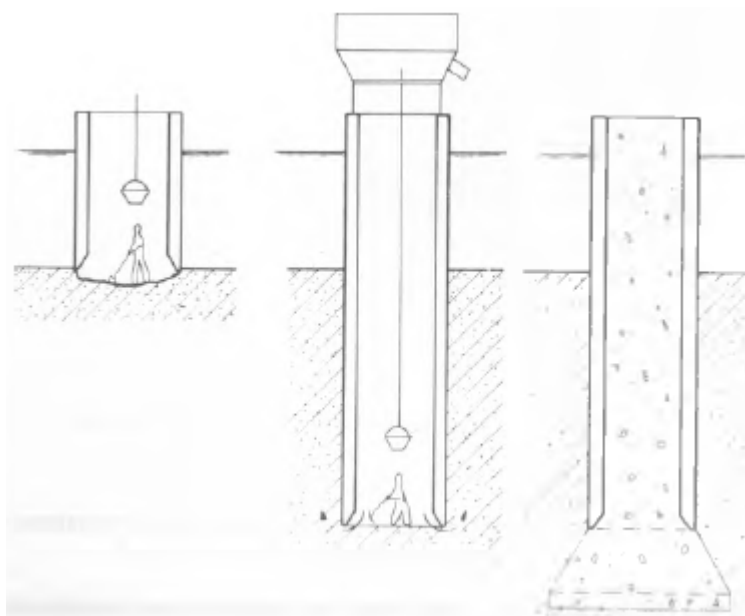


Figura 28: Execução de tubulão a ar comprimido.  
Fonte: PFEIL (1979).

CAPUTO (2008) ressalta que a pressão deve ser compatível com as condições de trabalho suportadas pelo organismo humano, por isso a profundidade de um tubulão está

limitada a 35 m abaixo do nível d'água. Isso implica em uma limitação a esse tipo de fundação.

#### 2.7.3.2 Estacas

As estacas têm menores dimensões em sua seção transversal se comparadas aos tubulões e podem ser pré-moldadas ou moldadas *in situ*, cravadas em posição vertical ou inclinadas, com a utilização de bate-estacas. Podem ser constituídas de madeira, aço ou concreto.

Os tipos de estacas mais utilizados são a estaca metálica, a estaca raiz e a estaca pré-moldada de concreto (protendidas e centrifugadas).

De acordo com CAPUTO (2008), as estacas de madeira basicamente são troncos de árvores, bem retos e regulares, que se cravam no solo, visando atender, principalmente, às qualidades de durabilidade e resistência ao choque. Aroeira, maçaranduba, eucalipto, peroba do campo, etc, são algumas das madeiras que melhor se adaptam a esse fim. O diâmetro varia entre 22 a 30 cm e o comprimento é limitado a 12 m; sendo necessário um comprimento maior, o usual é emendar duas estacas por meio de talas. Sua duração é praticamente ilimitada se o topo da estaca estiver abaixo do nível d'água permanente, fazendo com que ela não fique sujeita a ciclos de umedecimento e secagem, que produzem rápido apodrecimento. Durante a cravação, a fim de proteger a madeira, a cabeça deve estar munida de um anel cilíndrico de aço, a fim de evitar seu rompimento sob os golpes de pilão, e na ponta deve ser empregada uma ponteira metálica para facilitar a cravação.

O emprego das estacas metálicas para as fundações de Obras de Arte Especiais encontra-se hoje muito generalizado, pois este tipo de fundação alia facilidade de cravação a uma grande capacidade de carga.

É grande a variedade de perfis empregados para estacas metálicas, sendo mais utilizados os perfis laminados I e H, apresentados na Figura 29. De acordo com o Folder de Estacas Metálicas da GERDAU, os perfis laminados são peças homogêneas, laminadas a partir de blocos e sem soldas, retilíneas e de mesas paralelas, atendendo a uma ampla variedade de bitolas, entre 150 mm e 610 mm para os perfis I. Já para o perfil H, a bitola máxima é de 360 mm.

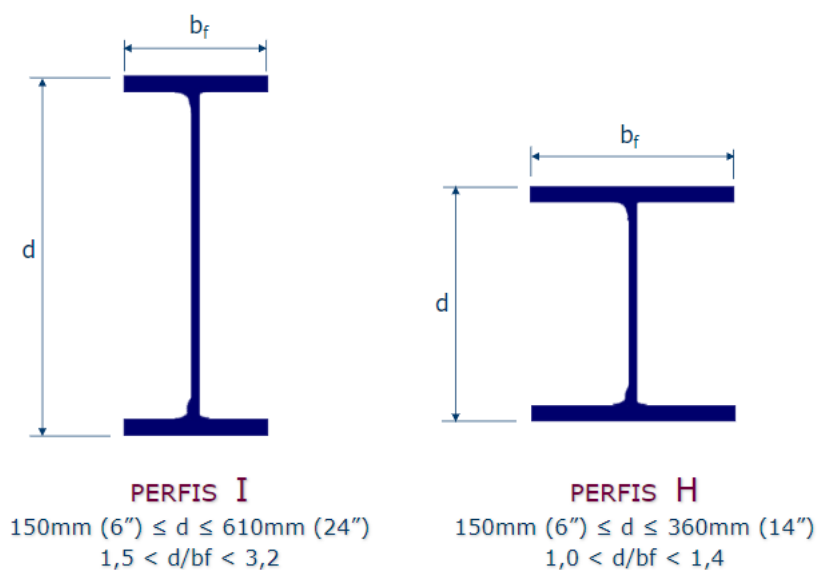


Figura 29: Perfis laminados I e H.

Fonte: GERDAU (2011).

As estacas pré-moldadas de concreto podem ser de concreto armado ou protendido, adensado por centrifugação ou por vibração.

Segundo PFEIL (1979), as estacas de concreto podem ser pré-moldadas, de concreto armado ou protendido, ou moldadas in situ, com camisa perdida ou recuperável. Quando é de camisa perdida, pode ser realizada inspeção visual das camisas antes do enchimento de concreto, já quando a camisa é recuperável, deve-se tomar cuidados no momento da execução para evitar descontinuidade do fuste. Na Figura 30 temos alguns exemplos de seções de estacas pré-moldadas:

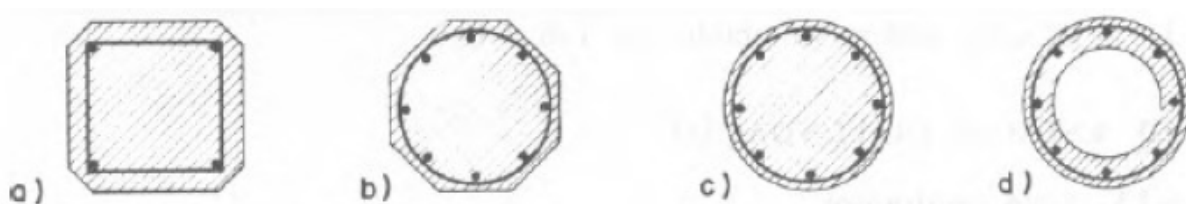


Figura 30: Seções transversais de estacas pré-moldadas de concreto. a) Retangular; b) Octagonal; c) Circular; d) Circular oca.

Fonte: PFEIL (1979).

As estacas pré-moldadas de concreto podem ser de concreto armado ou protendido, adensado por centrifugação ou por vibração. De acordo com ALONSO (1999), a estaca pré-moldada centrifugada é obtida em forma metálica cilíndrica, vazada nas extremidades, no interior da qual se posiciona a armadura e se deposita o concreto, regularmente ao longo da forma. Esta a seguir é depositada sobre roletes que giram a velocidade constante por um

período, ao final do qual a forma é ligeiramente levantada, por um dos lados, para escoar, pela extremidade vazada, o excesso de água e finos.

## 2.8 ATIVIDADES DE MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO

Monitoramento de estruturas consiste em um procedimento contínuo de observação para registro de quaisquer alterações na estrutura, a fim de inspecionar ações que atuam nela.

De acordo com a publicação do Tribunal de Contas da União em “Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas” (TCU, 2014, p. 47), iniciada a utilização de um empreendimento, idealmente, todo órgão público deveria instituir Programa de Manutenção com o objetivo de preservar as características de desempenho técnico de seus componentes e/ou sistemas, através de manutenções periódicas capazes de evitar o surgimento de problemas, seguindo orientação técnica dos fabricantes e fornecedores dos materiais e equipamentos instalados.

Conforme dispõe a NBR 5462:1994, existem três tipos de manutenção:

- a) Preditiva, que prediz a deterioração do equipamento através do monitoramento dos parâmetros principais, tornando possível a previsão de falhas a partir da análise de dados coletados ao longo do tempo;
- b) Preventiva, que é realizada em intervalos pré-determinados, obedecendo a um Plano de Manutenção, com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item;
- c) Corretiva, que é realizada quando algum elemento deixou de cumprir a função para a qual foi projetado. Normalmente os elementos já atingiram limite de vida útil e a execução desse tipo de manutenção implica em uma execução mais demorada e maiores custos devido à contratação de serviços em caráter emergencial.

Segundo VITÓRIO (2002) *apud* ARAÚJO (2014), pode-se constatar que uma manutenção adequada ao longo do tempo, tanto preventiva como corretiva, é garantia de maior vida útil com satisfatório desempenho estrutural e funcional. Ademais, podemos afirmar que o ideal é manter um processo de gestão das rodovias e de suas respectivas obras de arte especiais que inclua vistorias periódicas com vistas a diagnosticar anomalias e posteriormente definir ações de recuperação.

Na Figura 31 é apresentado um gráfico de estudo realizado por ESPAÑA (2011) *apud* ARAÚJO (2017) que representa as atividades de manutenção em relação à vida útil da estrutura. O eixo da abscissa indica o tempo desde o início da construção ( $t_0$ ) até a vida útil prolongada da estrutura, promovida por intervenções benéficas realizadas ao longo do tempo ( $T_L^3$ ). O eixo da ordenada indica a capacidade resistente, sob aspectos de durabilidade, segurança e resistência ( $R$ ), e as solicitações ( $S$ ), são as ações atuantes na estrutura.

A partir do tempo ( $t_0$ ) a curva  $R(t)$  apresenta o comportamento referente a perda de capacidade resistente da estrutura com o passar dos anos e a curva  $S(t)$  as solicitações aplicadas na estrutura ao longo do tempo (ESPAÑA, 2011).

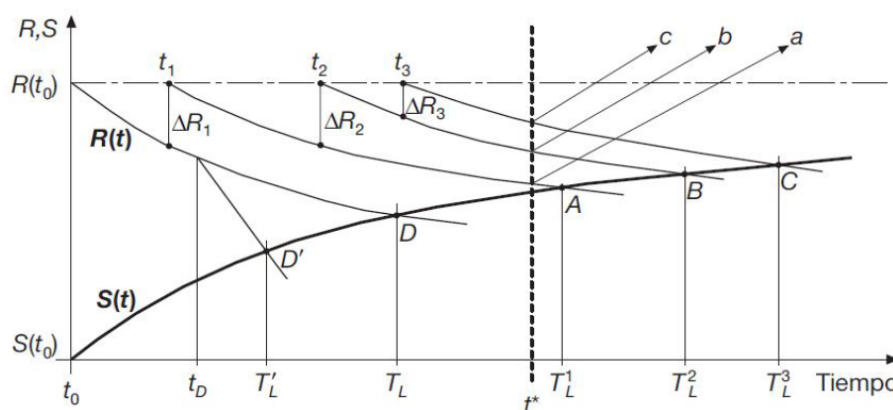


Figura 31: Interferência das atividades de manutenção no prolongamento da vida útil da estrutura.

Fonte: ESPAÑA (2011).

O ponto (D) representa o tempo de vida útil da estrutura sem que tenham sido realizadas atividades de manutenção durante todo o período de vida útil da obra. Nota-se que a curva  $S(t)$  é crescente, devido ao acréscimo das solicitações, como o aumento do tráfego de veículos e incrementos de carga devido a atividades realizadas sobre o tabuleiro das OAE's (recapeamentos do pavimento sem a remoção dos pavimentos degradados, etc.). A curva  $R(t)$  é decrescente, indicando a perda de capacidade resistente da estrutura com o passar dos anos, devido a degradação da estrutura por ações do meio ambiente e por ausência de manutenções adequadas (ESPAÑA, 2011).

De acordo com ARAÚJO (2017), o ponto ( $D'$ ) indica uma situação indesejada, em que o tempo de vida útil da estrutura não é atingido, por falta de manutenção associada a perda de capacidade resistente prematura da estrutura com as degradações dos elementos estruturais.

Os pontos A, B e C indicam os limites em que a obra apresenta segurança estrutural [momento em que as curvas  $R(t)$  e  $S(t)$  se interceptam]. Observa-se que nos três casos o tempo de vida da estrutura foi prolongado, devido as intervenções realizadas pelas manutenções, em  $\Delta R1$ ;  $\Delta R2$  e  $\Delta R3$  (ESPAÑA, 2011).

Verifica-se, no gráfico mostrado na Figura 31, que as intervenções realizadas pelas atividades de manutenção ( $\Delta R1$ ;  $\Delta R2$  e  $\Delta R3$ ) contribuem para um maior tempo de vida útil da estrutura (  $T_L^1$  ;  $T_L^2$  e  $T_L^3$  ), se comparado com a mesma estrutura sem a realização das atividades de manutenção  $T_L$  . (ESPAÑA, 2011).

A partir disso, concluímos que atividades de monitoramento e manutenção, quando realizadas de maneira sistemática desde o início da utilização da obra, possibilitam o diagnóstico das suas condições e elaboração de planejamento que priorize intervenções que atendam à real necessidade da estrutura.

#### 2.8.1 Aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016

Em 2016, houve a revisão da ABNT NBR 9452, que é um importante instrumento no estabelecimento de critérios para a gestão da inspeção e manutenção de pontes, viadutos e passarelas de concreto.

O diagnóstico das condições da estrutura pode ser feito visualmente ou com o auxílio de equipamentos, dependendo do estado de conservação da OAE. Entende-se por diagnóstico o resultado da atividade de identificação da natureza de uma anomalia, isto é, da descaracterização de um elemento ou sistema integrante da OAE em relação à sua concepção original.

Além de maior clareza da identificação dos elementos, através de padronização de definições e desenhos esquemáticos que associam o elemento à nomenclatura, a norma trouxe modelos de fichas e roteiros para a realização de inspeções, inclusive a extraordinária, não especificada na versão anterior.

##### 2.8.1.1 Padronização quanto à identificação dos elementos constituintes das OAEs

Uma das novidades trazidas pela revisão da ABNT NBR 9452 em 2016 foi o agrupamento dos elementos constituintes em três grupos, quanto ao seu nível de importância em relação à segurança estrutural:

- a) Elementos principais (P): dano pode causar colapso total ou parcial da obra.  
Exemplo: fundações, pilares, etc;

- b) Elementos secundários (S): dano pode ocasionar ruptura localizada em apenas parte de um vão. Exemplo: encontros, etc;
- c) Elementos complementares (C): dano causa apenas comprometimento funcional e de durabilidade. Exemplos: guarda-corpo, tela de proteção, junta de dilatação, pavimento, etc.

A Norma especifica notas de classificação da OAE quanto a parâmetros estruturais (ANEXO A), funcionais (ANEXO B) e de durabilidade (ANEXO C) para anomalias detectadas durante inspeção nesses elementos, não retratadas na versão de 2012, apesar de esses parâmetros de notas de classificação já estarem presentes em especificações técnicas ou manuais de inspeção de órgãos governamentais reguladores de transporte, como é o caso do DNIT. Quanto maior a relevância estrutural do elemento, maior será a nota e em um menor intervalo de tempo deverá ser feita inspeção na OAE. A nota da OAE deverá ser a menor atribuída a cada parâmetro analisado, de acordo com o Quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

(continua)

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.



<b>Nota de classificação</b>	<b>Condição</b>	<b>Caracterização estrutural</b>	<b>Caracterização funcional</b>	<b>Caracterização de durabilidade</b>
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 9452:2016.

#### 2.8.1.2 Inspeção extraordinária

Esta é outra novidade trazida pela norma, cuja necessidade é gerada a partir de demandas não programadas, tais como:

- a) Impacto de veículo, trem ou embarcação na obra;
- b) Avaliar mais detalhadamente parte da OAE;
- c) Ocorrência de eventos da natureza, como inundação, vendaval, sismo e outros.

De acordo com a ABNT NBR 9452:2016, a inspeção extraordinária deve ser apresentada em relatório específico, com descrição da obra e identificação das anomalias, incluindo mapeamento, documentação fotográfica e terapia recomendada. Pode ser necessária a utilização de equipamentos especiais para acesso ao elemento ou parte da estrutura.

Há outros tipos de inspeção considerados na supracitada norma, são eles:

- a) Cadastral: após a conclusão da obra ou quando houver alterações em sua configuração. Deve conter dados de projeto, desenhos esquemáticos com medidas principais, registro fotográfico, além da classificação da OAE;
- b) Rotineira: inspeção basicamente visual, com ou sem equipamentos e realizada em prazo não superior a um ano a fim de detectar a evolução de anomalias, assim como novas ocorrências, recuperação ou reparos efetuados desde a inspeção anterior;
- c) Especial: realizada em uma periodicidade de 5 anos podendo ser adiada até 8 anos, contanto que seja possível acessar todos os seus elementos na inspeção rotineira e que tenha obtido nota de classificação da OAE 4 ou 5 (boa ou excelente). Como essa inspeção é mais detalhada, é possível traçar diagnóstico e prognóstico da estrutura, pelo mapeamento gráfico e quantitativo de anomalias.

O Fluxograma de Gerenciamento da OAE, disposto no Anexo D, especifica em quais situações cada tipo de inspeção será adotado, por meio critérios considerados no processo decisório.

#### 2.8.2 Dificuldade de acesso aos elementos

Segundo ARAÚJO (2014), para realizar o mapeamento detalhado de anomalias em locais de difícil acesso, é necessário que haja aproximação da região inspecionada. O acesso à parte inferior do tabuleiro, na qual podem ser avaliadas as juntas de dilatação, que, por sua vez, apresentam grande incidência de anomalias, particularmente é prejudicado devido à existência de rios, vales ou até mesmo grandes avenidas. Outros elementos que costumam apresentar anomalias são os encontros e os aparelhos de apoio.

No Brasil, há uma carência de projetos estruturais que incluam plataformas auxiliares instaladas nas estruturas para que seja realizada a inspeção e a manutenção conforme especificações da norma ABNT NBR 9452:2016. No entanto, essa seria uma alternativa para OAEs de gabarito alto, cuja existência da plataforma não interferisse no trânsito de veículos ou embarcações sob a OAE.

Desse modo, podemos afirmar que a manutenção e inspeção requerem a concepção de plano de atividade, para determinar tanto o tempo de execução dos trabalhos como as despesas com as alternativas encontradas para facilitar a inspeção.

#### 2.8.2.1 Alternativas para facilitar os trabalhos de inspeção e manutenção

A inspeção deve ser realizada por profissional qualificado, com base na competência mínima disposta na Norma NBR 16.230:2013, que versa sobre a inspeção de estruturas de concreto e requisitos para qualificação e certificação de pessoal. Isso garante a confiabilidade dos serviços.

Uma solução para o acesso do profissional a todos os elementos é a utilização caminhões posicionados sobre a OAE, providos de dispositivos mecânicos articulados e com cestos, no qual ficaria o profissional de inspeção para que pudesse observar de perto o elemento vistoriado. No entanto, essa solução implica na interdição de faixa de rolamento do viaduto. Na Figura 32 temos um exemplo de inspeção realizada dessa maneira pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT):



Figura 32: Inspeção realizada pela equipe do IPT na região inferior do tabuleiro da ponte, realizada como auxílio de caminhão provido de dispositivo mecânico articulado e com cesto.

Fonte: ARAÚJO (2017).

Outra solução são os sistemas auxiliares fixados nas estruturas das OAEs, tanto provisoriamente como permanentemente. Na Figura 33 temos um exemplo de plataforma provisória fixada à estrutura



Figura 33: Sistema de plataforma provisório para realização de atividades de manutenção.

Fonte: ARAÚJO (2017).

Na Figura 34 temos um exemplo de plataformas fixas utilizadas no sistema viário do Japão e instaladas nas regiões de juntas de dilatação:



Figura 34: Plataformas fixas para inspeção e manutenção de sistema viário no Japão. As setas indicamos locais onde estão instaladas as plataformas.

Fonte: ARAÚJO (2017).

De acordo com ARAÚJO (2014), as juntas de dilatação apresentam grande incidência de anomalias, tais como: ausência de perfil de vedação, falta de estanqueidade, saliência ou depressão causando desconforto ao usuário ou impacto na obra, deterioração dos lábios poliméricos, deterioração dos berços, acúmulo de detritos e vegetação, ocorrência de agentes agressivos, perfil elastomérico com descolamento, rasgos, ressecamento ou esmagamento e abertura excessiva.

#### 2.8.2.2 Uso do drone

A utilização de *Remotely Piloted Aircraft* (RPA), popularmente conhecido como drone, traz eficácia e precisão para a inspeção e monitoramento de estruturas.

Como o próprio nome já diz, são dispositivos controlados à distância por meios eletrônicos e computacionais. Em tecnologias com sensores de navegação mais avançados, é possível realizar um voo com padrão e trajetória pré-determinados, porém o mais usual é que seja preciso elaborar um planejamento de voo para registros em fotos ou vídeos das regiões inspecionadas e detalhes dos danos encontrados. Com o Sistema de Posicionamento Global (do inglês, *Global Positioning System* – GPS) integrado ao voo, são coletados dados georreferenciados e de medição de distâncias, elevações, áreas, entre outras.

Os dados coletados são processados por *softwares*, permitindo maior precisão na tomada de decisão e priorização de ações de manutenção a partir da modelagem 3D das estruturas com análise mais criteriosa.

De acordo com a HEAGARD ENGENHARIA (2017), em 30 minutos, com o uso do drone, é um tempo hábil para inspecionar toda a extensão de uma ponte com 180 metros além de capturar as imagens necessárias para a modelagem 3D, que pode ser obtido com mais duas horas de trabalho a fim de começar uma análise mais minuciosa das imagens. Se a inspeção fosse realizada por métodos tracionais, nas mesmas duas horas e meia o trabalho ainda estaria em fase de liberação ou preparação.

Conforme ENGENHARIA CIVIL NA INTERNET (2014), os drones são equipados com câmeras de alta resolução e de imagem térmica para a geração de fotogramas a cada minuto, assim como medição de distâncias para posterior geração de modelos bidimensionais e tridimensionais da estrutura. Na Figura 35 temos o exemplo de inspeção realizada em viaduto pelo Instituto Fraunhofer de Ensaio Não Destrutivos (IZFP), em *Saarbrücken*, na Alemanha:





Figura 35: Inspeção em viaduto com a utilização de drone.

Fonte: ENGENHARIA CIVIL NA INTERNET (2014).

Em uma obra de duplicação de rodovia, por exemplo, que também prevê alterações para adequação nas OAEs existentes, é muito útil no levantamento de patologias, que indicará a eventual necessidade de recuperação e reforço.

## 2.9 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS (PROARTE)

Visando serviços de manutenção e reabilitação em Obras de Arte Especiais, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), através da sua Coordenação-Geral de Manutenção e Restauração Rodoviária (CGMRR/DIR), desenvolveu o Programa de Manutenção e Reabilitação de Estruturas (PROARTE), que, com base na avaliação dos critérios técnicos estabelecidos no Plano Nacional de Manutenção Rodoviária (PNMR), prevê intervenções nas OAEs – pontes, viadutos, passarelas e estruturas de contenção – em lotes.

O que diferencia os serviços de manutenção dos serviços de reabilitação é, sobretudo, o fato destes necessitarem de projeto executivo para serem realizados. Os serviços de reabilitação são:

- Reabilitação estrutural: implica em reforço dos componentes da OAE;

- Reabilitação funcional: ampliação de suas dimensões para que esta se adeque ao volume e tipo de tráfego atual, atendendo às necessidades dos usuários.

## 2.10 CADASTRAMENTO E GERENCIAMENTO DE OAES

O cadastramento de OAEs é fundamental para a documentação das estruturas e de seus elementos, o que permite ao engenheiro ter conhecimento das informações relevantes das estruturas a fim de analisá-las com vistas a avaliar e comparar o seu comportamento ao longo do tempo, com o auxílio de modelos de degradação das OAEs, baseando as inspeções futuras e previsão de recursos para manutenção. Os aspectos mais importantes dizem respeito às especificações geométricas, além de eventuais problemas estruturais como armadura exposta, concreto desagregado, fissuras e juntas de dilatação, entre outros.

No Brasil, ainda não existe um levantamento técnico científico sistemático e aprofundado sobre a avaliação das condições de estabilidade estrutural das pontes rodoviárias existentes, em especial das mais antigas. Sendo realizadas as avaliações de acordo as necessidades e conforme as experiências e conhecimentos dos engenheiros especializados em projetos e execução. (VITÓRIO e BARROS, 2013).

Para gerenciamento, temos o exemplo do Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO), elaborado pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa do DNIT, que consiste no armazenamento de dados e informações, com digitalização de imagens das OAEs, sobre danos e insuficiências encontradas. Frequentemente a Coordenação-Geral de Desenvolvimento e Projetos do DNIT realiza novas vistorias para cadastro e inspeção dessas obras com o objetivo de alimentar o SGO.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) criou normas para gerir e monitorar as pontes, os viadutos e os túneis – as obras de arte especiais (OAE) e tem dividido os elementos das OAEs em elementos padrões, com os quais é possível fazer análises gerenciais. Esses elementos têm como atributos entre outros mais, a sua função do elemento (estrutural ou não), a sua forma geométrica e o material do qual são feitos.

Segundo a Publicação IPR – 709 - “Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias” DNIT (2004b), o SGO realiza inspeções do tipo cadastral e rotineira, também podendo ocorrer uma inspeção especial, extraordinária ou intermediária, em casos de problemas ou danos repentinos. Essas inspeções são feitas de acordo com o regulamento do DNIT. As inspeções rotineiras são feitas de dois em dois anos e são vistorias de caráter visual. Se a OAEs se

encontra localizada em ambientes agressivos, as realizações das inspeções rotineiras devem ser feitas em intervalos menores.

O sistema é composto de três subferramentas:

- d) SGO Mobile, para informações de vistorias de campo;
- e) SGO Inspetor: permite ao inspetor inserir dados da vistoria (fotos, croquis, vídeos) por meio de aplicativo disponível em tablets;
- f) SGO Web: disponibiliza dados na Internet.

#### 2.10.1 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Consiste em um conjunto de *softwares* e *hardwares* destinados ao tratamento das informações obtidas por meio de sensoriamento remoto e GPS para produzir, processar, analisar, representar informações sobre o espaço geográfico. Através da adição de legendas e outras informações, temos como produto final mapas temáticos, imagens de satélites, cartas topográficas, gráficos, tabelas, etc, sobre o espaço representado. Permite maximização das informações coletadas.

O georreferenciamento permite determinar a exata posição geográfica da OAE por meio de um mapeamento que a referencia ao sistema geodésico brasileiro.

O *softwares* de SIG utilizados nesse estudo serão o *Google Earth* e o *ArcGis*.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo escolhido foi a cidade de João Pessoa, capital da Paraíba, além de trecho da BR-230 compreendido entre o Km 12 e o Km 28. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui uma área de 211, 475 km<sup>2</sup> e população de 800.323 habitantes, segundo estimativa de 2018. Seus municípios limítrofes são Cabedelo, ao Norte, Conde, ao Sul e Bayeux e Santa Rita a Oeste. Na Figura 36 temos a localização de João Pessoa no mapa:

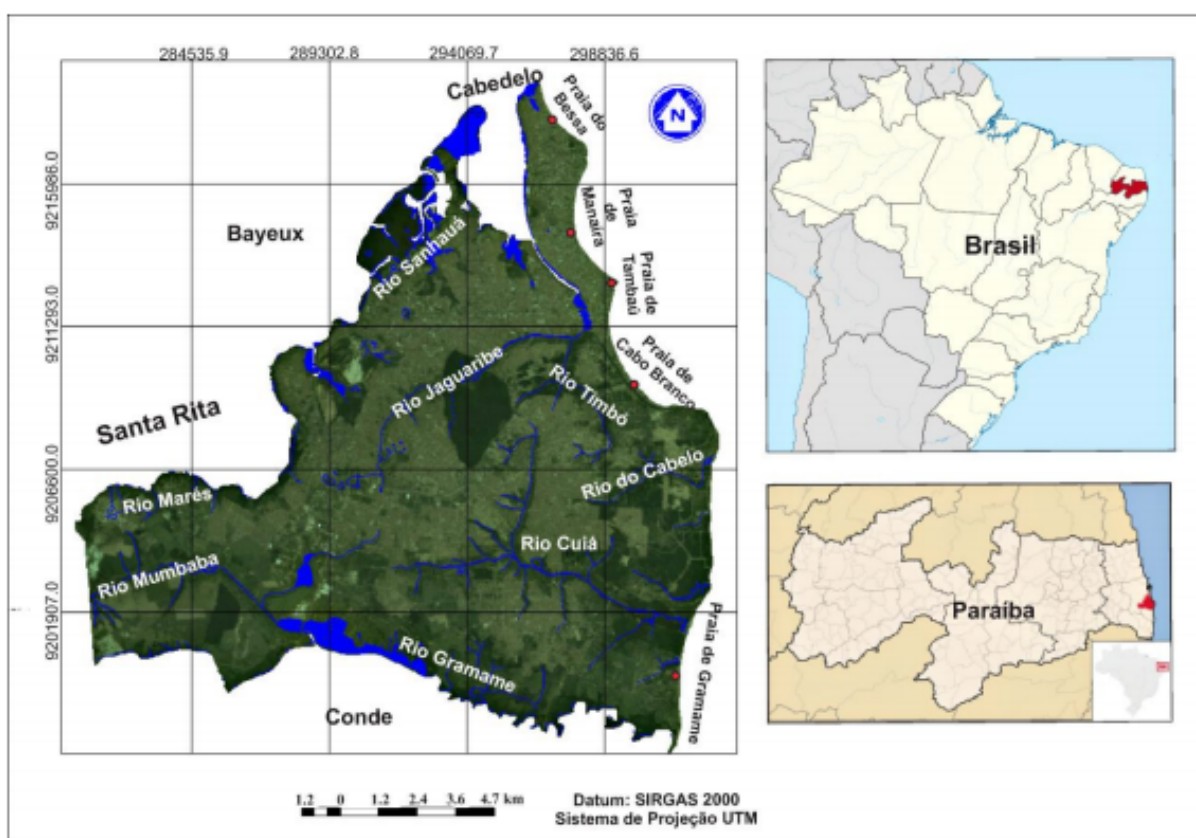


Figura 36: Localização do município de João Pessoa.

Fonte: BARBOSA (2015).

Seus principais rios são Jaguaribe, Mumbaba, Gramame, Cuiá e Sanhauá, afluente do Rio Paraíba, entre outros.

#### 3.2 IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM SIG

Para a identificar e georreferenciar as Obras de Arte Especiais no município utilizou-se o *software* ArcGis 10.6.1 na sua versão *free trial* que, como um software SIG, é utilizado para

criar, gerenciar, compartilhar e analisar dados espaciais, além de fornecer infraestrutura para a criação de mapas.

Inicialmente, foram adicionados os *shapefiles* disponibilizados em portal eletrônico pela Diretoria de Georreferenciamento e Cadastro Urbano da Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) referentes ao limite municipal, aos bairros e aos rios. Para a representação dos municípios vizinhos a João Pessoa, utilizou-se o *shapefile* do ano de 2015, que é o mais recente, disponibilizado pelo IBGE em seu Portal eletrônico de malhas digitais.

Em seguida, adicionou-se a base do Google Maps ao ArcGis, através da conexão de um *Web Map Tile Service* (WMTS), o *Portable Basemap Server v3.1*, tanto referente a imagens de satélite, de nome GoogleMapsImagery, como ao mapa de estradas, de nome GoogleMapesRoad. É composto por uma representação visual, sendo apresentado como um arquivo de imagem de camada. Com ele e conexão com a Internet, é possível solicitar acesso a bancos de dados geográficos via URL, que será conectada no *software* SIG.

Para a marcação das OAEs no mapa, foi criado um *shapefile* de pontos, utilizando o sistema de coordenadas UTM, Zona 25, *datum* SIRGAS 2000, que é o referencial geodésico determinado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desde 2005 para a elaboração de mapas.

Os pontos foram adicionados utilizando a ferramenta de Edição após seleção do *shapefile* e com a ferramenta *Create Features*. Desse modo, foram marcadas as OAEs, observando a configuração do mapa de estradas e as intersecções entre cursos de rios e estradas, caracterizando as possíveis pontes, depois confirmadas observando-se o recurso de *Street View* da localidade no *Google Earth*.

O georreferenciamento dos pontos foi feito a partir da criação de duas novas colunas na Tabela de Atributos, para as coordenadas UTM X e Y, que foram calculadas através da ferramenta de edição *Calculate Geometry*. Também foram inseridos nome, órgão responsável, via, material, obstáculo, bairro. Essa tabela foi exportada para formato de Planilha Eletrônica e visualizada no Microsoft Excel.

### 3.3 OBTENÇÃO DE DADOS

Além dos dados que puderam ser observados com as ferramentas SIG já citadas, foram obtidos a partir de solicitação ao DNIT, com base no Serviço de Informação ao Cidadão

(SIC), de dados referentes a Obras de Arte Especiais cadastradas no SGO e que estivessem localizadas no município de João Pessoa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PASSARELAS

No mapeamento das passarelas (APÊNDICE A), foram cadastradas dez obras de arte especiais desse tipo, entre as quais sete estão localizadas ao longo da rodovia BR-230, duas ao longo da BR-101 e uma na Avenida Dom Pedro II, que é um dos principais corredores da cidade e possui viaduto de acesso à BR-230 e vice-versa.

São passarelas que atendem à população pessoense, sobretudo pela sua localização próxima a pontos de intenso tráfego de pedestres, como faculdades, o Jardim Botânico Benjamin Maranhão (Mata do Buraquinho), o Centro Administrativo da PMJP, além de áreas comerciais e bairros que estão separados por rodovias federais.

No Quadro 2 estão elencadas as passarelas cadastradas, com suas respectivas suas coordenadas geodésicas, além de outros aspectos que serão discutidos, tais como via em que estão localizadas, material constituinte e instituição mantenedora. As demais informações cadastradas estão no APÊNDICE B.

Quadro 2: Passarelas cadastradas.

Nº	X (UTM)	Y (UTM)	Via	Material	Info	Responsável
1	295895,027163	9215290,47702	BR-230	Mista	BR-230, Km 14 (IESP) ⇌ Aeroclube	DER/PB
2	296258,753641	9214222,53542	BR-230	Mista	João Agripino (ASPER) ⇌ Manaira	PMJP
3	294805,765797	9210861,90011	Av. Dom Pedro II	Mista	Mata do Buraquinho (IBAMA) ⇌ Torre (Comunidade São Rafael)	PMJP
4	294782,575021	9208378,96577	BR-230	Concreto	Água Fria (Unipê) ⇌ Mata do Buraquinho	DER/PB
5	294088,875821	9207201,58743	BR-230	Mista	Água Fria (Centro Admin. da PMJP) ⇌ Cristo Redentor	PMJP
6	291754,763289	9207299,80757	BR-230	Mista	Ernani Sátiro ⇌ Cristo Redentor	DER/PB
7	289815,80455	9207897,33605	BR-230	Concreto	Jardim Veneza ⇌ Oitizeiro	DNIT
8	290048,871182	9205616,33708	BR-101	Concreto	Distrito Industrial ⇌ Costa e Silva	DNIT
9	290317,743067	9206505,99139	BR-101	Concreto	Distrito Industrial ⇌ Costa e Silva	DNIT
10	295727,080364	9217502,62471	BR-230	Mista	Renascer ⇌ Bessa	DER/PB

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Com relação ao tipo, todas as passarelas são sobrejacentes e com acessos em rampas em nível distinto do caminhar do pedestre.

Para as passarelas construídas mais recentemente, tem sido adotado o material misto, uma combinação entre concreto pré-moldado e estrutura metálica. O concreto foi utilizado nos pilares e no fechamento do piso, enquanto o aço galvanizado foi utilizado para o guarda-corpo, vigamento e tela de proteção. Todas as passarelas mistas cadastradas têm as mesmas características, variando, apenas, quanto à configuração das rampas, visto que esta depende do espaço disponível no local de implantação da passarela. Na Figura 37 temos o exemplo de uma passarela em material misto:



Figura 37: Passarela do Cristo (sentido decrescente).

Fonte: Google Earth (2019).

As passarelas de concreto não possuem cobertura, apenas o guarda-corpo para a proteção do usuário. Na Figura 38 temos um exemplo:



Figura 38: Passarela Sueldos (sentido crescente).

Fonte: Google Earth (2019).

Outra dificuldade em relação à conservação das passarelas é a depredação do patrimônio público, nas situações em que o próprio usuário danifica a passarela através da remoção de luminárias, retirada de pedaços do guarda-corpo, além do tráfego de motociclistas, que a usam para travessia, impondo uma ação para a qual a passarela não foi dimensionada.

## 4.2 VIADUTOS

No mapeamento dos viadutos (APÊNDICE C), foram cadastradas 26 obras de arte especiais desse tipo, pois, quando a rodovia é de pista dupla, comumente separada por Barreira New Jersey, consideramos o lado esquerdo (LE) e o lado direito (LD) da OAEs individualmente. No APÊNDICE D temos a tabela de atributos do ArcGis com todas as informações obtidas e cadastradas.

Entre eles, estão os viadutos Miguel Couto e Damásio Barbosa da Franca, que pertencem à área de preservação rigorosa do centro histórico de João Pessoa, necessitando, também, de reformas prementes para conservação do patrimônio histórico.

A seguir, serão abordadas características de alguns viadutos para os quais foram obtidas informações mais detalhadas.



#### 4.2.1 Viaduto Miguel Couto

Está localizado nas coordenadas UTM X=292034,17 e Y=9212715,78, na Av. Visconde de Pelotas, com Acesso à Cidade Baixa e possui duas faixas de rolagem. Possui uma altura livre de 4,40 m sobre a Av. Miguel Couto. Está representado na Figura 39:



Figura 39: Viaduto Miguel Couto.

Fonte: Google Earth (2019).

#### 4.2.2 Viaduto Damásio Barbosa da Franca

Na Figura 40 temos uma imagem dessa OAE em visualização 3D do Google Earth:



Figura 40: Viaduto Damásio Barbosa da Franca.

Fonte: Google Earth (2019).



Está localizado nas coordenadas UTM  $X=292025,86$  e  $Y=9212567,51$ , na Av. Visconde de Pelotas, próximo à Praça Vidal de Negreiros (Ponto de Cem Réis) e possui duas faixas de rolagem. Possui uma altura livre de 3,00 m sobre a Av. Guedes Pereira, que possui um túnel com 100 m de extensão.

De acordo com SARMENTO (2010), o Viaduto Damásio Franca foi inaugurado em 17 de julho de 1970, com a justificativa de que seria parte de um plano viário de João Pessoa, facilitando a circulação viária entre a Cidade Baixa e a Lagoa.

#### 4.2.3 Viaduto Cristo Redentor

Esse viaduto, de acordo com inventário das OAEs do DNIT, está localizado no Km 23,90 da BR-230. Possui Lado Direito (LD), de coordenadas UTM  $X=294292,98$  e  $Y=9207566,59$  e Lado Esquerdo (LE), de coordenadas UTM  $X=294301,15$  e  $Y=9207560,61$ . A Figura 41 apresenta uma visualização 3D do Google Earth desse viaduto:



Figura 41: Viaduto Cristo Redentor.

Fonte: Google Earth (2019).

De acordo com o Inventário de Obras de Arte Especiais da BR-230 no trecho até o Km 28,1, elaborado pelo DNIT, o acostamento tem 1,70 m e a faixa de segurança/afastamento é de 0,35 m entre a pista e o perfil New Jersey, que também é utilizado como guarda-corpo. Com relação à sua superestrutura longitudinal, esta tem comprimento total de 29,0 m, sendo formado por um vão isostático de 22,0 m e dois balanços extremos com 3,50 m.



A fundação utilizada foi o tubulão a céu aberto, com diâmetro do fuste de 1,40 m e base alargada de diâmetro 2,80 m (informação verbal)<sup>1</sup>.

#### 4.2.4 Viaduto Cidade Universitária

Para o viaduto sobre o acesso à Cidade Universitária também considera-se Lado direito (LD), de coordenadas UTM X=295299,54 e Y=9210622,98 e Lado esquerdo (LE), de coordenadas UTM X=295306,22 e Y=9210628,64.

O tabuleiro apresenta superestrutura celular em concreto protendido com desenvolvimento planimétrico esconso de ângulo 38°. A fundação utilizada foi o tubulão a céu aberto, com diâmetro do fuste de 1,20 m e base alargada de diâmetro 2,60 m (informação verbal)<sup>2</sup>.

Na Figura 42, integrante do cadastramento dessa OAE no SGO, em inspeção realizada em 2019 podemos observar os pilares em colunas, a viga caixão e os encontros em cortina de concreto armado constituintes:



Figura 42: Viga caixão, pilares em colunas, encontros em cortina de concreto armado.

Fonte: DNIT (2019).

De acordo com o Inventário de Obras de Arte Especiais da BR-230, o acostamento tem 1,70 m e a faixa de segurança/afastamento é de 0,35 m entre a pista e o perfil New Jersey, que também é utilizado como guarda-corpo. Como o tabuleiro não é reto, há diferença entre os comprimentos dos lados direito e esquerdo. Com relação à sua superestrutura longitudinal,

---

1 Dados fornecidos pelo Prof. Dr. Carlos Antônio Taurino de Lucena referentes ao projeto de fundação do Viaduto Cristo Redentor, em Setembro de 2019.

2 Dados fornecidos pelo Prof. Dr. Carlos Antônio Taurino de Lucena referentes ao projeto do Viaduto Cidade Universitária, em Setembro de 2019.

esta tem comprimento total de 40,00 m para o lado direito, sendo a largura total de 9,45 m, sendo a pista de 7,3m; já o lado direito tem comprimento total de 42,00 m, com largura total de 9,95 m e pista de 7,5 m.

Na Figura 43 temos uma imagem do viaduto utilizando a visualização 3D do Google Earth:



Figura 43: Viaduto Cidade Universitária.

Fonte: Google Earth (2019).

#### 4.2.5 Trevo das Mangabeiras

O viaduto Trevo das Mangabeiras foi inaugurado em 2015 e é uma obra de mobilidade urbana que liga os bairros de Mangabeira, Bancários e José Américo. Tem como obstáculo a Avenida Hilton Souto Maior e liga a Rua Josefa Taveira, em Mangabeira, à Avenida Walfredo Macedo Brandão, nos Bancários.

O tabuleiro apresenta desenvolvimento planialtimétrico reto, com comprimento total de 37,80 m e a largura total de 24,80 m. Como a rodovia é de pista dupla, temos o lado direito (LD), de coordenadas UTM X=296977,063981 e Y=9207980,07087 e o lado esquerdo (LE), de coordenadas UTM X=296989,631714 e Y=9207980,07087. Cada lado do viaduto contém três faixas de 3,50 m cada, como podemos observar da Figura 44, que apresenta uma imagem aérea do viaduto:





Figura 44: Vista aérea do viaduto Trevo das Mangabeiras.

Fonte: Google Earth (2019).

O material utilizado para a superestrutura foi o concreto protendido, de  $F_{ck} = 40$  MPa. O viaduto apresenta altura livre de 5,50 m e interliga pontos de mesmo nível do sistema viário local. A Figura 45 mostra a superestrutura do viaduto:



Figura 45: Superestrutura do viaduto trevo das Mangabeiras.

Fonte: Arquivo pessoal (2015).

Para a determinação da carga móvel, foi adotado o trem tipo classe 45 (450 kN) conforme previsto na NBR 7188/1984. As cargas móveis previstas no referido trem tipo são:

- a) Veículo principal: 450 kN (três eixos com duas rodas de 75 kN cada);
- b) Carga distribuída na pista: 5 kN/m<sup>2</sup>;
- c) Carga distribuída nos passeios: 3 kN/m<sup>2</sup>.

A fundação utilizada foi a estaca escavada de diâmetro de 1,20 m. A Figura 46 mostra em detalhe uma das quatro alças existentes no viaduto, para o tráfego entre a Avenida Hilton Souto Maior e o viaduto:



Figura 46: Alça de acesso da Av. Hilton Souto Maior para o viaduto Trevo das Mangabeiras.

Foto: Arquivo pessoal (2015).

#### 4.2.6 Viaduto Eduardo Campos (Geisel)

O viaduto Eduardo Campos, popularmente conhecido como viaduto do Geisel, foi inaugurado em 2016 pelo DER/PB. Está localizado na BR-230 e tem como obstáculo a Rua José Américo. Na Figura 45 temos uma vista aérea desse viaduto, que, como o Trevo das Mangabeiras possui acessos em alça para o tráfego entre a BR-230 e a Rua José Américo, em ambos os sentidos.



O tabuleiro apresenta desenvolvimento planialtimétrico reto, com comprimento total de 48,60 m e largura total de 41,60 m. Também temos o lado direito (LD), de coordenadas UTM  $X=293024,616943$  e  $Y=9207104,60993$ , e o lado esquerdo (LE), de coordenadas UTM  $X=293022,817773$  e  $Y=9207093,07407$ . Apresenta seis pistas de 4,00 m de largura, que possibilitam continuar no tráfego na BR-230, e 4 pistas de 4,20 m, para o acesso às alças, como podemos observar na Figura 47.



Figura 47: Vista aérea do viaduto do Geisel.

Fonte: Google Earth (2019).

O material utilizado para a superestrutura foi o concreto protendido e a sua altura livre é de 6,50 m. A Figura 48 mostra a superestrutura do viaduto:



Figura 48: Superestrutura do viaduto do Geisel.

Fonte: Arquivo Pessoal (2016).

Foi adotada a solução em aterro dos acessos à ponte, com a construção de encontros, como podemos ver na Figura 49. Para a drenagem da estrutura de contenção foram utilizados barbacãs constituídos de tubo de PVC de 75 mm com bolsa de brita de (40x40x40) cm e manta geotêxtil.



Figura 49: Viaduto do Geisel e aterros de acesso.

Fonte: Arquivo pessoal (2016).

A fundação utilizada foi a estaca escavada de diâmetro de 1,20 m, constituída de concreto de  $F_{ck}=20\text{Mpa}$ .

#### 4.3 PONTES

As pontes, com a sua função de transpor obstáculos, também têm importância fundamental na interligação entre comunidades e desenvolvimento econômico e emancipação de cidades. Nesse item do trabalho, será abordada a importância histórica da Ponte do Baralho, além de outras informações obtidas por observação e por requisição ao DNIT. Foram cadastrados 34 pontos, sem fazer distinção entre lado esquerdo ou lado direito.

O mapa com todas as pontes cadastradas está no APÊNDICE E e a tabela de atributos com as informações de cadastro está no APÊNDICE F.

##### 4.3.1 Ponte sobre o Rio Sanhauá na Av. Liberdade (Ponte do Baralho)

A Ponte do Baralho, popularmente conhecida assim por estar localizada no bairro do Baralho, em Bayeux, está localizada nas coordenadas UTM  $X=290875,149605$  e UTM  $Y=9212463,13331$  e liga a Rua da República à Av. Liberdade, em Bayeux.

De acordo com o portal de notícias PB AGORA (2018), a ponte foi construída em 1840 e foi a principal ligação entre João Pessoa e Bayeux durante mais de 178 anos. Na época de publicação da reportagem, estava interditada para o tráfego de veículos automotores, devido ao elevado estado de oxidação da sua estrutura de ferro, o que leva ao risco de desmoronamento.



Na Figura 50 temos uma imagem de satélite da ponte e na Figura 51 temos uma fotografia:



Figura 50: Imagem de satélite da Ponte do Baralho.

Fonte: Google Earth (2019).



Figura 51: Ponte do Baralho.

Fonte: PB AGORA (2018).

Ainda conforme o portal PB AGORA (2018), a ponte foi originalmente construída numa combinação entre aço inglês e madeira e recebeu uma cobertura de concreto na década de 1970 com o objetivo de suportar o peso dos veículos.

Desse modo, os mercadores formaram um povoado além dos limites de João Pessoa, que, após emancipação do município de Santa Rita, deu origem à Bayeux. Por esse motivo, é tombada como Patrimônio Histórico da Paraíba por meio do Decreto nº 21.222/2000 do governador da Paraíba, tendo em vista a representatividade histórica e econômica para o povo paraibano.

PB AGORA (2018) ainda afirma que a importância da ponte também estava em ter sido rota de linhas rodoviárias interestaduais e municipais para acessar o Terminal Rodoviário Severino Camelo, na época em que os três principais acessos a João Pessoa eram a ponte do Baralho, a BR-230 e a Avenida Cruz das armas. Posteriormente foi construída outra ponte sobre o Rio Sanhauá, que liga a Av. Nova Liberdade, em Bayeux à Av. Sanhauá, em João Pessoa e, com a inauguração do Acesso Oeste, que liga a BR-101 à Avenida Sanhauá, o fluxo de tráfego vindo do interior foi transferido para ele. Já o trânsito oriundo de Bayeux para João Pessoa foi transferido para o viaduto Tancredo Neves.

#### 4.3.2 Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Beira Rio

Essa ponte é um exemplo que passou por elevação de greide devido aos recorrentes alagamentos no trecho em que está localizada na Av. Ministro José Américo de Almeida (Av. Beira Rio). É um importante corredor da cidade, que dá acesso aos bairros do Cabo Branco e Altiplano, bairros da Orla, e ao Centro. Sua localização é UTM X=297906,054931 e UTM Y=9212075,64578.

De acordo com o CREA-PB, foi realizada a elevação do nível da pista (greide) em cerca de 2,5 m, além de outras intervenções, como pavimentação asfáltica, implantação de novas calçadas e sinalização de trânsito horizontal e vertical na Rua do Capim, bem como a construção de um novo girador e uma faixa de aceleração no encontro com a Avenida Epitácio Pessoa.

Na Figura 52 vemos a ponte antes da obra de requalificação, que era um bueiro duplo celular de concreto, que tem a característica de não apresentar elevação em relação aos outros trechos da via, ou seja, o bueiro é uma passagem para a conduzir cursos d'água e águas pluviais. Já na Figura 53 temos a ponte após elevação do greide.





Figura 52: Ponte em Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC), antes da elevação do greide.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 53: Ponte após elevação do greide.

Fonte: G1 PARAÍBA (2018).

#### 4.3.3 Ponte sobre o Rio Jaguaribe na BR-230 (Alça da Beira-Rio)

Na Figura 54 temos a visualização 3D no Google Earth dessa OAE:





Figura 54: Ponte da Alça da Av. Beira-Rio.

Fonte: Google Earth (2019).

A primeira ponte nesse local, indicada como ponte Central, de coordenadas UTM X=296182,083103 e UTM Y=9211884,26332, foi concluída no ano de 1972, sendo a rodovia de pista dupla. Sua tipologia estrutural é de viga biapoiada com balanços, apresentando vão de 35,00 m e balanços de 6,0 m cada, totalizando 47,0 m de extensão. A superestrutura dessa ponte é do tipo celular, com 10,51 m de largura cada. As vigas longitudinais têm altura de 2,00 m.

A fundação utilizada foi o tubulão a ar comprimido, com diâmetro do fuste de 1,20 m e base alargada de diâmetro 2,70 m. A profundidade foi de 18,50 m, somando o fuste e a base alargada.

Em 2002, passou por duplicação, atendendo aos critérios de reabilitação funcional, com a construção de mais duas pontes, do lado esquerdo (LE) e do lado direito (LD), se considerarmos o sentido do tráfego vindo do início da BR-230, de Cabedelo a João Pessoa.

Para o lado direito, a superestrutura foi de tabuleiro celular com vão de 33,80 m (eixo retificado) e balanços de 5,80 m, além de 2 vigas com altura de 2,50m. Já para o lado esquerdo, foi utilizado tabuleiro com seção celular simples, de vão de 36,20m (eixo retificado) e balanços com 6,205 m cada. Pelo fato de esta ser uma ponte curva, temos a diferença no comprimento entre as pontes.

A fundação utilizada foi novamente o tubulão a ar comprimido, com diâmetro do fuste de 1,80 m e base alargada de diâmetro 3,00 m. A profundidade foi a mesma da ponte central,

de 18,50 m (informação verbal)<sup>3</sup>.

#### 4.3.4 Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Eptácio Pessoa

A Ponte sobre o Rio Jaguaribe, na Av. Eptácio Pessoa, que pode ser vista na Figura 55, de coordenadas UTM X=297802,395263 e Y=9212647,35814.



Figura 55: Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Eptácio Pessoa.

Fonte: Google Earth (2019).

#### 4.3.5 Ponte sobre Jaguaribe a Av. Ruy Carneiro

A Ponte sobre o Rio Jaguaribe da Avenida Senador Ruy Carneiro está ilustrada na Figura 56. As coordenadas UTM são X=297630,716813 e Y=9213228,75831.



Figura 56: Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Senador Ruy Carneiro.

Fonte: Google Earth (2019).

3 Os dados da seção 4.3.3 deste trabalho foram fornecidos pelo Prof. Dr. Carlos Antônio Taurino de Lucena.



#### 4.3.6 Bueiros

A partir da visualização 3D do *Google Earth*, é possível perceber que algumas das pontes cadastradas são bueiros. A Figura 57 mostra um Bueiro Duplo Tubular de Concreto em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Deputado José Tavares, Cristo Redentor. As coordenadas UTM dessa ponte são  $X=291613,920424$  e  $Y=9208971,70269$ .



Figura 57: Bueiro Duplo Tubular de Concreto (BDTC), em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Deputado José Tavares, no bairro Cristo Redentor.

A Figura 58 mostra um Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC) em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Desportista Marcos Antônio Ribeiro, no Cristo Redentor. As coordenadas UTM dessa ponte são  $X=291621,204702$  e UTM  $Y=9208840,31279$ .



Figura 58: Bueiro Triplo Tubular de Concreto (BTTC), em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Rua Desportista Marcos Antônio Ribeiro, no bairro Cristo Redentor.

Fonte: Google Earth (2019).

A Figura 59 mostra um Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC) em Ponte sobre o Rio Jaguaribe na Av. Presidente Félix Antônio, no bairro Cristo Redentor. As coordenadas UTM dessa ponte são X=291610,97499 Y=9208511,46837.



Figura 59: Bueiro Duplo Celular de Concreto (BDCC) em Ponte sobre o Rio Jaguaribe, na Av. Presidente Félix Antônio, no bairro Cristo Redentor.

Fonte: Google Earth (2019).



Já Figura 60 mostra um Bueiro Triplo Celular de Concreto (BTCC) em Ponte sobre o Rio Cuiá na Rua Brasilino Alves da Nóbrega, que faz a ligação entre os bairros de Mangabeira e Valentina de Figueiredo. As coordenadas UTM dessa ponte são  $X=296861,255378$  e  $Y=9204492,0756$ .

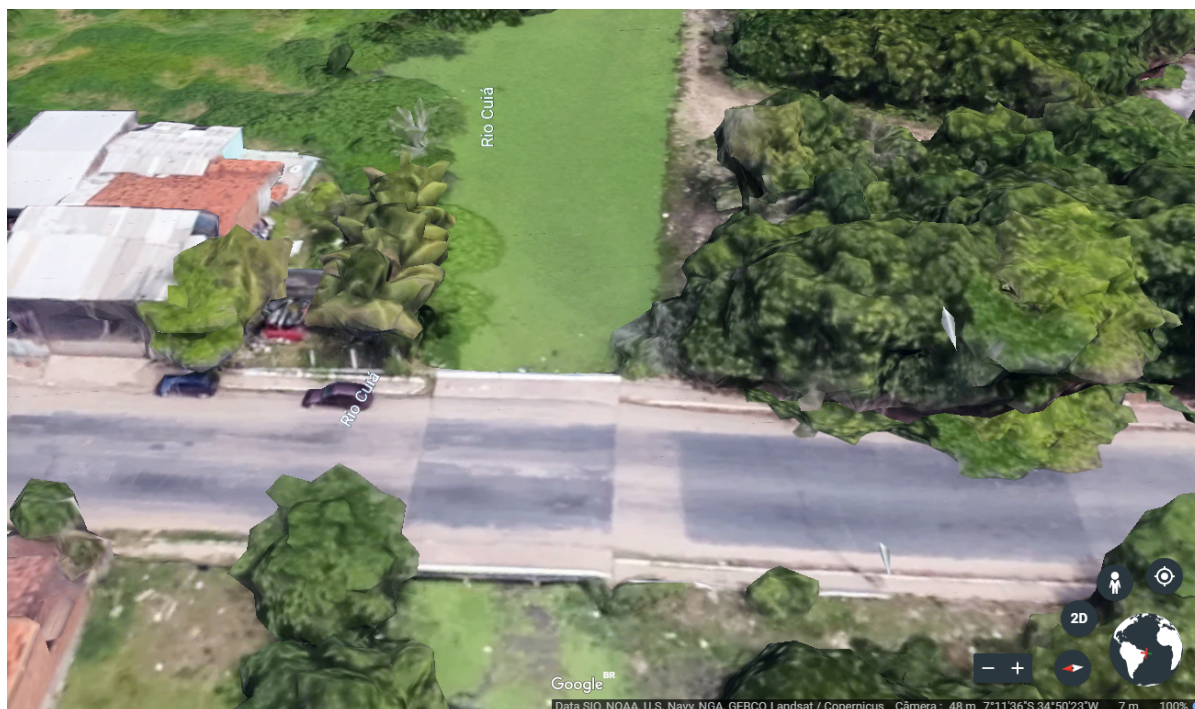


Figura 60: Bueiro Triplo Celular de Concreto (BTCC) em Ponte sobre o Rio Cuiá na Rua Brasilino Alves da Nóbrega, entre Mangabeira e Valentina de Figueiredo.

Fonte: Google Earth (2019).

#### 4.4 EXPORTAÇÃO DOS DADOS PARA O GOOGLE EARTH

Os *shapefiles* de pontos foram convertidos para o formato *.KML*, do *Google Earth*, com o auxílio da *ArcToolbox* para melhor apresentação dos dados, de maneira interativa.

Desse modo, ao clicar usuário clicar na marcação da OAE no mapa, os dados inseridos na Tabela de Atributos do ArcGis são exibidos em tabela, conforme exemplificado na Figura 61 a seguir:

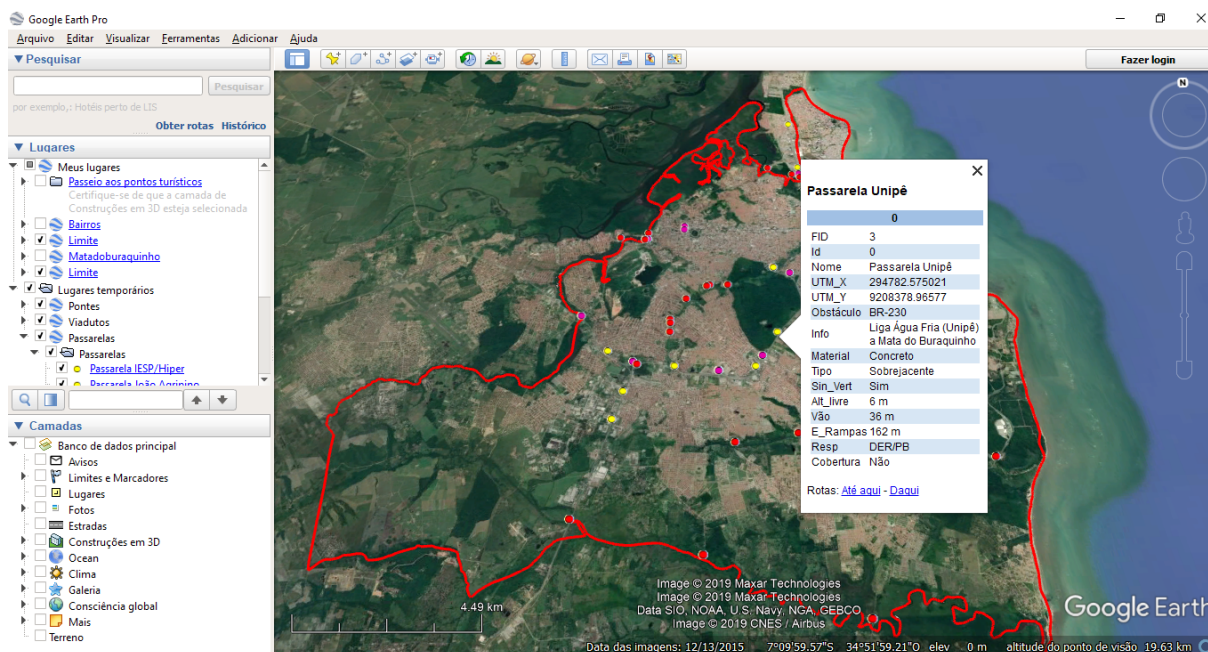


Figura 61: Exibição de dados da OAE no Google Earth.

Fonte: adaptado de Google Earth (2019).

Com o *Google Earth*, conforme já mencionado, é possível visualizar a OAE com os recursos de *Street View* e visualização 3D.

## 5 NOVAS OBRAS DE ARTE NA TRIPLICAÇÃO DA BR-230

Está sendo executada obra para Adequação da Capacidade e Segurança da BR-230/PB, no subtrecho km 0,00 ao km 28,01, entre Cabedelo o viaduto na BR-101(A). Essa obra envolve, além da triplicação da rodovia, a construção de novas pontes e passarelas e adequação da capacidade das pontes e viadutos existentes no trecho.

As pontes e viadutos constituem elementos-chave no sistema de transporte no que se refere à capacidade dele, consistindo em constricção ao fluxo de tráfego caso não estejam de acordo com a rodovia da qual fazem parte. Isso acontece, por exemplo, se a largura da OAE é insuficiente para acomodar o volume de tráfego ou caso a sua resistência seja deficiente e incapaz de suportar caminhões pesados, devendo ser fixados limites de carga e o tráfego de caminhões, redirecionado.

No subtrecho há duas pontes sobre o Rio Jaguaribe, que deverão ser reabilitadas funcionalmente. As Obras de Arte Especiais do Quadro 5 passarão por adequação e foram elencadas no Inventário de OAEs elaborado pelo DNIT:

Quadro 3: Viadutos que passarão por obras de adequação.

<b>Km</b>	<b>Tipo OAE</b>	<b>Descrição</b>
15,10	Viaduto	Eng. Ernesto de Souza Diniz (LD) e (LE)
15,30	Ponte	S/ Rio Jaguaribe (LD) e (LE)
17,80	Viaduto	Epitácio Pessoa (LD) e (LE)
18,10	Viaduto	Rua Hermenegildo Di Lacio
18,40	Viaduto	Ministro José Pessoa (LD) e (LE)
18,60	Ponte	S/ Rio Jaguaribe (LD) e (LE)
20,30	Viaduto	Cidade Universitária (LD) e LE)
23,90	Viaduto	Cristo Redentor (LD) e (LE)

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

No APÊNDICE H está disposto mapa com a indicação da localização dessas Obras de Arte Especiais que serão construídas na BR-230.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consistiu na realização do cadastramento das Obras de Arte Especiais na cidade de João Pessoa, com a elaboração de mapas em *softwares* de Sistema de Informações Geográficas como forma de melhor apresentação dos dados obtidos, além de posterior exibição no *Google Earth* dos dados de cadastro inseridos. Foram cadastradas dez passarelas, 26 viadutos e 34 pontos que representam pontes, nesse caso sem fazer distinção entre lado esquerdo e lado direito.

É essencial a realização desse estudo, pois constatou-se, na realização da pesquisa, a dificuldade na obtenção de dados dessas obras junto aos órgãos responsáveis, devido a muitas dessas obras serem antigas e terem sido elaboradas antes da popularização dos *softwares* CAD, o que contribui para essa perda de dados ao longo do tempo.

Esse fato nos mostra que não é dada a devida importância aos procedimentos de monitoramento e manutenção determinados pelas normas técnicas, entre elas a ABNT NBR 9452:2016, necessários para o prolongamento da vida útil das estruturas, trazendo mais economicidade e respeitando o patrimônio social.

Com o cadastramento também foi possível observar as características mais recorrentes nessas Obras de Arte Especiais. Para as passarelas, observou-se que o material mais utilizado na atualidade é o misto, de concreto e aço, devido às vantagens que esse processo construtivo apresenta. Já para os viadutos e pontes, o mais comum é que sejam de concreto armado ou concreto protendido e apresentem desenvolvimento planialtimétrico reto. No que se refere à fundação, o mais comum era utilizar a fundação direta ou o tubulão, porém recentemente a estaca tem se popularizado mais, sobretudo devido ao avanço nos seus processos executivos, que estão cada vez mais acessíveis.

Como sugestão para trabalhos futuros, citam-se a realização de estudo mais detalhado acerca dos elementos de cada tipo de Obra de Arte Especial existente em João Pessoa-PB, assim como de seu estado de conservação, além expansão da área de estudo para outros municípios da Paraíba. Cita-se também o desenvolvimento de aplicativo baseado no Fluxograma de Gerenciamento das OAEs da Norma NBR 9452:2016, para auxiliar na realização das inspeções.

## REFERÊNCIAS

- ALONSO *et al.* Capítulo 9 – Execução de fundações profundas. In: Hachich *et al.* **Fundações Teoria e Prática**. São Paulo: editora PINI, 1999. p. 329-407.
- ARAÚJO, C. J. R. V. Principais aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016, a importância das atividades de manutenção em pontes e viadutos e as dificuldades das condições de acesso às inspeções. **Revista IPT | Tecnologia e Inovação**, São Paulo, v. 1, n. 5, ago. 2017.
- ARAÚJO, C. J. R. V. Vistoriando obras de arte especiais. **Revista Notícias da Construção**, São Paulo, Outubro de 2014.
- ARCHIEXPO. **Muro de ala pré-fabricado / Em concreto armado**. Disponível em <<https://www.archiexpo.com/pt/prod/prefabricados-alberdi/product-150569-1751664.html>>. Acesso em 15 set. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NB-6: Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre**. Rio de Janeiro, 1960.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.718: Guarda-corpos para edificação**. Rio de Janeiro, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.230: Inspeção de estruturas de concreto – Qualificação e certificação de pessoal – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462:1994 Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188: Carga Móvel Rodoviária e de Pedestres em Pontes, Viadutos, Passarelas e outras Estruturas**. Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2016.
- BARBOSA, T. S. **Geomorfologia urbana e mapeamento geomorfológico do município de João Pessoa - PB, Brasil**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- BRASIL. Código de Trânsito Brasileiro (CTB). **Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Página.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações, volume 2**. 6ª edição revisada e ampliada. 6ª reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 498 p.

CREA-PB. **Inicia construção de pontes sobre o Jaguaribe em João Pessoa.** Publicação em 07 mai. 2015 Disponível em <<http://creapb.org.br/sem-categoria/inicia-construcao-de-pontes-sobre-o-jaguaribe-em-joao-pessoa/>>. Acesso em 15 jul. 2019.

DEBS, M. K. E.; TAKEYA, T. (Coord.). **Introdução às pontes de concreto – Texto Provisório de Apoio à Disciplina SET – 412.** Apostila do Curso de Engenharia Civil na Escola de Engenharia de São Carlos da USP, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **NORMA 010/2004 – PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido: Procedimento.** Rio de Janeiro, 2004a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **Publicação IPR – 709 – Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias.** Rio de Janeiro, 2004b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. **Publicação IPR – 725 – Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem.** Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **ISF – 219: Projeto de passarela para pedestres.** Rio de Janeiro, 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **PROARTE - DNIT.** Disponível em <<https://www.dnit.gov.br/proarte/>>. Acesso em 27 ago. 2019.

ENGENHARIA CIVIL NA INTERNET. **Alemanha recorre a drones para a inspeção e monitorização de Estruturas.** Publicado em 9 de Julho de 2014. Disponível em <<https://www.engenhariacivil.com/alemanha-drones-inspecao-monitorizacao-estruturas>>. Acesso em 15 jul. 2019.

ESPAÑA. Ministério de Fomento. **EHE-08: Instrucción de Hormigon Estructural.** 5 ed. Madrid: Centro de Publicações, 2011.

FIALHO, A. P. F. **Passarelas urbanas em estrutura de aço.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 118. 2004.

G1 PARAÍBA. **Tráfego de veículos é liberado nos dois sentidos da Avenida Beira Rio, em João Pessoa.** Publicação em 11/03/2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/trafego-de-veiculos-e-liberado-nos-dois-sentidos-da-avenida-beira-rio-em-joao-pessoa.ghtml>>. Acesso em 05 set. 2019.

GERDAU. **Folder de Estacas Metálicas.** Disponível em <[https://www.gerdau.com.br/pt/productsservices/products/Document%20Gallery/Folder\\_Estacas\\_Metalicas.pdf](https://www.gerdau.com.br/pt/productsservices/products/Document%20Gallery/Folder_Estacas_Metalicas.pdf)>. Acesso em 14 set. 2019.

HEAGARD ENGENHARIA (2017), empresa de Inspeções Industriais de difícil acesso com drones. **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas**. Disponível em <<https://hegard.com.br/inspecao-de-pontes-viadutos-e-passarelas/>>. Acesso em 08 set. 2019.

IBGE. **Bases e referenciais » Bases cartográficas » Malhas digitais**. 2015. Disponível em <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em 01 set. 2019.

JOÃO PESSOA. Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Mapas cartográficos da cidade de João Pessoa - PB**. Disponível em: <<http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/>>. Acesso em: 29 maio 2019.

NAGY, A. **As 17 estruturas feitas pelo homem mais antigas do mundo**. Publicado em 7 de junho de 2013. Disponível em: <<http://minilua.com/construcoes-antigas-humanidade/>> Acesso em 15 ago. 2019.

PARAÍBA DO SUL. Prefeitura Municipal de Paraíba do Sul. **Arquitetura**. Disponível em <<http://paraibadosul.rj.gov.br/turismo/arquitetura>>. Acesso em 15 set. 2019.

PB AGORA. **Ponte do Baralho entre Bayeux e João Pessoa está interditada há quase 20 anos**. Publicação: 30 abr. 2018. Disponível em <<https://www.pbagora.com.br/noticia/paraiba/ponte-do-baralho-entre-bayeux-e-joao-pessoa-esta-interditada-ha-quase-20-anos/>>. Acesso em 15 ago. 2019.

PINHO, F. O.; BELLEI, I. H. **Pontes e viadutos em vigas mistas**. Série – Manual de Construção em Aço. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia/Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2007. 138 p.

PFEIL, W. **Pontes em concreto armado**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A., 1979. 433 p.

PORTAL EDUCACIONAL. **História da Arquitetura: Revolução Industrial**. Disponível em <<http://www.educacional.com.br/reportagens/arquitetura/industrial.asp>>. Acesso em 10 set. 2019.

RIBEIRO, E. S.; GARDINI, L. F. Projeto de estrutura metálica de passarela para travessia de pedestres. **Ignis: Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação**, Caçador, v. 6, n. 1, jan./abr. 2017.

SARMENTO, Bruna Ramalho, Iara Batista da Cunha, Maria Berthilde Moura Filha, Maria Helena de Andrade Azevedo. **As Construções e Desconstruções do Ponto de Cem Réis na Cidade de João Pessoa – PB**. I Seminário internacional urbicentros. Paraíba, Brasil. 2010.

SILVA, J. G.; GASPAR, C. M. R.. A utilização das estruturas metálicas e mistas (aço-concreto) no projeto e construção de passarelas e pontes no Brasil. **Revista CMM Metálica**, Rio de Janeiro, Março de 2014.

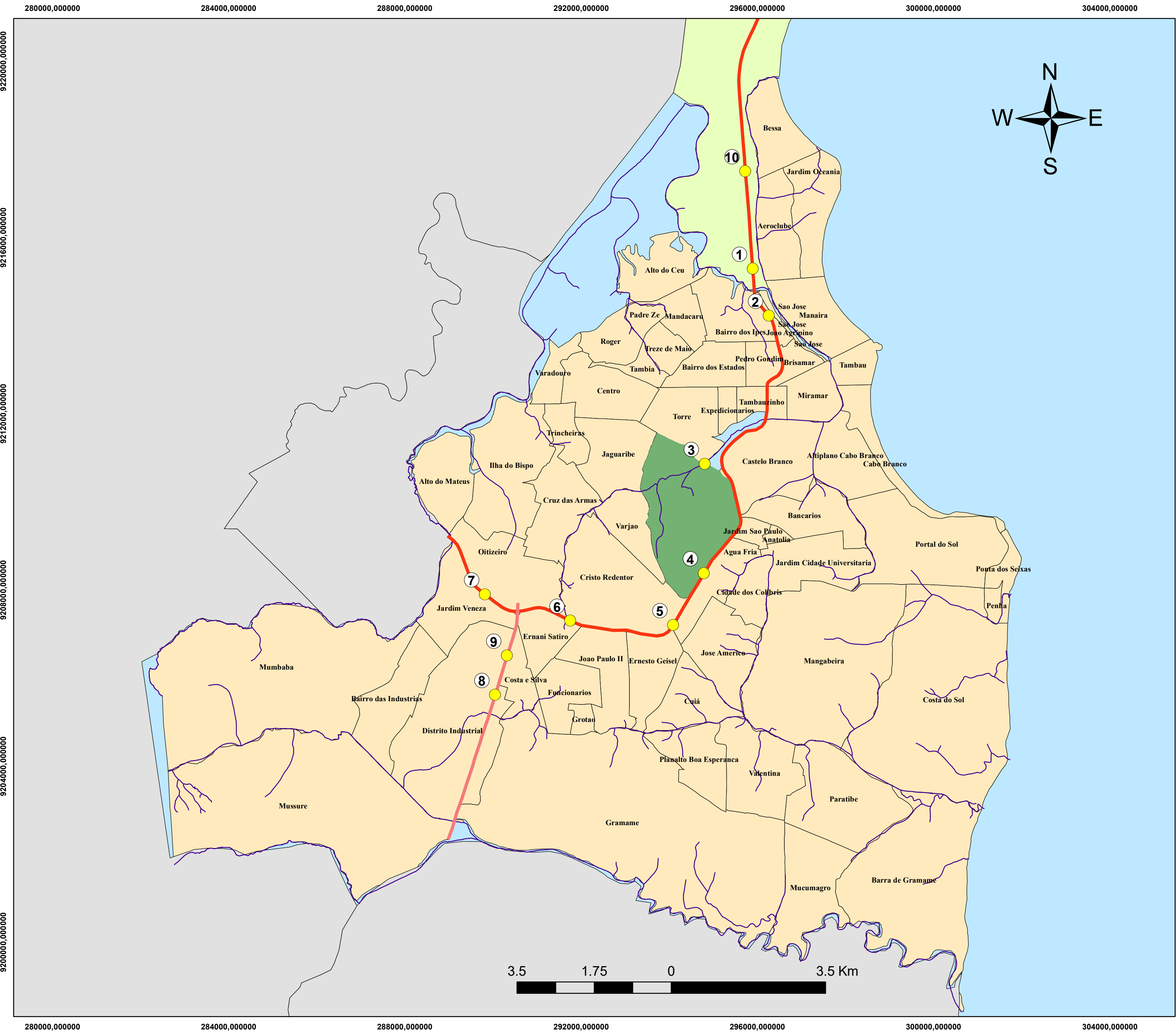
TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Secretaria de Fiscalização de Obras de Infraestrutura Urbana. **Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4ª Edição. Brasília, 2014.

VELLOSO, D.; LOPES, F. R. Capítulo 6 – Concepção de obras de fundações. In: Hachich *et al.* **Fundações Teoria e Prática**. São Paulo: editora PINI, 1999. p. 211-226.

VITÓRIO, J; BARROS, R. **Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade de 100 pontes rodoviárias no Brasil**. 3º Congresso Nacional sobre Segurança e Conservação de Pontes. Associação Portuguesa para a Segurança e Conservação de Pontes. p. 62–70. 2013.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A – MAPEAMENTO DAS PASSARELAS CADASTRADAS**



## Passarelas cadastradas em João Pessoa - PB

Nº	Nome	UTM_X	UTM_Y
1	Passarela IESP/Hiper	295895,03	9215290,48
2	Passarela João Agripino	296258,75	9214222,54
3	Passarela Mata do Buraquinho	294805,77	9210861,90
4	Passarela Unipê	294782,58	9208378,97
5	Passarela Cristo	294088,88	9207201,59
6	Passarela Boa Esperança	291754,76	9207299,81
7	Passarela Gauchinha	289815,80	9207897,34
8	Passarela Sueldos	290048,87	9205616,34
9	Passarela Beira Molhada	290317,74	9206505,99
10	Passarela Renascer	295727,08	9217502,62

- Legenda:**
- Passarelas
  - Bairros de João Pessoa
  - Mata do Buraquinho
  - Cabedelo
  - Outros municípios
  - BR-101
  - BR-230
  - Rios

Sistema de Coordenadas Geográficas:  
SIRGAS 2000 UTM Zone 25S  
Datum: SIRGAS 2000  
Projeção: Transverse Mercator.  
Elaboração: Nathália Soares Cardoso.

Setembro/2019



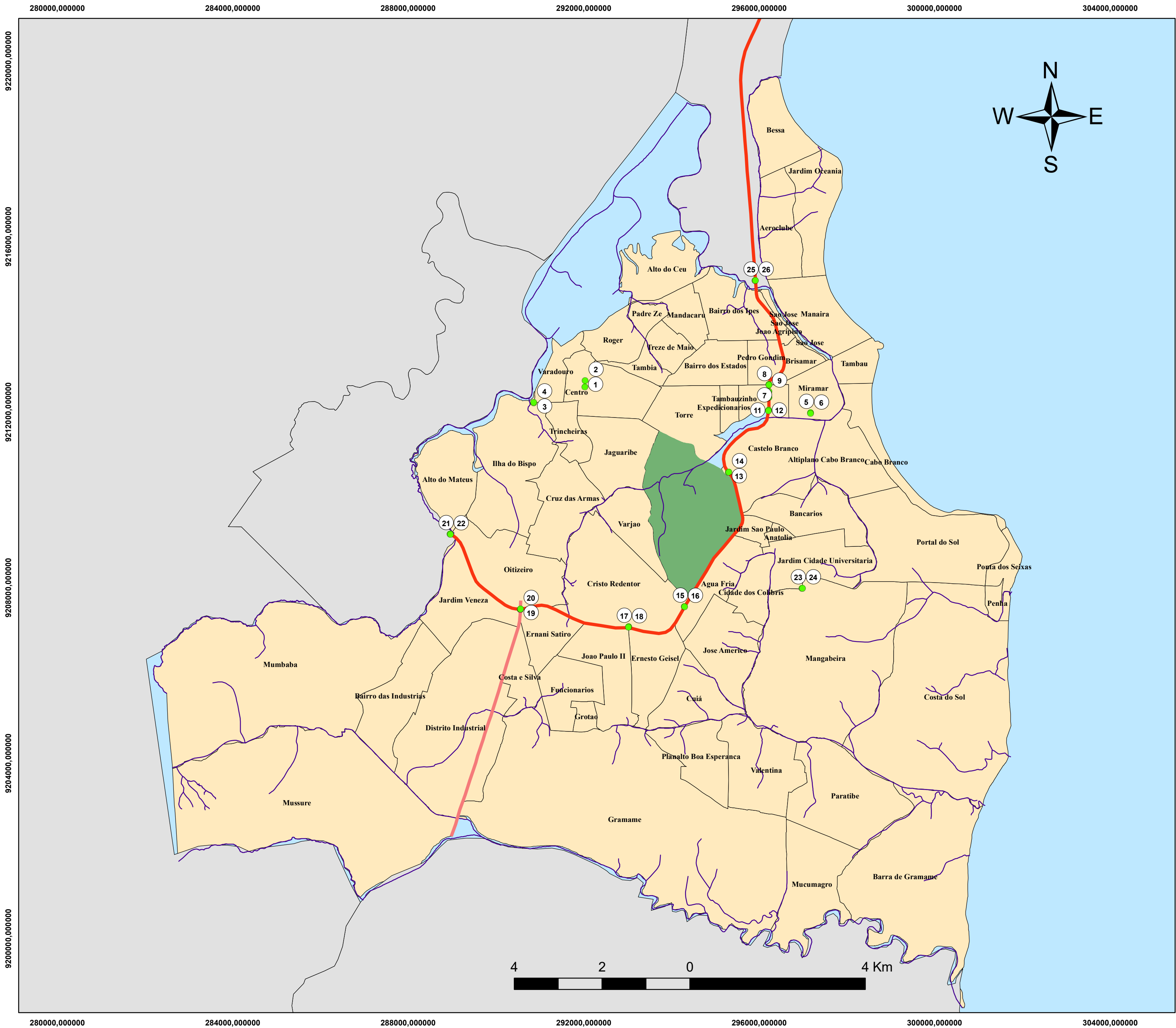
### APÊNDICE B – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA AS PASSARELAS

FID	Id	Nome	UTM_X	UTM_Y	Obstáculo	Info
0	0	Passarela IESP/Hiper	295895,027163	9215290,47702	BR-230	Liga Cabedelo (IESP) a João Pessoa
1	0	Passarela João Agripino	296258,753641	9214222,53542	BR-230	Liga João Agripino (Asper) a Manaira
2	0	Passarela Mapa do Buraquinho	294805,765797	9210861,90011	Av. Dom Pedro II	Liga a Comunidade São Rafael o IBAMA
3	0	Passarela Unipê	294782,575021	9208378,96577	BR-230	Liga Água Fria (Unipê) a Mata do Buraquinho
4	0	Passarela Cristo	294088,875821	9207201,58743	BR-230	Liga Água Fria a Cristo Redentor
5	0	Passarela Boa Esperança	291754,763289	9207299,80757	BR-230	Liga Emami Sátiro a Cristo Redetor
6	0	Passarela Gauchinha	289815,80455	9207897,33605	BR-230	Liga Jardim Veneza a Oitizeiro
7	0	Passarela Suedos	290048,871182	9205616,33708	BR-101	Liga Distrito Industrial a Costa e Silva
8	0	Passarela Beira Molhada	290317,743067	9206505,99139	BR-101	Liga Costa e Silva a Distrito Industrial
9	0	Passarela Renascer	295727,080364	9217502,62471	BR-230	Liga Renascer (Cabedelo) a João Pessoa

FID	Id	Nome	Material	Tipo	Sin_Vert	Cobertura	Alt_livre	Vão	E_Rampas	Resp
0	0	Passarela IESP/Hiper	Mista	Sobrejacente	Não	Sim	...	...	...	DER/PB
1	0	Passarela João Agripino	Mista	Sobrejacente	Sim	Sim	6.7 m	28.5 m	146 m	PMJP
2	0	Passarela Mapa do Buraquinho	Mista	Sobrejacente	Não	Sim	...	...	...	PMJP
3	0	Passarela Unipê	Concreto	Sobrejacente	Sim	Não	6 m	36 m	162 m	DER/PB
4	0	Passarela Cristo	Mista	Sobrejacente	Não	Sim	6 m	27 m	208 m	PMJP
5	0	Passarela Boa Esperança	Mista	Sobrejacente	Não	Sim	6.6 m	41 m	176 m	DER/PB
6	0	Passarela Gauchinha	Concreto	Sobrejacente	Não	Não	...	...	...	DNIT
7	0	Passarela Suedos	Concreto	Sobrejacente	Sim	Não	6 m	...	...	DNIT
8	0	Passarela Beira Molhada	Concreto	Sobrejacente	Sim	Não	6 m	...	...	DNIT
9	0	Passarela Renascer	Mista	Sobrejacente	Sim	Sim	7.4 m	25 m	206 m	DER/PB

Obs.: Os campos preenchidos com ... são referentes a dados que não foram obtidos nesta pesquisa.

**APÊNDICE C – MAPEAMENTO DOS VIADUTOS CADASTRADOS**



# Viadutos cadastrados em João Pessoa - PB

Nº	Nome	UTM_X	UTM_Y
1	Viaduto Damásio Barbosa da Franca	292025,86	9212567,51
2	Viaduto Miguel Couto	292034,17	9212715,78
3	Viaduto Ilha do Bispo (LD)	290862,09	9212208,56
4	Viaduto Ilha do Bispo (LE)	290861,77	9212216,18
5	Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tito Silva (LD)	297173,71	9211977,68
6	Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tito Silva (LE)	297173,55	9211963,39
7	Viaduto Epitácio Pessoa (LD)	296220,88	9212624,69
8	Viaduto Epitácio Pessoa (LE)	296220,75	9212613,98
9	Viaduto Tambauzinho	296219,16	9212463,77
10	Viaduto Geraldo Mariz	296220,40	9212327,43
11	Viaduto Beira-Rio (LD)	296213,85	9212035,58
12	Viaduto Beira-Rio (LE)	296212,26	9212023,27
13	Viaduto Cidade Universitária (LE)	295306,22	9210628,64
14	Viaduto Cidade Universitária (LD)	295299,54	9210622,98
15	Viaduto Cristo Redentor (LD)	294292,98	9207566,59
16	Viaduto Cristo Redentor (LE)	294301,15	9207560,61
17	Viaduto Ivan Bichara(LD)	290556,81	9207509,30
18	Viaduto Ivan Bichara (LE)	290556,32	9207500,13
19	Viaduto na BR-101 (LD)	288955,31	9209217,21
20	Viaduto na BR-101 (LE)	288964,04	9209210,54
21	Viaduto Governador Eduardo Campos (LD)	293024,62	9207104,61
22	Viaduto Governador Eduardo Campos (LE)	293022,82	9207093,07
23	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (LD)	296977,06	9207980,07
24	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (LE)	296989,63	9207980,07
25	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (LD)	295905,23	9214996,94
26	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (LE)	295914,96	9214998,14

## Legenda:

- Viadutos
- Bairros de João Pessoa
- Mata do Buraquinho
- Outros municípios
- BR-101
- BR-230
- Rios

Sistema de Coordenadas Geográficas:  
SIRGAS 2000 UTM Zone 25S  
Datum: SIRGAS 2000  
Projeção: Transverse Mercator.  
Elaboração: Nathália Soares Cardoso.

Setembro/2019

## APÊNDICE D – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA OS VIADUTOS

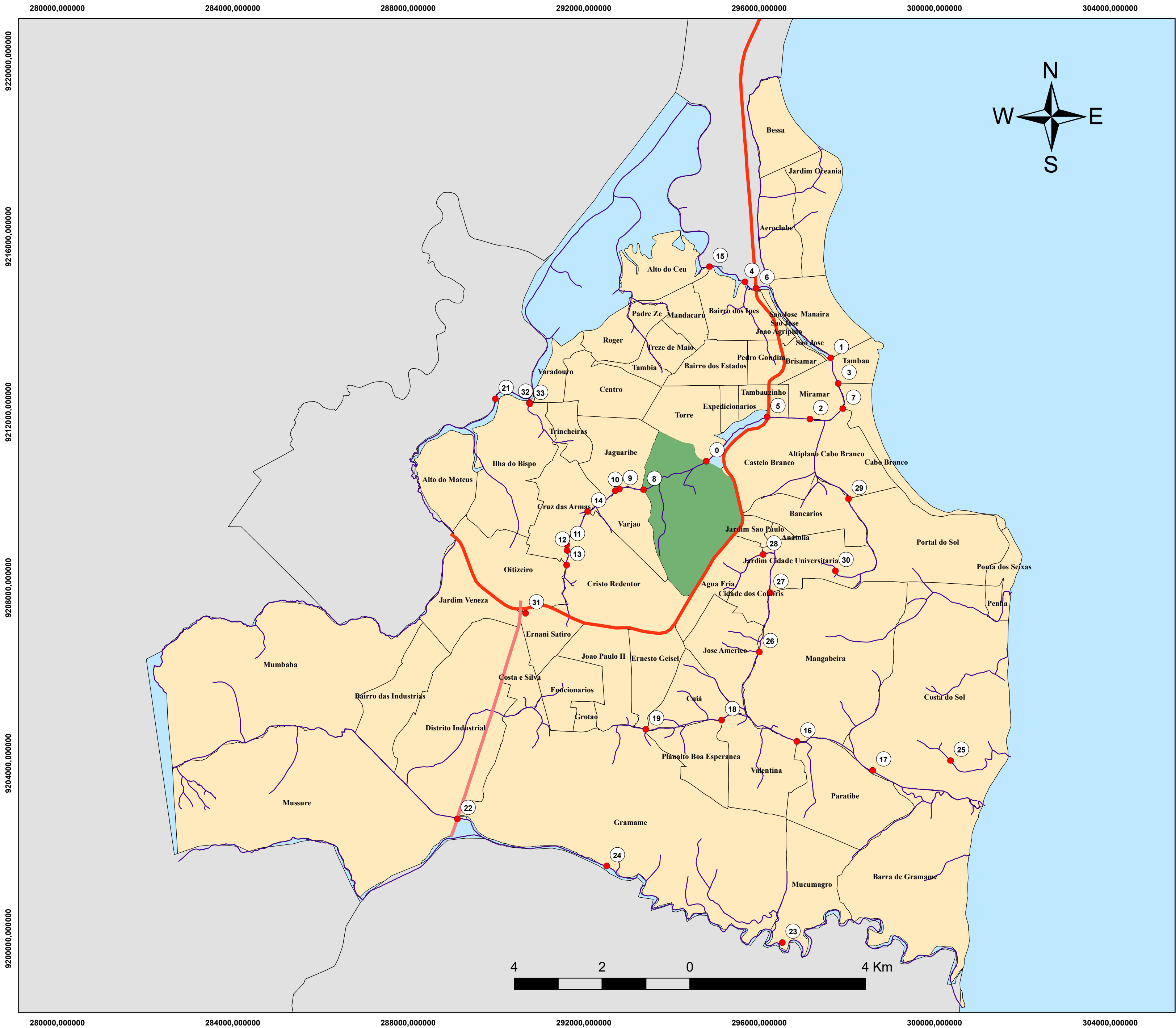
(continua)

FID	OID_	Name	UTM_X	UTM_Y	Bairro	Obstáculo	Material	Via	Alt_livre	Comprimento	Largura	Trem Tipo	L_pista	Faixas	Tipo_estr	Fund	Vãos	Resp
0		Viaduto Damásio Barbosa da Franca	292025,8574	9212567,506013	Centro	Rua Guedes Pereira – Av. Padre Meira	Concreto	Rua Visconde de Pelotas	3,0 m	...	...	...	...	...	...	...	...	PMJP
1	0	Viaduto Miguel Couto	292034,165333	9212715,77881	Centro	Av. Miguel Couto	Concreto	Rua Visconde de Pelotas	4,4 m	...	...	...	...	...	...	...	...	PMJP
2	0	Viaduto Ilha do Bispo (LD)	290862,086858	9212208,56346	Ilha do Bispo	Av. Gal. Aurélio de Lyra Tavares – Av. Sanhauá	Concreto	Rua Índio Piragibe	...	...	...	...	...	...	...	...	...	DER/PB
3	0	Viaduto Ilha do Bispo (LE)	290861,769358	9212216,18347	Ilha do Bispo	Av. Gal. Aurélio de Lyra Tavares – Av. Sanhauá	Concreto	Rua Índio Piragibe	...	...	...	...	...	...	...	...	...	DER/PB
4		Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tito Silva (LD)	297173,708075	9211977,67737	Miramar	Rua Tito Silva – Rua José Gonçalves Junior	Concreto	Av. Ministro José Américo de Almeida	...	...	...	...	...	...	...	...	...	PMJP
5		Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tito Silva (LE)	297173,549325	9211963,38984	Miramar	Rua Tito Silva – Rua José Gonçalves Junior	Concreto	Av. Ministro José Américo de Almeida	...	...	...	...	...	...	...	...	...	PMJP
6		Viaduto Eptácio Pessoa (LD)	296220,879971	9212624,69043	Tambauzinho	BR-230	Concreto	Av. Eptácio Pessoa	...	...	...	...	...	...	...	...	...	PMJP
7	0	Viaduto Eptácio Pessoa (LE)	296220,745794	9212613,9751	Tambauzinho	BR-230	Concreto	Av. Eptácio Pessoa	5,4 m	21,30 m	15,20 m	36	8,4 m	3	Laje maciça de concreto armado	Direta	...	PMJP
8	0	Viaduto Tambauzinho	296219,161819	9212463,76555	Tambauzinho	BR-230	Concreto	Rua Arquiteto Hermenegildo Di Lascio	5,8 m	21,30 m	12,35 m	...	7,10 m	2	Laje maciça de concreto armado	...	...	DER-PB
9	0	Viaduto Geraldo Mariz	296220,400071	9212327,43077	Tambauzinho	BR-230	Concreto	Rua Florentino Júnior e a Avenida Deputado Geraldo Mariz	5,8 m	...	...	...	...	2	...	...	...	PMJP
10	0	Viaduto Beira-Rio (LD)	296213,846329	9212035,57625			Concreto											
11	0	Viaduto Beira-Rio (LE)	296212,258826	9212023,2731	Miramar	BR-230	Concreto	Av. Ministro José Américo de Almeida	5,8 m	21,50 m	15,00 m	36	6,3 m	2	Laje maciça de concreto armado	...	...	PMJP
12		Viaduto Cidade Universitária (LE)	295306,216889	9210628,64265	Castelo Branco	Av. Dom Pedro II	Concreto	BR-230	5,4 m	42 m	9,95 m	36	7,5 m	2	Viga caixão concreto protendido – seção celular	Tubulão a céu aberto	3	DNIT
13		Viaduto Cidade Universitária (LD)	295299,541514	9210622,97624	Castelo Branco	Av. Dom Pedro II	Concreto	BR-230	5,4 m	40 m	9,45 m	36	7,3 m	2	Viga caixão concreto protendido – seção celular	Tubulão a céu aberto	3	DNIT
14		Viaduto Cristo Redentor (LD)	294292,979063	9207566,59276	Cristo Redentor	Av. Hilton Souto Maior – Rua Diógenes Chianca	Concreto	BR-230	5,7 m	29 m	10 m	36	7,15 m	2	Laje maciça de concreto armado	Tubulão a céu aberto	3	DNIT
15		Viaduto Cristo Redentor (LE)	294301,15099	9207560,61285	Cristo Redentor	Av. Hilton Souto Maior – Rua Diógenes Chianca	Concreto	BR-230	5,7 m	29 m	10 m	36	7,15 m	2	Laje maciça de concreto armado	Tubulão a céu aberto	3	DNIT

FID	OID	Name	UTM_X	UTM_Y	Bairro	Obstáculo	Material	Via	Alt_livre	Comprimento	Largura	Trem Tipo	L_pista	Faixas	Tipo_estr	Fund	Vãos	Resp
16	0	Viaduto Ivan Bichara(LD)	290556,809856	9207509,29657	Oitizeiro	BR-101	Concreto	BR-230	5,3 m	...	...	...	...	...	...	...	...	DNIT
17	0	Viaduto Ivan Bichara (LE)	290556,320156	9207500,13219	Oitizeiro	BR-101	Concreto	BR-230	5,3 m	...	...	...	...	...	...	...	...	DNIT
18	0	Viaduto na BR-101 (LD)	288955,306554	9209217,20624	Jardim Veneza	BR-230	Concreto	BR-101	6,3 m	...	...	...	...	...	...	...	...	DNIT
19	0	Viaduto na BR-101 (LE)	288964,037822	9209210,53873	Jardim Veneza	BR-230	Concreto	BR-101	6,3 m	...	...	...	...	...	...	...	...	DNIT
20	0	Viaduto Governador Eduardo Campos (LD)	293024,616943	9207104,60993	Cristo Redentor	Rua José Américo	Concreto	BR-230	6,5 m	48,60 m	41,60 m	...	4,0 m	6	...	Estaca escavada	...	DER/PB
21	0	Viaduto Governador Eduardo Campos (LE)	293022,817773	9207093,07407	Cristo Redentor	Rua José Américo	Concreto	BR-230	6,5 m	48,60 m	41,60 m	...	4,0 m	6	...	Estaca escavada	...	DER/PB
22	0	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (LD)	296977,063981	9207980,07087	Mangabeira	Av. Hilton Souto Maior	Concreto	Rua Walfrido Macedo Brandão - Rua Josefa Taveira	5,5 m	37,80 m	24,80 m	45	3,50 m	2	...	Estaca escavada	...	DER/PB
23	0	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (LE)	296989,631714	9207980,07087	Mangabeira	Av. Hilton Souto Maior	Concreto	Rua Walfrido Macedo Brandão - Rua Josefa Taveira	5,5 m	37,80 m	24,80 m	45	3,50 m	2	...	Estaca escavada	...	DER/PB
24	0	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (LD) (LE)	295905,228215	9214996,93907	Loteamento Morada Nova (Cabedelo)	Av. Tancredo Neves – Av. Flávio Ribeiro Coutinh	Concreto	BR-230	5,2 m	28,48 m	8,8 m	36	...	...	Laje maciça de concreto armado	Direta	3	DNIT
25	0	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (LE)	295914,958211	9214998,1446	Loteamento Morada Nova (Cabedelo)	Av. Tancredo Neves – Av. Flávio Ribeiro Coutinh	Concreto	BR-230	5,2 m	28,48 m	8,8 m	36	...	...	Laje maciça de concreto armado	Direta	3	DNIT

Obs.: Os campos preenchidos com ... são referentes a dados que não foram obtidos nesta pesquisa.

**APÊNDICE E – MAPEAMENTO DAS PONTES CADASTRADAS**



# Pontes cadastradas em João Pessoa - PB

PT	Name	UTM_X	UTM_Y
0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	294795,49	9210878,50
1	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297630,72	9213228,76
2	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297159,16	9211837,51
3	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297802,40	9212647,36
4	Ponte s/ Rio Jaguaribe	295677,04	9214962,41
5	Ponte sobre o Rio Jaguaribe (LD) (LE) (Central)	296182,08	9211884,26
6	Ponte sobre o Rio Jaguaribe (LD) (LE)	295931,20	9214818,48
7	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297906,05	9212075,65
8	Ponte s/ Rio Jaguaribe	293364,45	9210227,47
9	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292815,93	9210244,67
10	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292719,68	9210205,92
11	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291613,92	9208971,70
12	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291621,20	9208840,31
13	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291610,97	9208511,47
14	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292091,64	9209731,56
15	Ponte s/ Rio Jaguaribe	294867,96	9215307,05
16	Ponte s/ Rio Cuiá	296861,26	9204492,08
17	Ponte s/ Rio Cuiá	298588,04	9203827,63
18	Ponte s/ Rio Cuiá	295145,07	9204975,53
19	Ponte s/ Rio Cuiá	293416,05	9204767,25
20	Ponte s/ Rio Cuiá	290875,15	9212463,13
21	Ponte s/ Rio Cuiá	289986,76	9212297,19
22	Ponte s/ Rio Cuiá	289122,07	9202727,11
23	Ponte s/ Rio Cuiá	296526,76	9199908,02
24	Ponte s/ Rio Gramame	292522,21	9201647,94
25	Ponte s/ Rio Jacarapé	300363,77	9204054,22
26	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296006,24	9206526,94
27	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296248,98	9207882,50
28	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296090,74	9208753,12
29	Ponte s/ Rio Timbó	298037,38	9210022,39
30	Ponte s/ Rio Timbó	297736,66	9208378,52
31	Ponte s/ Açude das Três Lagoas	290677,50	9207409,77
32	Pontilhão de pedestres s/ Rio Sanhauá	290767,13	9212211,86
33	Ponte ferroviária s/ Rio Sanhauá	290773,10	9212185,80

## Legenda:

- Pontos
- Bairros de João Pessoa
- Mata do Buraquinho
- Outros municípios
- BR-101
- BR-230
- Rios

Sistema de Coordenadas Geográficas:  
SIRGAS 2000 UTM Zone 25S  
Datum: SIRGAS 2000  
Projeção: Transverse Mercator.  
Elaboração: Nathália Soares Cardoso.

Setembro/2019

## APÊNDICE F – TABELA DE ATRIBUTOS DO ARCGIS PARA AS PONTES

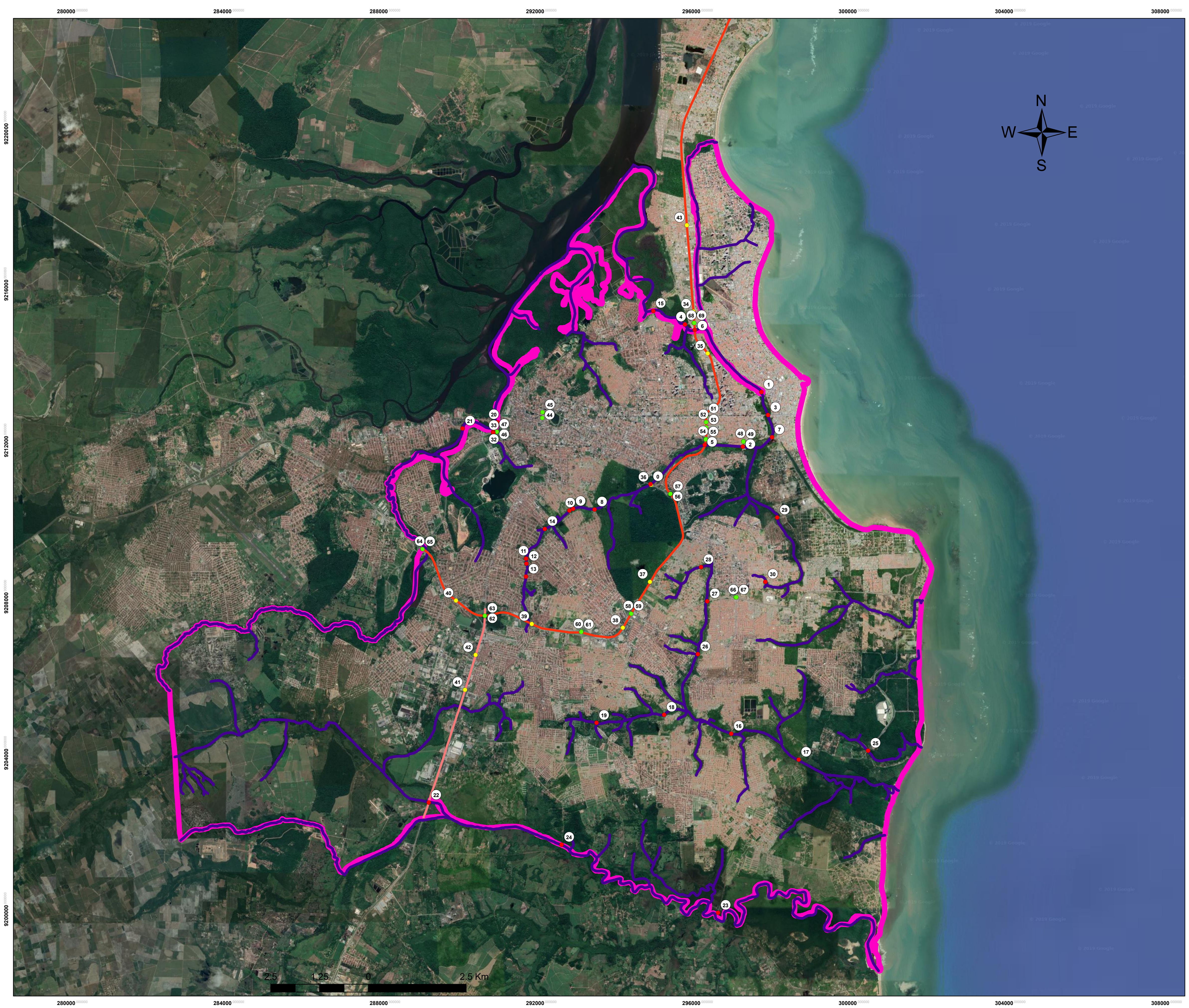
FID	OID_	Name	Tipo	UTM_X	UTM_Y	Bairro	Obstáculo	Material	Via
0	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	294795,487839	9210878,50255	Torre	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Dom Pedro II
1	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	297630,716813	9213228,75831	Manaira	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Senador Ruy Carneiro
2	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	297159,164119	9211837,51371	Castelo Branco	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua José Gonçalves Júnior
3	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	297802,395263	9212647,35814	Tambaú	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Eptácio Pessoa
4	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	295677,044048	9214962,40782	Bairro dos Ipês	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Presidente Tancredo Neves
5	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	296182,083103	9211884,26332	Castelo Branco	Rio Jaguaribe	Concreto	BR-230
6	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	295931,199024	9214818,47945	Manaira	Rio Jaguaribe	Concreto	BR-230
7	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	297906,054931	9212075,64578	Cabo Branco	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Ministro José Américo de Almeida
8	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	293364,454684	9210227,47155	Jaguaribe	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Antônio Silva Melo
9	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	292815,933992	9210244,66631	Varjão	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua Estudante José Paulo Neto
10	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Viga	292719,687589	9210205,91617	Varjão	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua Francisco de Souza Rangel
11	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	BDTC	291613,920424	9208971,70269	Cristo Redentor	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua Deputado José Tavares
12	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	BTTC	291621,204702	9208840,31279	Cristo Redentor	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua Desportista Marcos Antônio Ribeiro
13	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	BDCC	291610,97499	9208511,46837	Cristo Redentor	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Presidente Félix Antonio
14	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	Em viga	292091,637177	9209731,5643	Cristo Redentor	Rio Jaguaribe	Concreto	Av. Xavier Junior - Rua José Gomes da Silveira
15	0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	1 ferroviária 1 pedestres	294867,964063	9215307,0536	Alto do Céu	Rio Jaguaribe	Concreto	Rua São Pedro
16	0	Ponte s/ Rio Cuiá	BTCC	296861,255378	9204492,0756	Mangabeira	Rio Cuiá	Concreto	Rua Brasilino Alves da Nóbrega
17	0	Ponte s/ Rio Cuiá	Viga	298588,035302	9203827,62768	Costa do Sol	Rio Cuiá	Concreto	PB-008
18	0	Ponte s/ Rio Cuiá	Viga	295145,071271	9204975,53296	Cuiá	Rio Cuiá	Concreto	Rua Adalgisa Cameiro Cavalcante
19	0	Ponte s/ Rio Cuiá	Viga	293416,052068	9204767,24825	Ernesto Geisel	Rio Cuiá	Concreto	Rua Abelardo Targino da Fonseca
20	0	Ponte s/ Rio Paraíba	Viga	290875,149605	9212463,13331	Ilha do Bispo	Rio Paraíba	Concreto	Av. Liberdade
21	0	Ponte s/ Rio Paraíba	Viga	289986,761625	9212297,18789	Ilha do Bispo	Rio Paraíba	Concreto	Av. Nova Liberdade
22	0	Ponte s/ Rio Mumbaba	Viga	289122,069876	9202727,10808	Mussurê	Rio Mumbaba	Concreto	BR-101
23	0	Ponte s/ Rio Gramame	Viga	296526,759199	9199908,01777	Muçumagro	Rio Gramame	Concreto	PB-008
24	0	Ponte s/ Rio Gramame	Em arco	292522,206926	9201647,94011	Gramame	Rio Gramame	Concreto	Rua Agricultor Carlos Onofre Nóbrega
25	0	Ponte s/ Rio Jacarapé	Viga	300363,773667	9204054,21756	Costa do Sol	Rio Jacarapé	Concreto	PB-008
26	0	Ponte s/ Rio Laranjeiras	...	296006,243101	9206526,93668	José Américo	Rio Laranjeiras	Concreto	Rua Tenente Luís Batista de Oliveira
27	0	Ponte s/ Rio Laranjeiras	Viga	296248,978522	9207882,50136	Mangabeira	Rio Laranjeiras	Concreto	Av. Hilton Souto Maior
28	0	Ponte s/ Rio Laranjeiras	Viga	296090,743407	9208753,12077	Água Fria	Rio Laranjeiras	Concreto	Rua Cel. Manoel Benício
29	0	Ponte s/ Rio Timbó	...	298037,375233	9210022,38997	Bancários	Rio Timbó	Concreto	Rua Médico Industrial João Crisóstomo Ribeiro Coutinho
30	0	Ponte s/ Rio Timbó	...	297736,663878	9208378,51568	Bancários	Rio Timbó	Concreto	Rua Bacharel Wilson Flávio Moreira Coutinho
31	0	Ponte s/ Açude das Três Lagoas	Viga	290677,50377	9207409,77439	Oitizeiro	Açude das Três Lagoas	Concreto	BR-230 - BR-101
32	0	Pontilhão para pedestres sobre o Rio Paraíba	Pedestres	290767,132367	9212211,85953	Ilha do Bispo	Rio Paraíba	Concreto	Rua Índio Piragibe
33	0	Ponte ferroviária sobre o Rio Paraíba	...	290773,103551	9212185,80244	Ilha do Bispo	Rio Paraíba	Concreto	Rua Índio Piragibe

Obs.: Os campos preenchidos com ... são referentes a dados que não foram obtidos nesta pesquisa.



**APÊNDICE G – MAPA DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EM JOÃO PESSOA- PB**





# Obras de Arte Especiais cadastradas em João Pessoa - PB

Nº	Nome	UTM_X	UTM_Y
0	Ponte s/ Rio Jaguaribe	294795.45	9210878.50
1	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297830.72	9213228.76
2	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297159.16	9211837.51
3	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297802.45	9212647.36
4	Ponte s/ Rio Jaguaribe	296977.04	9214962.41
5	Ponte sobre o Rio Jaguaribe (L.D) (Central)	296182.08	9211884.26
6	Ponte sobre o Rio Jaguaribe (L.D) (L.E)	295931.20	9214818.48
7	Ponte s/ Rio Jaguaribe	297906.05	9212075.65
8	Ponte s/ Rio Jaguaribe	293364.45	9210227.47
9	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292819.93	9210244.67
10	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292719.69	9210205.92
11	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291913.92	9208971.70
12	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291921.25	9208840.31
13	Ponte s/ Rio Jaguaribe	291910.97	9208511.47
14	Ponte s/ Rio Jaguaribe	292091.64	9209731.56
15	Ponte s/ Rio Jaguaribe	294867.96	9215307.05
16	Ponte s/ Rio Cuá	296961.26	9204492.08
17	Ponte s/ Rio Cuá	296988.04	9203827.63
18	Ponte s/ Rio Cuá	296145.07	9204975.58
19	Ponte s/ Rio Cuá	293416.05	9204767.25
20	Ponte s/ Rio Cuá	296975.15	9212463.13
21	Ponte s/ Rio Cuá	296996.76	9212297.19
22	Ponte s/ Rio Cuá	291221.07	9202717.11
23	Ponte s/ Rio Cuá	296526.76	9199908.02
24	Ponte s/ Rio Gramame	292522.21	9201647.84
25	Ponte s/ Rio Jacarajá	300363.77	9204054.22
26	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296006.24	9206026.84
27	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296248.98	9207862.92
28	Ponte s/ Rio Laranjeiras	296990.74	9208753.12
29	Ponte s/ Rio Timbó	298337.38	9210022.39
30	Ponte s/ Rio Timbó	297736.66	9208376.52
31	Ponte s/ Agude das Três Lagoas	296977.92	9207409.77
32	Ponte s/ Rio Jaguaribe	290767.13	9212211.86
33	Ponte ferroviária s/ Rio Sanhaú	290773.10	9212185.80
34	Passarela ESPH-Her	296995.027	9215290.48
35	Passarela João Agripino	296526.74	9214222.54
36	Passarela Mata do Buracinho	294805.766	9210981.9
37	Passarela Unipê	294782.575	9208376.97
38	Passarela Cristo	294698.476	9207701.59
39	Passarela Boa Esperança	291754.763	9207299.81
40	Passarela Guachinha	296115.025	9207997.34
41	Passarela Sábios	290498.671	9205616.34
42	Passarela Berra Molhada	290317.743	9206005.99
43	Passarela Remador	296747.08	9217032.02
44	Viaduto Demônio Barbosa da França	292025.86	9212997.51
45	Viaduto Miguel Couto	290504.17	9212715.75
46	Viaduto Ilha do Bispo (L.D)	290862.09	9212298.58
47	Viaduto Ilha do Bispo (L.E)	290861.77	9212216.18
48	Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tiro Silva (L.D)	291773.71	9211977.68
49	Viaduto na Avenida José Américo sobre a Tiro Silva (L.E)	291773.55	9211963.39
50	Viaduto Epitácio Pessoa (L.D)	296220.88	9212624.66
51	Viaduto Epitácio Pessoa (L.E)	296220.75	9212613.98
52	Viaduto Timbaúzinho	296216.16	9212463.77
53	Viaduto Gendy Marc	296220.48	9212517.43
54	Viaduto Berra-Ro (L.D)	296213.85	9212035.58
55	Viaduto Berra-Ro (L.E)	296212.26	9212023.27
56	Viaduto Cidade Universitária (L.E)	295306.22	9210628.64
57	Viaduto Cidade Universitária (L.D)	295299.54	9210622.98
58	Viaduto Cristo Redentor (L.D)	294262.98	9207996.59
59	Viaduto Cristo Redentor (L.E)	294301.15	9207999.61
60	Viaduto Ivan Bichara(L.D)	296556.81	9207909.30
61	Viaduto Ivan Bichara (L.E)	296556.32	9207903.13
62	Viaduto na BR-101 (L.D)	296865.31	9206017.21
63	Viaduto na BR-101 (L.E)	296864.04	9206010.54
64	Viaduto Governador Eduardo Campos (L.D)	293024.82	9207104.61
65	Viaduto Governador Eduardo Campos (L.E)	293022.82	9207093.07
66	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (L.D)	296977.06	9207980.07
67	Viaduto - Trevo das Mangabeiras (L.E)	296995.63	9207980.07
68	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (L.D)	295905.23	9214896.94
69	Viaduto Eng. Ernesto de Souza Diniz (L.E)	295914.96	9214898.14

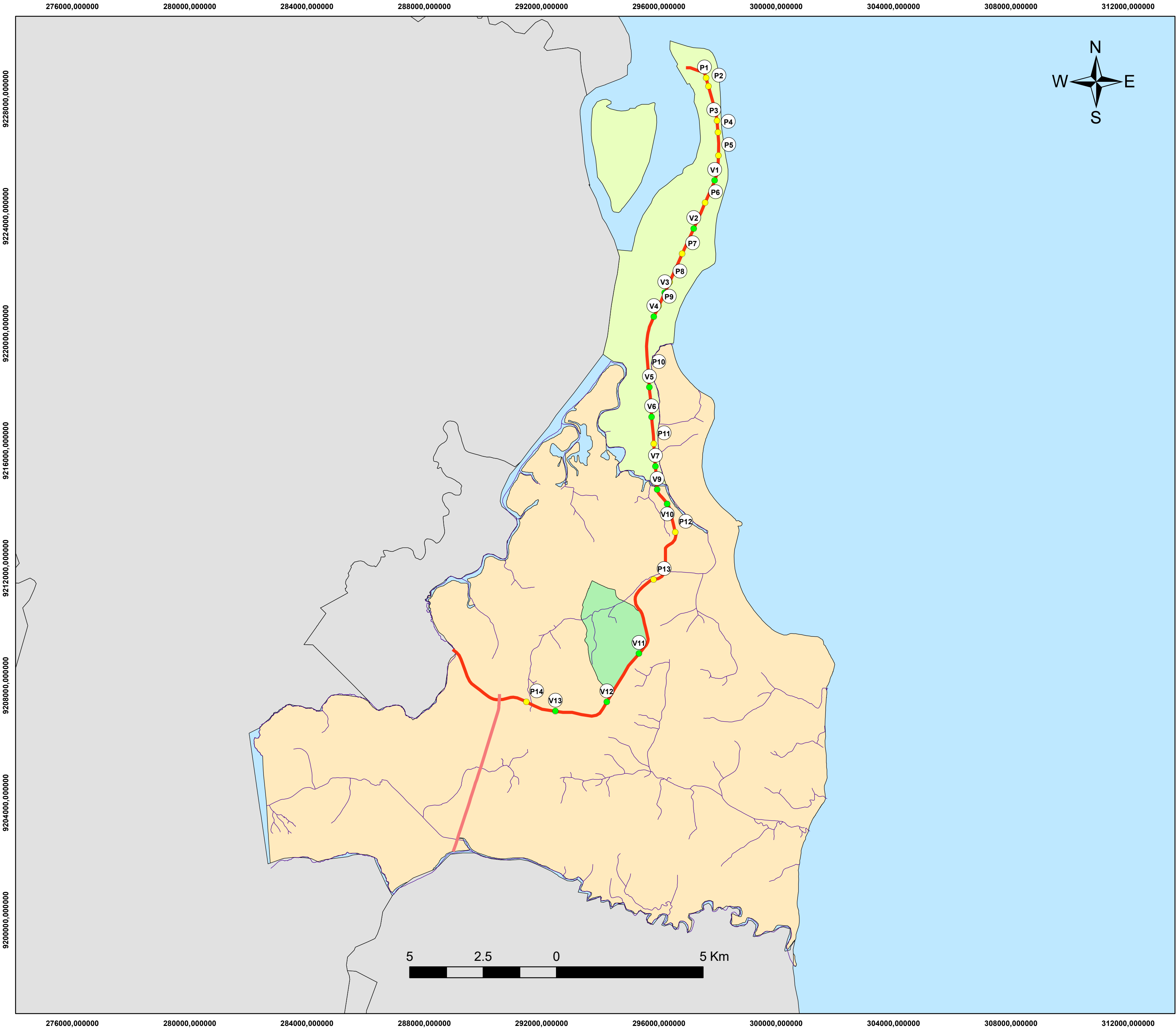
- Legenda:**
- Pontes
  - Viadutos
  - Passarelas
  - João Pessoa
  - BR-230
  - BR-101
  - Rios

Sistema de Coordenadas Geográficas:  
SIRGAS 2000 UTM Zone 25S  
Datum: SIRGAS 2000  
Projeção: Transverse Mercator.  
Elaboração: Nathália Soares Cardoso.

Setembro/2019



**APÊNDICE H – MAPA DAS OBRAS DE ARTE A SEREM CONSTRUÍDAS OU  
REABILITADAS NA BR-230**



# Obras de Arte Especiais da Requalificação da BR-230

OAE	Km da BR-230	Situação
P1	0,8	Cabedelo
P2	1,1	Cabedelo
P3	2,3	Areia Dourada (Cabedelo)
P4	2,7	Areia Dourada (Cabedelo)
P5	3,5	Camboinha (Cabedelo)
P6	5,2	Camboinha (Cabedelo)
P7	7,1	Poço (Cabedelo)
P8	8,1	Intermares (Cabedelo)
P9	9	Intermares (Cabedelo)
P10	11,4	Intermares (Cabedelo)
P11	13,6	Bessa (João Pessoa)
P12	17,3	Brisamar (João Pessoa)
P13	19,5	Castelo Branco (João Pessoa)
P14	27,5	Cristo Redentor (João Pessoa)
V1	4,3	Cabedelo
V2	6,1	Cabedelo
V3	8,5	Cabedelo
V4	9,4	Cabedelo
V5	11,8	Cabedelo
V6	12,9	Cabedelo
V7	14,5	Cabedelo
V8	15,2	Cabedelo
V9	15,6	João Pessoa
V10	16,9	João Pessoa
V11	22,6	João Pessoa
V12	24,3	João Pessoa
V13	26,8	João Pessoa

## Legenda:

- Passarelas
- Viadutos
- João Pessoa
- Mata do Buraquinho
- Cabedelo
- Outros municípios
- Rios

Sistema de Coordenadas Geográficas:  
SIRGAS 2000 UTM Zone 25S  
Datum: SIRGAS 2000  
Projeção: Transverse Mercator.  
Elaboração: Nathália Soares Cardoso.

Setembro/2019

## **ANEXOS**

## ANEXO A – NOTA DE CLASSIFICAÇÃO DA OAE SEGUNDO PARÂMETROS ESTRUTURAIS

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros estruturais		Nota de classificação		
		Elemento onde foi constatada a anomalia		
		Principal	Secundário	Complementar
<b>Fissuração</b>	Fissuração superficial de retração, hidráulica ou térmica	4	4	5
	Fissuras em elementos protendidos	1	2	—
	Fissuras em elementos de concreto armado com abertura dentro dos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	3	4	4
	Fissuras em elementos de concreto armado com abertura superior aos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	2	3	4
<b>Flecha</b>	Flechas não congênita acima dos limites conforme ABNT NBR 6118	1	2	3
<b>Anomalias na armadura</b>	Armadura principal exposta e corroída, com perda de seção de até 20 % do total da armadura	3	4	5
	Armadura principal exposta e corroída, com perda de seção acima de 20 % da área total de armadura ou que comprometa a estabilidade da peça	2	3	4
	Armaduras principais rompidas	1	2	3
	Ruptura de parte da armadura principal passiva ou ativa	1	2	3
	Tirantes rompidos	1	—	—
	Armadura protendida exposta e corroída	2	—	—
	Perda ou falta de protensão em elemento principal	2	—	—
<b>Anomalias no concreto</b>	Concreto segregado com áreas inferiores a 0,1 m <sup>2</sup> em zonas favoráveis de tensões	4	5	5
	Concreto segregado em regiões de tensões de compressão, mas em pequenas áreas (entre 0,1 m <sup>2</sup> e 0,5 m <sup>2</sup> )	3	4	5
	Concreto segregado em regiões sujeitas a tensões de compressão, em área superior a 0,5 m <sup>2</sup>	2	3	4
	Rompimento do concreto em pontos de altas tensões de compressão	1	2	3

Fonte: (ABNT, 2016).



Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetros estruturais		Nota de classificação
<b>Apoio (meso-estrutura)</b>	Deslocamento e ou desalinhamento de peças estruturais gerando excentricidades que podem ocasionar instabilidades ou concentração de tensões	2
	Vigas transversinas ou longarinas mal ou insuficientemente apoiadas em pilares, sintomas localizados como trincas (grandes fissuras) junto aos apoios na interface das vigas e pilares podem vir a reforçar este juízo	1
<b>Aparelhos de apoio</b>	Aparelhos de apoio de neoprene com pequenos rasgos na camada superficial, sem exposição das chapas de fretagem	5
	Aparelhos de apoio metálicos com corrosão superficial	4
	Aparelhos de apoio danificados ou comprometidos gerando alguma vinculação sem causar grandes esforços, recalques diferenciais e sem criação de cunhas de ruptura ou fissuras no entorno	3
	Aparelhos de apoio comprometidos, gerando vínculos imprevistos com cunhas de ruptura e recalques diferenciais com trincas ou fissuras	2
	Aparelhos de apoio danificados totalmente rompidos, dando origem a esforços horizontais e ou travamento de rotações, indesejáveis no esquema estrutural original	1
<b>Juntas</b>	Juntas de dilatação parcialmente obstruídas sem causar restrições à movimentação dos tabuleiros	5
	Juntas de dilatação obstruídas, causando restrições à movimentação dos tabuleiros	4
	Juntas de dilatação obstruídas, com contribuição para o quadro patológico com formação de fissuras em vigas longarinas e lajes	3
	Juntas de dilatação obstruídas, causando graves danos à superestrutura (esmagamento do concreto de vigas e lajes, formação de quadro de fissuração e esforços não previstos na meso e infraestrutura)	2
<b>Encontros</b>	Taludes de encontro com pequenos sulcos, sem causar danos às fundações	5
	Taludes de encontro com erosão, com situação estabilizada, sem causar danos às fundações	4
	Deslizamento de taludes de encontro	2
	Deslizamento de taludes de encontro gerando possível perda de base de apoio de fundações e ou empuxos ativos nos pilares	1
	Desníveis do pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro, gerando acréscimo no impacto da carga acidental	3
<b>Outros</b>	Drenos inexistentes ou comprometidos no interior dos caixões, acarretando retenção de água no seu interior	3

Fonte: (ABNT, 2016).

## ANEXO B – CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO PARÂMETROS FUNCIONAIS

Condição verificada na inspeção especial, segundo parâmetros funcionais		Classificação nota
<b>Drenagem</b>	Drenagem deficiente sem causar empoçamento ou aquaplanagem	4
	Drenagem no tabuleiro deficiente com empoçamentos localizados que não provoquem o fenômeno de aquaplanagem	3
	Drenagem ineficiente ou inexistente gerando pontos úmidos e formação de lâmina de água, possibilitando derrapagem ou o fenômeno de aquaplanagem	1
<b>Pista</b>	Pista de rolamento com pequenas irregularidades, sem gerar desconforto ao usuário	5
	Pista de rolamento com irregularidades, gerando desconforto ao usuário	4
	Desníveis no pavimento, na transição terrapleno x tabuleiro e juntas de dilatação, causando solavancos	3
<b>Juntas</b>	Pontos danificados nas juntas de dilatação sem causar desconforto ao usuário	4
	Berço danificado nas juntas de dilatação, gerando pequeno desconforto ao usuário	3
<b>Dispositivos de segurança</b>	Dispositivos de segurança com pontos danificados (segregação de concreto, armadura exposta)	3
	Dispositivos de segurança inexistentes, comprometendo a segurança dos usuários	1
	Inexistência de dispositivos de segurança para proteção de peças estruturais sujeitas a impactos	2
<b>Passeio e guarda-corpo</b>	Guarda-corpo rompido ou inexistente	1
<b>Gabaritos</b>	Sinalização horizontal e vertical inadequadas ou inexistentes, com risco à segurança da obra e usuários	2
	Acidentes com choques de veículos ou embarcações na estrutura	2

Fonte: (ABNT, 2016).

## ANEXO C – CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO PARÂMETRO DE DURABILIDADE

(continua)

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetro de durabilidade		Nota de classificação		
		Elemento onde foi constatada a condição		
		Principal	Secundário	Complementar
<b>Fissuração</b>	Quadro de fissuração generalizada, mas dentro dos limites previstos conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	5	5	5
	Quadro de fissuração inaceitável, conforme ABNT NBR 6118:2014, 13.4	1	2	3
	Fissuração de elementos estruturais com indícios de reação expansiva (álcali-agregado ou sulfatos)	2	2	3
<b>Armadura</b>	Armaduras expostas com corrosão incipiente	3	4	4
	Armadura exposta em processo evolutivo de corrosão	2	3	4
	Armadura protendida exposta, mesmo sem corrosão, em ambiente de baixa e média agressividade	3	4	—
	Armadura protendida exposta e corroída	1	2	3
	Obras com deficiência de cobrimento sem armadura exposta	4	5	5
	Obras com deficiência de cobrimento com estufamento por expansão da corrosão	3	4	4
<b>Concreto</b>	Concreto segregado com áreas inferiores a 0,1 m <sup>2</sup> em zonas favoráveis de tensões	4	4	5
	Concreto segregado em regiões de tensões de compressão, mas em pequenas áreas (entre 0,1 m <sup>2</sup> e 0,5 m <sup>2</sup> )	3	4	5
	Concreto segregado em regiões sujeitas a tensões de compressão, em área superior a 0,5 m <sup>2</sup>	2	3	4
	Lixiviação superficial do concreto	4	4	5
	Manchas superficiais de fuligem atmosférica	4	4	5
	Calcinação do concreto com exposição de armaduras	1	2	3
<b>Carbonatação</b>	Eflorescências, com surgimento de manchas esbranquiçadas decorrentes de reação de carbonatação	4	4	5
	Carbonatação com profundidade atingindo armaduras principais	3	3	4
	Carbonatação com profundidade superior à espessura do cobrimento da armadura	2	3	3

Fonte: (ABNT, 2016).

Condição verificada na inspeção especial segundo parâmetro de durabilidade		Nota de classificação
<b>Drenagem</b>	Buzinotes obstruídos	3
	Drenagem do caixão inexistente ou insuficiente, com acúmulo de água dentro dos mesmos	2
	Presença de água internamente às bainhas da armadura protendida	1
<b>Taludes</b>	Drenagem do tabuleiro totalmente inoperante	2
	Taludes dos encontros com erosão localizada ou solapamento de material	3
	Taludes dos encontros com erosão significativa	2
	Taludes dos encontros com erosão significativa, acarretando desconfinamento da fundação	1
	Taludes protegidos com placas faltantes ou danificados	4
	Percolação de águas pluviais ou subterrâneas pelos taludes dos encontros	3

Fonte: (ABNT, 2016).

