

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

KARLOS FELIPHE DA VITÓRIA RUPF

**Projeto de arquitetura de sistemas de hidrovias regionais e urbanas fluviais e marítimas:** estudos para as bacias do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce.

São Paulo  
2022



KARLOS FELIPHE DA VITÓRIA RUPF

**Projeto de arquitetura de sistemas de hidrovias regionais e urbanas fluviais e marítimas:** estudos para as bacias do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce.

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL, SOB RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO ORIENTADOR.

A versão original, em formato digital, ficará arquivada na Biblioteca da Faculdade.

São Paulo, 20 de agosto de 2022.

Tese apresentada à Faculdade de  
Arquitetura e Urbanismo da Universidade de  
São Paulo para obtenção do título de Doutor  
em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Projeto de  
Arquitetura

Orientador: Prof. Dr. Francisco Spadoni

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço Técnico de Biblioteca  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Rupf, Karlos Felipe da Vitória  
Projeto de arquitetura de sistemas de hidrovias regionais e urbanas fluviais marítimas: estudos para as bacias do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce. / Karlos Felipe da Vitória Rupf; orientador Francisco Spadoni. - São Paulo, 2022.  
300p.

Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Projeto da Arquitetura.

1. Projeto de Arquitetura. 2. Infraestrutura Urbana. 3. Hidrovias. 4. Rede de Cidades. I. Spadoni, Francisco, orient. II. Título.

RUPF, K. F. da V. **Projeto de arquitetura de sistemas de hidrovias regionais e urbanas fluviais e marítimas**: estudos para as bacias do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce. 2022. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_



## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Ao meu orientador, Francisco Spadoni

Ao professor Alexandre Delijaicov e aos pesquisadores do LABPROJ/FAUUSP

Ao Carlos Leite, pelas contribuições no exame de qualificação

Aos professores Andreina Nigriello e Marcelo Giacaglia pelas disciplinas cursadas

Aos demais professores e funcionários da FAUUSP

Ao Nicolas Carvalho, Eloísa Ikeda, Oliver De Luccia, Rafael Mielnik e Luiz Azevedo

Aos meus pais, Maura e Macionil, e aos meus irmãos, Karina, Kleber e Kleverson  
À Penha, Firmino, Luiza e Matheus

A todos os amigos que me apoiaram durante esse período

À Lilian





## RESUMO

RUPF, Karlos Felipe da Vitória. **Projeto de arquitetura de sistemas de hidrovias regionais e urbanas fluviais e marítimas**: estudos para as bacias do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce. 2022. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

A presente pesquisa relaciona a temática das águas com as cidades, tendo como abordagem o projeto de arquitetura de infraestruturas urbanas e regionais fluviais e marítimas se aproximando com as questões de usos múltiplos das águas e aproveitamento integral das bacias hidrográficas. O objeto de estudo são as bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo com recortes territoriais nas bacias hidrográficas do Rio Santa Maria da Vitória e do Rio Doce. O objetivo principal da pesquisa é demonstrar que as hidrovias seriam os eixos de desenvolvimento regional e urbano que estruturariam as redes de cidades-porto fluviais e marítimas, organizadas pelas bacias hidrográficas. Desse modo, a hipótese principal é a de utilização dos recursos hídricos naturais como potenciais elementos de estruturação das cidades. As hipóteses secundárias são as de que as bacias hidrográficas seriam as unidades territoriais estruturadoras do desenvolvimento sustentável urbano e regional; as hidrovias seriam os principais eixos estruturadores das bacias hidrográficas; e os portos seriam os polos estruturadores das hidrovias que conformariam uma rede de cidades-porto fluviais e marítimas. As principais referências conceituais do projeto são o “Projeto da Cidade-canal Billings-Taiapuê” (DELIJAICOV, 2005) e o “Projeto do Hidroanel Metropolitano de São Paulo” (DELIJAICOV, 2011). São referências complementares no capítulo 3: o “Projeto de Melhoramentos para Vitória”, de Francisco Saturnino de Brito, 1896 (BRITO, 1943); e o “Projeto da Baía de Vitória”, de Paulo Mendes da Rocha, 1993 (ROCHA, 2006 e 2012). E no capítulo 4, o “Projeto para o Sistema de Navegação do Rio Tennessee”, 1933 (TVA, 1964). A metodologia adotada leva em consideração o projeto de arquitetura como método de pesquisa. O trabalho se desenvolveu por meio da interação entre a pesquisa e diferentes aproximações de escala de projeto. Os resultados obtidos são um conjunto de estudos de projeto de arquitetura demonstrados na tese: a Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, para uma bacia hidrográfica estadual; o Hidroanel Metropolitano de Vitória, para a Baía de Vitória; e a Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, para uma bacia de rio de domínio da União.

Palavras-chave: projeto de arquitetura, infraestrutura urbana, hidrovias, redes de cidades, portos.



## ABSTRACT

RUPF, Karlos Felipe da Vitória. **Architectural project of regional and urban fluvial and maritime waterways systems**: studies for the Santa Maria da Vitória and Doce river basins. 2022. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

This research connects the themes of water and cities. By using the architectural project of urban and regional river and maritime infrastructures approaches, it considers the issues of multiple uses of water and the full use of hydrographic basins. The object of this study are water basins of the State of Espírito Santo with territorial cuts in the basins of Santa Maria da Vitória and Doce rivers. The main objective of the research is to demonstrate that the waterways could be the axis of regional and urban development. This axis would structure the networks of river and maritime port cities, that are organized by hydrographic basins. Thus, the main hypothesis is the use of natural water resources as a potential structuring element of cities. The secondary hypotheses are the hydrographic basins as territorial units structuring urban and regional sustainable development; waterways as the main structuring axes of hydrographic basins; and ports as the structuring poles of the waterways that would form a network of river and marine port cities. The main conceptual references of the project are the “Billings-Taiaçupeba Canal-City Project” (DELIJAICOV, 2005) and the “Metropolitan Waterway Ring of São Paulo Project” (DELIJAICOV, 2011). Complementary references in chapter 3 are: the “Project for Improvements for Vitória”, by Francisco Saturnino de Brito, 1896 (BRITO, 1943); and the “Vitória Bay Project”, by Paulo Mendes da Rocha, 1993 (ROCHA, 2006 and 2012). And in chapter 4, the “Project for the Tennessee River Navigation System”, 1933 (TVA, 1964). This research relies on architectural project as a research method. This thesis was developed through the interaction between research and different approaches to project scale. The results are a set of architectural project studies: the Lower Rio Santa Maria da Vitória Waterway, for a state hydrographic basin; the Metropolitan Waterway Ring of Vitória, for Vitória Bay; and the Middle and Lower Rio Doce Waterway, for a river basin owned by the Union.

Keywords: architectural project, urban infrastructure, waterways, city networks, ports.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. REFERÊNCIAS DE PROJETO	45
1.1.Projeto da Cidade-canal Billings-Taiaçupeba	49
1.2.Projeto do Hidroanel Metropolitano de São Paulo	58
1.3.Projeto de Melhoramentos para Vitória	64
1.4.Projeto da Baía de Vitória	72
1.5.Projeto do Sistema de Navegação do Rio Tennessee	78
2. HIDROVIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA	89
2.1.BACIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA	91
2.1.1.Caracterização da bacia	94
2.1.2.Eixos estruturadores regionais	115
2.1.3.Polos estruturadores regionais	116
2.2.HIDROVIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA	118
2.2.1.Navegação	124
2.2.2.Traçado de navegação	134
2.2.2.1.Linha de navegação principal	135
2.2.2.2.Lagos-canais de navegação	136
2.2.3.Parâmetros de navegação	139
2.2.3.1.Embarcação-projeto	139
2.2.3.2.Profundidade do canal	142
2.2.3.3.Largura do canal	142
2.2.3.4.Raio de curvatura do canal	142
2.2.3.5.Seção-projeto	143
2.2.3.6.Eclusa-projeto	143
2.2.3.7.Barragens de aproveitamentos múltiplos	147
2.2.3.8.Ponte-projeto	150
2.3.CIDADE-PORTO FLUVIAL	154
2.3.1.Portos	154
2.3.2.Rede de portos	155
2.3.3.Rede de cidades	157
2.4.ORLA FLUVIAL	159
3. HIDROANEL DE VITÓRIA	162
3.1.BAÍA DE VITÓRIA	164
3.1.1.Caracterização da Baía de Vitória	164
3.1.2.Eixos estruturadores urbanos	171
3.1.3.Polos estruturadores urbanos	172
3.2.HIDROANEL METROPOLITANO DE VITÓRIA	176
3.2.1.Navegação	178
3.2.2.Traçado de navegação	184
3.2.2.1. Linha de navegação principal	186
3.2.2.2. Travessias	190
3.2.2.3. Canais interiores	192
3.2.3.Parâmetros de navegação	205
3.2.3.1.Embarcação-projeto	205
3.2.3.2.Profundidade do canal	207
3.2.3.3.Largura do canal	207
3.2.3.4.Raio de curvatura do canal	208
3.2.3.5.Seção-projeto	208

3.2.3.6.Eclusa-projeto	209
3.2.3.7.Túnel-canal	212
3.2.3.8.Ponte-projeto	215
3.3.CIDADE-PORTO FLUVIOMARÍTIMA	217
3.3.1.Portos	217
3.3.2.Rede de portos	219
3.3.3.Rede de cidades	225
3.4.ORLA FLUVIOMARÍTIMA	226
3.4.1.Parque fluviomarítimo	227
3.4.2.Bulevar fluviomarítimo	228
3.4.3.Feixe de infraestruturas	230
4.HIDROVIA DO RIO DOCE	233
4.1.BACIA DO RIO DO RIO DOCE	235
4.1.1.Caracterização da bacia	240
4.1.2.Eixos estruturadores regionais	250
4.1.3.Polos estruturadores regionais	253
4.2.HIDROVIA DO RIO DO RIO DOCE	258
4.2.1.Navegação	264
4.2.2.Traçado de navegação	265
4.2.3.Parâmetros de navegação	277
4.2.3.1.Embarcação-projeto	277
4.2.3.2.Profundidade do canal	278
4.2.3.3.Largura do canal	278
4.2.3.4.Raio de curvatura do canal	278
4.2.3.5.Seção-projeto	279
4.2.3.6.Eclusa-projeto	279
4.2.3.7.Barragens de aproveitamentos múltiplos	282
4.2.3.8.Ponte-projeto	282
4.3.CIDADE-PORTO FLUVIAL	282
4.3.1.Portos	282
4.3.2.Rede de portos	285
4.3.3.Rede de cidades	288
4.4.ORLA FLUVIAL	290
CONCLUSÃO	292
REFERÊNCIAS	295







## INTRODUÇÃO

A presente pesquisa relaciona a temática das águas com as cidades, tendo como abordagem o projeto de arquitetura de infraestruturas regionais e urbanas fluviais e marítimas se aproximando com as questões de usos múltiplos das águas e aproveitamento integral das bacias hidrográficas.

O trabalho surge da experiência e aproximação com as pesquisas desenvolvidas pelo Grupo MetrÓpole Fluvial do Laboratório de Projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo coordenado pelo professor Alexandre Delijaicov. Para a presente tese foram adotados os conceitos e referências técnicas desenvolvidos pelo referido grupo de pesquisa, buscando aplicá-los no contexto das bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo. O trabalho visa dar continuidade aos estudos realizados para a dissertação de mestrado "Vitória das águas: proposta de projeto para um hidroanel metropolitano", apresentado no primeiro semestre de 2016 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

O objeto de estudo são as bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo com recortes territoriais nas bacias hidrográficas do Rio Santa Maria da Vitória e do Rio Doce.

O objetivo principal da pesquisa é demonstrar que as hidrovias poderiam ser eixos de desenvolvimento sustentável<sup>1</sup> regional e urbano que estruturariam redes de cidades-porto fluviais e marítimas, organizadas pelas bacias hidrográficas.

As possibilidades de transformação de rios, lagos, canais, reservatórios e trechos da costa litorânea em um sistema integrado de hidrovias fluviais e marítimas visa o desenvolvimento regional e urbano sustentável que permitiria a melhoria das condições ambientais, sociais e econômicas de modo integrado pelas unidades territoriais das bacias hidrográficas.

A proposta de utilização das hidrovias como forma de estruturação e qualificação dos espaços das cidades busca apresentar possibilidades conceituais e técnicas que justifiquem e viabilizem a utilização múltipla das águas, permitindo do

---

<sup>1</sup> O conceito de desenvolvimento sustentável da tese busca se alinhar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU), que visam abordar os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo, compondo uma agenda global para o Desenvolvimento Sustentável - Agenda 2030.

mesmo modo a navegação regional e urbana em hidrovias fluviais e marítimas interligadas em rede. O que se ambiciona é desenvolver o projeto como pesquisa, de modo a discutir a estruturação das cidades a partir das águas, na possibilidade de reconciliação do ambiente urbano existente com o sítio natural transformado, tendo os recursos hídricos como um bem de domínio público.

Desse modo, a hipótese principal da tese é a de utilização múltipla dos recursos hídricos<sup>2</sup> como potenciais elementos de estruturação das cidades. Para atingir a hipótese principal foram definidas as seguintes hipóteses secundárias:

1. A primeira hipótese é a de que as bacias hidrográficas seriam as unidades territoriais estruturadoras de desenvolvimento sustentável regional e urbano. A presente pesquisa considera as bacias como elementos primordiais de planejamento, gestão e projeto. O estudo das bacias hidrográficas visa a incorporar os fundamentos, conceitos e premissas da “Política Nacional de Recursos Hídricos” e busca se integrar às políticas públicas previstas para os sistemas estuarinos e zonas costeiras do Brasil<sup>3</sup>.

2. A segunda hipótese é a de que as hidrovias seriam os principais eixos estruturadores das bacias hidrográficas. A hidrovia organizaria a rede de cidades-porto fluviais que seriam implantadas nos trechos navegáveis das bacias hidrográficas. As hidrovias teriam como componentes principais: os canais navegáveis; os diques longitudinais com os feixes de infraestruturas; as barragens de aproveitamentos múltiplos; as pontes e as orlas fluviais e marítimas.

Os canais navegáveis agregariam outras infraestruturas de múltiplas finalidades, constituindo um feixe que estaria organizado nas margens fluviais. As barragens de aproveitamentos múltiplos seriam as estruturas projetadas transversalmente ao curso dos rios para viabilizar, entre outros propósitos, a navegação, o saneamento ambiental e a produção de energia. As pontes seriam as obras de comunicação terrestre entre as margens dos rios, canais e lagos-canais navegáveis. As margens fluviais e marítimas seriam as faixas de terrenos que acompanhariam as hidrovias, constituídas pelas áreas de preservação ambiental, terrenos agricultáveis e tecidos urbanizados.

3. A terceira hipótese é a de que os portos seriam os polos estruturadores das hidrovias que conformariam uma rede de cidades-porto fluviais e marítimas. As

---

<sup>2</sup> Conforme a “Lei das Águas” ( Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997).

<sup>3</sup> Lei Federal nº 7.661/1988 que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC.

redes de cidades-porto seriam estruturadas por bacia hidrográfica e seu sistema estuarino. Os portos visam estruturar as cidades existentes e fundar novas cidades fluviais e marítimas equilibrando as distâncias entre os núcleos urbanos existentes e projetados.

As principais referências de projeto são: o “Projeto da Cidade-canal Billings-Taiaçupeba” desenvolvido na tese de doutorado de Alexandre Delijaicov, em 2005, que abrange os conceitos de cidade-canal e rede de cidades-portos fluviais estruturada pela hidrovia; e o projeto do “Hidroanel Metropolitano de São Paulo” do Grupo MetrÓpole Fluvial (GMF/FAUUSP), coordenado pelo professor Alexandre Delijaicov, em 2011, abrangendo os conceitos de navegação fluvial urbana, transporte fluvial urbano de cargas públicas e rede de portos fluviais urbanos.

Para a proposta do “Hidroanel Metropolitano de Vitória” são utilizados como referências de projeto para o lugar: o “Projeto de Melhoramentos para Vitória” do engenheiro sanitaria Francisco Saturnino de Brito, de 1896, construído na parte leste da Ilha de Vitória; e o “Projeto da Baía de Vitória” do arquiteto Paulo Mendes da Rocha, de 1993, com estudos voltadas principalmente para as porções sul e noroeste da Ilha de Vitória.

Para a proposta da “Hidrovia do Rio Doce” foi estudado o “Projeto do Sistema de Navegação do Rio Tennessee” , desenvolvido pela Tennessee Valley Authority (TVA), fundada<sup>4</sup> em 1933, que adota o aproveitamento integral da bacia hidrográfica do rio Tennessee estruturado pela implantação da hidrovia regional.

A presente pesquisa busca entender o projeto como o eixo estruturador da produção do conhecimento científico, numa visão de projeto como pesquisa. A metodologia considera o projeto de arquitetura como o motivador das ações iniciais da pesquisa, que se desenvolve pelo diálogo entre o desenho e a leitura, desencadeando os demais processos e atividades.

A metodologia de pesquisa se baseia na revisão bibliográfica como forma de continuidade dos estudos realizados para a dissertação de mestrado "Vitória das águas: proposta de projeto para um hidroanel metropolitano", apresentado no primeiro semestre de 2016 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Foram acrescentadas novas referências bibliográficas, ampliando a discussão da temática das águas da escala da Baía de Vitória para a

---

<sup>4</sup> Ato do Congresso Norte Americano nº 18, de 18 de maio de 1933.

escala integral das bacias hidrográficas. Em conjunto com a revisão bibliográfica foram realizados estudos de projetos referenciais que trabalham a temática das águas relacionadas com o desenho das cidades.

Foram consolidadas as bases documentais e cartográficas em escalas urbanas e regionais para os projetos, a partir de dados digitais de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) obtidos em endereços institucionais, tais como: Agência Nacional de Águas (ANA); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Marinha do Brasil - Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); Ministério dos Transportes, Banco de Informações de Transportes (BIT); e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA-ES). Após a coleta de dados digitais, procedeu-se a construção das bases de trabalho em programas com extensões GIS<sup>5</sup> (programa QGIS) e CAD<sup>6</sup> (programas AutoCAD, AutoCAD Map 3D e AutoCAD Civil 3D). Foram realizadas visitas de campo para reconhecimento dos lugares para o desenvolvimento dos projetos, anotações de campo, constituição de acervo fotográfico próprio e realização de croquis e desenhos.

A metodologia de projeto parte de uma abordagem conceitual para a elaboração dos projetos estruturada a partir das três hipóteses da tese: a bacia hidrográfica como o lugar a ser implantado o projeto; a hidrovia como o programa principal a ser proposto na bacia e os portos como elementos estruturadores da rede de cidades-portos na hidrovia.

A primeira aproximação projetual está na escala da bacia, com a sua caracterização, a identificação dos seus limites e sua rede hidrográfica. A partir do rio principal são traçados o perfil longitudinal natural e as seções transversais ao longo do leito rio com base nas informações topográficas e batimétricas<sup>7</sup> (topobatimétricas). Com a evolução da pesquisa existem aproximações de escala de projeto: para os afluentes dos rios principais, subafluentes dos afluentes e assim sucessivamente. Do mesmo modo, pode-se partir dos subafluentes, afluentes e rio principal para a escala integral da bacia hidrográfica em estudo<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup>GIS, sigla oriunda do inglês que corresponde à Sistema de Informação Geográfica (SIG).

<sup>6</sup>CAD - Computer Aided Design. Desenho Assistido por Computador (tradução nossa).

<sup>7</sup> Batimetria é a ciência que determina e interpreta as profundidades e a topografia dos oceanos, lagos e rios. (IBGE, 1993, p.53).

<sup>8</sup> Os níveis de classificação dos corpos hídricos podem ser definidos conforme a Classificação Otto-Pfafstetter, que podem ser acessados no catálogo de metadados da Agência Nacional de Águas (ANA).

A segunda aproximação se dá pelo estudo dos trechos em que poderiam ser viáveis a implantação de uma hidrovia. Definidos os trechos potencialmente navegáveis são traçadas as linhas de navegação. A partir da análise da condição topobatimétrica e de parâmetros técnicos para a navegação são definidos os níveis das lâminas de água navegáveis, as profundidades e demais características a serem adotadas na hidrovia. Quando possível são constituídos represamentos dos fluxos hídricos com barragens de aproveitamentos múltiplos.

A terceira aproximação ocorre com a definição da localização dos portos na hidrovia, de modo a estruturar as cidades fluviais existentes e fundar novas cidades-porto fluviais ao longo das margens.

As estratégias de projeto adotadas pela pesquisa são experimentadas em três estudos de caso da tese: a Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, para uma bacia hidrográfica de domínio estadual; o Hidroanel Metropolitano de Vitória, para o sistema estuarino da Baía de Vitória; e a Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, para uma bacia de rio de domínio da União.

O trabalho se organiza em 6 partes: 1) Introdução; 2) Referências de Projeto; 3) Hidrovia do Rio Santa Maria da Vitória; 4) Hidroanel Metropolitano de Vitória; 5) Hidrovia do Rio Doce e 6) Conclusão.

A 1ª parte é a Introdução, que apresenta a estrutura do trabalho e as hipóteses da tese. Além de apresentar o trabalho, essa parte tem como objetivo introduzir as temáticas das águas como potenciais estruturadoras da ocupação urbana nas cidades, das bacias hidrográficas como possíveis unidades territoriais de desenvolvimento sustentável e das aproximações das escalas de projeto, desde as regiões hidrográficas brasileiras até as áreas de estudo definidas pelas bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo.

2ª parte consiste no Capítulo 1, onde estão organizadas as principais referências de projeto para o desenvolvimento da pesquisa. Optou-se por destacá-las no início do trabalho, pois são as bases conceituais e técnicas que amparam o desenvolvimento das propostas projetuais que seguem apresentadas nos capítulos posteriores.

Os capítulos subsequentes apresentam os três estudos de projeto desenvolvidos na tese, como forma demonstração projetual das hipóteses. O Capítulo 2 apresenta a proposta de projeto para a Hidrovia do Rio Santa Maria da Vitória. A área de implantação da hidrovia é uma bacia hidrográfica que possui os

limites da sua unidade espacial inteiramente no Espírito Santo e sua localização na porção central do Estado. Os contornos da bacia abrangem parcialmente a Região Metropolitana de Vitória, com uma população de aproximadamente 2 milhões de habitantes<sup>9</sup>, que representa 48% da população estadual, que demandam os recursos hídricos da bacia. Desse modo, a escolha da bacia para o estudo de projeto se dá pela importância e localização estratégica da bacia e da foz do rio principal na Baía de Vitória, o que possibilita em termos de projeto a integração das propostas de projeto da hidrovía fluvial com a do sistema de navegação fluviomarítimo do Hidroanel Metropolitano de Vitória.

O Capítulo 3 apresenta a proposta para o Hidroanel Metropolitano de Vitória que aplica as estratégias de projeto na escala urbana da metrópole. O projeto para o Anel Hidroviário de Vitória é uma continuidade da proposta apresentada na dissertação de mestrado em 2016. A navegação na Baía de Vitória é a possibilidade de circunavegação da Ilha de Vitória em uma condição preexistente, no qual o estudo visa complementar a rede de canais navegáveis e organizar uma rede de portos e travessias que fazem a interligação das margens e a integração das cidades da metrópole.

O Capítulo 4 apresenta a proposta para a Hidrovía do Rio Doce que aplica as estratégias de projeto em uma bacia de escala regional, em um rio de domínio da União, com a proposta de um canal navegável pelo rio principal entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A escolha desta bacia se deu pela importância estratégica dos eixos de infraestruturas existentes no Vale do Rio Doce, sendo que a hidrovía poderia agregar em feixe as demais infraestruturas, tais como outros modais de transporte como a Estrada de Ferro Vitória Minas e as rodovias interestaduais que seguem as vertentes do rio. Do mesmo modo, a hidrovía faria a interligação fluvial da Região Metropolitana do Vale do Aço, em Minas Gerais, aos portos da zona costeira do Espírito Santo, desde a cidade de Ipatinga (MG) até o Delta do Rio Doce no oceano Atlântico.

Na Conclusão é feito o fechamento da tese com os resultados obtidos pela pesquisa e a indicação de possíveis desdobramentos para o trabalho.

---

<sup>9</sup> (IBGE, 2020).

Aproveita-se essa Introdução para abordar brevemente o processo de ocupação das cidades brasileiras pelas águas, ressaltando a importância de se discutir a possibilidade de as bacias hidrográficas serem consideradas unidades territoriais de desenvolvimento sustentável nas escalas regional e urbana. Para tais aproximações textuais foram desenvolvidos os itens: “A ocupação das cidades brasileiras pelas águas” e a “As bacias hidrográficas como unidades territoriais de desenvolvimento sustentável”.

## A OCUPAÇÃO DAS CIDADES BRASILEIRAS PELAS ÁGUAS

As cidades de colonização portuguesa foram constituídas como uma pequena feitoria, ponto de apoio ao reconhecimento do extenso litoral do Atlântico Sul. Foram também fundadas a partir de portos primitivos, criados como postos marítimos intermediários para respaldar o comércio e o domínio das terras conquistadas. Não há como se ignorar a marca do passado na origem das cidades brasileiras. Algumas aglomerações mais antigas confirmam que, em trechos da extensa costa marítima do Brasil, foram eleitos endereços notáveis, destacados na geografia costeira. Os primeiros estabelecimentos humanos da colonização portuguesa foram fundados de acordo com as possibilidades de abrigo para os navegantes, de ligações do litoral para o interior do continente e de facilidades de proteção das terras dos interesses territoriais em disputa com espanhóis, franceses e holandeses.

O mapa do Brasil revela, ainda, um desequilíbrio notável entre o litoral e o seu interior. As aglomerações urbanas, de certo modo, concentram-se, em grande medida, ao longo da costa marítima (MARX,1980). É como se a rede de núcleos urbanos fosse se esgarçando a partir do oceano por terra adentro. Então, os nós dessa rede, as cidades, vão se afastando entre si – transversalmente – da praia para o interior. Longitudinalmente, seguindo a extensa costa marítima do Atlântico, as cidades se aglutinam em certas regiões, modulam o litoral de acordo com os abrigos aos navegantes e a possibilidade estratégica de proteção das terras interiores. Nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil estão as maiores e mais densas cidades brasileiras, quase confirmando a norma de se localizarem à beira-mar ou perto dele<sup>10</sup>.

A localização das cidades foi definida pela escolha do sítio natural para os primeiros estabelecimentos de ocupação colonial – a escolha das localizações define os elementos pioneiros da arquitetura das cidades. Os entrepostos coloniais estavam conformados e voltados para o mar, com a finalidade de ser uma ligação aquática direta com a metrópole lusitana. Portanto, a primeira condição para situar o que viria ser um povoado era essencialmente a condição de implantação de um porto. A segunda condição era a de defesa dos estabelecimentos fundados, que

---

<sup>10</sup> De norte a sul do Brasil, as cidades à beira-mar foram sendo fundadas a partir dos portos: Macapá, Belém, São Luís, Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Aracaju, Salvador, Vitória, Rio de Janeiro, Santos, Paranaguá, Florianópolis e Porto Alegre. A exceção de Santos (São Paulo) e Paranaguá (Curitiba), todas as demais cidades localizadas à beira-mar se tornaram capitais dos seus respectivos estados.



impôs a determinados endereços geográficos a serem ocupados a premissa de que o porto precisaria estar seguro – em muitos casos ladeado por uma elevação ou se situar numa ilha – sítios abrigados pela topografia ou pelas águas.

Assim como em Salvador e o Rio de Janeiro, a cidade de Vitória foi precedida por um assentamento próximo e pioneiro, fundado em 1535 com o nome de Vila Velha<sup>11</sup>. Segue a descrição do endereço de fundação da capitania do Espírito Santo que estava localizado nos “terrenos baixos, ao fundo de uma enseada, bem junto ao Monte Moreno, à esquerda da entrada de uma Baía – que julgaram ser um rio”<sup>12</sup>.

Em 1551, é transferida a sede da capitania do Espírito Santo para a Ilha de Santo Antônio – atual Ilha de Vitória – buscando-se uma defesa mais fácil em relação aos ataques dos indígenas nativos da terra e às incursões de outros invasores estrangeiros, desse modo, numa ilha, acreditava-se que a sede colonial ficaria mais protegida pelas águas circundantes da ilha e mais bem localizada ao fundo do canal da Baía de Vitória (OLIVEIRA, 2008).

---

<sup>11</sup> A presença clássica da cidade velha ao lado de certos centros urbanos de origem colonial é persistente testemunho dessa atitude tateante e pendulária dos portugueses (HOLANDA, 1936).

<sup>12</sup> O terreno do baixio ao fundo de uma enseada é a atualmente denominada “Praia de Vila Velha”, abrigada entre o Morro do Convento de Nossa Senhora da Penha e o Morro do Cruzeiro, na margem esquerda da entrada da Baía de Vitória para quem acessa por meio da navegação por mar aberto rumo à foz do Rio Santa Maria da Vitória, pela margem direita está a ilha de Vitória que se tornaria a sede da capitania.

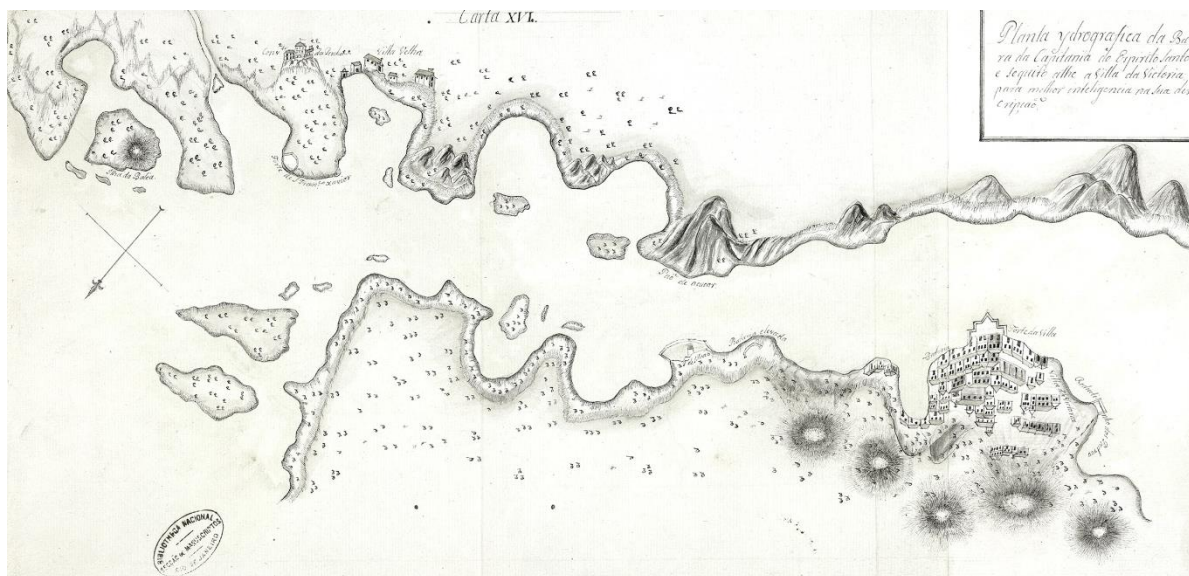


Figura 1: Planta da Baía de Vitória. Entrada do canal à esquerda da imagem. Na parte de cima da imagem está o primeiro endereço de fundação da capitania do Espírito Santo – Vila Velha. Abaixo e à direita da imagem está a nova sede da capitania, Vitória, mais abrigada em relação ao mar. Fonte: Biblioteca Nacional Digital.

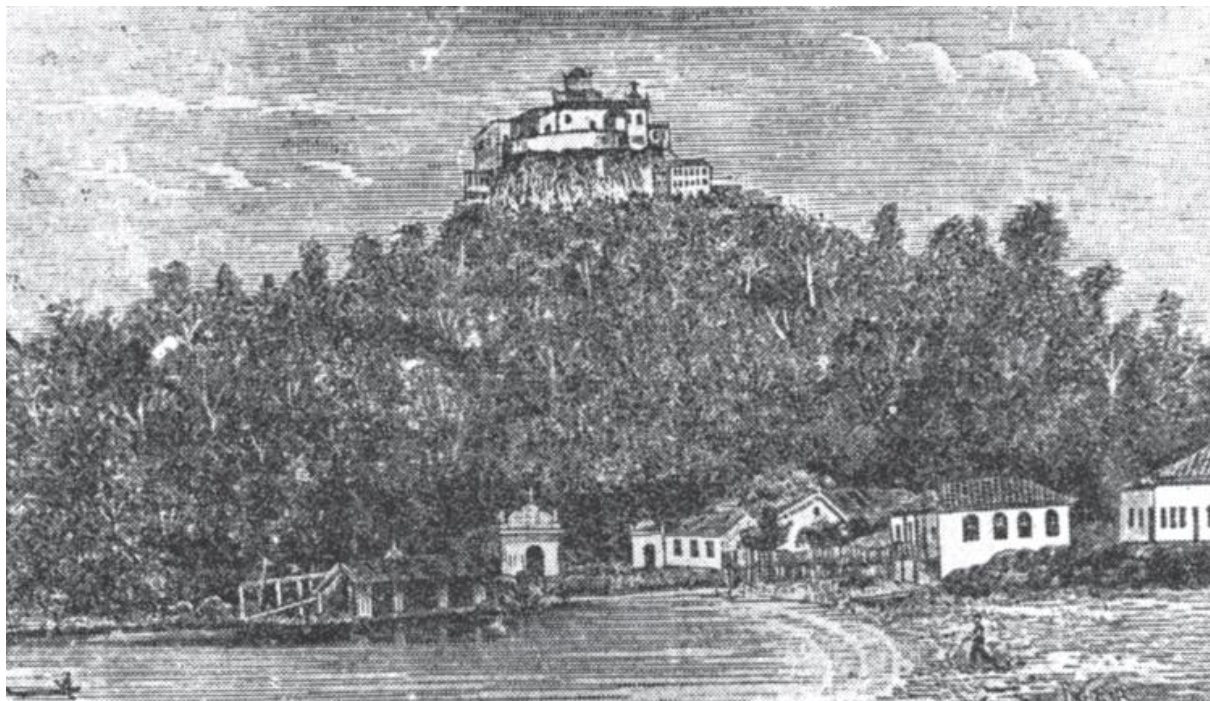


Figura 2: Convento da Penha. Local de fundação da capitania do Espírito Santo, na enseada da Prainha de Vila Velha. Ilustração do livro de Gomes Neto (1888), em xilogravura do atelier artístico de Alfredo Pinheiro. Fonte: ROCHA, L. 2008, p.106.



Figura 3: O Cais das Colunas, na visita dos imperadores a Vitória em 1860. Reconstituição histórica e desenho de Jorge Eduardo. Fonte: ROCHA, L. 2008, p.03.

Terra adentro, não muito longe do litoral, ao longo do tempo, foram ocupadas as áreas de três grandes bacias hidrográficas sul-americanas: a do Paraná, São Francisco e Amazonas. As descobertas de ouro no interior do país – principalmente em Minas Gerais, Goiás e Cuiabá – levaram à configuração de diversos acampamentos de mineradores, que se transfiguraram em assentamentos urbanos no século XVIII (MARX, 1980).

Ademais, ao avanço do desmatamento e ao plantio do café se sucedeu a transformação de entrepostos e estações ferroviárias em povoados dinâmicos nos séculos XIX e XX (MARX, 1980). Por exemplo, São Paulo, devido a esse movimento, tem hoje a maior aglomeração urbana do país, com inúmeros e distantes núcleos da sua rede de cidades que partiram para o interior, seguindo as ferrovias e estradas, que acompanham, por sua vez, as vertentes dos leitos dos rios.

Como São Paulo e sua rede de cidades, muitos núcleos urbanos testemunham um esforço lento e diversificado de interiorização e ocupação. Ora por ações oficiais, no sentido de alargar as fronteiras, ora por expressão de alguma atividade econômica para atender às demandas regionais (MARX, 1980).

O crescimento populacional brasileiro foi acompanhado de mudanças em sua distribuição regional e por um rápido processo de urbanização (BRASIL, 2004). Sendo assim, entre as décadas de 1960 e 1970, a maioria das pessoas passou a viver em domicílios urbanos (IBGE, 1979). Entre 1950 e 2000, o percentual de pessoas vivendo nas cidades (grau de urbanização) subiu de 30% para 80% (BRASIL, 2004). Em 2015, a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD), registrou que 84,72% das pessoas viviam em áreas urbanas e 15,28% estavam em áreas rurais (IBGE, 2015).

No litoral brasileiro, o país conta com importantes regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, a exemplo, de norte para o sul do país: Macapá, Belém, São Luís, Fortaleza, Natal, Vitória, Rio de Janeiro, Vale do Paraíba e Litoral Norte, Baixada Santista, Paranaguá, Florianópolis e Porto Alegre (IBGE, 2020).

Segundo a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU) é importante destacar que a concentração populacional no território brasileiro aconteceu sem o devido crescimento da oferta de infraestrutura física (moradia, saneamento, transporte); social (educação, saúde, lazer); emprego e renda (BRASIL, 2004):

Consideradas as desigualdades regionais na distribuição da população, das atividades econômicas e da rede de cidades e os fortes desníveis sociais no Brasil, a busca de um Projeto de Nação, que combine crescimento econômico com inclusão social, deveria estar baseada em um processo de coesão econômica e social para qual a reconfiguração da rede urbana é fundamental (BRASIL, 2004, P.36).

Deve ser acrescentado, às discussões do desenvolvimento regional e urbano, o componente ambiental, tendo em vista que o espraiamento da destruição dos ecossistemas brasileiros foi justificado pela necessidade de crescimento das áreas requeridas para as atividades econômicas – agricultura, pecuária, mineração e silvicultura. A expansão urbana fez expandir os assentamentos em áreas consideradas impróprias à ocupação humana, causando danos ambientais, diminuindo a salubridade das moradias e aumentando os riscos, principalmente, para as populações mais vulneráveis de se tornarem vítimas de eventos naturais extremos.

Até os anos 1990, segundo a PNDU (2004), as diretrizes de desenvolvimento urbano e regional privilegiaram a concentração de investimentos e esforços de planejamento nas principais regiões metropolitanas instituídas. Nas políticas territoriais de “Eixos de Desenvolvimento”, as preocupações com a desigualdade macrorregional foram redirecionadas, em função da promoção de investimentos em vetores de articulação da economia brasileira com a economia global. São os chamados “Corredores de Exportação”, que ainda são voltados principalmente para os setores do agronegócio e de exploração dos recursos minerais (BRASIL, 2004).

O caráter seletivo dessas políticas aprofundou as desigualdades entre as regiões brasileiras – entre as que recebiam os investimentos e as que ficavam relegadas às iniciativas locais. Cabe à política urbana revelar as cidades como importantes polos estruturadores regionais. Ações governamentais com essas virtudes poderiam promover a reestruturação das cidades existente e a constituição de novos polos urbanos, organizando-as em rede nas regiões, o que tenderiam a fomentar uma forma de desenvolvimento equilibrado e sustentável do país como um todo (BRASIL, 2004).

Estudos promovidos pelo Ministério das Cidades, em 2004, apontavam para hipóteses de reconfiguração da rede urbana existente. Em contraste com a alta concentração populacional nas metrópoles da faixa atlântica, foi proposta a criação de novas centralidades nas regiões com menores densidades populacionais. As novas centralidades regionais reorientariam os fluxos migratórios, de modo a equilibrar o crescimento demográfico das grandes metrópoles com outras regiões. Tais iniciativas tinham como finalidade contribuir para uma melhor distribuição produtiva e populacional do país. As novas centralidades regionais serviriam como centros de produção industrial, promovendo, além do próprio crescimento, o da região (BRASIL, 2004).

Para a integração físico-territorial das regiões, os elementos estruturadores de desenvolvimento de modo sustentado seriam as infraestruturas – principalmente as de transportes – com a distribuição da rede urbana ao longo desses eixos. Tal iniciativa criaria as novas centralidades urbanas, sob influência direta dos sistemas de transporte inter-regionais e intrarregionais, com a concentração de equipamentos como polos de desenvolvimento urbano (BRASIL, 2004).

Nas grandes aglomerações urbanas brasileiras, a população se multiplicou no intervalo de poucas gerações. Nessa transição, uma grande massa populacional sobrevive, até então, nas cidades e no campo, na condição de coadjuvantes, excluídos do acesso ao mínimo que aspiram. Os direitos à terra, à moradia, ao saneamento, ao transporte e ao trabalho são alguns dos temas urgentes a serem enfrentados nas cidades e nas comunidades rurais.

## AS BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADES TERRITORIAIS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A organização político-administrativa do Brasil é definida com base na divisão do território brasileiro em três níveis de unidades territoriais: federal, estadual e municipal, hierarquicamente dependentes e complementares (BRASIL, 1988).

Essa estrutura de unidades territoriais político-administrativas se baseia em critérios históricos, populacionais e econômicos. Outros recortes espaciais para o planejamento e gestão territorial coexistem com as divisões baseadas nos municípios, como é o caso das superintendências regionais, regiões administrativas, as mesorregiões e microrregiões censitárias do IBGE (ANDREOZZI, 2016).

As políticas regionais estão, em grande parte, vinculadas às questões econômicas, que se expressam na ocupação territorial. As informações de demografia e economia se consolidam como aspectos preponderantes nas políticas regionais de planejamento e gestão do território. O que se projeta é a necessidade de se agregar outras variáveis para que as determinações dadas pelas relações de produção sejam complementadas por uma abordagem de desenvolvimento sustentável, que concilie questões ambientais, sociais e econômicos (MARICATO, 2013).

A coincidência entre os limites das regiões e as divisas das unidades políticas, ou o oposto, a completa independência entre “divisão regional” e “divisão política” desvela o debate entre os campos da Geografia Física e da Geografia Humana (IBGE, 1941).

No Brasil, desde sua raiz colonial, o processo de divisão territorial foi arbitrário<sup>13</sup>. De certo modo, tal processo indica uma visão de mundo do homem frente à natureza, aproximando-se ou se distanciando os estabelecimentos humanos da base física que se estabelece<sup>14</sup> (IBGE, 1941):

- Como 1º caso: “Um problema de ordem prática”: estabelecer uma divisão regional para fins administrativos, estatísticos e didáticos;

---

<sup>13</sup> A primeira divisão territorial e administrativa implantada pelos portugueses na América ocorreu em 1534. Consistia no traçado de linhas paralelas - conforme as latitudes - que dividiam o litoral em 15 parcelas de terras denominadas capitânicas hereditárias - as divisões partiam do litoral até a linha imaginária de Tordesilhas no interior do Brasil.

<sup>14</sup> Conforme artigo: “Divisão Regional do Brasil”. Prof. Fábio M. S. Guimarães (IBGE, 1941). Revista Brasileira de Geografia (RBG), nº 2, p.317-373.

- Como 2º caso: “Um problema de ordem científica”: definir os “quadros naturais” que compõem o país.

Para o Brasil, se estabeleceu um viés prático na divisão político-administrativa do país, que se expressa – em grande parte – de modo que as regiões naturais não coincidem com as unidades políticas – isoladas ou agrupadas, em cidades ou em regiões. As divisões regionais devem ter a virtude de expressar uma “visão sintética das realidades de um dado território” e de atender as necessidades administrativas que exigem desse agrupamento a identidade dos problemas que afetam os entes federativos. As secas, as enchentes, a fome, a pobreza têm, em certa medida, uma relação de causa e efeito entre fatores naturais e humanos (IBGE,1941).

E se sobrepuséssemos os limites das unidades geográficas aos limites das unidades administrativas? Alguns autores que tratam da questão regional defendem que a divisão política ideal é a que se aproxima, o máximo possível, da divisão em regiões naturais, a exemplo do geógrafo Élisée Reclus<sup>15</sup> que lançou bases para a divisão regional do Brasil a partir da sobreposição das características naturais e humanas do território brasileiro.

#### Política Nacional de Recursos Hídricos

Com a promulgação da “Lei das Águas”<sup>16</sup> são lançadas as bases fundamentais que definem a bacia hidrográfica como a unidade territorial referencial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e para atuação no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINRH)<sup>17</sup>, tornando-se importante instrumento de planejamento e gestão regional e urbana. A gestão dos recursos hídricos visa a proporcionar o uso múltiplo das águas, tendo a água como bem de domínio público, e considera a água como recurso natural limitado dotado de valor econômico (BRASIL, 1997).

Para a definição do conceito de bacia hidrográfica, usa-se, por princípio, considerá-la um sistema espacial geograficamente definido pela área de captação da água precipitada da atmosfera, demarcada por divisores de água, onde o

---

<sup>15</sup> Estudado no campo da geografia crítica, o trabalho de Reclus se baseia no método descritivo, no qual procura não fazer nenhum tipo de oposição das características físicas e naturais com as humanas e sociais, diferindo do pensamento dos geógrafos de sua época. Em uma de suas obras escreveu especificamente sobre o país “Estados Unidos do Brasil: geografia, etnografia e estatística”. Rio de Janeiro, 1900.

<sup>16</sup> A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, denominada “Lei das Águas”, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos,

<sup>17</sup> Ver informações no “Portal do SINRH”, no endereço eletrônico < <https://www.snirh.gov.br/>>.



conjunto de terras drenadas flui para um curso d'água principal, antes que toda a vazão conflua para uma saída, a foz (MAGALHÃES JÚNIOR; BARROS, 2020).

Os objetivos da política são: (I) garantia de disponibilidade de água com padrões de qualidade adequados aos seus usos; (II) utilização racional, integrada e sustentável dos recursos hídricos, enfatizando a importância do transporte aquaviário; (III) preservação e defesa contra desastres e eventos críticos relacionados com as águas – tanto de origem natural quanto do seu uso inadequado; (IV) incentivo e promoção do melhor aproveitamento de águas das chuvas (BRASIL,1997).

Destaca-se, dentre as diretrizes, a articulação do planejamento dos recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional e estadual, bem como a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Ao se considerar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão, se faz necessário um arranjo institucional próprio, com o envolvimento da União, Estados e Municípios. O ciclo hidrológico, nas bacias, segue uma lógica distinta do ordenamento político-administrativo instituído (BRASIL, 2006).

Para promover a articulação do planejamento de recursos hídricos nos três entes da federação, foram criados os Conselhos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos, assim como, os Comitês de Bacia Hidrográfica. Os comitês são as instâncias político-administrativas que dispõem dos instrumentos de planejamento e gestão dos recursos hídricos relacionados à bacia hidrográfica, estando sob a sua responsabilidade direta os Planos de Recursos Hídricos e o Enquadramento dos Corpos Hídricos, sendo organizações ativas no ordenamento territorial, à proporção que definem, em caráter participativo, as regras de uso, outorga e cobrança pelos usos consuntivos das águas (BRASIL,1997). A esse respeito, Maricato (2013) coloca:

As bacias e microbacias hidrográficas são unidades obrigatórias para a abordagem do planejamento urbano, na medida em que o destino do esgoto e do lixo sólido, para citar apenas dois resíduos de aglomerações urbanas, interfere, praticamente, na vida de todos os usuários da mesma bacia (MARICATO, 2013, p.79).

A bacia hidrográfica é o lugar onde se realiza a sobrevivência humana – mesmo os nômades se deslocam de bacia para bacia. Desse modo, a bacia hidrográfica é a unidade territorial mais efetiva de planejamento, gestão e intervenção – na busca para a melhoria da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável (ANDREOZZI, 2016).

### Divisão Hidrográfica Nacional

No ano de 2021, um importante avanço de cooperação entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) se estabeleceu. Foram adotados procedimentos metodológicos comuns para a elaboração da “Base de Dados Hidrográficos do Brasil – BHB250” e da “Base da Divisão Hidrográfica Nacional – DHN250” que, em conjunto e de modo sistemático, apresentarão os recortes hidrográficos do Brasil. De modo integrado, serão incorporados ao “Quadro Geográfico de Referência” do IBGE – para a produção, análise e disseminação de estatísticas – os dados e informações dos aspectos ambientais, sociais e econômicos adequados aos recortes geográficos da ANA – de modo a consolidar numa mesma base dados de informações de ordem física e humana para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos (IBGE; ANA, 2021).

A resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional – DHN em 12 regiões hidrográficas: 1) Amazônica; 2) Tocantins-Araguaia; 3) Atlântico Nordeste Ocidental; 4) Parnaíba; 5) Atlântico Nordeste Oriental; 6) São Francisco; 7) Atlântico Leste; 8) Atlântico Sudeste; 9) Atlântico Sul; 10) Uruguai; 11) Paraná; 12) Paraguai. (Mapa 2: Regiões Hidrográficas do Brasil).

A divisão tem como premissa considerar como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias, ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos (ANA, 2015).

As bacias hidrográficas do Estado do Espírito Santo, que serão trabalhadas na presente tese, estão incorporadas na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste (Mapa 3). Essa região hidrográfica ocupa 2,5% do território nacional e abrange cinco estados: Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná.

Apresenta alta diversidade de atividades econômicas e significativo parque industrial, constituindo-se em uma das regiões mais economicamente desenvolvidas do país. É a segunda região hidrográfica mais populosa, com aproximadamente 28 milhões de habitantes (28.363.000 habitantes – IBGE 2010). Está inserida quase que completamente na região sudeste do país, com apenas uma parte ao sul, no estado do Paraná, nas cabeceiras (nascentes) da Bacia do Ribeira do Iguape.

A região hidrográfica é formada pelas bacias hidrográficas que desaguam no litoral sudeste brasileiro – do norte do Espírito Santo ao norte do Paraná. E está dividida em cinco unidades hidrográficas: (1) Doce; (2) Litorânea RJ-ES, (3) Litorânea SP-RJ, (4) Paraíba do Sul, e (5) Ribeira de Iguape. (Mapa 3: Região Hidrográfica Atlântico Sudeste).

Os rios que compõem as unidades hidrográficas possuem suas vertentes para o Oceano Atlântico, tendo extensões diversificadas. Os principais rios de cada unidade hidrográfica são: Rio Doce; Rio Paraíba do Sul e Rio Ribeira de Iguape. Essa região hidrográfica possui 214.629 Km<sup>2</sup> de área, abrangendo 595 municípios (9,36% dos municípios brasileiros). A população total da região hidrográfica é em sua maior parte urbana (92% de seus habitantes) e a densidade demográfica é de 131,6 habitantes/Km<sup>2</sup>, seis vezes maior que a média brasileira (22,4 habitantes/Km<sup>2</sup>.) (ANA, 2015).

Os principais rios do Espírito Santo correm de oeste para leste. Como o Estado é estreito nessa direção, os rios maiores nascem em Minas Gerais, atravessam os terrenos do Espírito Santo para desembocar no oceano. De norte para o sul as principais bacias hidrográficas são: (1) Rio Itaúnas, (2) Rio São Mateus, (3) Rio Doce, (4) Rio Riacho, (5) Rio Reis Magos, (6) Rio Santa Maria da Vitória, (7) Rio Jucu, (8) Rio Guarapari, (9) Rio Benevente, (10) Rio Novo, (11) Rio Itapemirim, (12) Rio Itabapoana. (Mapa 4: Bacias Hidrográficas do Espírito Santo).

## GEOGRAFIA DO ESPÍRITO SANTO

O Estado do Espírito Santo é configurado por um território estreito no sentido de leste a oeste e possui uma faixa costeira contínua no sentido norte-sul. “Ao invés de um longo rio paralelo ao litoral e cuja bacia abrange quase toda a serra fluminense com exceção de uma estreita nesga pertencente ao Itabapoana, caracteriza-se o Espírito Santo por ter o eixo dos seus rios transversal à linha da costa, desde o limite Estado do Rio aos da Bahia” (MORAES, 1974, p. 35).

O Rio Doce marca fisiograficamente o Estado em duas partes de ordens de grandeza semelhantes: ao sul e ao norte do rio. Ao sul há um grande maciço montanhoso, contraforte da Serra da Mantiqueira, cercado por estreita faixa de terras baixas; deste maciço descem as águas para o norte, sul e oeste, formando todos os rios da região. Nele está um dos pontos mais altos do país, o Pico da Bandeira.

As elevações ao encontrarem a fossa do Vale do Rio Doce diminuem subitamente os relevos montanhosos de rochas cristalinas e se expandem os tabuleiros. Ao norte do rio a topografia ondulada uniformemente se estende até chegar ao estado de Minas Gerais. Com essa descrição Cícero Moraes (1974) define duas serras: ao sul, o sistema da Serra do Caparaó, ao norte, sistema da Serra dos Aimorés, que cortam transversalmente o território do Espírito Santo de oeste para leste e terminam próximo à costa.

Ab’Saber em seu livro *Brasil: Paisagens de Exceção* realiza uma setorização do litoral brasileiro, identificando três setores no litoral do Estado do Espírito Santo:

### 1. Delta do Rio Doce e Planície Costeira Alargada Regional

Retroterra marcada por uma linha de costa interiorizada, bem marcada. Pequenas lagoas costeiras, descontínuas na retroterra de restingas e na base da costa interiorizada. Notáveis lagoas de terra firme, perpendiculares à margem esquerda do Baixo Rio Doce (AB’SABER, 2007, p.103)

### 2. Litoral de Vitória

Interrupção brusca do litoral retilinizado, deposto ao sul do delta do Rio Doce. Ilha do Espírito Santo, semi-isolada por manguezais interiores e encravada por entre pontões rochosos (penedo) e morros arredondados (outrora marcados por densas florestas). Caneluras das vertentes do Penedo, com ranhura de abrasão, de até 3m de amplitude (AB’SABER, 2007, P.103).

### 3.Litoral Sul Espírito-santense

Com tabuleiros embutidos, passando a planície, e estreita faixa de restingas. Vales de pequenos rios provenientes da Serra do Mar e seus largos esporões. Linha de costa norte-sul com sinuosidades menores até São João da Barra (AB'SABER, 2007, P.103).

Segundo o estudo do IBGE (1958), o tipo de floresta dominante no litoral leste é o da mata atlântica de caráter higrófilo, de grande exuberância tropical e diversidade, rica de espécies epífitas e lianas, fetos arborescentes e palmeiras. A mata atlântica no Espírito Santo é composta pela floresta ombrófila densa, floresta estacional semidecidual e formações pioneiras: brejos, restingas e mangues (CAMPANILI, PROCHNOW, 2006).

O Estado foi uma área densamente coberta por vegetação, dos 45.597 Km<sup>2</sup>, dos quais 38.050 Km<sup>2</sup> estavam sob matas e o restante era ocupado por restingas, mangues, lagoas e campos de inundação fluviais, campos naturais (MORAES, 1974, p.125). As ações antrópicas associadas a uma agricultura e a uma pecuária primitivas sobre os ecossistemas litorâneos reduziram muito esta faixa. Mosaicos ainda consideráveis desta vegetação podem ser, no entanto, encontrados em trechos do litoral norte do Espírito Santo e sul da Bahia.

# AMÉRICA HIDROGRAFIA

LEGENDA:

## REGIÕES HIDROGRÁFICAS AMÉRICA DO SUL

- 0 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TITICACA
- 1 REGIÃO HIDROGRÁFICA COSTEIRA DO PACÍFICO
- 2 BACIA HIDROGRÁFICA DO ORINOCO
- 3 REGIÃO HIDROGRÁFICA COSTEIRA DO ATLÂNTICO NORTE
- 4 BACIA HIDROGRÁFICA DO AMAZONAS
- 5 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MARAJÓ
- 6 BACIA HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS
- 7 REGIÃO HIDROGRÁFICA COSTEIRA DO ATLÂNTICO SUL
- 8 BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANÁ
- 9 REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS PAMPAS

## CANAIS

- I HIDROVIA NORTE - SUL (ORIAMAPLA)
- II CANAL NICARÁGUA
- III CANAL PANAMÁ
- IV INTERLIGAÇÃO TIETÊ - PARAÍBA DO SUL



Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.  
Dados: Base cartográfica Agência Nacional de Águas.

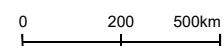
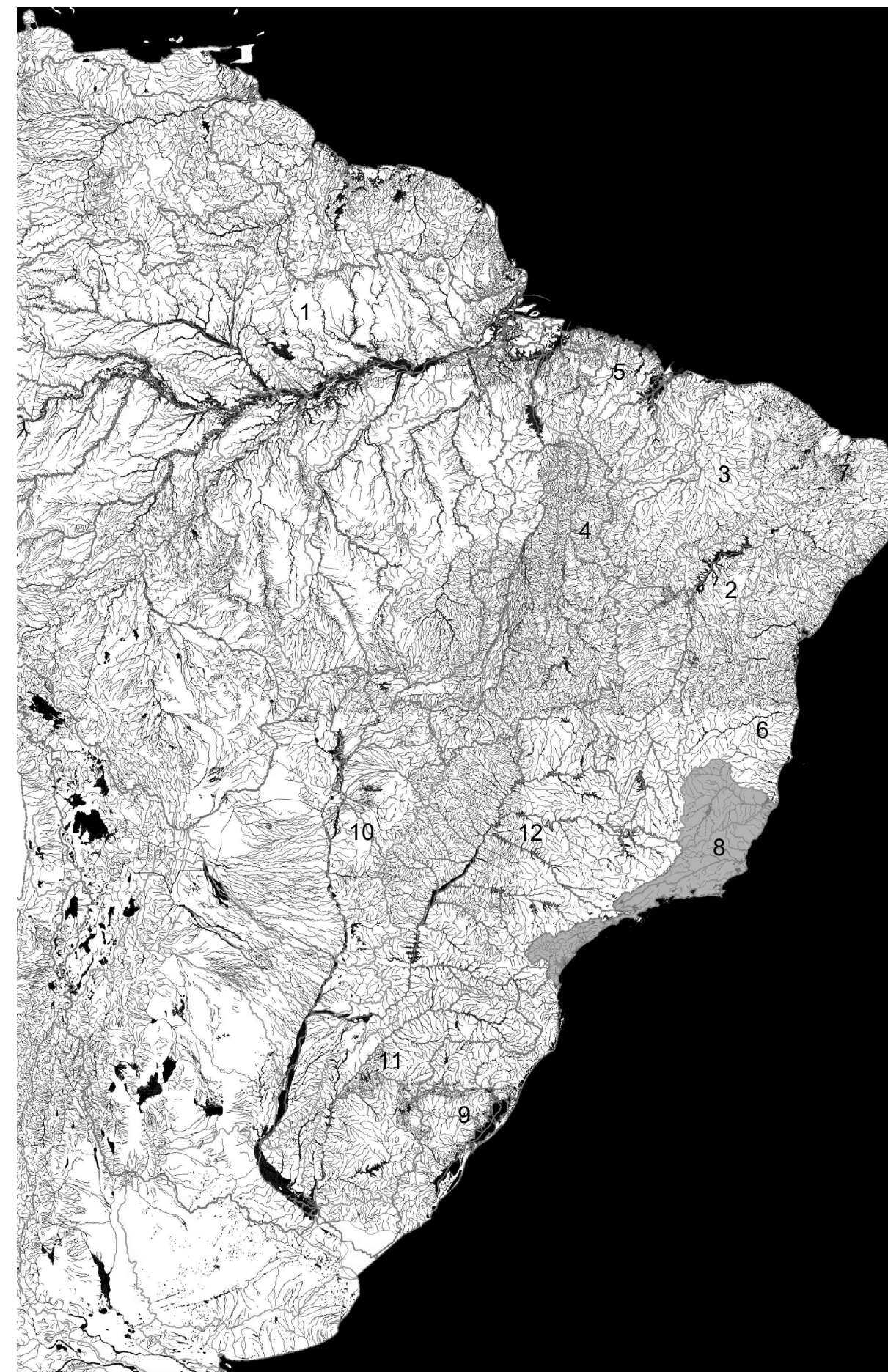


# BRASIL HIDROGRAFIA

LEGENDA:

## REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO BRASIL

- 1 AMAZÔNICA
- 2 SÃO FRANCISCO
- 3 PARNAÍBA
- 4 TOCANTINS - ARAGUAIA
- 5 ATLÂNTICO NORDESTE OCIDENTAL
- 6 ATLÂNTICO LESTE
- 7 ATLÂNTICO NORDESTE ORIENTAL
- 8 ATLÂNTICO SUDESTE
- 9 ATLÂNTICO SUL
- 10 PARAGUAI
- 11 URUGUAI
- 12 PARANÁ



Fonte: Base cartográfica digital.  
Dados: Base cartográfica Agência Nacional de Águas.

# REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO SUDESTE

LEGENDA:

HIDROGRAFIA

- 1 RIO DOCE
- 2 RIO PARAÍBA DO SUL
- 3 RIO RIBEIRA DE IGUAPE



Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.



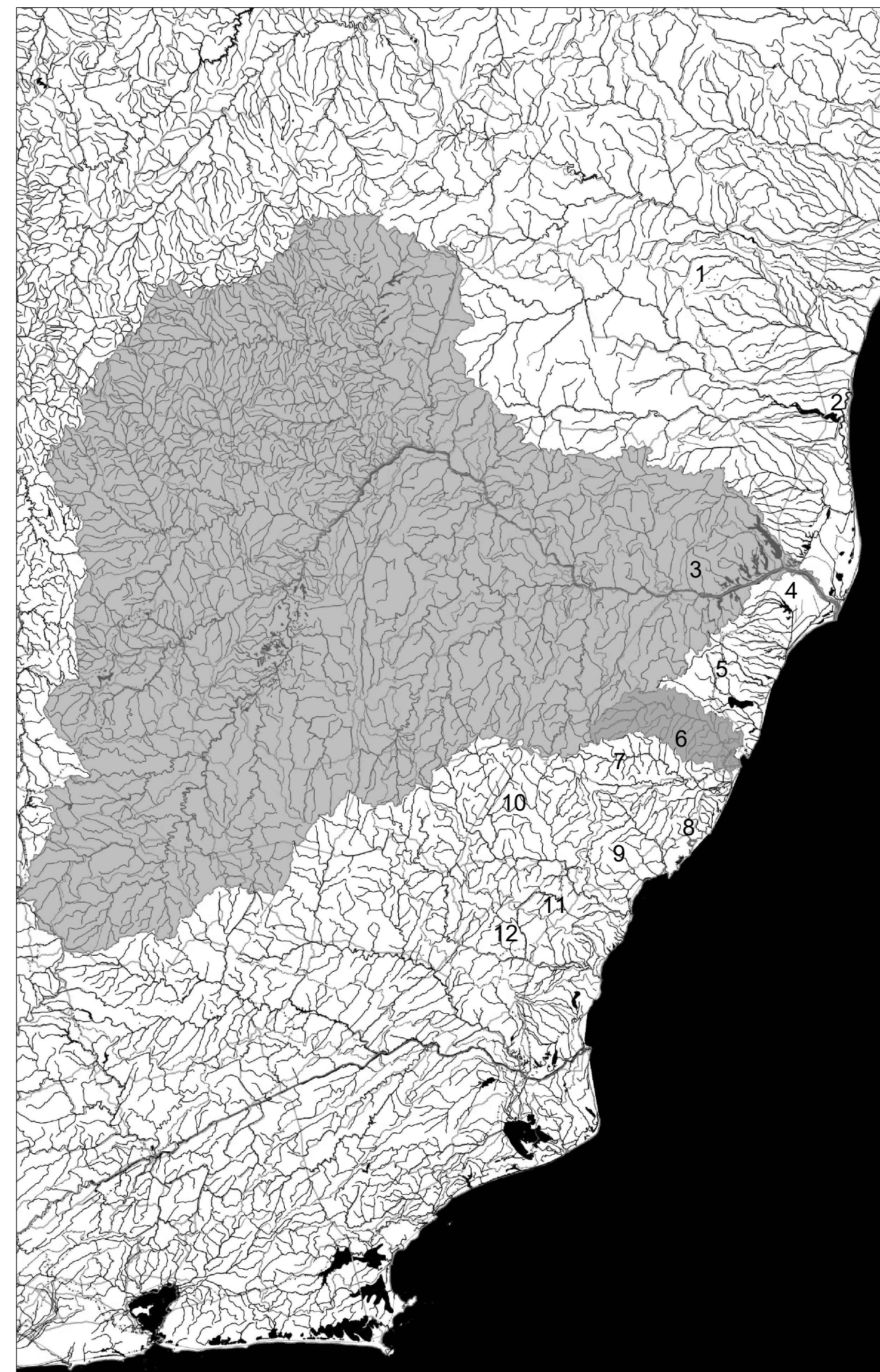


# ESPÍRITO SANTO

LEGENDA:

## BACIAS HIDROGRÁFICAS

- |    |                            |
|----|----------------------------|
| 1  | RIO ITAÚNAS                |
| 2  | RIO SÃO MATEUS             |
| 3  | RIO DOCE                   |
| 4  | RIO RIACHO                 |
| 5  | RIO REIS MAGOS             |
| 6  | RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA |
| 7  | RIO JUCU                   |
| 8  | RIO GUARAPARI              |
| 9  | RIO BENEVENTE              |
| 10 | RIO NOVO                   |
| 11 | RIO ITAPEMIRIM             |
| 12 | RIO ITABAPOANA             |





## **CAPÍTULO**

### **1. REFERÊNCIAS DE PROJETO**

O capítulo 1 é composto pelas principais referências de projeto utilizadas na pesquisa, sendo as bases técnico-conceituais primordiais no desenvolvimento dos estudos de projeto dos capítulos subsequentes.

As pesquisas do professor Alexandre Delijaicov e do Grupo de Pesquisa Metrópole Fluvial são as principais referências de projeto que ampararam os três estudos de projeto desenvolvidos na tese. Os conceitos de cidade-canal e rede de cidades-portos fluviais foram desenvolvidos por Delijaicov (2005) na sua tese de doutorado no Projeto da Cidade-canal Billings-Taiaçupeba. Os conceitos desenvolvidos para a cidade-canal Billings-Taiaçupeba foram aplicados nas bacias hidrográficas do Rio Santa Maria da Vitória e Rio Doce, como forma de experimentar os conceitos nas distintas escalas das bacias (urbana e regional) e com diferentes condicionantes do lugar. Foi necessário fazer a transposi o das ideias de projeto da condi o fluvial de uma hidrovias implantada nas cabeceiras do Rio Tietê para bacias hidrográficas litorâneas, com as vertentes diretas para o oceano e estabelecidas principalmente no baixo curso dos rios, sob grande influência dos fatores marítimos nos sistemas estuarinos. Os estudos para o Hidroanel Metropolitano de São Paulo, desenvolvidos por Delijaicov (2011) e o Grupo Metrópole Fluvial, ampararam os estudos de projeto para a condi o insular de Vitória. O anel hidroviário proposto para o canal fluviomarítimo da Ba ia de Vitória parte de uma condi o natural praticamente pronta, uma ilha que potencialmente pode ser circum-navegada por um percurso que acompanha as margens existentes. O Hidroanel Metropolitano de Vitória parte da premissa de que a navega o existente pode ser potencializada e deve ser estruturada por um eixo longitudinal de navega o, em paralelo às margens, e complementada pelas travessias aquáticas, transversais ao canal fluviomarítimo da Ba ia de Vitória, entre os portos projetados na ilha e no continente.

O Projeto de Melhoramentos para Vitória (1896), de Francisco Rodrigues Saturnino de Brito, representa um projeto para o lugar com solu es urbanísticas e de engenharia sanitária de grande importância para a cidade de Vitória executadas na porão leste da ilha de Vitória. A pesquisa parte do estudo do projeto original desenvolvido no final do século XIX, sendo estudadas as solu es adotadas no que tange as infraestruturas hidráulicas e o traçado urbanístico proposto, verificando as transforma es empreendidas ao longo do tempo. A proposta de projeto para o lugar da presente tese busca ressignificar o traçado urbano existente e os

componentes hidráulicos construídos a partir de canais de aproveitamentos múltiplos<sup>18</sup>. A exemplo da Avenida Norte-Sul, eixo urbanístico e de infraestruturas que organiza o projeto de Saturnino de Brito, é transformada no Canal Norte-Sul, via aquática projetada com múltiplas finalidades que liga de mar a mar as porções norte e sul da ilha de Vitória. Idéias de projeto como a de “lavagem fluxível dos canais”<sup>19</sup>, aplicada posteriormente à proposta de 1896 por Saturnino de Brito na cidade de Santos/SP, é testada nas condições de Vitória – ampliando o conceito original para as possibilidades de navegação, drenagem urbana e geração de energia pelos desníveis e fluxos das marés. As soluções técnicas adotadas foram utilizadas principalmente no projeto do Hidroanel Metropolitano de Vitória, com escala urbana compatível com as intervenções de Saturnino de Brito.

O Projeto para a Baía de Vitória (1993), do arquiteto Paulo Mendes da Rocha representa um estudo na escala da cidade de Vitória que apresenta ideias de projeto para as condições de Vitória: ilha, porto e cidade. São propostos múltiplos usos expressos através de edifícios e infraestruturas para as três orlas da Ilha de Vitória, caracterizada pela predominância das instalações portuárias, as áreas de manguezal e os espaços aquáticos que se abrem para o oceano. Para se citar um exemplo da proposta de 1993 ressignificada para o projeto da tese, na orla noroeste da ilha, local onde predominam os manguezais foram propostas fazendas marítimas flutuantes com o objetivo do desenvolvimento de cultivos marinhos – sob uma perspectiva de que tais recursos da natureza poderiam ser potencializados a partir da técnica<sup>20</sup>. As ideias de projeto estudadas foram aplicadas, principalmente, no projeto do Hidroanel Metropolitano de Vitória, mais especificamente na Orla Noroeste da Ilha de Vitória, que concentra as principais áreas de manguezal formados pelo deságue do Rio Santa Maria da Vitória na Baía de Vitória.

---

<sup>18</sup> Os “canais de aproveitamentos múltiplos” seriam infraestruturas hidráulicas de múltiplas finalidades, tais como de: saneamento ambiental, navegação e produção de energia gerada pelos desníveis hídricos ao longo de sua extensão ou nas embocaduras pelo efeito das variações das marés.

<sup>19</sup> Segundo BRITO (1943), “para a conservação sanitária dos canais de Santos é indispensável o prolongamento de mar a mar, conforme o projeto da Comissão. É preciso que as águas se renovem, por ocasião das grandes marés, no fluxo e refluxo, do contrário a obra ficaria defeituosa” (BRITO, F. R. S. de. Projetos e Relatórios – Saneamento de Santos. Obras Completas de Saturnino de Brito. v. VII. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943, p.15).

<sup>20</sup> A aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais em meio aquático, pode ser em águas continental ou marinha. Pode ser compreendida como a produção de pescados (peixes, moluscos, algas, camarões e outros) em cativeiro. O cultivo e a criação de organismos aquáticos ocorrem em fazendas cujo meio de produção é a água (INCAPER-ES, 2022).

O Sistema de Navegação do Rio Tennessee, desenvolvido a partir de 1933 pela Autoridade do Vale do Tennessee (TVA), representa a base de estudo para as soluções técnicas adotadas para a viabilização de uma hidrovia constituída por uma sucessão de lagos formados por barragens de aproveitamentos múltiplos. Os estudos desse projeto permitiu a experimentação técnica das soluções adotadas em uma bacia de escala regional, como a do Rio Doce, e uma bacia hidrográfica de menor escala, a do Rio Santa Maria da Vitória. Em ambos os casos foram incorporados os conceitos do TVA para o aproveitamento integral da bacia através do projeto de barragens de aproveitamentos múltiplos, que além de viabilizar a navegação possibilitariam a produção de energia elétrica, abastecimento de água, defesa contra inundações e outros requisitos do saneamento ambiental sobre a utilização racional das dos recursos hídricos.

Os estudos do conjunto de referenciais de projeto são apresentados como os subcapítulos: 1.1. Projeto da Cidade-canal Billings-Taiaçupeba, (DELIJAICOV, 2005); 1.2. Projeto do Hidroanel Metropolitano de São Paulo (DELIJAICOV, 2011); 1.3. Projeto de Melhoramentos para Vitória (BRITO,1943); 1.4. Projeto da Baía de Vitória (ROCHA, 2006 e 2012); e 1.5. Projeto do Sistema de Navegação do Rio Tennessee (TVA, 1964).

### **1.1.PROJETO DA CIDADE-CANAL BILLINGS TAIACUPEBA**

Importante referencial da pesquisa, o projeto da cidade-canal Billings-Taiacupeba é estruturado ao longo dos eixos dos rios Estiva e Taiacupeba Mirim na faixa do parque fluvial proposto nas margens dos rios. Um canal navegável lateral ao leito dos rios seria construído para interligar as represas Billings e Taiacupeba (DELIJAICOV, 2005, p.184).

O canal lateral aos rios segue também em paralelo pela margem leste do ramal ferroviário Suzano-Rio Grande da Serra, com dois trechos de escadas de eclusas, definidos por cada bacia hidrográfica, e um canal de partilha Estiva-Taiacupeba Mirim que transpõe o divisor de águas das duas bacias através de um túnel-canal, na cota 773 m (DELIJAICOV, 2005, p.184).

Os lagos das represas Billings e Taiacupeba marcam as entradas da cidade-canal, ao sul e ao norte respectivamente, na divisa entre os municípios de Rio Grande da Serra e Ribeirão Pires. Ao longo da hidrovia são construídos lagos nas margens dos rios para a alimentação do canal de navegação (DELIJAICOV, 2005, p.184-185).

São propostas eclusas nas barragens das represas Billings e Taiacupeba. Na represa do Rio Grande, no município de Ribeirão Pires, é proposta a construção de uma barragem móvel com eclusa para elevar o nível de água de represa em 5 m (DELIJAICOV, 2005, p.185).

O canal artificial de navegação Billings-Taiacupeba que interliga as duas represas completa o Anel Hidroviário da Grande São Paulo, que é formado pelas represas e pelos canais dos rios Tietê e Pinheiros. O anel hidroviário por sua vez estrutura a rede de hidrovias do Alto Tietê e o transporte fluvial de cargas metropolitanas de São Paulo (DELIJAICOV, 2005, p.187).

Nas hidrovias uma rede de parques e portos fluviais urbanos estão implantados nas orlas dos canais e lagos navegáveis, constituindo as infraestruturas primordiais da metrópole fluvial. Os leitos dos rios preservados e o canal de navegação lateral são os eixos do parque fluvial Estiva-Taiacupeba Mirim. Ao longo do parque fluvial é construída a cidade-canal Billings-Taiacupeba (DELIJAICOV, 2005, p.185-187).

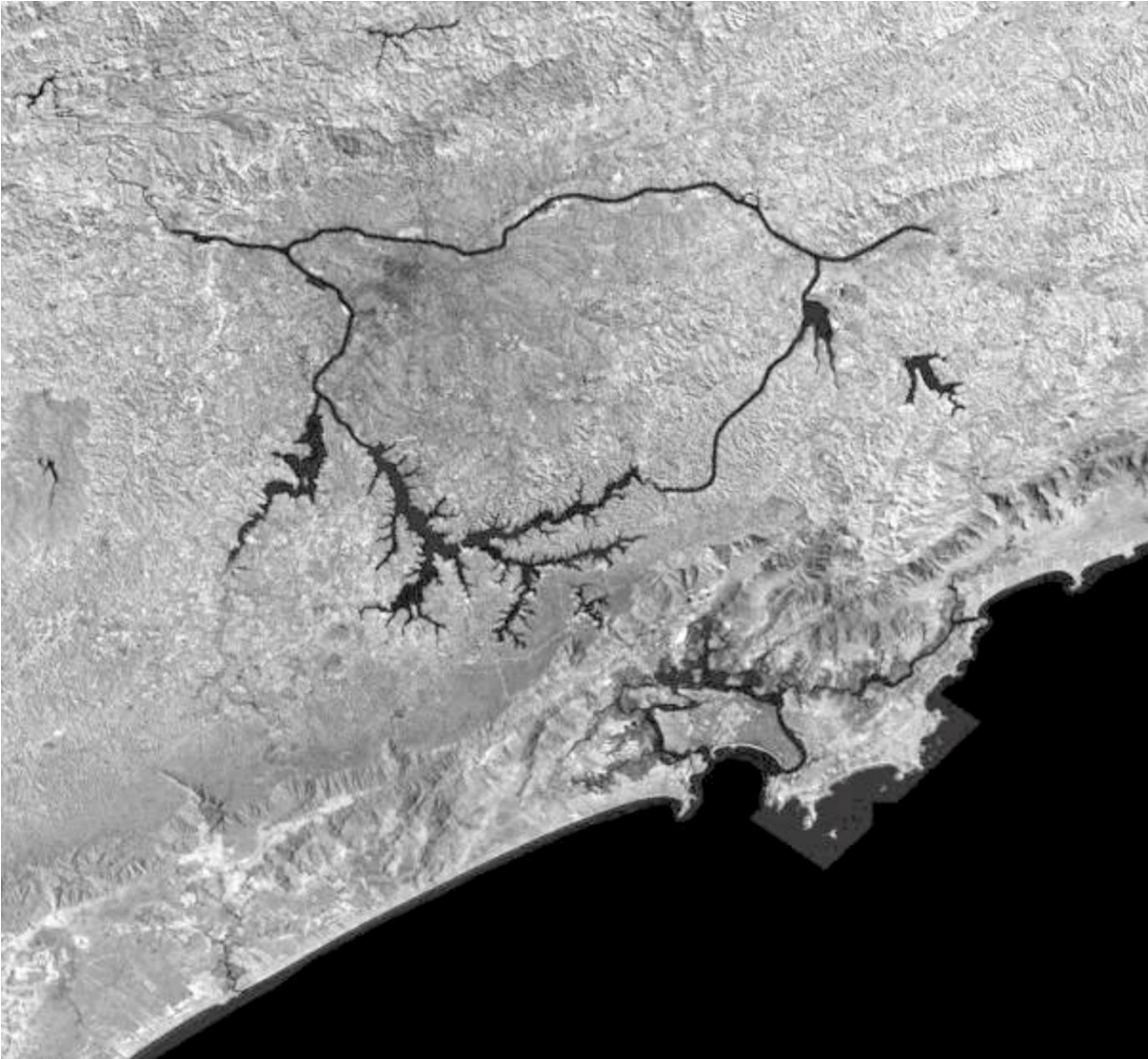


Figura 4: Anel Hidroviário da Grande São Paulo. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 285.





Figura 5: Interligação fluvial - Represas Billings e Taiacupeba. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 293.



Figura 6: Canal Billings-Taiacupeba. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 331.

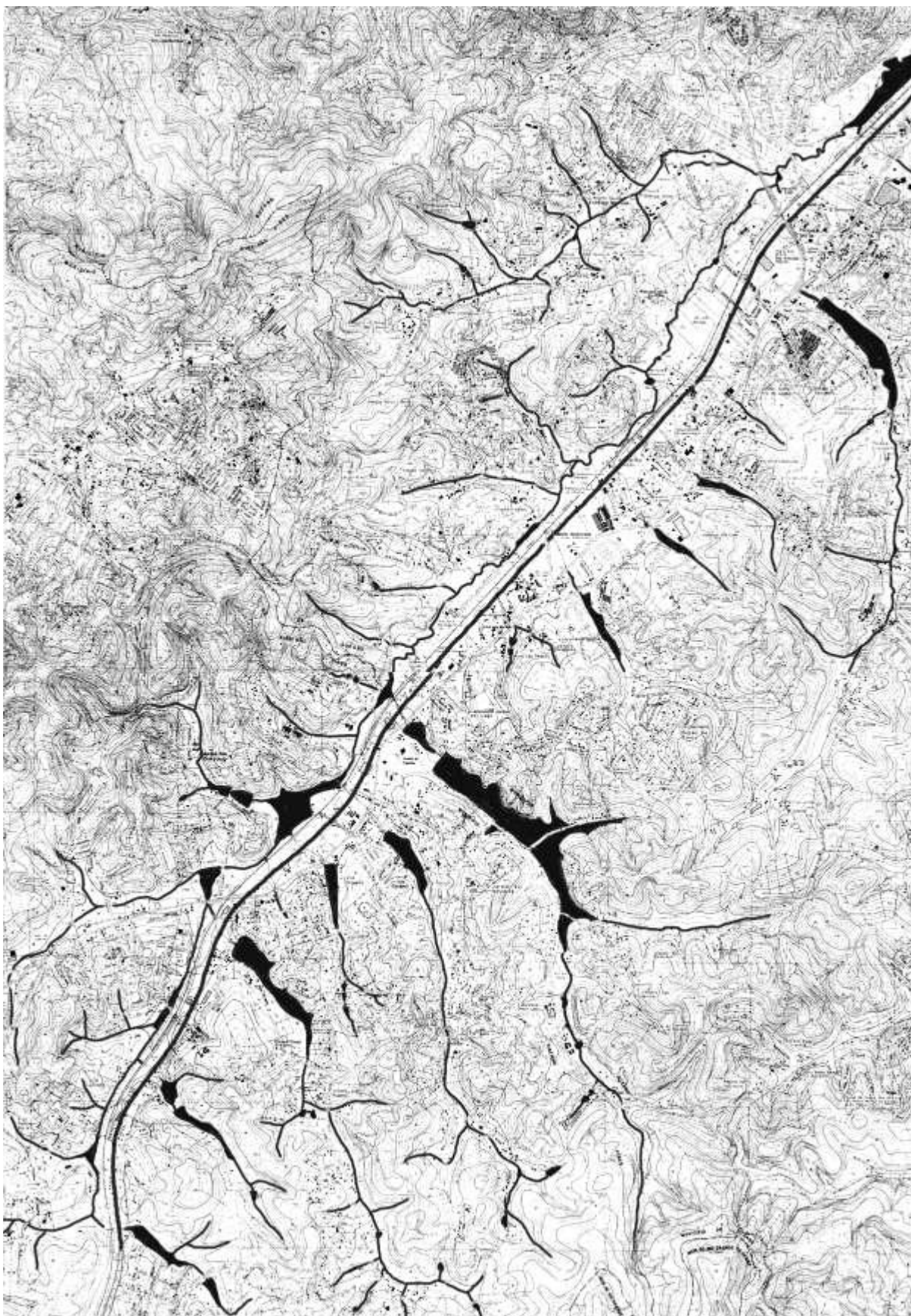


Figura 7: Canal lateral aos rios Estiva e Taiapuêba Mirim. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 370.

A arquitetura da cidade-canal é estruturada pela integração da arquitetura do lugar, a arquitetura do programa e a arquitetura da construção (DELIJAICOV, 2005, p.401).

A arquitetura do lugar define os elementos estruturadores para o desenho do lugar: os eixos, polos e tecidos estruturadores do lugar. A arquitetura do programa da cidade-canal está estruturada pelos programas públicos que constituem: as infraestruturas de saneamento ambiental, mobilidade urbana e transporte público; os equipamentos sociais e a habitação social que acompanham o eixo do canal navegável e o parque fluvial. A arquitetura da construção define os componentes primordiais para construir a forma da cidade-canal: o canal, a ponte e a orla (DELIJAICOV, 2005, p.401).

A arquitetura do lugar está estruturada pelos eixos dos rios Estiva e Taiaçupeba Mirim; o ramal ferroviário Suzano-Rio Grande da Serra; e a rodovia SP-31 entre Suzano e Ribeirão Pires. Os polos estruturadores do lugar são a foz dos rios Estiva e Taiaçupeba Mirim e de seus afluentes, as pontes e cruzamentos de infraestruturas sobre os rios. Os tecidos estruturadores do lugar são os núcleos urbanos nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires, Suzano e Mogi das Cruzes, localizados nas proximidades do canal navegável (DELIJAICOV, 2005, p.401).

A arquitetura do programa está definida pelos eixos das infraestruturas urbanas essenciais da cidade-canal que são o canal lateral navegável entre as represas e o parque fluvial construído nas margens dos rios Estiva e Taiaçupeba Mirim. Acompanham o eixo do canal navegável as infraestruturas de saneamento ambiental, mobilidade urbana e transporte público de passageiros. Um feixe de infraestruturas de saneamento ambiental está em túneis previstos sob o bulevar fluvial que segue em paralelo ao parque fluvial frontal ao canal. A infraestrutura de transporte público de passageiros está estruturada pela linha ferroviária entre Suzano e Rio Grande da Serra com a transformação da via férrea existente em linha do Veículo Leve sobre Trilhos (DELIJAICOV, 2005, p.402).

A rede de equipamentos públicos está estruturada pelas pontes de equipamentos sociais implantadas nas proximidades do porto fluvial e das estações ferroviárias das linhas de transporte público sobre trilhos (DELIJAICOV, 2005, p.402).

As pontes de equipamentos sociais são constituídas por praças em suas cabeceiras que conjugam equipamentos públicos educacionais, culturais, esportivos e de lazer (DELIJAICOV, 2005, p.256).

A arquitetura da habitação social está estruturada na extensão do bulevar fluvial, passeio público largo densamente arborizado que comporta as ciclovias à beira rio na orla do parque voltado para o canal de navegação (DELIJAICOV, 2005, p.402).

A arquitetura da construção possui como componentes arquitetônicos fundamentais o canal de navegação, as pontes de equipamentos sociais e as orlas fluviais para construção da Cidade-canal Billings Taiaçupeba (DELIJAICOV, 2005, p.403).

#### Canal de Navegação

O canal lateral de navegação que faz a interligação das represas Billings e Taiaçupeba está em conjunto com os canais dos rios Tietê e Pinheiros, constituindo o Hidroanel Metropolitano de São Paulo localizado no trecho do Alto Tietê. As escadas de eclusas possuem eclusas duplas com câmaras economizadoras de água. As câmaras das eclusas, a seção transversal do canal navegável, o raio de curvatura mínimo da hidrovia e os vãos horizontais e verticais das pontes são dimensionados conforme a embarcação-projeto a ser adotada para a navegação (DELIJAICOV, 2005, p.403).

#### Pontes de Equipamentos Sociais

As pontes modulam a orla fluvial urbana da cidade-canal e definem as transposições horizontais do canal navegável na escala do pedestre (DELIJAICOV, 2005, p.397).

As pontes móveis estão projetadas na cota do cais, proporcionando a travessia de pedestres, ciclistas e de veículos em baixa velocidade. O tabuleiro móvel da ponte abre o vão para a livre passagem das embarcações pelo canal. As pontes fixas estão implantadas no nível do bulevar fluvial em cota mais elevada que a do cais (DELIJAICOV, 2005, p.404).

Nas cabeceiras das pontes são implantados conjuntos de equipamentos sociais (educacionais, culturais, esportivos e de lazer) que formam as praças de equipamentos sociais, modulando a orla fluvial e o canal navegável. As pontes de

equipamentos sociais são os polos estruturadores da cidade-canal Billings - Taiaçupeba que definem as distâncias e as densidades de ocupação na extensão da orla fluvial (DELIJAICOV, 2005, p.404).

#### Orlas Fluviais

A orla fluvial é constituída pela praia-parque e o cais-porto, que estruturam os bulevares fluviais, no qual é implantada a habitação social (DELIJAICOV, 2005, p.397).

O parque fluvial é uma faixa com largura suficiente para abrigar o solário gramado, os campos de jogos e os bosques sombreados. O bulevar fluvial possui como característica principal seus largos passeios públicos densamente arborizados. A praça do cais do porto é o lugar simbólico da chegada e partida de pessoas e cargas. Na proposta, o cais pode ser uma estrutura de múltiplas finalidades, o cais de transporte aquático, cargas, esportes náuticos, lazer e turismo fluvial. (DELIJAICOV, 2005, p.271-275).

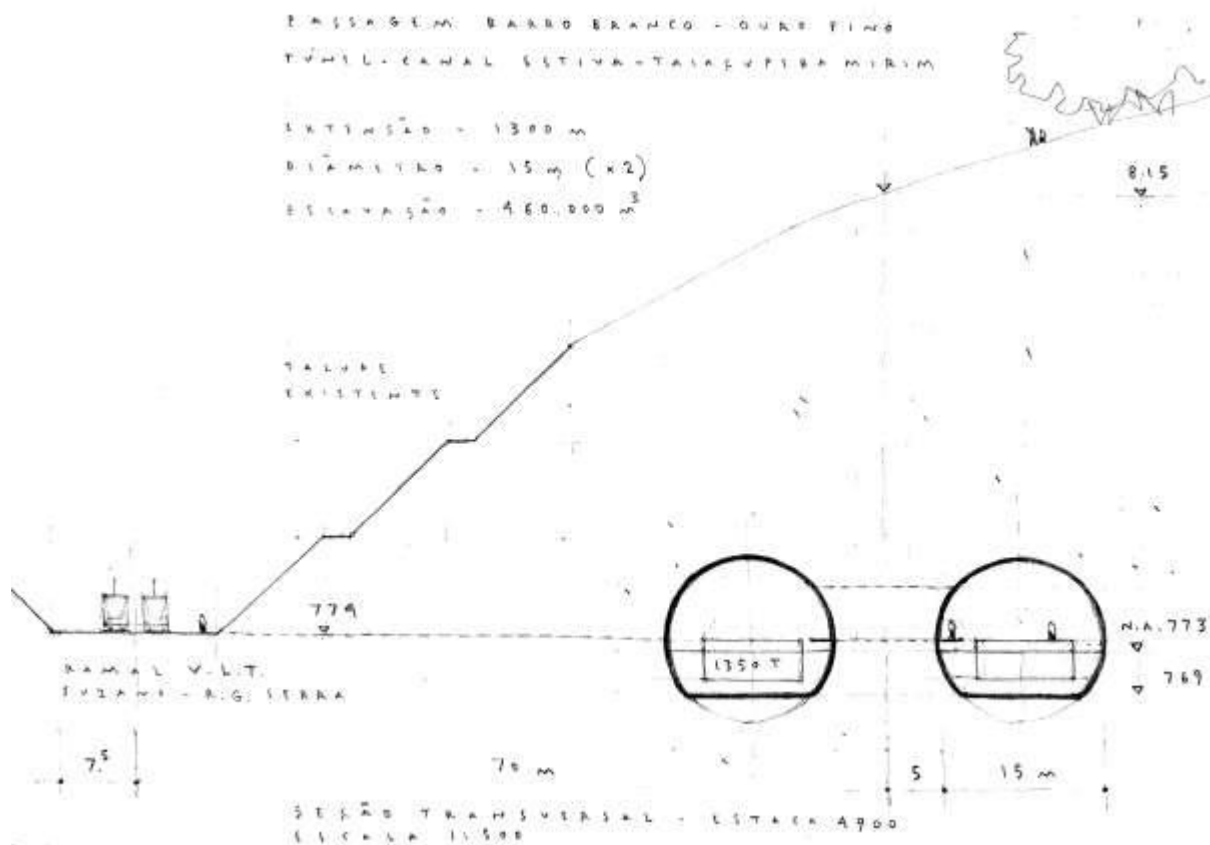


Figura 8: Túnel-canal Estiva-Taiapuêba-mirim. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 378.

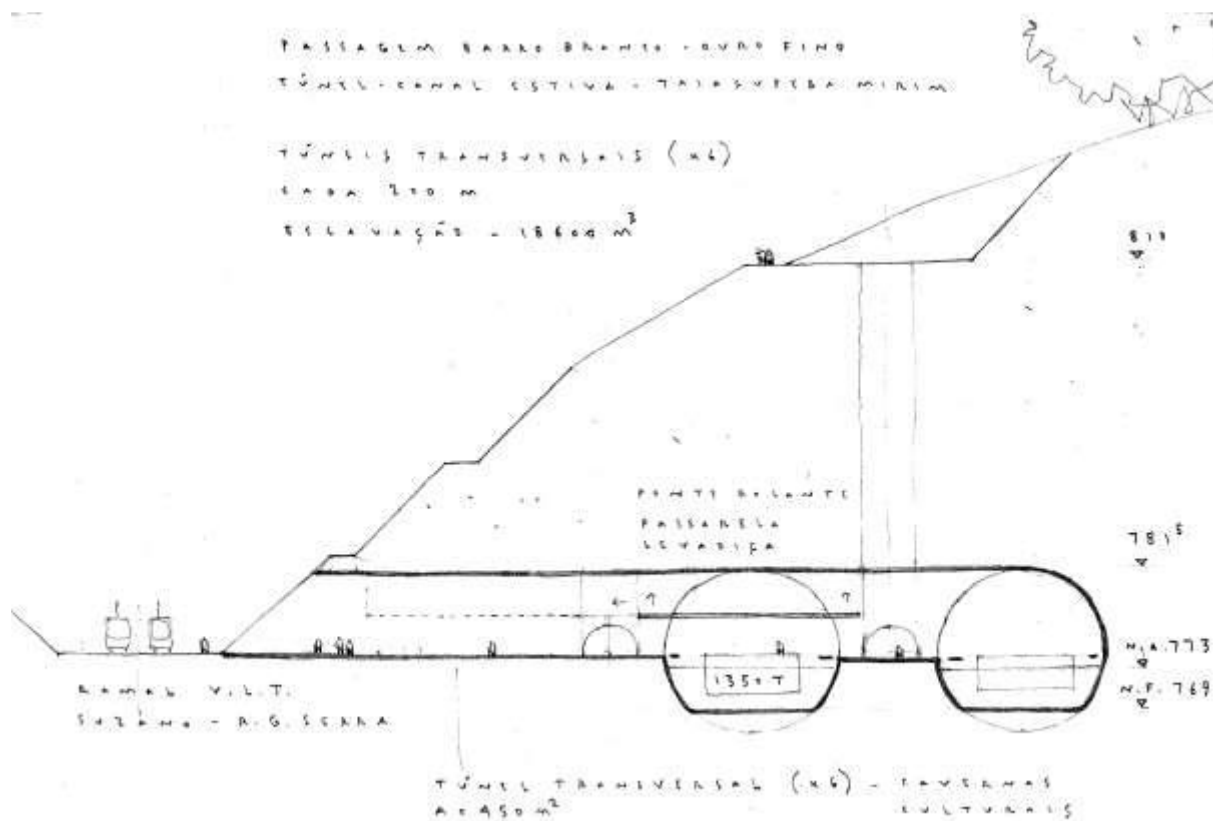


Figura 9: Túnel-canal Estiva-Taiapuêba-mirim/Túneis transversais. Fonte: DELIJAICOV, 2005, p. 379.

## 1.2.PROJETO DO HIDROANEL METROPOLITANO DE SÃO PAULO

Uma das principais referências da pesquisa, o projeto do Hidroanel Metropolitano de São Paulo consiste numa rede de canais navegáveis, composta por rios e represas existentes na Região Metropolitana de São Paulo e um canal artificial que conforma um anel hidroviário, com uma extensão total de 170 Km de vias navegáveis urbanas (DELIJAICOV, 2011, p.4).

O Governo de São Paulo, através do Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Logística e Transportes, licitou em 2009 (concorrência nº DH-008/2009) o “Estudo de Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo” (DELIJAICOV, 2011, p.4).

Em 2011, o professor Alexandre Delijaicov foi convidado para realizar uma consultoria, tendo em vista as pesquisas realizadas no mestrado (1998) e doutorado (2005) apresentadas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP). A participação nos estudos levou à criação do Grupo de Pesquisa em Projeto de Arquitetura de Infraestruturas Urbanas Fluviais – Grupo MetrÓpole Fluvial (GMF) do Laboratório de Projeto da FAUUSP (CARVALHO, 2020, p. 93).

A iniciativa de transformar em hidrovias os principais rios das cidades, visa também converter as margens fluviais no principal espaço público da metrópole, reforçando o caráter público das águas em São Paulo. A proposta de transformar os rios urbanos em vias aquáticas de transporte de cargas e passageiros, possui entre outras finalidades a de saneamento ambiental, geração de energia e lazer fluvial (DELIJAICOV, 2011, p.4).

A Navegação Fluvial Urbana é a que se estabelece em curtas distâncias em trajetos no interior das áreas urbanas (intraurbanos), diferenciando-se da navegação regional que se estabelece entre as cidades (interurbanos). As hidrovias urbanas possuem dimensões reduzidas, em canais estreitos e rasos, com trechos restritos entre barragens que impedem a navegação contínua. Nas margens fluviais é preciso se adaptar às características de ocupação existentes nas cidades. Os projetos de hidrovias urbanas devem estar amparados por projetos de reestruturação urbanística – de modo a garantir a integração das hidrovias com o contexto urbano das cidades (DELIJAICOV, 2011, p.7-8).



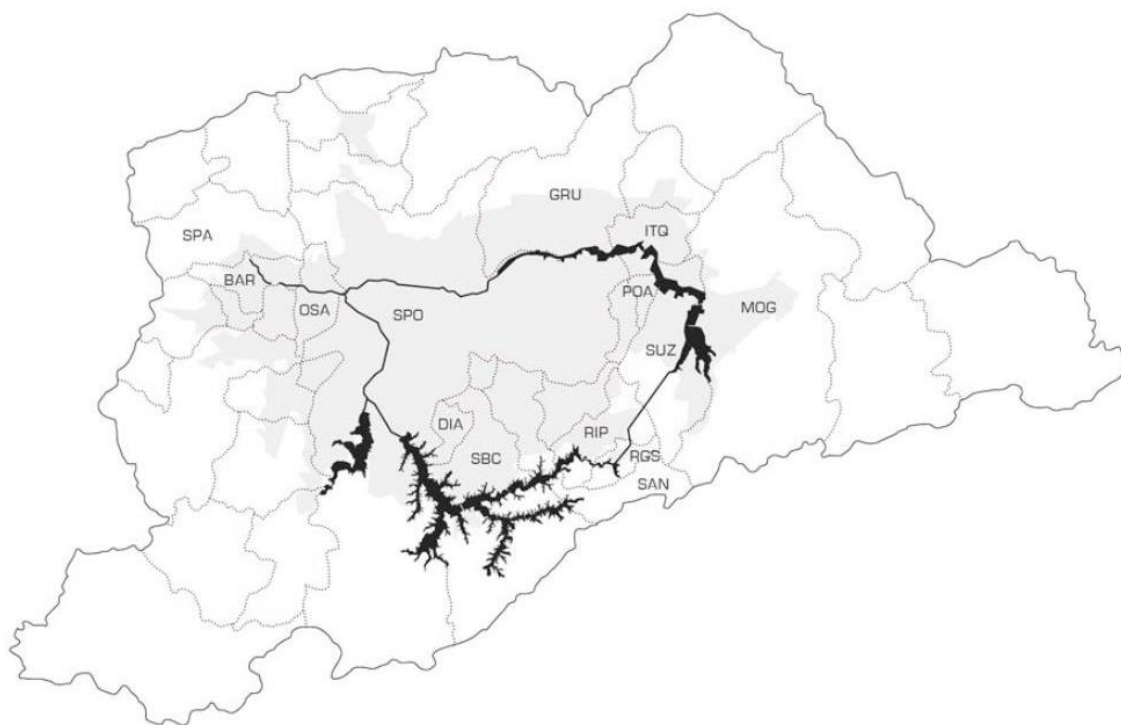


Figura 10: Municípios da Região Metropolitana de São Paulo banhados pelo Hidroanel. Fonte: DELIJAICOV, 2011, p.7.

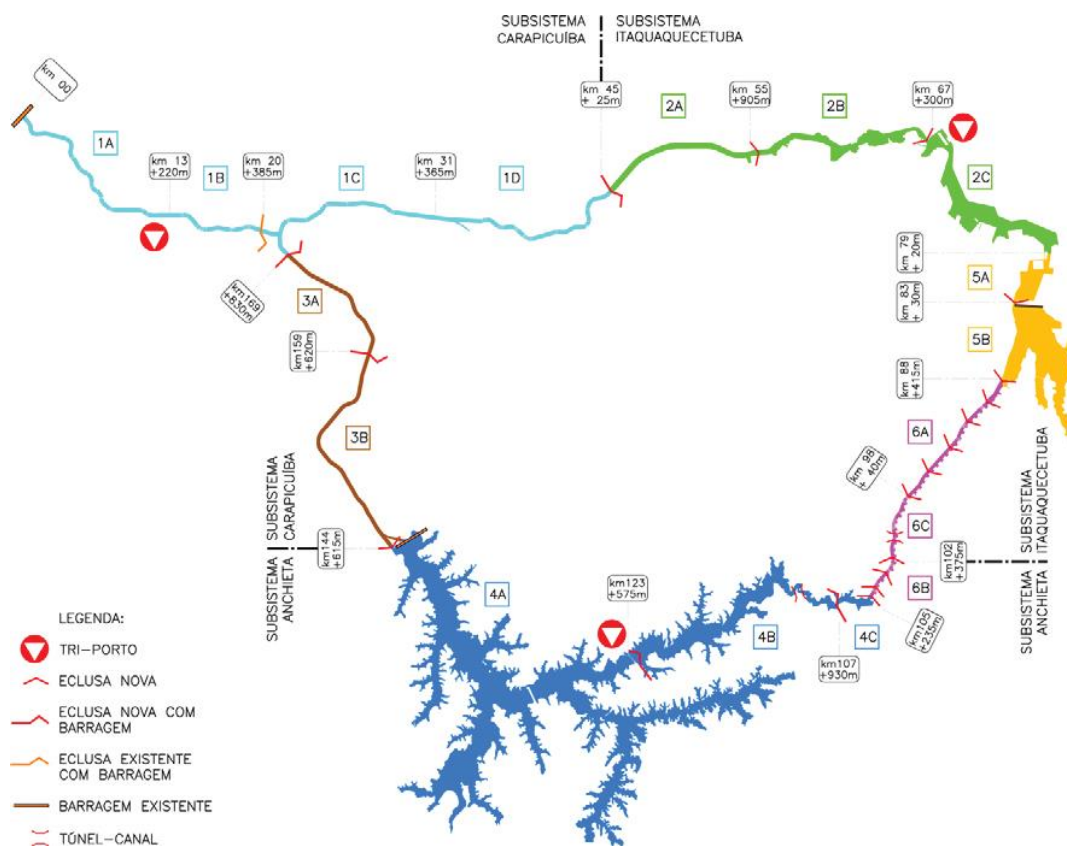


Figura 11: Trechos dos Hidroanel Metropolitano. Fonte: DELIJAICOV, 2011, p.58.

O Hidroanel Metropolitano de São Paulo demanda para a implementação do projeto por embarcações de carga, passageiros e lanchas de serviços. O desenho e as especificações técnicas das embarcações devem atender aos requisitos previstos para a navegação em canais estreitos e rasos, com a profundidade mínima prevista para o canal de 2,50m, com eclusas de dimensões internas da câmara de 9 x 60m, raios de curvatura mínimos da hidrovia, quantidade de carga a ser transportada e o fluxo hidroviário (DELIJAICOV, 2011, p.46).

As embarcações previstas para o Hidroanel são de três tipologias: barcos urbanos de carga (BUC); barcos urbanos de passageiros (BUP); e barcos de serviço.

Os barcos urbanos de carga (BUC) possuem circuitos de navegação para o abastecimento da metrópole, sendo indicadas as opções de navegação com as cargas hermeticamente fechadas e a utilização de embarcações com casco duplo ou unitizadas em contêineres. Para o projeto estão previstos o transporte de cargas públicas e comerciais em barcos urbanos autopropelidos. O BUC-Draga é uma draga flutuante móvel automotora que extrai os sedimentos do fundo do canal de navegação e faz o transporte do material para portos que recebem os sedimentos de dragagem - os Dragaportos (DELIJAICOV, 2011, p.47-50).

Os barcos urbanos de passageiros (BUP) são: as embarcações do transporte público de passageiros; as balsas de travessia lacustre; e as embarcações de turismo. As embarcações do transporte público de passageiros tem o dimensionada a capacidade conforme a demanda local, sendo imprescindível garantir a integração com outros modais. As balsas de travessia lacustre fazem o transporte de pessoas e veículos entre as margens dos lagos. As embarcações de turismo devem ter as rotas definidas de acordo com os polos de interesse turístico, mas também com as rotas integradas às políticas públicas de turismo, lazer e educação municipais e estaduais (DELIJAICOV, 2011, p.50-51).

Com o projeto do Hidroanel Metropolitano a demanda por embarcações seria aumentada em São Paulo, havendo a necessidade de construção de dársenas de reparo das embarcações ao longo da hidrovia. No programa do Hidroanel são previstos três programas de estaleiros: o Estaleiro Marina Oficina – para reparos e manutenção periódica das embarcações; o Estaleiro-Fábrica – para a produção de embarcações para suprir a demanda de embarcações do Hidroanel; e o Estaleiro-

Escola – que visa formar profissionais qualificados para trabalhar na construção naval (DELIJAICOV, 2011, p.53).

No Estudo de Pré-viabilidade do Hidroanel são definidas como cargas públicas as transportadas pelo meio urbano sob a responsabilidade do Estado, sendo seu gerenciamento imprescindível para o funcionamento das cidades. Segundo a proposta, a implementação do Hidroanel Metropolitano se justificaria pelo transporte das cargas públicas definidas com base na Política Nacional de Resíduos Sólidos<sup>21</sup>: sedimentos de dragagem; lodo das estações de tratamento de água e de esgoto; lixo; entulho; e terra. A previsão do projeto é que essas cinco cargas sejam transportadas e processadas ao longo da hidrovia (DELIJAICOV, 2011, p.9).

#### Portos Fluviais Urbanos de Cargas Públicas

Os Portos estão inseridos no circuito de cargas públicas metropolitanas, que através da navegação no Hidroanel, propõem que os resíduos sólidos sejam reaproveitados e, em último caso, incinerados. Os portos são polos estruturadores do Hidroanel, sendo que estão divididos entre os portos de origem: Dragaportos, Lodoportos, Ecoportos e Transportos e os portos de destino: Triportos. Os portos de origem são responsáveis por receber, pré-triar e enviar as cargas públicas e os portos de destino são os responsáveis por receber, reciclar, processar e transformar as cargas públicas (DELIJAICOV, 2011, p.32).

A manutenção permanente das hidrovias requer a retirada dos sedimentos acumulados no leito dos rios, canais e lagos navegáveis. Para viabilizar a navegação, esses materiais devem ser dragados constantemente em Dragaportos flutuantes fixos ou móveis. As Dragaportos flutuantes fixas estão atracadas à jusante da foz dos rios principais impedindo que em grande parte os sedimentos cheguem às hidrovias; as Dragaportos flutuantes móveis são embarcações que navegam ao longo do canal e fazem a retirada de sedimentos da foz dos afluentes, das barragens móveis, das eclusas e das represas (DELIJAICOV, 2011, p.32-33).

Os Lodoportos são implantados junto às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e às Estações de Tratamento de Água (ETA). São os responsáveis pelo transbordo do lodo residual dos processos de tratamento das estações para os

---

<sup>21</sup> Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Barcos Urbanos de Cargas. As cargas são transportadas em contêineres fechados até os Triportos (DELIJAICOV, 2011, p.35).

Os Ecoportos recebem o lixo pré-triado proveniente de ecopontos, da coleta seletiva, das cooperativas de catadores, dos caminhões coletores e dos grandes geradores de resíduos sólidos como empresas, centros comerciais e condomínios residenciais. São pontos de entrega voluntária via pedestres, veículos não motorizados e veículos motorizados individuais. Localizados nas cabeceiras das pontes, na foz dos afluentes, no remanso de represas e nas estações do transporte aquaviário, integrados ao tecido urbano e com a gestão do poder público, organizados em cooperativas de bairro ou associações de moradores (DELIJAICOV, 2011, p.36-37).

Os Transportos são portos que recebem as terras, os entulhos e os resíduos sólidos não triados da coleta pública. Os Transportos são portos parcialmente fechados implantados em dársenas com atracadouro para barcaças. Por receberem grande volume de materiais, tanto por terra quanto por água, fazem uma pré-triagem, trituração e compactação antes do transbordo para os Barcos Urbanos de Cargas. Estes transportam em contêineres fechados os resíduos pré-processados até os Triportos. Todo Transporte abriga um Ecoporto com as suas funcionalidades e uma Usina de Concreto (DELIJAICOV, 2011, p.39).

Os Triportos são assim denominados devido às suas três funções que realizam: triagem, processamento e destinação final do resíduo sólido. Também estão instalados como plataformas tri-modais, conjugando os sistemas de transportes hidroviário, ferroviário e rodoviário. São os Portos de destinação final das cargas públicas metropolitanas, que recebem resíduos dos Dragaportos, Lodoportos, Ecoportos e Transportos pelo sistema hidroviário. A proposta é que cada ciclo de resíduo sólido seja reinserido na cadeia produtiva da metrópole, de acordo com os princípios de Logística Reversa e Ecologia Industrial<sup>22</sup> (DELIJAICOV, 2011, p.40).

---

<sup>22</sup> As diretrizes de Logística Reversa e Ecologia Industrial estão previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).



Figura 12: Diagrama do circuito de cargas públicas'. Fonte: DELIJAICOV, 2011, p.43.

### 1.3.PROJETO DE MELHORAMENTOS PARA VITÓRIA (1896)

O projeto de melhoramentos para Vitória de Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, de 1896, para a capital do Estado do Espírito Santo - contido no Volume V da série de "Projetos e Relatórios" das "Obras Completas" do Autor pode ser considerado o primeiro trabalho em que Saturnino de Brito enfrentou o problema geral de saneamento urbano em todos os aspectos.

Na época, o poder público desenvolveu um estudo técnico para possíveis localizações para a expansão da cidade de Vitória. Segundo Brito (1943) "o Governo pesou as vantagens e desvantagens provenientes da preferência na utilização de terrenos na própria ilha sobre a das planícies continentais, ao sul e ao norte". Foi concluído que o local deveria se adequar aos hábitos da população e que deveria estar a uma pequena distância do núcleo urbano existente, em condições para que o transporte não fosse oneroso para implantação e deslocamentos. A partir dessas premissas foram identificadas planícies à Nordeste da cidade:

Só na própria ilha esta dupla e importante condição poderia ser satisfeita, e na própria ilha só a NE algumas planícies arenosas - situadas após a série de pitorescos outeiros da fazenda de Maruipe - aceitariam o projeto de um novo arrabalde. (BRITO,1943, p. 16).

O Governo decidiu aproveitar essas planícies, mesmo ante as dificuldades apresentadas, pois não se tratava somente de ocupar os terrenos secos, mas de conquistar definitivamente ao mar uma área que sofria com o domínio das altas marés. o Projeto do Novo Arrabalde reconfigura os limites da ilha com o ganho de uma considerável área através de aterros.

Saturnino relata sobre os portos de mar em condições semelhantes à Vitória, em que a conquista ao mar de terrenos se traduz no sentido de facilitar o levantamento do terreno. O problema para a ilha de Vitória é distinto do problema de melhoramento de rios por "endiqueamentos" marginais, neste caso as águas vêm de terra para o mar e que as restrições de secção de vazão podem ser ampliadas com trabalhos de escavação no fundo do leito do rio, com o transporte dos materiais escavados.

A apreciação da influência das marés obedece a um regime cujas variações relativas "seguem leis independentes das alterações que porventura o homem

intentasse fazer”. Como argumento, alerta dos inconvenientes à economia comercial do Estado sobre a questão dos terrenos estudados com a água do mar, utilizando-se da opinião de Laroche (BRITO,1943):

Quando os depósitos já não são cobertos por marés excepcionalmente altas, uma vegetação marinha, desenvolve-se de forma espontânea e pode então conquistar, com a ajuda de barragens, terras férteis e de grande valor. Podemos até mesmo acelerar parte do trabalho de assoreamento ou contenção devidamente dirigido. Mas essas conquistas agrícolas, se elas são rentáveis em certos pontos de vista, são muitas vezes fatais para os interesses marítimos. Através da redução da superfície de propagação das águas, que reduz o volume e velocidade das correntes nos canais; à cada maré os canais se encolhem e perdem a sua profundidade, as barras aumentam, e passam a se tornar menos praticáveis, pois são mais facilmente desviadas pela mudança do aluvião costeiro. Todas essas consequências são inevitáveis em detrimento dos portos situados na embocadura ou dentro de estuários. Os italianos dizem, sob a forma de provérbio: “Grande lagoa, bom porto”. Este provérbio é absolutamente verdadeiro (LAROCHE, 1891, tradução nossa).

Aceitando o aterro de restingas e manguezais como solução para o problema de crescimento da cidade, cumpre a Saturnino de Brito resolver as questões de salubridade do terreno. Ressalta que ao momento da elevação dos terrenos os dispendiosos trabalhos de dragagem deveriam ser minorados à época.

Partindo da observação elementar das correntes nos dois ramos de descarga do estuário, acumulam-se as águas no interior do terreno por dupla entrada constituindo extensos mangais. Observa ainda a existência de uma região nodal em que as ondas-marés se encontram ou se afastam, devido às ações concomitantes de fluxos e refluxos pelas barras Sudeste e Nordeste. No Esboço da Planta da Ilha de Vitória, Saturnino indica aproximadamente qual seria esta região de equilíbrio, sendo que a mesma estaria relativamente próxima da barra norte. Considera que pela corrente de refluxo d’água que passa por entre os pilares da Ponte da Passagem se trata de considerável volume. E conclui indicando que não havendo

condições de melhoramentos do porto, pelo menos que se possa manter a sua conservação (BRITO,1943).

#### Projeto do Novo Arrabalde

Para a nova área de expansão da cidade são projetados 178 quarteirões e 2.129 lotes, como consta na numeração da planta, onde também estão representadas as áreas de terreno firme e terreno úmido.

O projeto é descrito de acordo com suas características: Na Vila Monjardim, seria apropriada a um núcleo operário e já a Vila Hortícola representaria uma necessidade agrícola e, ao mesmo tempo, um incentivo econômico enquanto atividade complementar ao Novo Arrabalde (BRITO,1943).

Saturnino descreve que bastaria um aterro de aproximadamente 0,50 m sobre a planície alagadiça para transformá-la em terreno agricultável bastante produtivo. O Novo Arrabalde seria campo para a mudança de paradigma de um modo de vida acanhado na cidade velha para um diferente modo de viver; os três núcleos (Vila Monjardim, Vila Hortícola e Novo Arrabalde), assim como as edificações que margeariam a Estrada de Rodagem, dariam aproximadamente 2.200 lotes, que segundo estimativa da época - com sete habitantes por lote - serviriam a uma população de até 15.400 pessoas (BRITO,1943).

O projeto é atravessado por duas avenidas em linha reta sob ângulo, que ao norte convergem. Outra avenida, com a mesma largura, forma a base do triângulo e, uma quarta corta aproximadamente a região central.

Foram projetados diversos jardins e, além dos bosques de eucaliptos para dessecar e sanear os terrenos alagadiços, no Morro da Barrinha estava previsto um passeio por alamedas. Estas seriam abertas sob as matas existentes, proporcionando um passeio sombreado, até o ponto culminante - situado entre as duas barras do estuário - que como mirante marítimo descortinaria paisagens magníficas das margens e, ao longe, o horizonte do Oceano.

Segundo Saturnino, para bem guiar a ação sanitária, bastava baseá-la sobre tais fatos:

Dois grandes fatores para a higiene de uma população constam: 1º, da drenagem do terreno, ou drenagem permeável, tendo por fim dessecar a camada superior do solo, abrindo, assim, circulação ao ar e favorecendo a transformação das matérias orgânicas em nitritos;



2º, a drenagem das casas, ou drenagem impermeável, conduzindo, para lançamento à distância, os produtos de esgoto. (Ibid., p. 46-47)

A observação das marés, feita no canal que a Estrada de Rodagem atravessou ao chegar no bairro Bento Ferreira, demonstra que as marés têm um intervalo de 13 horas para a vazão entre a cota de 2,30m e 0,55m nas marés vivas ou da cota 1,50m a 1,00m nas marés mortas. Conforme se observa no projeto, na planície destinada ao Novo Arrabalde foi contabilizada uma área de 600.000 m<sup>2</sup> abaixo da cota de 2,00 m (BRITO,1943).

O projeto define para a largura do fundo o valor de  $L = 7,60$  m para um canal de taludes a 45°; já para a largura do fundo de  $L' = 3,50$  m, os taludes seriam na proporção de 5 de base para 1 de altura. O dispêndio obtido para tais seções seria de 2.974 m<sup>3</sup>. Para a seção das adufas, supondo a cota de soleira de 0,10 m a seção de vazão teria a altura de 0,50 m. Analogamente para a Vila Hortícola, adotaram-se três adufas com a mesma seção cada uma, o que facilitaria a construção. Sendo assim, os canaletes de drenagem poderiam ser estabelecidos de 25 em 25 m, conforme representado na Planta dos trabalhos de dessecamento. Como medida complementar às obras definitivas de drenagem, foram projetados os Canais de Contorno para a eliminação direta do volume d'água que cai nas encostas dos morros esparsos na planície diretamente para o mar.

Saturnino de Brito indica a Avenida Norte-Sul como diretriz para emissário principal das águas de drenagem do terreno e a Avenida da Penha para a galeria principal de esgotos.

O plano geral que esboçamos (conduz a dividir a zona de drenagem em três grandes secções: a 1ª, compreende as Vilas Monjardim e Hortícola e a planície Bento Ferreira e termina na usina D1; a 2ª abrange a planície entre os morros Itapenambí, Suá, Itapebuçu, Barro Vermelho, Gamela e Morro Grande, terminando na usina D2; a 3ª, finalmente, vai ter à usina D3 na Ponte da Passagem. Apesar, porém, desta divisão, o emissário principal segue contínuo em planta; em perfil, ele eleva a sua cabeceira em cada poço de acumulação e reduz-se o seu diâmetro. As águas acumuladas em cada poço serão elevadas e reunidas em um tanque superior para

servirem em descargas de lavagem (chasse) da galeria de esgotos. (BRITO, 1943).

Para a escolha do sistema de esgotos mais adequado ao Novo Arrabalde, Saturnino menciona as seguintes possibilidades:

1º, o sistema pela união ou *tout-à-l'égout*, fortemente preconizado pelos franceses; e o 2º o sistema pela separação (LATHAM e WARING), do qual são apologistas os americanos (BRITO,1943). Sendo o primeiro sistema o mais econômico, opta-se pelo mesmo para o desenvolvimento do Projeto do Novo Arrabalde:

Com efeito, a 10 de julho de 1894, Paris firmou definitivamente sua preferência por tal sistema. Mais resoluta do que Paris, e muitas outras cidades francesas, foi Berlim, que, aplicando o sistema *tout-à-l'égout* e as irrigações, sem vãs e intermináveis discussões, acha-se dotada de um serviço que pode ser tomado por modelo, segundo uma descrição que consta dos *Annales des Ponts et Chaussées*. (BRITO, 1943, p. 62).

Saturnino modifica a sua opinião em 1900, na obra “Esgotos das Cidades” do Volume II das “Obras Completas” do Autor, sugerindo ajustes para o Projeto de Vitória nos seguintes termos:

No projeto para o “Novo Arrabalde” da capital do Espírito Santo, em área cinco vezes maior que a da atual cidade, adotamos o sistema unitário, pois em 1895 não ousamos pensar de modo diferente do que se resolvera em Paris no ano anterior... Penitenciando-nos deste erro, indicamos, para corrigir, um sistema de propulsão mecânica, e a abertura de um canal axial à grande avenida (BRITO, 1943, p.5).

Para a economia industrial, dever-se-ia aproveitar “as forças que o Planeta com prodigalidade nos fornece”, sendo assim defende o uso de outras fontes de energia que não sejam as fontes convencionais. Saturnino relata sobre o possível aproveitamento mecânico das águas das chuvas e das marés:

Os cursos d'água aí estão em profusão e, perguntamos - não será poupar forças naturais armazenar águas que descem de enxurrada, durante a estação chuvosa, para obrigá-las a um regime mais uniforme no ciclo total do ano, ao mesmo tempo que vão prestando, por sua queda sistematizada, serviços inestimáveis à Humanidade? Já não falando dos ventos - que tantos auxílios distribuem, apesar de suas variações acidentadas e intensas e da pequena intervenção modificadora que sobre eles se pode exercer, - já não falando deste motor caprichoso, aí estão ainda as marés oferecendo uma força enorme, regular, desenvolvendo-se por ciclos perfeitamente conhecidos em cada local e permitindo seguras previsões. É para estranhar que a indústria mecânica, tendo combinado as mais delicadas e as mais poderosas máquinas, não haja ainda cogitado de adaptar seus recursos ao desnivelamento produzido pela onda maré, quando se sabe que em algumas regiões atinge considerável altura; em Boulogne, por exemplo, é de 9 m e consta que nas costas do Maranhão é de 7 m. (BRITO, 1943, p. 72).

Inspirado pela indicação de Auguste Comte sobre o aproveitamento da variação das marés como forma de economia considerável, indica - baseado também na observação da forte corrente que o desnivelamento das marés produz por entre os pilares da Ponte da Passagem - que nesta localização poderia se extrair a força necessária para o movimento das bombas de esgotamento.

Examinando a solução prática ao problema Saturnino cita as conhecidas rodas flutuantes de Colladon que poderiam servir de base para o estudo de um tipo aplicável ao caso. Sendo que estas rodas tanto funcionam no fluxo quanto no refluxo das marés, e que a solução estaria no tipo de rodas pendentes, porém fixas (BRITO, 1943).

A defesa do Projeto do Novo Arrabalde destaca que não se tratava simplesmente de trocar o núcleo atual da velha cidade, mudando o comércio para uma nova capital. A mudança das famílias para cerca de 4 Km de distância proporcionaria comodidades que jamais seriam alcançadas numa cidade velha.

O sistema de esgotos e drenagem adotado no Projeto de Vitória, serve de inflexão entre a prática dominante em meio aos engenheiros sanitaristas da época e os novos estudos. Para o caso do Projeto de Santos (1898), o sistema pela união ou

*tout-à-l'égout*, fortemente preconizado pelos franceses, foi substituído pelo sistema pela separação do qual eram apologistas os americanos.

Diante desta constatação, Saturnino de Brito se torna defensor da nova diretriz, organizando preciosos pormenores de orientação técnica destinados à torná-la cada vez mais prática, econômica e adequada às cidades. Embora essa nova diretriz tenha sido retificada pela evolução posterior da sua obra, em 1899 em sua sexta obra para o Saneamento da Paraíba do Sul, já estão firmados os princípios que predominaram até o final de seu trabalho, como: adoção do sistema separador absoluto para os casos em que seja fácil dar destino às águas pluviais; emprego da técnica ao sistema que leva ao limite mínimo as declividades dos coletores, lavagens fluxíveis, entre outras práticas; e, ao final dos relatórios técnicos a necessidade de se estudarem desde o início os planos de conjunto, a serem integrados progressivamente (BRITO,1943).

Como detalhe, é de salientar que o Projeto de Urbanização do Novo Arrabalde para a Cidade de Vitória, objeto do Relatório publicado em 1896, foi realizado a partir de 1926, constituindo um dos raros casos de execução integral após 30 anos de intervalo (RUPF, 2016).



Figura 13 - Esboço da Planta da Ilha de Victoria, 1896. Fonte: BRITO, 1943.

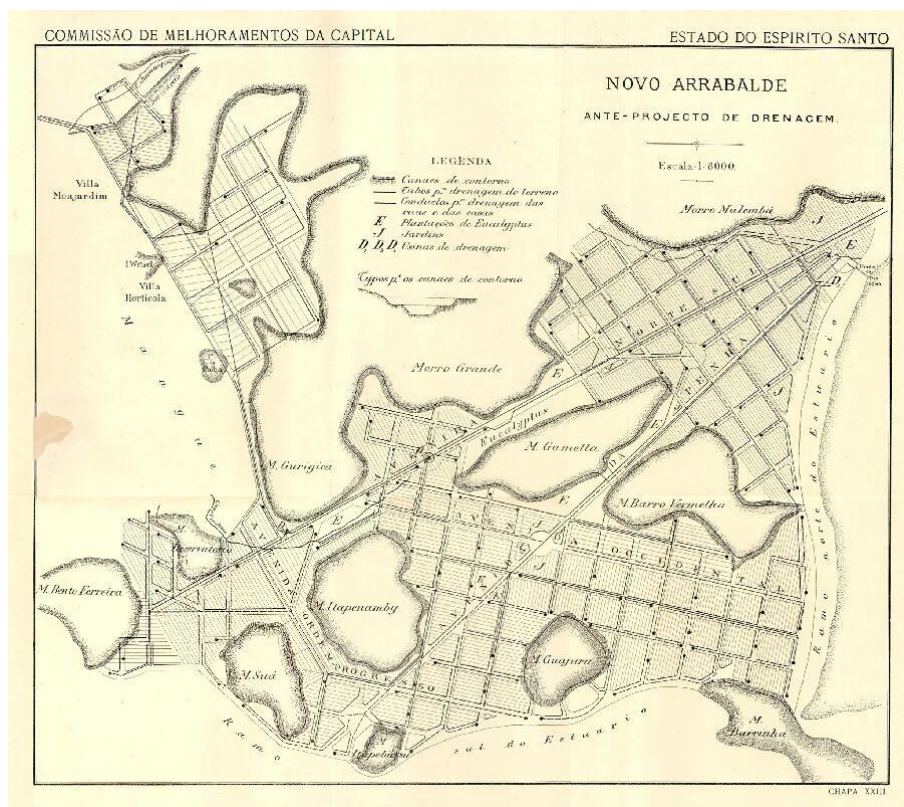


Figura 14: Projeto Novo Arrabalde de Vitória – Planta urbanística. Fonte: BRITO, 1943.

#### 1.4.PROJETO DA BAÍA DE VITÓRIA (1993)

Paulo Mendes da Rocha nasceu em 1928, em Vitória, no estado do Espírito Santo. Seu pai, Paulo de Menezes Mendes da Rocha, engenheiro formado pela escola Politécnica do Rio de Janeiro foi professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo nas áreas de engenharia naval, navegação interior e recursos hídricos, sendo que participou dos projetos de construção do Porto de Vitória e foi diretor do Departamento de Estudos e Projetos da Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí.

No período de 1992 a 1993 o arquiteto foi contratado para coordenar a concepção arquitetônica e urbanística de um plano físico-territorial para o desenvolvimento integrado da Baía de Vitória.

O projeto para a Baía de Vitória é uma reflexão sobre as possibilidades de transformação da natureza e das cidades. Ou melhor: das cidades como um constructo humano que já contém a natureza como projeto premeditado em transformação (ROCHA, 2006).

Paulo Mendes da Rocha faz o estudo de projeto com intuito de ordenar os espaços criados junto ao mar através de muralhas de cais e aterros que criaram uma grande esplanada para a cidade. Com o propósito de remodelar a cidade, visando o futuro e as inovações técnicas, o plano tem base nos corredores de exportação e na criação de polos de desenvolvimento. As intervenções tinham o intuito de recuperar e preservar o patrimônio cultural e ambiental, em conjunto com as novas atividades urbanas e sociais propostas.

No projeto podem ser identificados os três recintos<sup>23</sup> dos estudos propostos: o canal do porto de Vitória que baliza a intervenção no sentido oeste-leste, na base sul da ilha de Vitória; as áreas de manguezal à noroeste da ilha; e a Baía do Espírito Santo, à nordeste da ilha como uma ampla praça d'água, baía oceânica, que antecipa a entrada no canal do porto da Baía de Vitória.

---

<sup>23</sup> No projeto do Hidroanel Metropolitano de Vitória (Capítulo 3) também são considerados os “três recintos de estudos” para a Baía de Vitória, definidos na proposta da tese como os três subsistemas de navegação que estruturam as orlas fluviomarítimas tanto da ilha de Vitória quanto da margem continental. Orla-porto, ao sul da ilha de Vitória; Orla-mangue à noroeste da ilha; e Orla-praia à nordeste da ilha.

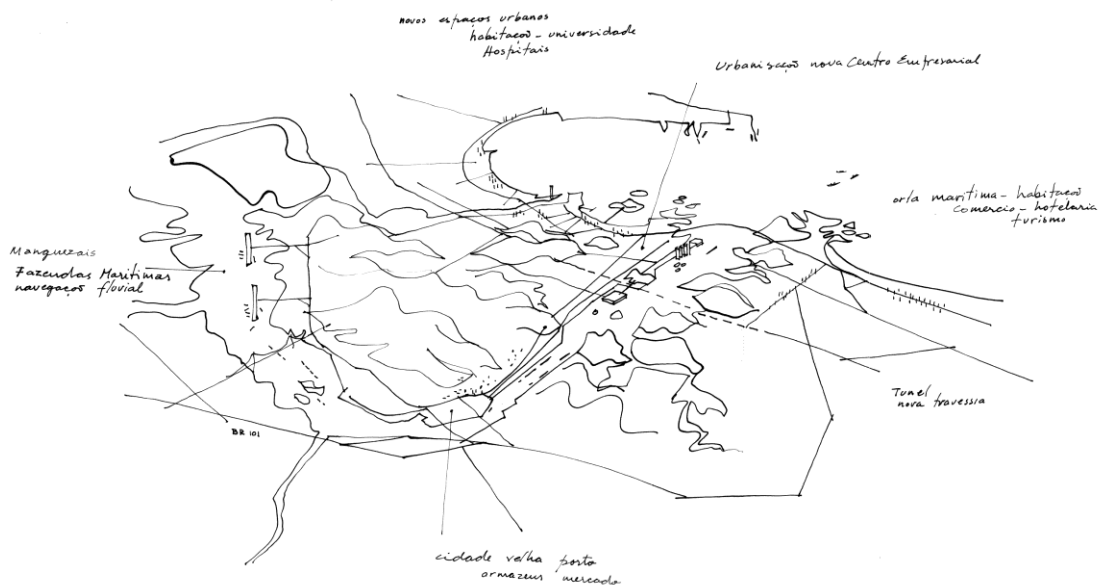


Figura 15: Plano Geral para a Baía de Vitória. Fonte: ROCHA, 2006.



Figura 16. Corte transversal do centro histórico de Vitória com o processo de ocupação da cidade pelas encostas dos morros e sua relação com o canal do porto. Fonte: ROCHA, 2006.

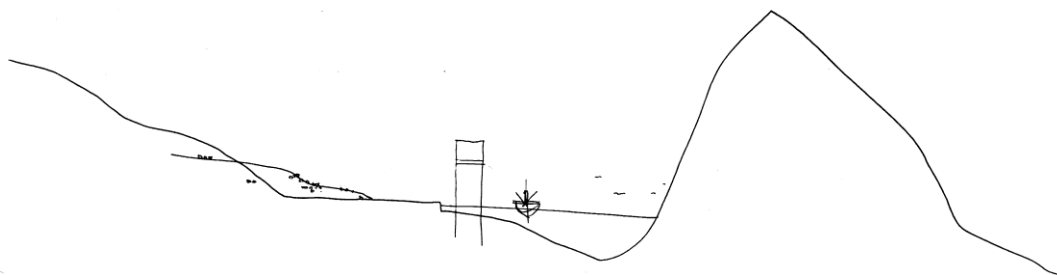


Figura 17. Corte esquemático das torres dentro da água mostrando a relações com os morros e as embarcações no canal do porto na Baía de Vitória. ROCHA, 2006.

Para esta área estamos estudando uma hipótese que abrange uma nova modalidade de espaço urbano, onde os critérios de rua, lote e avenida, possam ser substituídos por esplanadas que articulam edifícios especiais prevendo implantações futuras, destinadas à iniciativa privada. No térreo, um espaço continua o "passeio público", galerias de comércio, teatros, cinemas, restaurantes, bares e cafés. Prédios com cotas máximas estabelecidas em razão da volumetria da paisagem natural, em torno da cota 100, notável nesse recinto, ao lado de construções baixas, complementares ao comércio e serviços, exposições, pavilhões. Estas "esplanadas" devem ser garagens extensivas, para toda uma área.

A Ilha da Fumaça poderá ser transformada, toda ela um edifício-praça com cais, aberto no centro, com uma pedra, remanescente do desmonte, se houver.

O Centro Empresarial, novo, poderá ser constituído de um conjunto de edifícios, construídos sobre as águas, ligados à esplanada com pontes. Atingindo a cota 100 e com três praças, interligadas, aéreas na cota 60. Esta volumetria está subordinada à paisagem circundante. Complementar à beleza natural da baía. O morro - Bento Ferreira - ajardinado, com a abertura de um "túnel habitável", sombra no interior da montanha. Bares, cafés, restaurantes, diversão noturna. A orientação - leste oeste - é notável nesta implantação, há uma luz, uma luminosidade característica da cidade de Vitória. (ROCHA, 2012)<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Paulo Mendes da Rocha. Baía de Vitória (1993). Memorial de anteprojeto.



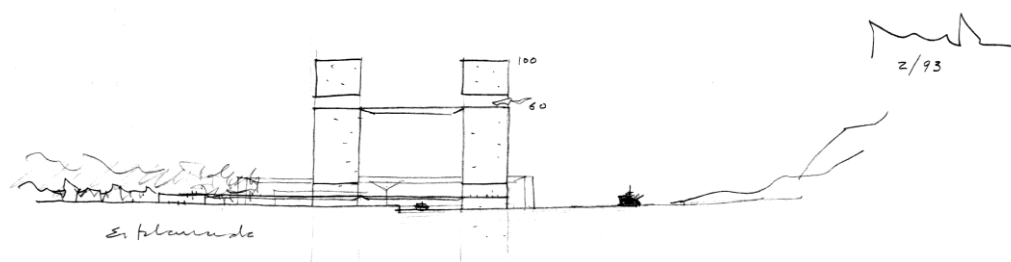


Figura 18. Corte transversal da esplanada com vista das torres de uso institucional e do canal interno de navegação e atracação de embarcações para o transporte de passageiros. Fonte: ROCHA, 2006.

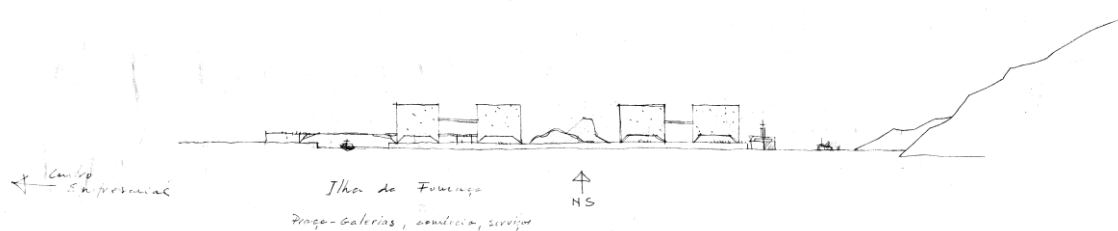


Figura 19. Corte transversal da Ilha da Fumaça, transformada em praça-galeria de comércio e serviços, conservando o morro original em seu interior. Fonte: ROCHA, 2006.

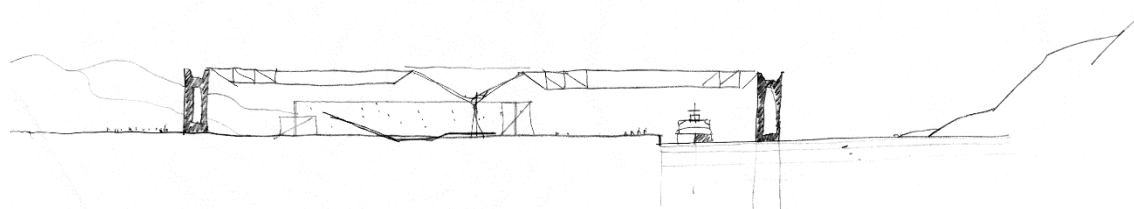


Figura 20. Corte transversal do pavilhão de convenções e exposições. Fonte: ROCHA, 2006.

Os estudos de projeto estão voltados para a Baía de Vitória. Dentre as áreas implantação dos projetos, um conjunto de edifícios na Esplanada do Suá. Trata-se de espaços de urbanização recente, no qual foram conquistados os terrenos sobre os mangues e dentro do mar. Segundo o arquiteto, nesta área definida para a instalação de edifícios de uso institucional, ao invés de se construir os edifícios dispersos pela cidade, são conjugadas a sede da Capitania dos Portos, Instituto do Café, Tribunal de Contas, Assembleia Legislativa e Centro Empresarial em torres cristalinas sobre o mar, com andares-tipo de cerca de 1.000m<sup>2</sup>.

As torres são imaginadas com dois contrafortes de concreto e lajes metálicas apoiadas sobre um vão de 30m. A montagem metálica é feita pelo mar, evitando transtornos para a vida urbana, e podendo fazer surgir volumes inesperados que dialoguem com a geografia, com as diferentes alturas da cidade, como a pedra do Penedo, ou um navio - sua parte movente na constante das manobras do porto (ROCHA, 2006).

Na integração entre técnica, natureza e práticas sociais, o arquiteto lançou intervenções que criam novas espacialidades urbanas voltadas para as águas, almejando o desenvolvimento contínuo e ordenado da cidade tendo como eixo estruturador da proposta a Baía de Vitória. A recriação do lugar se fundamenta na experiência e memória de Paulo Mendes da Rocha, que vivenciou o lugar.

Atualmente, na esplanada da Enseada do Suá está em processo de construção um conjunto arquitetônico projetado pelo arquiteto. Alinhado pela beira do cais na Baía de Vitória, o Cais das Artes é uma obra que contempla um museu suspenso sobre as áreas aterradas e um teatro de ópera com as fundações imersas na água, definindo um canaleta entre os pilares e o cais. Na proposta do Cais das Artes, aproximam-se os partidos adotados no Plano e no Projeto, em ambos os casos, edifícios idealizados para uma arquitetura frontal ao mar que acena ao movimento das embarcações acessam o Porto de Vitória.



Figura 21. Maquete do Plano Geral para a Baía de Vitória Fonte: ROCHA, 2006.

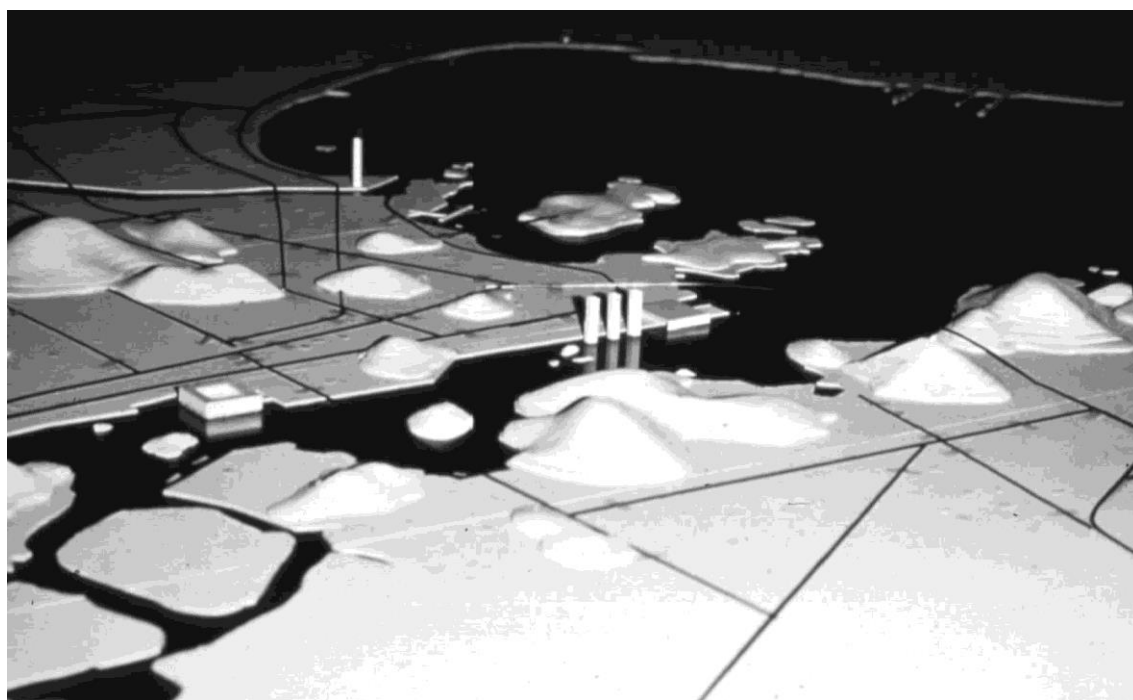


Figura 22. Vista da maquete com destaque para as intervenções na Ilha da Fumaça e na Esplanada do Suá, mostrando a relação dos edifícios com o canal de entrada nos portos de Vitória e de Capuaba, assim como, com os morros do entorno situados em Vitória e Vila Velha. Fonte: ROCHA, 2006.

### **1.5.PROJETO DO SISTEMA DE NAVEGAÇÃO DO RIO TENNESSEE**

O Sistema de Navegação do Rio Tennessee é uma importante referência de projeto para os estudos das hidrovias regionais, principalmente para a proposta do Sistema de Navegação do Vale do Rio Doce, entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, a ser desenvolvida no Capítulo 4 do presente trabalho.

Concebida em 1926, a Tennessee Valley Authority (TVA) foi autorizada pelo Congresso dos Estados Unidos em 1933<sup>25</sup>, com o objetivo de ajudar a alcançar o desenvolvimento unificado com os recursos da região, a fim de fortalecer a economia regional e nacional e a defesa nacional. Dentre os objetivos específicos estava a promoção da navegação fluvial e o controle das cheias do rio Tennessee, prevendo o equilíbrio entre o reflorestamento e o uso adequado das áreas das margens do Vale do Tennessee, atendendo as necessidades de desenvolvimento agrícola e industrial regionais (CULVAHOUSE, 2007, p.15).

A região de atuação da TVA está definida pela bacia do rio Tennessee, com o rio principal e seus afluentes, abrangendo todo o estado do Tennessee e partes de outros estados: Virgínia, Carolina do Norte, Geórgia, Alabama, Mississippi e Kentucky. Em 1833, esta área estava excepcionalmente empobrecida, com o desmatamento e más práticas agrícolas, o solo estava erodido e exaurido de fertilidade. Outros problemas restringiam o crescimento econômico da região, inundações atingiam as áreas urbanas ao longo do rio Tennessee e seus afluentes. A correnteza fluvial, o assoreamento e os afloramentos rochosos no leito do rio inibiam a navegação comercial. (CULVAHOUSE, 2007, p.15).

---

<sup>25</sup> Ato do Congresso do Estados Unidos nº 18, de maio de 1933.

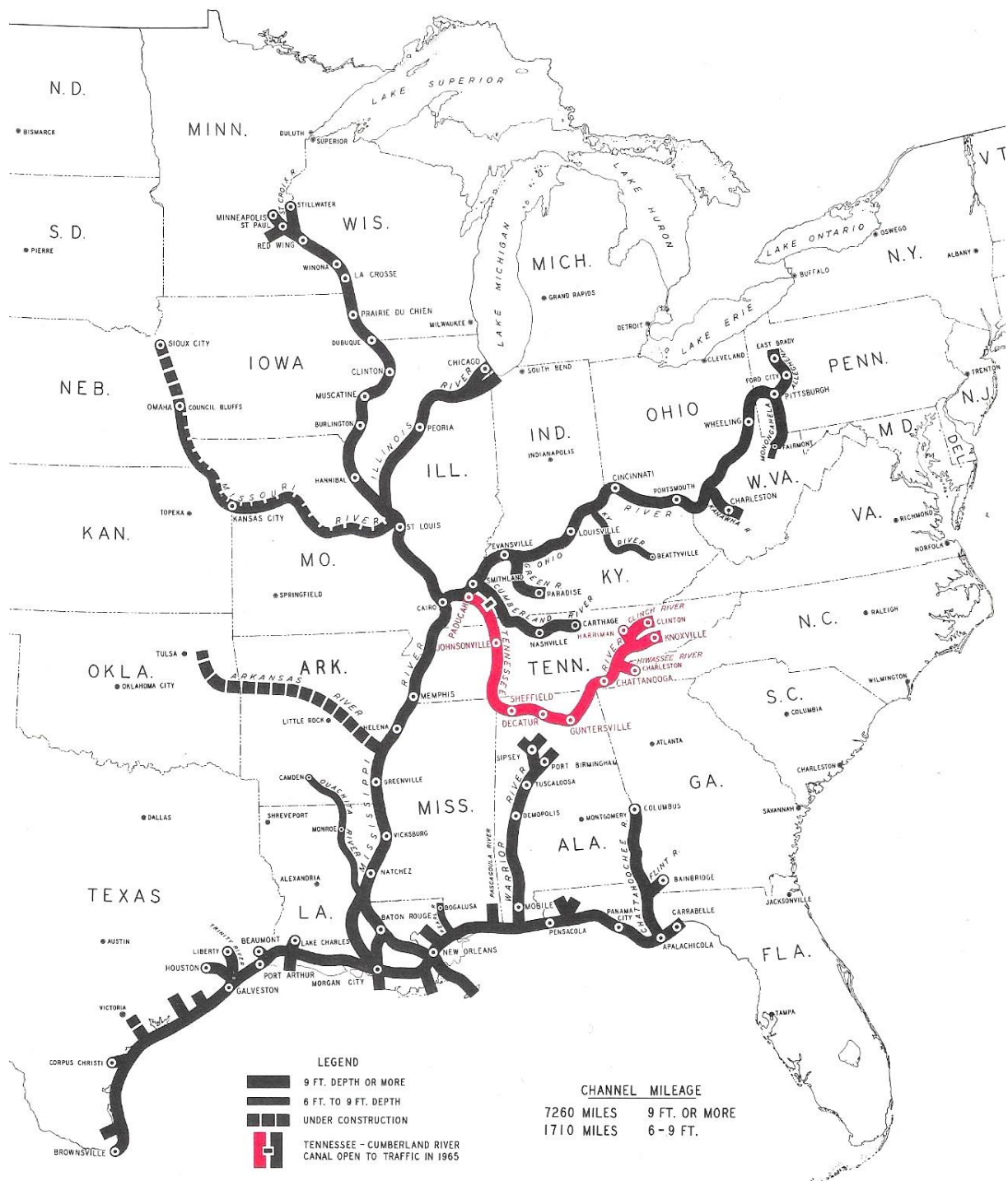


Figura 23: Interligações do sistema hidroviário interior dos Estados Unidos, com destaque para o sistema de navegação do Vale do Rio Tennessee. Fonte: TVA, 1964, p.4.

A abordagem das questões para a bacia do rio Tennessee levaram a necessidade de uma compreensão integrada dos recursos hídricos (CULVAHOUSE, 2007, p.15).

Os principais objetivos da TVA incluem:

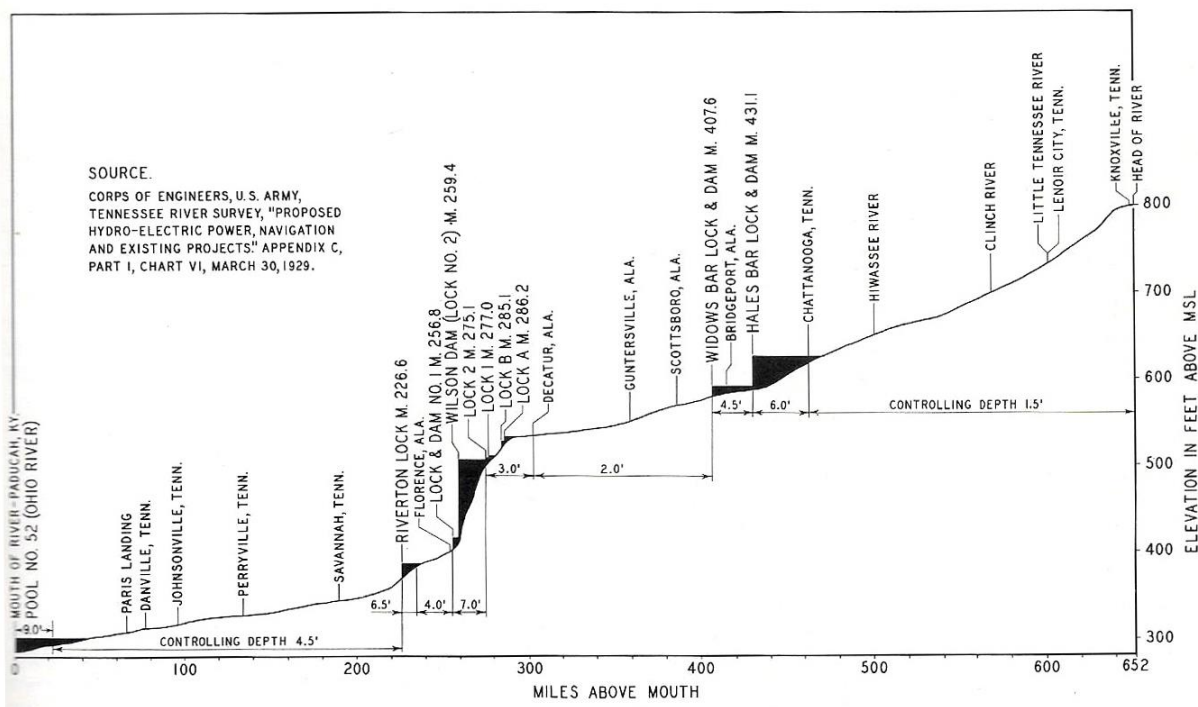
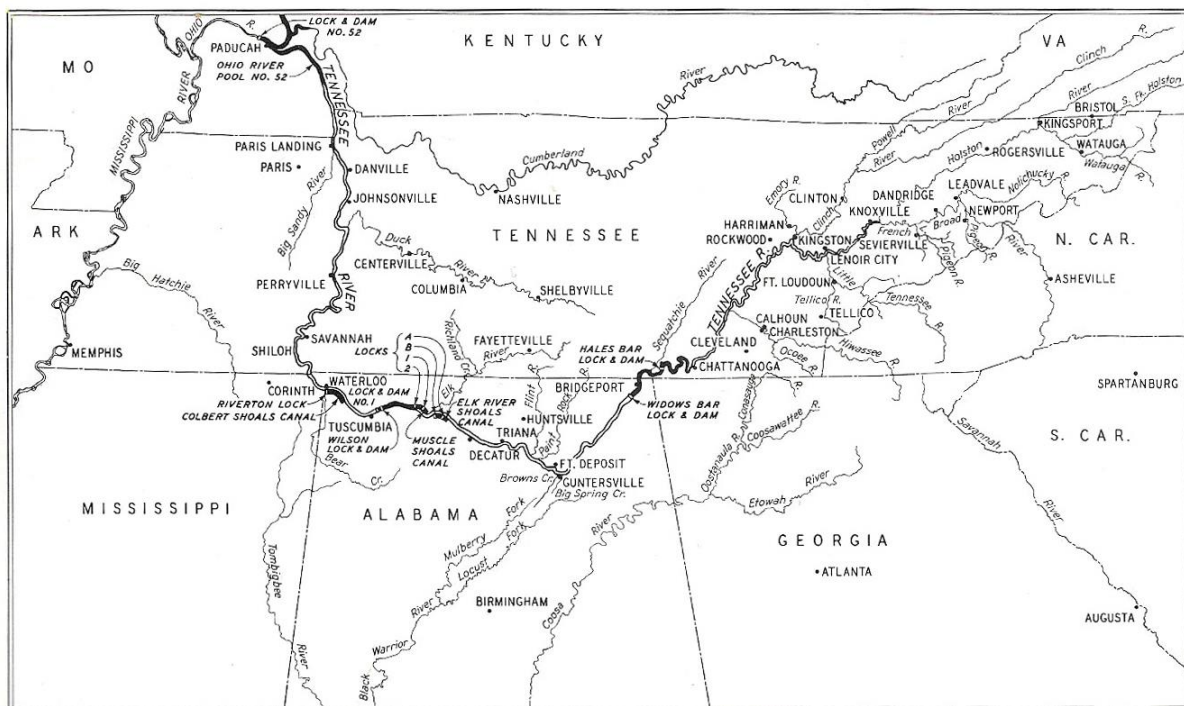
1. Controle de água eficaz no Rio Tennessee e assistência substancial para controle de inundações nos rios Ohio e Mississippi;
2. Desenvolvimento da navegação no Rio Tennessee, ligando a região ao sistema de navegação da época, de mais de 14.484 Km (9.000 milhas<sup>26</sup>) pelas águas interiores interconectadas por hidrovias interiores nos Estados Unidos (Figura 23);
3. Promover a universalização do uso da energia elétrica.
4. Criar maiores oportunidades para a agricultura, indústria e silvicultura.
5. Desenvolvimento e introdução de implementos para a correção do solo nos terrenos das margens fluviais (TVA, 1964, p. 1).

O sistema de navegação do rio Tennessee pressupõe o aproveitamento de toda a bacia. A operação integrada das barragens e reservatórios de aproveitamentos múltiplos proporcionou: um canal de navegação seguro para as embarcações; a proteção substancial das margens contra as inundações sazonais no Vale do Tennessee e nas bacias dos rios Ohio e Mississippi localizadas a jusante; a produção de grande quantidade de energia elétrica nas barragens a um baixo custo; a melhoria do abastecimento de água para fins industriais e urbanos; promoveu o controle de vetores de doenças que acometiam as populações ribeirinhas; melhorou o habitat a propagação de peixes; e promoveu o desenvolvimento de usos de lazer, recreação e turísticos (TVA, 1964, p. 1).

Na atualidade, a TVA é a maior produtora de energia elétrica dos Estados Unidos e continua a ter uma atuação regional nos 7 estados da bacia hidrográfica do rio Tennessee como uma agência independente que se autofinancia através dos recursos obtidos com a venda de energia elétrica. Além das 34 barragens para o controle das enchentes na bacia - sendo 29 barragens que produzem energia por geração hidrelétrica – são 11 as usinas operam com carvão, 06 turbinas de combustão e 03 usinas nucleares, 17 usinas solares, 01 usina eólica, e 01 por gás metano (CULVAHOUSE, 2007, p.16).

---

<sup>26</sup> 1 milha equivale a 1,60934 Km.



SOURCE.  
 CORPS OF ENGINEERS, U.S. ARMY,  
 TENNESSEE RIVER SURVEY, "PROPOSED  
 HYDRO-ELECTRIC POWER, NAVIGATION  
 AND EXISTING PROJECTS," APPENDIX C,  
 PART I, CHART VI, MARCH 30, 1929.

Figura 24: Mapa e perfil longitudinal mostrando as melhorias de navegação e o controle de profundidades no rio Tennessee antes da TVA. Fonte: TVA, 1964, p.21.

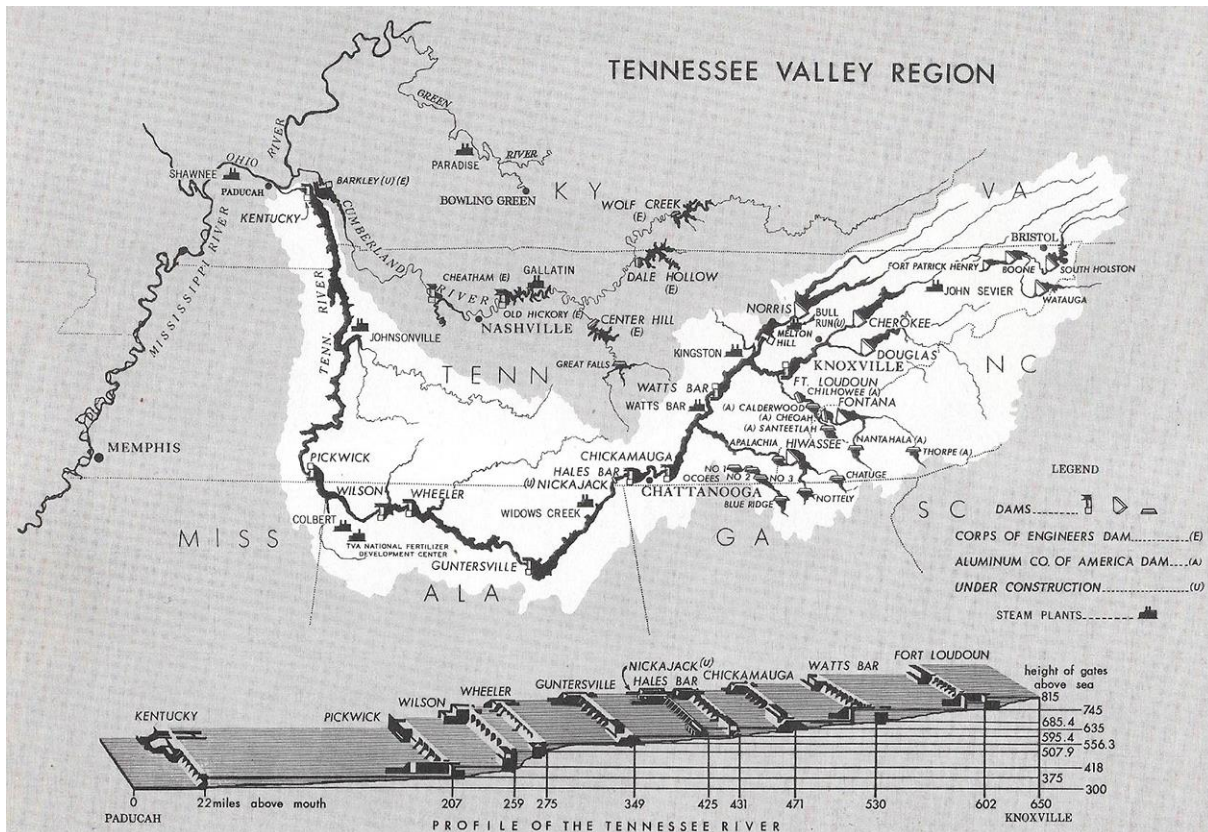


Figura 25: Principais projetos - sistema de aproveitamentos múltiplos do TVA. Fonte: TVA, 1964, p.2.

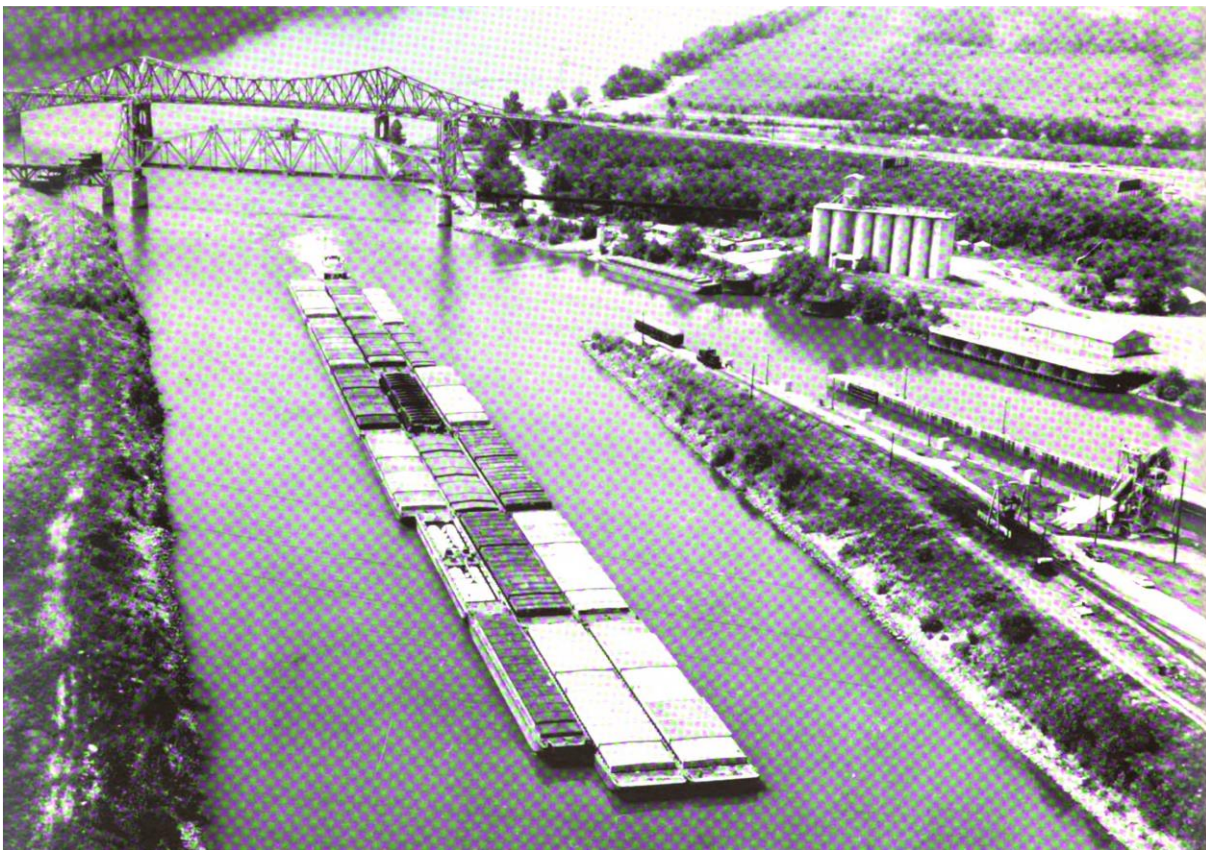


Figura 26. Navegação em Sheffield-Florence, Muscle Shoals, Alabama. . Fonte: TVA, 1964, p.1



Por ano, 38.000 barcaças fazem o transporte de cerca 50 milhões de toneladas de cargas pelo rio Tennessee. Uma série de 13 eclusas estão integradas pela hidrovia no rio principal, que permite a navegação à montante de Knoxville por aproximadamente 1.046 Km (650 milhas) - desde a confluência dos rios Tennessee e Ohio até Paducah no estado do Kentucky (Figura 25). Os reservatórios da TVA possuem 1.173, 5 Km<sup>2</sup> de terras na orla fluvial associadas aos parques, que possuem infraestruturas adequadas para a recreação, o lazer e o turismo fluvial (CULVAHOUSE, 2007, p.16).

O sistema de navegação do rio Tennessee tem suas nascentes nas montanhas do oeste da Virgínia e Carolina do Norte, leste do Tennessee e norte da Geórgia. Dois rios, o Holston e o French Broad, unem-se em Knoxville (Tennessee) para formar o rio Tennessee. Abaixo deste ponto, o rio flui para sudoeste através do estado do Tennessee, obtendo água de três outros afluentes principais, os rios Clinch, Little Tennessee e Hiwassee, nessa ordem. O Tennessee continua fluindo para sudoeste no Alabama até o sul em Guntersville e depois para oeste, pegando água de outro grande afluente, o Elk River, com o seu curso através da área de Muscle Shoals no norte do Alabama (Figura 26). No quadrante nordeste do Mississippi, o rio se direciona para o norte e cruza novamente o estado do Tennessee, onde continua até Paducah (Kentucky) desaguando no rio Ohio. Durante a segunda passagem do rio pelo estado do Tennessee, ele é acompanhado por outro afluente maior, o Duck River (TVA, 1964, p. 3).

A área de drenagem do sistema do Rio Tennessee abrange cerca de 106.000 Km<sup>2</sup> (40.910 milhas quadradas) acima da foz do rio em Paducah. Acima da barragem de Kentucky, a primeira barragem a montante de sua foz, cobre 104.117,52 Km<sup>2</sup> (40.200 milhas quadradas). A área de drenagem do rio está principalmente no estado do Tennessee, com partes em seis outros estados - Kentucky, Virgínia, Carolina do Norte, Geórgia, Alabama e Mississippi (TVA, 1964, p. 3).

A queda total do rio, do nível de água máximo do reservatório na barragem de Thorpe (elevação mais alta no sistema) até o nível de água mínimo na barragem de Kentucky (elevação mais baixa no sistema), é de 973 m (3.192 pés<sup>27</sup>) em 1.150 Km (714,2 milhas) de rio. O Tennessee, o rio principal, tem uma queda de 157 m (515

---

<sup>27</sup> 1 pé equivale a 0,3048 m.

pés) em 934 Km (579,9 milhas) de rio desde o topo dos portões da Represa Fort Loudoun até o nível de água mínimo na Represa Kentucky. A queda do rio principal é gradual, exceto na área de Muscle Shoals do Alabama, onde uma queda de 30,48m (100 pés) é encontrada em um trecho de menos de cerca de 32 Km (20 milhas) (TVA, 1964, p. 5).

No local da represa de Kentucky, a 36,04 Km (22,4 milhas) a montante da foz do rio, o fluxo natural registrado variou de um mínimo estimado de 127 m<sup>3</sup>/s em 1925 a um máximo de 14.158 m<sup>3</sup>/s em 1897, com uma média de 1.817 m<sup>3</sup>/s de 1889 a 1962. No local da Represa Fort Loudoun, o rio mais distante à montante, variou de 45 m<sup>3</sup>/s em 1925 a 8.495 m<sup>3</sup>/s em 1867, com uma média de 382 m<sup>3</sup>/s de 1899 a 1962. A regulação das vazões com as barragens manteve o fluxo mínimo na Represa de Kentucky (707 m<sup>3</sup>/s) ou mais, exceto que o fluxo pode ser cortado completamente por períodos de até vários dias para reduzir as cristas de inundação nos rios Ohio e Mississippi a jusante no lago da Barragem nº 52, no Rio Ohio, a jusante da Barragem de Kentucky, mantendo assim, o nível de água do reservatório suficientemente alto para manter a navegação (TVA, 1964, p. 5).

As características topográficas e hidrológicas do vale do rio Tennessee permite o desenvolvimento de aproveitamentos múltiplos na bacia do rio, de modo a proporcionar além da navegação, o controle de inundações e a geração de energia hidrelétrica, tanto viável quanto econômica (TVA, 1964, p. 5).

#### Sistema integrado de múltiplos usos

Nas atribuições<sup>28</sup> da TVA foi reconhecida a ideia de combinar os programas de navegação, controle das inundações e de produção de energia hidrelétrica em uma série de barragens e reservatórios de aproveitamentos múltiplos no Rio Tennessee e seus afluentes (TVA, 1964, p. 6).

O plano esboçado no Relatório de 1936 para o Congresso previa o desenvolvimento do rio principal com a construção de 07 barragens. Estas, juntamente com as 02 barragens existentes, forneciam nove 09 barragens altas, convertendo o rio em uma série contínua de águas estabilizadas pelas barragens desde confluência com o rio Ohio até Knoxville, Tennessee – a uma distância de 1.046 Km (650 milhas).

---

<sup>28</sup> Conforme Ato nº 18 do Congresso dos Estados Unidos de 1933.

Cada barragem incluiria inicialmente: (I) uma eclusa de navegação (com espaço para a adição de uma segunda eclusa); (II) instalações de controle de inundações; e (III) equipamentos de geração de energia . Certas barragens de armazenamento propostas nos afluentes foram recomendadas, e outros possíveis desenvolvimentos foram identificados no Relatório de 1936 (TVA, 1964, p. 6-7).

Até o fim de 1963 o sistema integrado de controle das águas no vale do Tennessee era composto por 32 barragens: 09 no rio principal e 23 nos afluentes. No rio principal, 07 das barragens do rio foram construídas pelo TVA e as outras 02 barragens existentes foram adquiridas. Das 23 barragens dos afluentes, 14 foram construídas pelo TVA, 03 foram adquiridas e 06 pertenciam à ALCOA (Companhia de Alumínio da América). (TVA, 1964, p. 7).

O sistema de barragens do vale do Tennessee têm cerca de 18.502 milhões de m<sup>3</sup> de armazenagem útil nos reservatórios com os níveis de água controlados, dos quais 14.555 milhões de m<sup>3</sup> são a reserva máxima para o controle das inundações no início da estação das chuvas de cada ano (TVA, 1964, p. 7).

A capacidade das usinas hidrelétricas nessas barragens é de 3.464,755 MW – 3.041,040 MW do TVA e 423,715 MW da ALCOA. O sistema de energia geral do TVA inclui 626,860 MW adicionais de capacidade hídrica em 06 barragens na Cumberland Valley – 01 adquirida pelo TVA e 05 projetos do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos.

O Sistema de Navegação do Rio Tennessee é um importante sistema de hidrovias interiores interconectadas que liga 20 estados norte americanos e se estende desde os Grandes Lagos<sup>29</sup> até o Golfo do México. A hidrovia fornece um canal de águas calmas durante todo o ano e em toda a sua extensão, desde Knoxville (Tennessee) até Paducah (Kentucky), por uma distância de aproximadamente 1.046,07 Km (650 milhas) de rio. A profundidade mínima do canal é de 3,3528m (11 pés), adaptada para embarcações de 2,7432m (9 pés) de calado; e com largura mínima dragada de 91,44m (300 pés), com algumas ampliações nas curvas (TVA, 1964, p. 5).

Os nove 09 reservatórios conectados pelo eixo principal do Rio Tennessee, estão interligados com o reservatório no Rio Clinch, na hidrovia foram criados canais

---

<sup>29</sup> Os Grandes Lagos - Superior, Michigan, Huron, Erie e Ontário - entre o Canadá e os Estados Unidos – possuem mais de 1.200 quilômetros de oeste para leste e fornecem água para o abastecimento, transporte, energia, recreação e uma série de outros usos.

de alimentação ao longo de muitos córregos tributários e em muitas embocaduras. Mais de 482 Km (300 milhas) do canal são marcados pelo uso de barcos de recreação e rebocadores comerciais. Os canais de alimentação possibilitam a navegação comercial para alcançar os terminais nas baías dos reservatórios ou nos afluentes, mas também são usados para a navegação recreativa de embarcações de recreação (TVA, 1964, p. 5).

Kentucky, Pickwick Landing, Wilson e Wheeler, as primeiras das quatro 04 barragens construídas no rio principal, possuem eclusas com as dimensões da câmara de 33,528m x 182,88m (110 por 600 pés). Wilson, que foi construída pelo Departamento de Guerra entre 1918-1925, foi construída além da eclusa principal - colocada em serviço em novembro de 1959 - no conjunto da eclusa foi instalada uma câmara com uma eclusa auxiliar. Na Represa de Wheeler, a eclusa principal com 33,528m x 182,88m (110 por 600 pés) foi aberta à navegação em maio de 1963. Em 2 de Junho de 1961, durante a construção desta eclusa, originalmente com 18,288m x 109,728m (60 por 360 pés) com a falha de Wheeler que teve seu muro de terra rompido. A reconstrução da eclusa auxiliar – uma estrutura melhorada com 18,288m x 121,92m (60 por 400 pés) foi colocada em serviço em abril de 1962 (TVA, 1964, p. 5).

De outras cinco 05 barragens à montante do rio principal, Wheeler-Guntersville, Hales Bar, Chickamauga, Watts Bar e Fort Loudoun, todas exceto Hales Bar possuem eclusas de 18,288m x 109,728m (60 por 360 pés). A Represa Hales Bar – construída entre 1905-1913 – possui uma eclusa de 18,288m x 80,772m (60 por 265 pés), a menor no sistema (TVA, 1964, p. 5-6).

Por causa de um problema de vazamento sob a Represa Hales Bar, esta represa foi substituída pela represa de Nickajack, lugar a poucos quilômetros à jusante com duas eclusas mais amplas de 33,528m x 182,88m (110 x 600 pés). As eclusas de Chickamauga, Watts Bar e Fort Loudoun possuem 18,288m x 109,728m (60 por 360 pés). O projeto de cada uma dessas eclusas planeja deixar um espaço disponível para uma segunda eclusa, maior sempre que o necessário. A primeira eclusa de navegação no afluente do Tennessee foi aberta à navegação em Junho de 1963. Esta possui 22,86m x 121,92m (75 por 400 pés) na Represa de Melton Hill no Rio Clinch. O Rio Clinch é afluente ao fluxo principal e está entre as duas barragens mais altas no rio principal - Watts Bar e Fort Loudoun (TVA, 1964, p. 5-6).

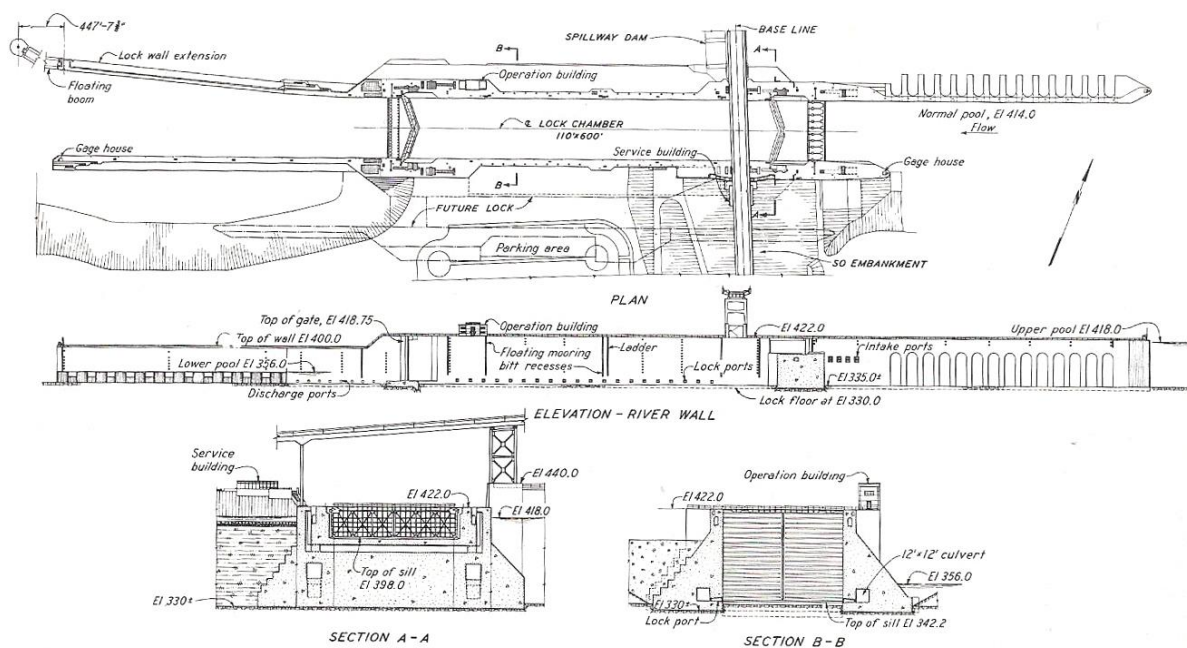
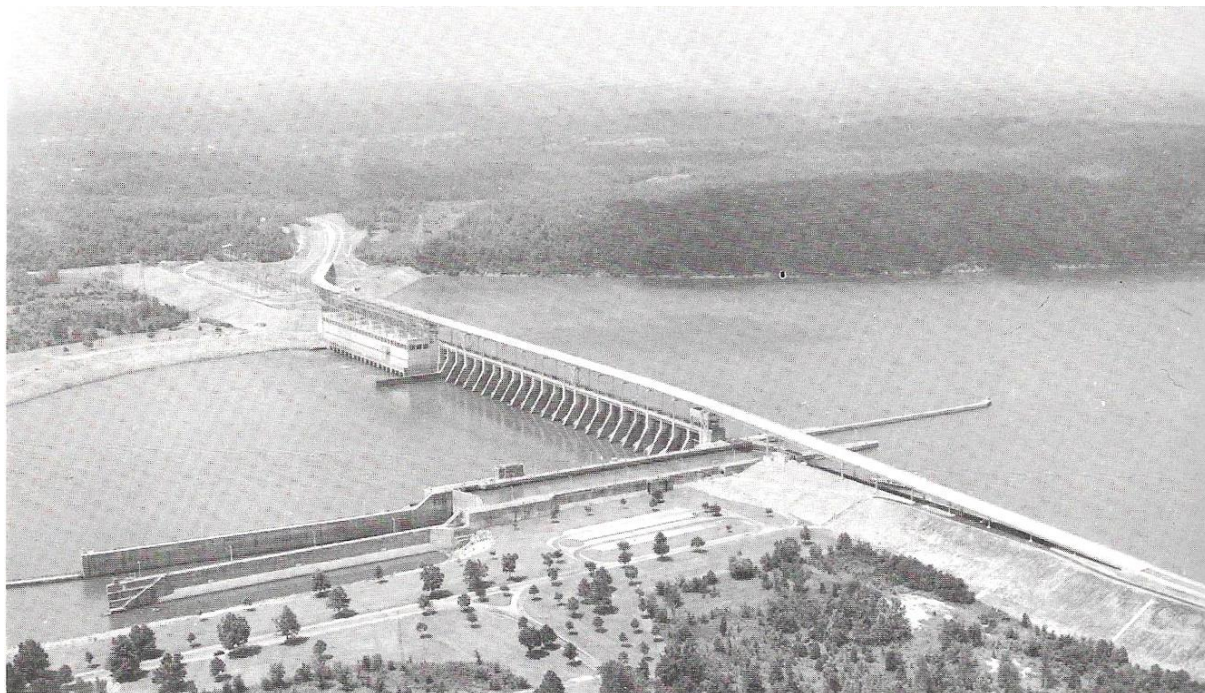


Figura 27: Pickwick Landing – barragem de aproveitamentos múltiplos. Fonte: TVA, 1964, p.38.

Figura 28: Pickwick Landing – detalhes da eclusa. Fonte: TVA, 1964, p.38.



## **CAPÍTULO**

### **2. HIDROVIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA**

O Rio Santa Maria da Vitória possui uma extensão de 122 Km e está inserido numa bacia hidrográfica de abrangência estadual. Na bacia vive uma população de 1.132.222 habitantes, o que corresponde a 32% da população do estado. Em parte da bacia está inserida a metrópole de Vitória que possui a capital do Espírito Santo (IBGE, 2010).

O Rio Santa Maria possuía uma antiga rota de navegação hidroviária de 40 Km pelo leito natural do rio que era realizada por canoas entre as cidades de Santa Leopoldina, implantada na transição entre o médio e baixo curso do rio e, Vitória, localizada no sistema estuarino do rio na Baía de Vitória. Esse trecho de navegação do século XIX está atualmente desativado, interrompendo uma antiga rota aquática do interior do estado para o mar.

A proposta da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória visa aliar as condições históricas e naturais propícias à navegação ao implantar uma hidrovia no baixo curso do rio com uma extensão de cerca de 35 Km. O projeto da hidrovia visa atualizar os parâmetros técnicos de navegação, a ser definido a partir de uma nova classe de embarcações e um sistema de navegação a ser realizado parcialmente em lagos-canais. As premissas da hidrovia visam o aproveitamento integral da bacia hidrográfica e estruturar os usos múltiplos das águas, voltados aos programas de navegação, saneamento ambiental e produção de energia.

Os lagos-canais são projetados para as cotas topográficas de 5m e 10m, e definem os níveis de água máximos a serem obtidos com as barragens dotadas de eclusas para que as embarcações possam vencer os desníveis aquáticos dos represamentos de 5 m. Os remansos dos lagos-canais e o eixo da linha de navegação principal definem os endereços aquáticos para a implantação de portos e a fundação de novas cidades-portos fluviais – que são as cidades estruturadas a partir dos portos e articuladas em rede pela navegação da hidrovia.

Os portos são os polos estruturadores da hidrovia que também cumprem a função de reestruturação das cidades, distritos e bairros existentes nas margens fluviais.

As margens dos rios compõem as orlas fluviais da hidrovia que definem os terrenos para a reestruturação ambiental, rural da bacia hidrográfica.



## 2.1. BACIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

O rio Santa Maria já foi utilizado para a navegação por mais de 50 anos no século XIX, quando canoas levavam produtos agrícolas do interior do Estado até o Porto dos Padres<sup>30</sup> na capital Vitória (COSTA, 1951). Em Vitória, as canoas eram reabastecidas com mercadorias da capital e seguiam rio acima até a cidade de Santa Leopoldina para a comercialização dos produtos. Esse trajeto fluviomarítimo, entre o Porto do Cachoeiro e o Porto dos Padres, era de cerca de 50 Km, constituído por trechos de cerca 40 Km de navegação fluvial até a foz e 10Km de navegação fluviomarítima na Baía de Vitória.

De fato, não havendo ainda estradas, o comércio exportador e importador de toda aquela região central do Espírito Santo se fazia por meio de tropas, desde os centros de produção até o ponto em que o Santa Maria deixa de ser encachoeirado. Entre a última cachoeira e o porto de Vitória, o tráfego comercial se valia de canoas, aproveitando cerca de 60 Km<sup>31</sup> navegáveis do rio, com o que se economizava tempo e dinheiro (COSTA, 1951, p.17).

Tentativas de introduzir canoas de ferro nesse serviço foram feitas em 1895, sendo que algumas eram pertencentes à Companhia Penedo de Vitória e chegaram a navegar no rio por certo período de tempo. Contudo, a canoa de madeira, construída por artífices locais prevaleceu na navegação do trecho. As canoas<sup>32</sup> tinham a “capacidade para noventa sacas e mediam 16 m de comprimento por 1,70 m de boca e 1 m de altura” (COSTA, 1951). Segundo relatos da princesa Teresa da Baviera<sup>33</sup>, as embarcações utilizadas no transporte fluviomarítimo, além das canoas, eram pequenos vapores (Teresa da Baviera, 1888, Viagem ao Espírito Santo). O ofício de canoeiro era realizado por homens negros libertos, índios e brancos (BAVIERA, 2013).

---

<sup>30</sup> Antiga Rua do Comércio e atual Avenida Florentino Avidos.

<sup>31</sup> A distância entre as antigas localizações do Porto do Cachoeiro de Santa Leopoldina e o Porto dos Padres em Vitória foi verificada – com o traçado de uma linha vetorial como linha de navegação, definida pelo eixo do Rio Santa Maria da Vitória sobre um mosaico de imagens aerofotogramétricas – e se constatou que a distância real entre os portos é de cerca de 50 Km.

<sup>32</sup> Na popa, entre a banquetta do Mestre e a extremidade do estrado superior, ficava a *estância*, pequeno espaço livre onde podiam viajar, com relativo conforto, até dez passageiros com direito a toldo de proteção contra o sol (COSTA, 1951).

<sup>33</sup> A princesa Teresa da Baviera foi etnóloga, zoóloga e botânica. Publicou o livro “Minha jornada nos trópicos brasileiros”. Em 2013, o livro foi traduzido pelo Arquivo Público do Estado do Espírito Santo sob o título “Viagem pelo Espírito Santo (1888): Viagem pelos trópicos brasileiros.

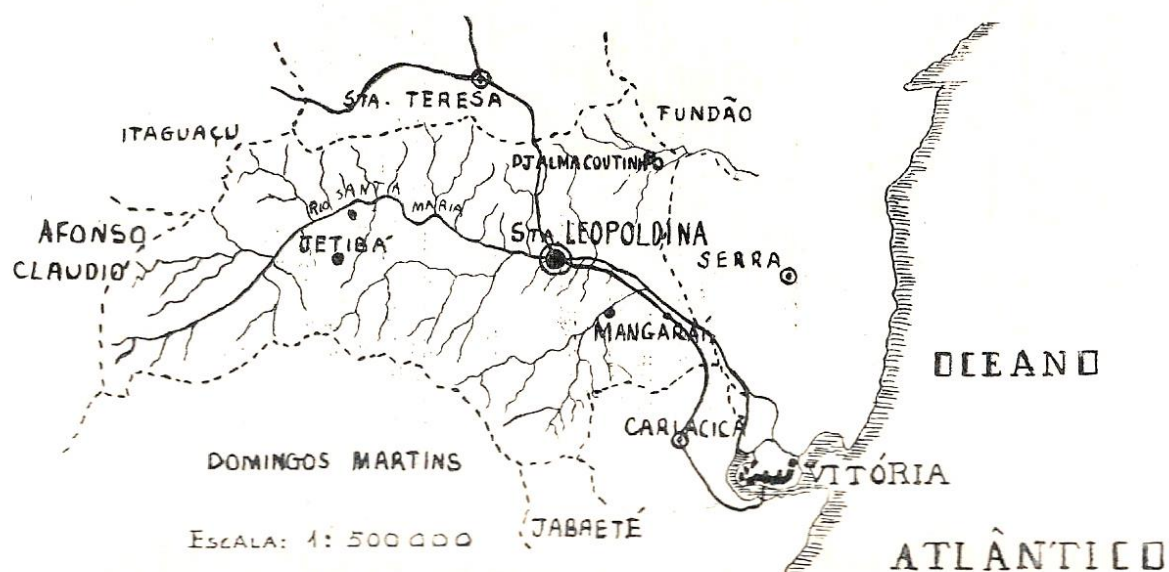


Figura 29: Município de Santa Leopoldina. Fonte: COSTA, 1951.

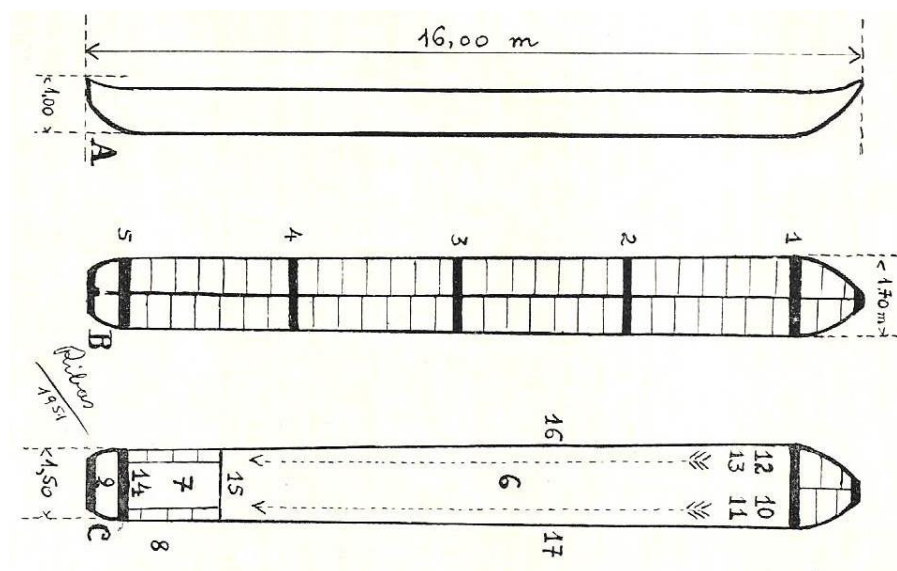


Figura 30: Canoa com capacidade para noventa sacas. A – Vista de perfil. B – Vista decimétrica, sem estrados ( 1 a 5: bancos). C – Vista de cima, com os dois estrados: 6, estrado superior; 7, estrado inferior; 8, estância (espaço interno); 9, apoio do leme (remo); 10, 11, 12 e 13, posição respectiva do proeiro, sota-proa, contra-proa e “fogão”, ao iniciarem cada impulso de vara; 14, posição do Mestre; 15, ponto até onde “trotavam” os canoieiros, quando varejavam; 16, lado do remo sul; 17, lado do remo norte. Fonte: COSTA, 1951.

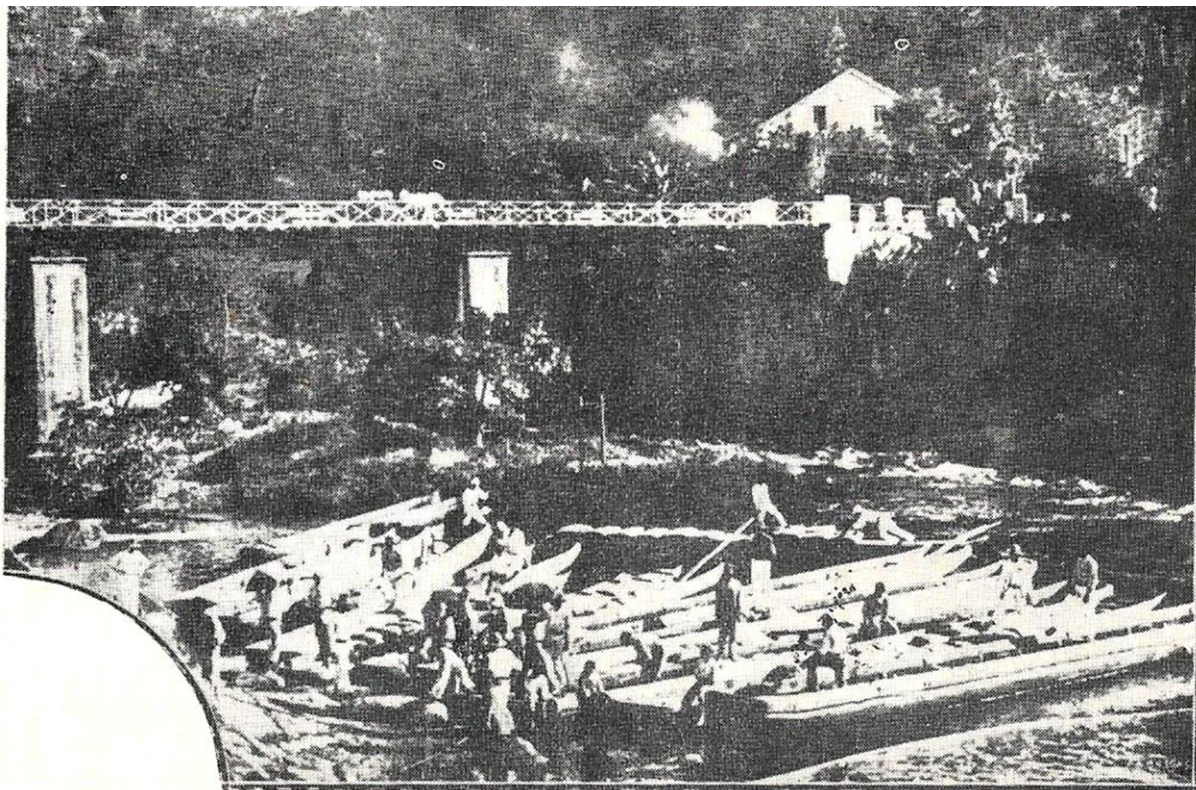


Figura 31: Porto da Pedra (Santa Leopoldina) coalhado de canoas (Reprodução fotográfica antiga).  
Fonte: Canoeiros do Santa Maria, COSTA, 1951.

A partir de 1874, passou a ser construída uma estrada, ligando a capital Vitória ao Porto do Cachoeiro de Santa Leopoldina. A conclusão dessa obra provocou a queda no movimento de cargas por via fluvial. Desse modo, entraram em declínio o porto fluvial e a rota hidroviária, o que, conseqüentemente, provocou o enfraquecimento do polo regional interior de Santa Leopoldina (IEMA-ES, 2003).

Na atualidade, o canal não cumpre a finalidade de navegação, tendo parte do seu leito aquático assoreado ou soterrado pelas obras do duto de captação de água do Rio Santa Maria da Vitória. O transporte hidroviário no Rio Santa Maria da Vitória não é mais utilizado nesse trajeto, resumindo-se aos atuais usos para a navegação recreativa e a pesca, praticada em pequenos barcos, notadamente no trecho da foz onde se encontram os manguezais.

O Canal dos Escravos era uma outra rota fluviomarítima navegável entre a Baía de Vitória e a localidade de Queimados – no município de Serra. É um canal artificial que foi aberto nas áreas de manguezal, na porção norte da Baía de Vitória, que segue nos terrenos alagadiços do Rio Santa Maria da Vitória até a confluência com o rio natural – no trecho mais baixo do curso d'água já próximo à foz. Entre a confluência com o rio principal e a Baía de Vitória, são cerca de 9 Km de extensão.

### 2.1.1. Caracterização da bacia

O Rio Santa Maria da Vitória está inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste. É uma Bacia de domínio estadual, pertencente ao Espírito Santo, e está situada na porção central do estado. O Rio Santa Maria da Vitória possui a Bacia integralmente no Estado do Espírito Santo com todas as vertentes voltadas para o Oceano Atlântico.

Os divisores de água da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória estão limitados, ao norte, com a Bacia do Rio Reis Magos; ao sul, com a Bacia do Rio Jucu; a oeste, com a Bacia do Rio Doce; e a leste, com o Oceano Atlântico. O rio possui uma extensão de 122 Km pela calha principal, desde a nascente mais distante, na cota altimétrica de 1.000 m s.n.m.<sup>34</sup>, na Serra do Garrafão, até a foz, na Baía de Vitória, no nível do mar (IEMA-ES, 2015).

A transição entre os ambientes aquáticos da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória e o sistema estuarino da Baía de Vitória se caracterizam: pelo Rio Santa Maria da Vitória, sistema fluvial; a Baía de Vitória, sistema fluviomarítimo; e a Baía do Espírito Santo, sistema marítimo.

O Rio Santa Maria da Vitória tem sua foz na Baía de Vitória, na Reserva Ecológica da Ilha do Lameirão, que forma um delta com cerca de 19 ilhas, todas pantanosas, sendo algumas inteiramente submersíveis nas marés de lua, de modo que esse tipo de desembocadura se reúne aos raros casos na costa brasileira (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

Para o trecho a ser estudado para a navegação – entre o antigo Porto do Cachoeiro em Santa Leopoldina e a Baía de Vitória – a extensão total do rio pelo leito natural é de 40 Km e a altura de queda do trecho<sup>35</sup> de 10 m, sendo a declividade média de 0,25 m/Km.

---

<sup>34</sup> Sigla (s.n.m.), refere-se a “sobre o nível do mar” ou “sobre o nível médio do mar”.

<sup>35</sup> Conforme o perfil longitudinal traçado pelo eixo do rio principal.

Desde a nascente até a foz, na Baía de Vitória, o rio principal é subdividido em três trechos principais: Alto, Médio e Baixo Santa Maria da Vitória.

O Alto Santa Maria da Vitória é o trecho natural – pelo curso principal do rio – que está entre a nascente (na cota altimétrica de 1.000 m s.n.m.) e a confluência com o Rio Possmoser, pela margem esquerda (na cota de 750 m s.n.m.). A extensão<sup>36</sup> do trecho é de 31 Km (entre o Km 122 e o Km 91 pelo eixo do rio principal). O trecho do Alto Santa Maria da Vitória possui uma altura de queda hídrica de 250 m, definindo uma declividade média do rio de 8,05 m/Km.

O Médio Santa Maria da Vitória é o trecho natural – pelo curso principal do rio – que está localizado entre a confluência com o Rio Possmoser (na cota de 750 m s.n.m.) e a confluência com o Rio Mangaraí, pela margem direita (na cota de 4,75 m s.n.m.), com uma extensão do trecho correspondente a 68 Km (entre o Km 91 e o Km 24 pelo eixo do rio principal). O trecho do Médio Santa Maria da Vitória possui altura de queda hídrica no trecho de 745,25 m, sendo a declividade média do rio de 10,95 m/Km.

O Baixo Santa Maria da Vitória é o trecho natural – pelo curso principal do rio – desde a confluência com o Rio Mangaraí (na cota 4,75 m s.n.m.) até a foz principal, que está no nível do mar, na Baía de Vitória. O trecho possui uma extensão de 24 Km (entre o Km 24 e o Km 0 do rio principal). O trecho do Baixo Santa Maria da Vitória possui uma altura de queda no trecho de 4,75 m, sendo a declividade média do rio de 0,20 m/Km.

A bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória está na UGRH<sup>37</sup> - Litoral Central. No gerenciamento dos recursos hídricos estaduais, algumas UGRHs foram subdivididas, formando 14 Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH. A UGRH – Litoral Central foi subdividida em dois Comitês de Bacia Hidrográfica: CBH - Santa Maria da Vitória e CBH – Jucu. (Mapa 5)

---

<sup>36</sup> As extensões dos trechos foram estabelecidas pelo autor com o traçado de uma linha vetorial pelo eixo principal do rio, a partir de uma base construída em escala com as imagens aerofotogramétricas obtidas do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA-ES).

<sup>37</sup> Unidade de Gestão de Recursos Hídricos.

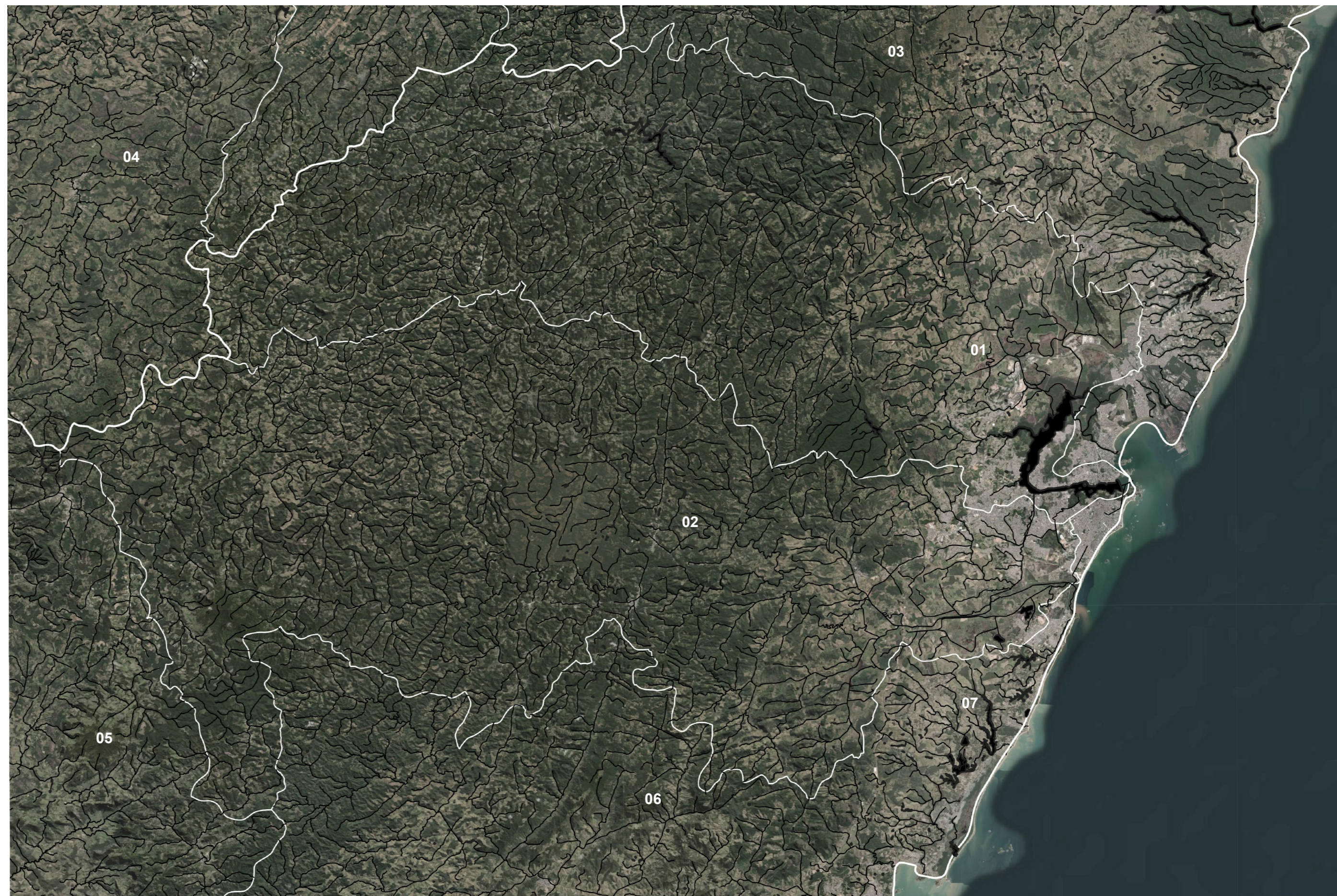
## BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

### LEGENDA:

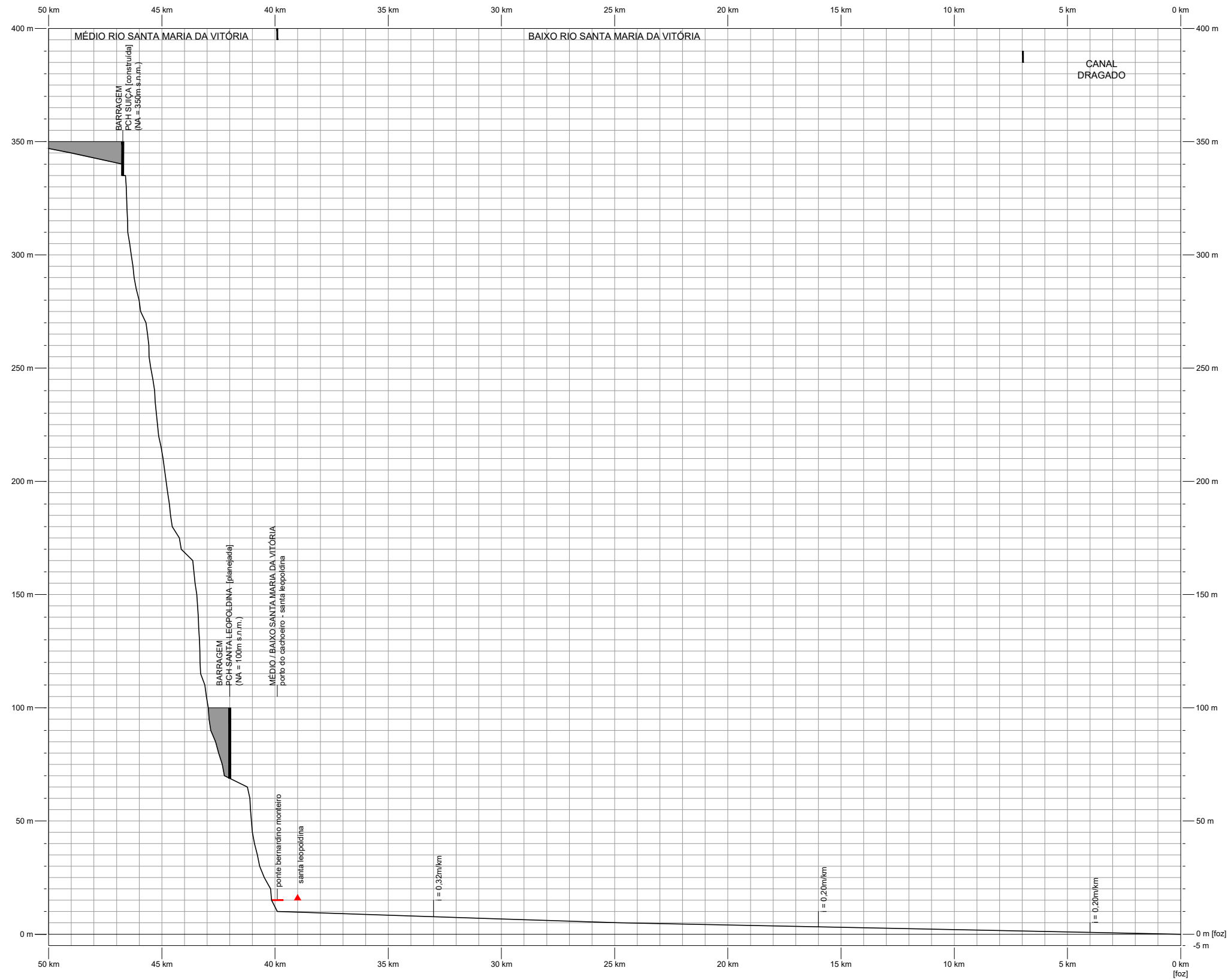
- 1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA
- 2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUCU
- 3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO REIS MAGOS
- 4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE
- 5 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM
- 6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BENEVENTE
- 7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GUARAPARI



Fonte: Imagem de satélite ESRI Satellite.  
Dados: Arquivos digitais Agência Nacional de Águas



## BAIXO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA - PERFIL LONGITUDINAL DO TERRENO



### LEGENDA:

#### EXISTENTE

- TERRENO
- NÍVEL DO FUNDO (NF) - RIO
- BARRAGEM
- PONTE
- AFLUENTE
- CIDADE
- TRAVESSIA

#### PROPOSTAS:

- CANAL DRAGADO
- BARRAGEM - PROJETO
- ECLUSA - PROJETO
- PONTE - PROJETO
- CIDADE - PROJETO
- TRAVESSIA - PROJETO

### NOTAS:

1. Na Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória as eclusas possuem o Nível de Fundo (NF) da soleira com a profundidade mínima de 5,00m.
  2. Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia.
  3. Altitudes em metros acima do nível médio do mar.
  4. Informações sobre marés:  
 Porto de Tubarão (20°17') (40°14'). Maré-alta = 1,50m; Maré-baixa = 1,00m  
 Porto de Vitória (20°19') (40°19'). Maré-alta = 1,50m; Maré-baixa = 1,10m
- FONTE:  
 Marinha do Brasil. DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. Carta Náutica (1401): Porto de Vitória e de Tubarão.

### ESCALA:

HORIZONTAL 1:200.000 ; VERTICAL 1:2.000



Figura 32: Rio Santa Maria da Vitória à montante da cidade de Santa Leopoldina. Limite entre o Médio e Baixo curso do rio Santa Maria da Vitória. Fonte: CAUS, 2012.



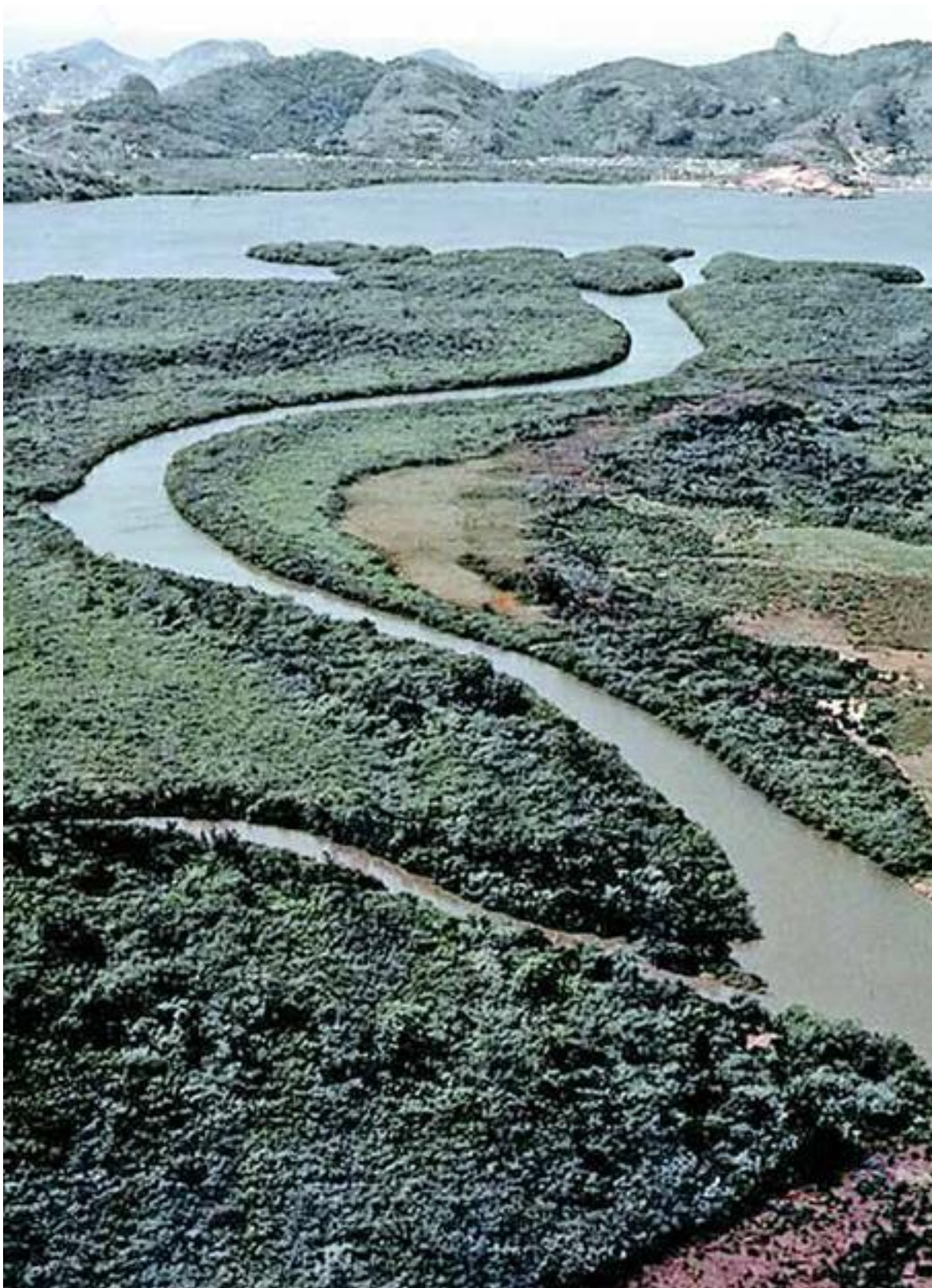


Figura 33: Foz do Rio Santa Maria da Vitória na Baía de Vitória. Fonte: CAUS, 2012.

A proposta de segmentação da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória em Unidades de Planejamento (UP) consiste, basicamente, na divisão hidrográfica para fins de análise e apresentação de resultados, com vistas a um diagnóstico mais preciso por trecho da Bacia. Nessa divisão física, está a base para a segmentação da rede hidroviária, com vistas ao processo de enquadramento dos corpos de água em classes<sup>38</sup>, segundo os usos preponderantes da água (IEMA-ES, 2015).

A adoção de um número restrito de Unidades de Planejamento permitiu uma melhor espacialização da informação, buscando respeitar uma homogeneidade física, ambiental e social. O princípio da proposta de segmentação foi adotar a classificação de Otto- Bacias<sup>39</sup> de nível 5. Ao se considerar uma divisão hidrográfica em macroescala, com a definição das Unidades de Planejamento da Bacia Hidrográfica, foram identificados três compartimentos no Rio Santa Maria da Vitória: Alto, Médio e Baixo. Na sequência, foram identificados os afluentes mais relevantes pelos trechos do rio principal (IEMA-ES, 2015).

Tabela 1: Região do Rio Santa Maria da Vitória – Características de Relevô e de Ocupação

REGIÃO HIDROGRÁFICA	UNIDADE (UP)	CARACTERÍSTICAS DE RELEVÔ	CARACTERÍSTICAS DE OCUPAÇÃO
Santa Maria da Vitória	Alto SMV	Declividade média de 1,2%	Predominantemente rural.
	Médio SMV	Declividade média de 1,8%	Predominantemente rural, com sedes urbanas de médio porte próximas do rio principal.
	Baixo SMV	Declividade média de 0,03%	Relevo: Zona de transição Serra-Litoral. Ocupação do solo: Predominantemente rural, com uma forte urbanização na porção inferior, nas áreas que margeiam a zona estuarina.

Fonte: (IEMA-ES, 2015), Plano de Bacia dos Rios Santa Maria da Vitória/Jucu. Relatório Técnico-2.

Nota:

1. Tabela adaptada do Quadro 2.4.2. Segmentação proposta para a Região dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória – Características de Relevô e de Ocupação.

<sup>38</sup> Instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

<sup>39</sup> Codificação de bacias hidrográficas pelo método de Otto Pfafstetter, adotado pela ANA – Agência Nacional de Águas, estabelece as bases para a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Os principais afluentes do Rio Santa Maria da Vitória são: pela margem esquerda, o Ribeirão das Taquaras, Rio Possmoser, Rio Claro, Rio Bonito, Rio Timbuí e Rio da Prata; pela margem direita, o Rio Triunfo, o Rio das Pedras, o Rio Jequitibá, o Rio das Farinhas, o Rio da Fumaça e o Rio São Miguel.

As áreas de drenagem<sup>40</sup>, por trecho do Rio Santa Maria da Vitória, são verificadas conforme os dados das estações fluviométricas instaladas no curso principal do rio. No Alto Santa Maria da Vitória, a área de drenagem é de 154 Km<sup>2</sup>, verificados na Estação Fluviométrica EF 57117000 - PCH Rio Bonito Montante 2. No Médio Santa Maria da Vitória, as áreas de drenagem foram verificadas em três estações fluviométricas: EF 57115000 – Santa Maria de Jetibá, com 517 Km<sup>2</sup>; EF 57119000 – PCH Rio Bonito – Barramento, com 617 Km<sup>2</sup>; e EF57120050 – UHE Suíça – Barramento, com 895 Km<sup>2</sup> de área de drenagem. No Baixo Santa Maria da Vitória, os valores das áreas de drenagem foram extraídos de três estações fluviométricas: EF 57131000 – Santa Leopoldina, com 1.020 Km<sup>2</sup>; EF 57133000 – Fazenda Santa Rosa, com 1.282 Km<sup>2</sup>; e EF 57132000 – Captação CESAN, com 1.450 Km<sup>2</sup> (ANA,2021). A área de drenagem total da Bacia Hidrográfica, na foz do Rio Santa Maria da Vitória, é de 1.876 Km<sup>2</sup> e o perímetro da Bacia de 324 Km (IEMA-ES, 2015).

Os valores de disponibilidade hídrica para as vazões da Bacia<sup>41</sup>, expressos pelas Unidades de Planejamento da Bacia, consideram as mesmas variáveis hidrológicas para todos dos trechos. A definição dos trechos segue a delimitação do Comitê de Bacia do Rio Santa Maria da Vitória (IEMA-ES, 2015). Na Unidade de Planejamento do Alto Santa Maria da Vitória: no trecho as vazões com permanência de 90% (Q90%) são de 1,6 m<sup>3</sup>/s; as vazões com permanência de 95% (Q95%) são de 1,4 m<sup>3</sup>/s; e a vazão média (Qmédia), de 3,7 m<sup>3</sup>/s. Para a Unidade de Planejamento do Médio Santa Maria da Vitória, as vazões com permanência de 90% (Q90%) são de 6,7 m<sup>3</sup>/s; as vazões com permanência de 95% (Q95%) são de 5,7 m<sup>3</sup>/s; e a vazão média (Qmédia), de 19,3 m<sup>3</sup>/s. Na Unidade de Planejamento do Baixo Santa Maria da Vitória, as vazões com permanência de 90% (Q90%) são de

---

<sup>40</sup> Conforme dados das estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA, acessados na plataforma HIDROWEB. O Portal HIDROWEB é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) (ANA, 2021).

<sup>41</sup> Conforme Quadro: Vazões de referência por Unidade de Planejamento – Bacia do Rio Santa Maria da Vitória (IEMA-ES, 2015, p. 251).

9,3 m<sup>3</sup>/s; as vazões com permanência de 95% (Q95%) são de 7,4 m<sup>3</sup>/s; e a vazão média (Q<sub>média</sub>), de 26,9 m<sup>3</sup>/s (ANA,2021).

A Estação Fluviométrica de Santa Leopoldina (EF 57131000) está localizada na sede municipal de Santa Leopoldina, entre os trechos Médio e Baixo do Rio Santa Maria da Vitória, antigo endereço do Porto de Cachoeiro (ANA, 2020). O ano de 2020 foi o último ano de medições anuais completas, sendo que: a vazão máxima obtida foi de 92,80 m<sup>3</sup>/s (01/03/2020); a vazão mínima foi de 6,62 m<sup>3</sup>/s (01/09/2020); e a vazão média anual, de 14,65 m<sup>3</sup>/s. Para a série de medições entre os anos de 1949-2021, o registro de vazão máxima histórica foi de 256,18 m<sup>3</sup>/s, em 01/12/2013, e o registro de vazão mínima histórica, de 0,047 m<sup>3</sup>/s, em 01/10/2008 (ANA,2021). A contribuição de água doce do Rio Santa Maria da Vitória para a Baía de Vitória possui a vazão média de 15,7m<sup>3</sup>/s (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

A quantidade de cargas orgânicas que atingem diretamente os recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória é de 7.066 toneladas (DBO)<sup>42</sup> por ano e as cargas orgânicas lançadas por fontes difusas são de 10.650 toneladas (DBO) por ano. Os lançamentos diretos aumentam de montante para jusante do rio. Para os lançamentos de fontes difusas, a situação se inverte – aumentam de jusante para montante. Quanto às fontes de lançamento de efluentes, 98,8% da carga orgânica está atribuída ao esgotamento sanitário, sendo baixa a contribuição da indústria: 1,2% (IEMA-ES, 2015).

No Espírito Santo, a Lei nº 9.264/2009 institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, que define os princípios, fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão integrada, compartilhada e participativa dos sistemas de coleta e destinação dos resíduos sólidos. Cabe destacar a existência do Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana da Grande Vitória (IBAM, 2009). A Bacia do Rio Santa Maria da Vitória não possui lixões ativos e conta com 01 aterro sanitário licenciado para todos os municípios da bacia – o da Marca Ambiental –, localizado no município de Cariacica. Todos os municípios da Bacia destinam seus resíduos para o transbordo, no aterro sanitário privado (IEMA-ES, 2015). Foram identificadas unidades de transbordo nos municípios de Serra, Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá (AMUNES, 2014).

---

<sup>42</sup> (DBO) Demanda Bioquímica de Oxigênio ou Demanda Biológica de Oxigênio corresponde à quantidade de oxigênio consumido na degradação da matéria orgânica no meio aquático por processos biológicos, sendo expresso em miligramas por litro.

Tabela 2: Produção de Resíduos Sólidos por Unidade de Planejamento do Rio Santa Maria da Vitória.

MUNICÍPIO	ALTO SMV	MÉDIO SMV	BAIXO SMV	TOTAL	% relativo ao total
Cariacica	-	350	173.053	173,403	29,7
Santa Leopoldina	-	4.248	314	4.565	0,8
Santa Maria de Jetibá	4.239	11.745	-	15.984	2,7
Serra	-	3	59.881	59.884	10,3
Vitória	-	-	330.059	330.059	56,5
Total	4.239	16.346	563.307	583.892	100%
%	0,7	2,8	96,5	100%	-

Fonte: (IEMA-ES, 2015): Plano de Bacia Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Relatório Técnico-2.

Nota:

1. Os valores mensurados estão em (Kg/dia).
2. Tabela adaptada do Quadro 4.3.3.3. Produção de Resíduos Sólidos Totais na RHSMV e Informações Complementares Municipais para Gerenciamento.

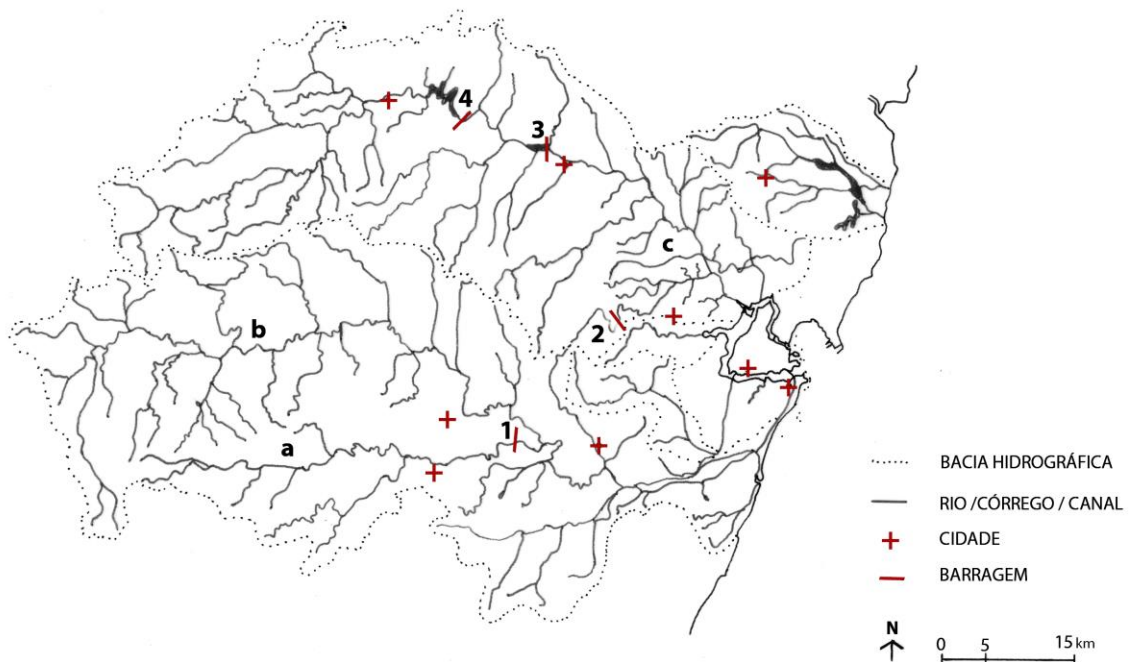


Figura 34: Bacias Hidrográficas do Rio Santa Maria e Rio Jucu. Legenda: 1. Barragem do Braço Sul do Rio Jucu ; 2. Barragem de Duas Bocas; 3. Barragem de Suíça; 4. Barragem de Rio Bonito; a. Braço Sul do Rio Jucu; b. Braço Norte do Rio Jucu; c. Rio Santa Maria da Vitória. Desenho do autor com base em mapa do IJSN/ES.

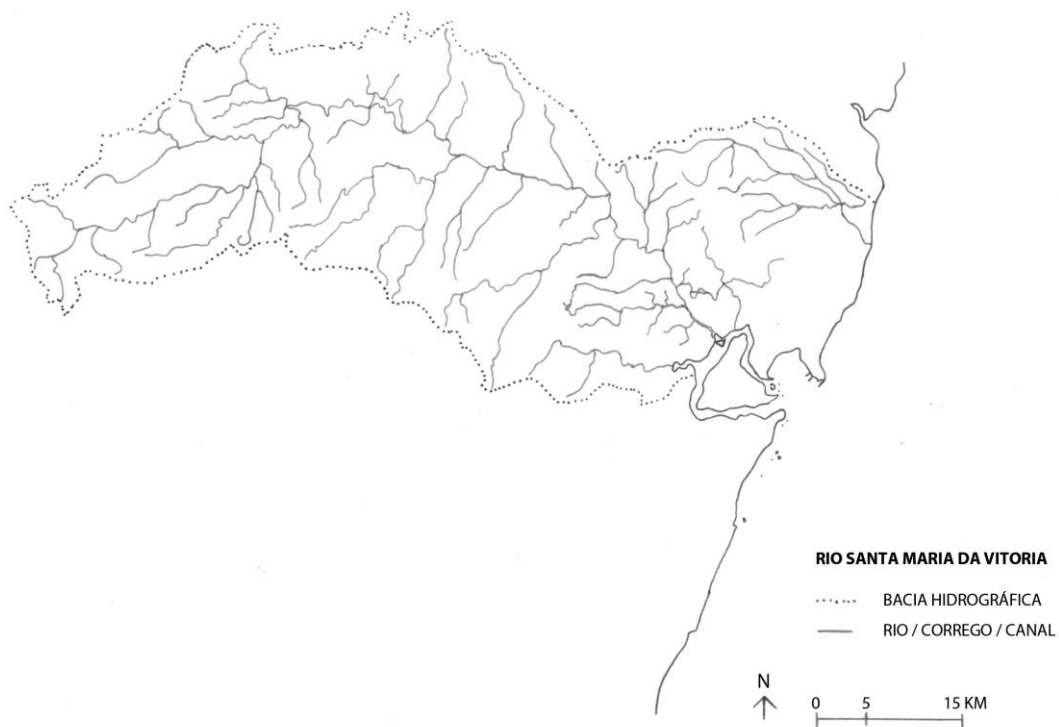


Figura 35: Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria. Desenho do autor com base em mapa do IJSN/ES.

### Aproveitamentos da bacia

Ao se buscar o aproveitamento integral da bacia, a fim de proporcionar o planejamento em escala regional e urbana, foram identificados os principais programas existentes na bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, sendo: a navegação, a produção de energia e o saneamento ambiental.

Existem duas barragens em funcionamento ao longo do curso do rio principal: a Usina Hidrelétrica de Suíça e a Pequena Central Hidrelétrica de Rio Bonito.

A UHE Suíça entrou em funcionamento em 1965 e está localizada no Médio Rio Santa Maria da Vitória – a montante da cidade de Santa Leopoldina – a cerca de 46 Km da foz fluviomarítima na Baía de Vitória. As coordenadas do eixo do barramento são (20°05'05''S) e (40°33'36''W). A área inundada do reservatório é de 0,60 Km<sup>2</sup> e o volume de 1.300.000 m<sup>3</sup>. A capacidade instalada de geração de energia elétrica é de 30 MW, com a vazão máxima turbinada de 16 m<sup>3</sup>/s. Com a repotenciação da usina hidrelétrica, chega a 33,90 MW. A casa de força possui 2 turbinas do tipo Kaplan. O nível de água (NA-máximo) do reservatório é de 350 m s.n.m. A queda líquida é de 240 m por um duto lateral até a usina localizada na margem esquerda do rio principal – a jusante da barragem de Suíça. As fundações da barragem estão na cota altimétrica de 333,50 m s.n.m, com a barragem sendo construída em concreto tipo gravidade. O barramento da usina possui a altura de 16,50 m (ANEEL, 2003).

A PCH Rio Bonito iniciou o funcionamento em 1959. Está localizada no Médio Rio Santa Maria da Vitória a cerca de 60 Km da foz na Baía de Vitória, com implantação a montante da UHE Suíça. As coordenadas do eixo do barramento são (20°03'38''S) e (40°38'37''W). A área inundada do reservatório é de 2,20 Km<sup>2</sup> e o volume de 26.350.000 m<sup>3</sup>. A capacidade máxima de geração implantada é de 16,90 MW, com a capacidade após repotenciação para 22,50 MW. A vazão máxima turbinada é de 12 m<sup>3</sup>/s. A casa de força possui 3 turbinas tipo Francis. O nível de água (NA máximo) do reservatório é de 650 m s.n.m com a queda líquida de 159 m. A barramento é de concreto do tipo gravidade com a altura de 44 m. As fundações da barragem estão na cota altimétrica de 606 m s.n.m (ANEEL, 2003).



Figura 36: Usina Hidrelétrica de Suíça. Fonte: STATKRAFT Brasil.



Figura 37: Pequena Central Hidrelétrica de Rio Bonito: Fonte STATKRAFT Brasil.



A exceção do Rio Doce, os rios do Espírito Santo não são muito caudalosos, contudo, é possível a construção de reservatórios de grande a médio porte, nos rios estaduais, para que possam disponibilizar água durante as estações secas, garantindo suprimento de água nos momentos de escassez hídrica. Rios, como o Itaúnas, São Mateus, Guandu, Santa Maria do Doce, Santa Maria da Vitória e Jucu devem ser considerados com a finalidade de abastecimento de água. A proposta de se utilizarem reservatórios de usos múltiplos, além de promover o suprimento hídrico, permitirá também o controle das cheias e a produção de energia (AGERH, 2018).

De acordo com o relatório técnico para elaboração do Plano de Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, as principais questões associadas às demandas hídricas diagnosticadas<sup>43</sup> na Bacia (IEMA-ES, 2015), por setor usuário, são: 1) abastecimento público; 2) esgotamento sanitário; 3) indústria; 4) irrigação; 5) aquicultura; e 6) transposição de vazões.

As demandas consuntivas de água superficial da Bacia – por trecho do rio e por setor – se apresentam da seguinte forma (IEMA-ES, 2015): No Alto Santa Maria da Vitória, para o abastecimento mensurado por trechos, 89% da água consumida corresponde à soma do uso para a irrigação (47%) com a do uso destinado à criação animal (42%), nos municípios de Santa Maria Jetibá e Santa Leopoldina. No Médio Santa Maria da Vitória, 82% do consumo corresponde à soma do uso para a irrigação (61%) com o uso destinado à criação animal (21%), nos municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina. No Baixo Santa Maria da Vitória, as demandas hídricas representam 93% dos usos consuntivos totais da Bacia, situação que reflete uma concentração da ocupação urbana e das indústrias no trecho inferior da Bacia.

A demanda hídrica de captação superficial, para usos consuntivos, na Bacia Hidrográfica do Santa Maria da Vitória, representa um total de 109.211.318 m<sup>3</sup>/ano ou 3,4690 m<sup>3</sup>/s (IEMA-ES, 2015). O abastecimento público somado com a indústria representa 93% das demandas totais da Bacia, concentradas no trecho do Baixo Santa Maria da Vitória<sup>44</sup>, sendo que 51% (0,8234 m<sup>3</sup>/s) da captação de

---

<sup>43</sup> Para a síntese dos resultados de demandas hídricas de captação superficial e de lançamento de carga orgânica na Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, não foram consideradas as captações subterrâneas, devido à sua pequena magnitude na Bacia (IEMA-ES, 2015).

<sup>44</sup> Municípios de Serra, Cariacica e Vitória.

abastecimento público é objeto de transposição para fora da Bacia do Santa Maria da Vitória (IEMA-ES, 2015).

Considerando uma vazão de 200 litros/habitante/dia, estima-se que exista uma transposição de 0,8234 m<sup>3</sup>/s de água<sup>45</sup> entre as bacias, a partir do ponto de captação da CESAN no Baixo Santa Maria da Vitória, para o abastecimento populacional de cerca de 355.709 habitantes no município de Serra – fora da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória (IEMA-ES, 2015). Em contrapartida, a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória recebe água da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, adotando-se o mesmo coeficiente de 200 litros/habitante/dia, a vazão de importação de 0,4860 m<sup>3</sup>/s de água<sup>46</sup> – a transposição de Bacias efetuada atende de 209.952 habitantes em Vitória (IEMA-ES, 2015).

O reservatório para abastecimento de água de Duas Bocas está localizado dentro da Reserva Biológica de Duas Bocas, no trecho do Baixo Rio Santa Maria. A área do represamento é de 0,5 Km<sup>2</sup> com uma vazão máxima regularizada de 0,25 m<sup>3</sup>/s (FUNASA, 2007). A CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento – possui uma barragem no baixo curso do Rio Santa Maria da Vitória para a regularização do nível de água e adução de água (cerca de 0,8234 m<sup>3</sup>/s) para a Estação de Tratamento de Água - ETA de Planalto Carapina<sup>47</sup>.

Para o uso e ocupação do solo da bacia a indicação de suas classes expõe o grau de ação antrópica sobre os recursos hídricos, na Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, assim como, o grau de impacto sobre a vegetação nativa nas margens fluviais. Os usos e o modo de ocupação do solo impactam diretamente na quantidade e qualidade das águas disponíveis para consumo humano e demais aproveitamentos previstos para as bacias. Na Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, os aproveitamentos da terra foram levantados nos anos de 1997 e 2012, sendo disponibilizados na plataforma de dados e informações geoespaciais do governo do Estado do Espírito Santo<sup>48</sup> (IJSN, 2010).

---

<sup>45</sup> A transposição de 0,8234 m<sup>3</sup>/s equivale a 71.141,76 m<sup>3</sup>/dia.

<sup>46</sup> A transposição de 0,4860 m<sup>3</sup>/s equivale a 41.990,40 m<sup>3</sup>/dia.

<sup>47</sup> Nos anos de 1980, o Sistema de Abastecimento de Água de Carapina iniciou sua fase operacional, com a captação no manancial do Rio Santa Maria da Vitória.

<sup>48</sup> GEOBASES – Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo.

Na área da bacia hidrográfica, a distribuição das cinco principais classes de uso e cobertura do solo se apresenta da seguinte forma<sup>49</sup>: 45% de áreas florestais<sup>50</sup>; 16,30% de áreas de cultivo agrícolas; 14,6% de silvicultura ou florestas plantadas; 13,80% de pastagens e 5,8% de áreas urbanizadas (IEMA-ES, 2015). Nos trechos da bacia hidrográfica do Alto, Médio e Baixo Rio Santa Maria da Vitória, as classes de cobertura do solo estavam como segue: no Alto e Médio do curso do rio, predominavam as florestas, agricultura e silvicultura; no Baixo curso do rio, prevaleciam os manguezais, as pastagens e a ocupação urbana (IEMA-ES, 2015)<sup>51</sup>.

A bacia do Rio Santa Maria da Vitória comporta de modo geral duas atividades econômicas principais (IEMA-ES, 2015)<sup>52</sup>: urbano-industriais no Baixo Santa Maria da Vitória, nos municípios da bacia que pertencem à Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV): Vitória, Cariacica e Serra; e as atividades agropecuárias nos municípios do Alto e Médio Rio Santa Maria da Vitória, que compõem a Região Serrana do Estado do Espírito Santo: os municípios de Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina.

A composição das cadeias produtivas municipais e estadual<sup>53</sup> ajuda na melhor compreensão dos setores econômicos, tendo como base o Produto Interno Bruto – PIB dos municípios e o PIB do Espírito Santo para o ano de 2010<sup>54</sup> (IBGE, 2010). Ao analisar a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória em relação às outras bacias hidrográficas do Estado, pode-se verificar que o PIB dos municípios da bacia corresponde a 47,85% do PIB / Estadual (IJSN, 2013).

O PIB / Municípios da bacia em relação ao Estado corresponde a 10,75% do setor agropecuário; 69,36% do setor industrial, construção civil e serviços de infraestrutura e utilidade pública; 36,44% do setor de serviços e administração pública; e 66,89% das demais atividades dos setores de comércio/serviços estaduais (IJSN, 2013).

---

<sup>49</sup> Valores adicionados por setor econômico no ano de 2010 para os municípios que integram a Região Metropolitana da Grande Vitória e a Região Serrana do Espírito Santo, respectivamente. (IEMA-ES, 2015, p.20) .

<sup>50</sup> Áreas com predomínio de vegetação arbórea, sem intervenção antrópica de forma expressiva, independentemente da região fitogeográfica, estágio sucessional, critérios topoaltimétricos ou proximidade de cursos de água. (IEMA-ES, 2015).

<sup>51</sup> Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia Para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.

<sup>52</sup> Comitê de Bacia Hidrográfica – CBH do Rio Santa Maria da Vitória. (IEMA-ES, 2015).

<sup>53</sup> Adaptado de Quadro 2.5.1 - "Valor adicionado por setor e município, em 2010". Fonte: (IJSN, 2013).

<sup>54</sup> Censo Demográfico do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (IBGE, 2010).

Para uma análise da região da bacia hidrográfica, no interior da bacia, foi registrado um desequilíbrio regional, pois a concentração das atividades industriais, de construção civil, de serviços de infraestrutura, bem como de utilidade pública, comércio e outros serviços se dá nos municípios que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória<sup>55</sup>, enquanto a concentração da agropecuária acontece nos municípios que pertencem à Região Serrana do Estado<sup>56</sup>.

---

<sup>55</sup> Vitória, Cariacica e Serra.

<sup>56</sup> Santa Leopoldina e Santa Maria de Jetibá.

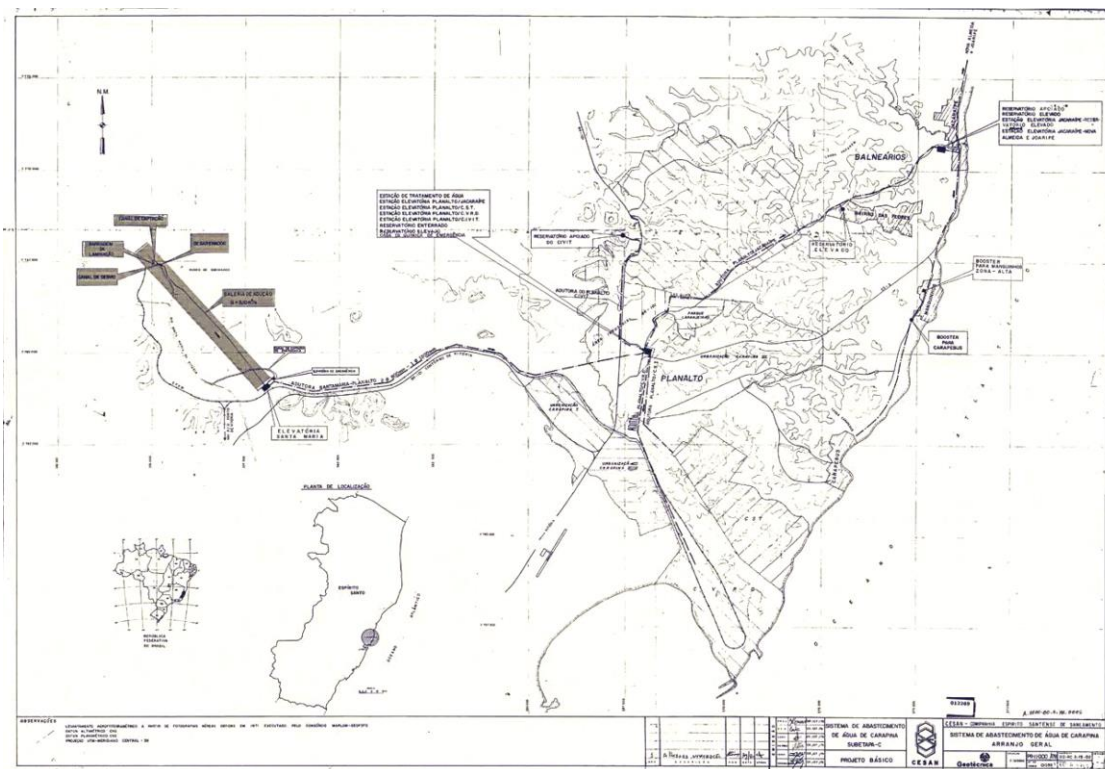


Figura 38: Captação no Rio Santa Maria da Vitória para ETA - Planalto Carapina. Fonte: CAUS, 2012.

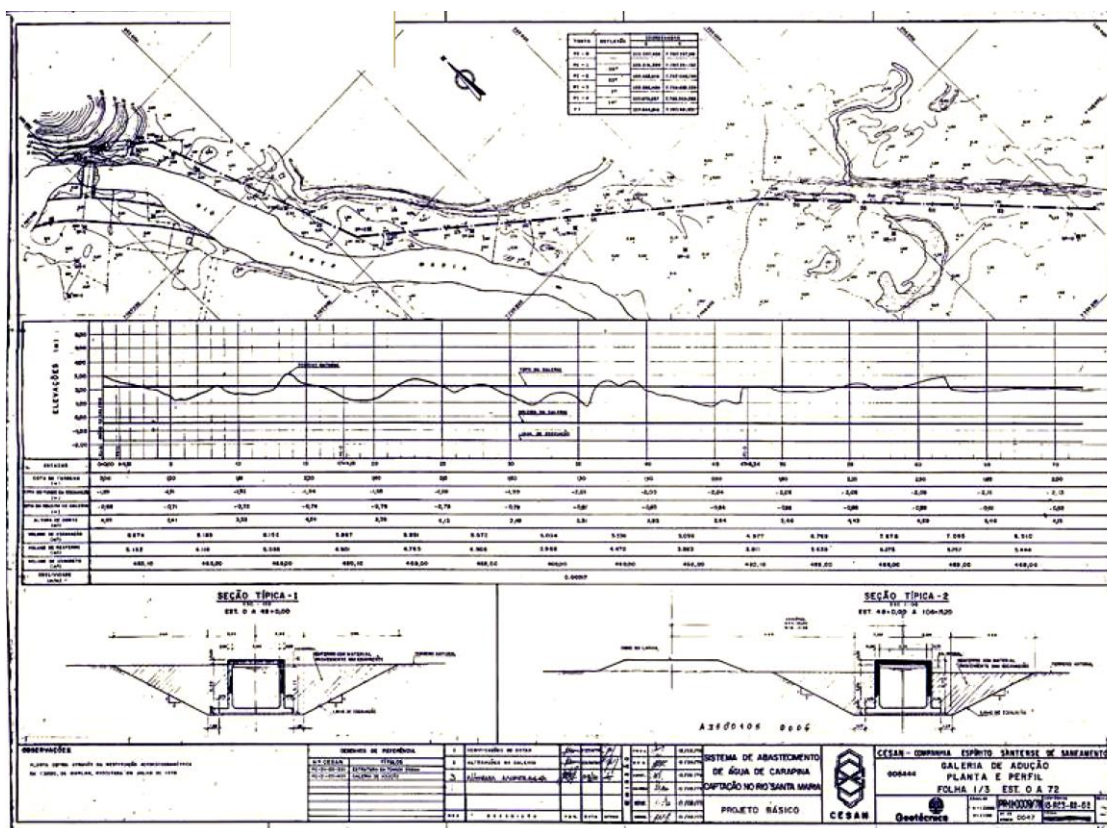


Figura 39: Projeto da captação de água para ETA - Planalto Carapina. Fonte: CAUS, 2012.

Para o mapeamento dos eventos críticos na Bacia do Santa Maria da Vitória foi feita uma pesquisa a partir de dados do IEMA-ES (2013), CPRM (2012), Defesa Civil-ES (2010) e Sistema Nacional Integrado de Informações Sobre Desastres – S2ID (SNPDC, 2014). O “Atlas de Vulnerabilidade a Inundação” (IEMA-ES, 2013) aborda a inundação gradual - transbordamento paulatino de água da calha normal de rios e lagos. Destaca-se como evento extremo no período a cheia ocorrida no Estado em dezembro de 2013 (IEMA-ES, 2015).

Os principais trechos de inundação da Bacia são: no Alto Santa Maria da Vitória, em Santa Maria de Jetibá, junto à sede municipal, concentram-se as áreas com alta vulnerabilidade à inundação nessa região. No município, também se destaca o Rio Possmoser como de alta vulnerabilidade a inundação e enxurradas. No Médio Santa Maria da Vitória, há registros históricos de enxurradas e inundações bruscas, na sede municipal de Santa Leopoldina. A área urbana de Santa Leopoldina está situada às margens do Rio Santa Maria da Vitória. O local dispõe de uma área de drenagem superior à da cidade Santa Maria de Jetibá. No Baixo Santa Maria da Vitória, o Rio Duas Bocas e o Rio Bubu possuem alta vulnerabilidade a inundações graduais, na totalidade dos trechos inseridos em Cariacica, assim como, o Canal de Itanguá que transborda, mesmo com um volume de chuva baixo, o que pode ser atribuído ao elevado grau de assoreamento. Outros cursos de água possuem áreas de risco à inundação, como os trechos da foz do Rio Caramuru e do Rio Mangaraí<sup>57</sup>. Essas áreas também são propensas à erosão. O distrito de Barra do Mangaraí foi classificado como de alto risco às inundações e enchentes (CPRM, 2012; IEMA-ES, 2015).

O efeito da erosão no Rio Santa Maria da Vitória é minimizado devido à cobertura florestal – principalmente nos trechos Alto e Médio do rio – que corresponde a 45% do total da Bacia (IEMA-ES, 2015). O Médio Santa Maria da Vitória se apresenta com o maior potencial natural de erosão e perda de solos – sem considerar os impactos de uso do solo – devido à maior declividade<sup>58</sup> do rio nesse trecho (IEMA-ES, 2015). O assoreamento, na bacia, ocorre, principalmente: na sede municipal de Santa Leopoldina, na foz do Rio Mangaraí e no canal de Itanguá, no município de Cariacica (IEMA-ES, 2015).

---

<sup>57</sup> Na enchente de dezembro de 2013, a vazão do Rio Mangaraí atingiu a marca histórica de 327 m<sup>3</sup>/s (IEMA-ES, 2015).

<sup>58</sup> A declividade no trecho do Médio Santa Maria da Vitória é de 10,95 m/Km.

### 2.1.2.Eixos estruturadores regionais

O Rio Santa Maria da Vitória é o principal eixo estruturador da bacia hidrográfica. Para o baixo curso do rio, está sendo proposta uma hidrovia de aproximadamente 40 Km – entre o antigo Porto do Cachoeiro, em Santa Leopoldina, e a Baía de Vitória.

Pela planície fluvial do rio, foi implantado o eixo ferroviário da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM). A ferrovia possui uma extensão total de 1.205 Km, entre a Estação Pedro Nolasco, em Cariacica (ES), e a Estação Ferroviária de Belo Horizonte (MG). A ferrovia está construída sobre um dique, acima do qual está implantada a sub-base da linha férrea. O trecho da ferrovia atravessa o baixo curso do rio no sentido sul-norte e possui uma extensão de 11.500 m. O trecho sobre a planície de inundação do rio está entre o ramal do Complexo Portuário de Tubarão e o pátio ferroviário, nas proximidades da Estação de Relógio – no Km 30 + 940 m do eixo da linha férrea que possui o Km 0 +000 m na Estação Pedro Nolasco.

A rodovia federal BR-101 é um dique longitudinal, que possui uma orientação oeste-leste e foi construída na planície de inundação do baixo curso do rio. Esse trecho da BR-101 também é denominado de Rodovia do Contorno e está localizada entre a ponte sobre o Rio Santa Maria da Vitória e o viaduto da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) André Carloni, esse trecho possui uma extensão de 10.115 m. Uma nova rodovia de contorno da área urbana do município de Serra está sendo construída na BR-101, denominada de Rodovia do Contorno do Mestre Álvaro<sup>59</sup>, possui uma extensão de cerca de 18.000 m. A rodovia estadual ES-120 segue por um trecho paralelo à EFVM, pela margem direita do rio, trecho entre os entroncamentos rodoviários com a BR-101 e a ES-080, com uma extensão de 6.300 m. A ES-080 foi construída na margem direita do Rio Santa Maria da Vitória, acompanhando o leito natural do rio, em grande parte de sua extensão de 25.800 m, entre o entroncamento rodoviário com a ES-120 e a ponte, na sede municipal de Santa Leopoldina. Entre o Km 0 + 000 m (entroncamento ES-120) e o Km 9 +380m, a rodovia segue pelos terrenos interiores na margem direita do rio, sem contato visual com a margem fluvial. Do Km 9 + 380 m até o Km 25 + 800 m, a rodovia segue em paralelo ao leito natural do rio – nas vertentes da margem fluvial. No Km 12 + 300 m a rodovia atravessa o Rio Mangaraí, importante afluente do rio principal.

---

<sup>59</sup> Esse nome está associado ao trecho que contorna o Morro Mestre Álvaro, localizado no município de Serra.

### 2.1.3. Polos estruturadores regionais

A Bacia do Rio Santa Maria da Vitória abrange 11 municípios, sendo que apenas 5 possuem área preponderante na Bacia. Dos 5 municípios principais, Santa Maria de Jetibá e Santa Leopoldina são atravessados pelo curso principal do rio, ocupando as duas margens. Os municípios de Serra e Cariacica fazem divisa pelo curso baixo do rio, sendo que Serra fica na margem esquerda e Cariacica na margem direita. Vitória fica na foz do rio – no sistema estuarino da Baía de Vitória. De jusante para montante do rio, os municípios que apresentam suas áreas, na bacia, são apresentadas percentualmente: Vitória (82,52%), Cariacica (70,04%), Serra (32,39%), Santa Leopoldina (86,93%) e Santa Maria de Jetibá (99,47%) (IEMA-ES, 2015). Os municípios de Vila Velha (0,17%), Viana (0,14%), Santa Teresa (0,19%), Itarana (0,18%), Domingos Martins (0,21%) e Afonso Claudio (0,12%) possuem menos de 1% de suas áreas municipais no interior da Bacia (IEMA-ES, 2015).

Da população do Estado do Espírito Santo, aproximadamente 32% das pessoas estão nos municípios da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória – o que corresponde a 1.132.222 pessoas na bacia e 3.514.952 pessoas no Estado do Espírito Santo (IBGE, 2010). Na bacia, foram contabilizadas 1.086.306 de pessoas nas áreas urbanas e 45.916 nas áreas rurais (IBGE/IPEADATA, 2010). A estimativa populacional para 2020 é de 1.346.553 pessoas na Bacia, 2.006.486 de pessoas para a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e 4.108.508 de pessoas no Estado (IBGE, 2020).

A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV)<sup>60</sup> foi criada com vistas à organização, ao planejamento e à execução das funções públicas de interesse comum, no âmbito metropolitano. De interesse comum à metrópole são as atividades que atendem a mais de um município, ou que sejam, de algum modo, dependentes ou concorrentes de funções públicas e serviços municipais (ESPÍRITO SANTO, 2001). A configuração atual possui 7 municípios: Vitória, Vila Velha, Cariacica, Serra, Viana, Guarapari e Fundão. Conta com aproximadamente 2 milhões de habitantes, concentrando 48% da população do Estado do Espírito Santo (IBGE, 2020). Em 2017, pela Lei Complementar nº 872, fica instituído o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado – PDUI da Região Metropolitana da Grande

---

<sup>60</sup> A Lei Complementar nº 58 de 21 de janeiro de 1995 promulga a RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória, composta inicialmente por 5 municípios: Cariacica, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória (IJSN,2005).



Vitória<sup>61</sup> (COMDEVIT, 2017). A RMGV possui áreas nas Bacias do Rio Jucu, do Rio Santa Maria da Vitória e do Rio Reis Magos. Na Bacia do Rio Santa Maria da Vitória – na atual configuração –, estão três dos municípios da metrópole, localizados no trecho do Baixo Rio Santa Maria da Vitória e em contato direto com a Baía de Vitória. Comparativamente, a área de drenagem da Bacia é de 1.876 Km<sup>2</sup> (ANA/AGERH) e a área da região metropolitana é de 2.331 Km<sup>2</sup> (IBGE/IDAF).

Em 23 de fevereiro de 1991 foi constituído o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu<sup>62</sup>, com objetivo de garantir, de forma sustentada, o aproveitamento dos recursos hídricos nas bacias dos rios Santa Maria e Jucu, de modo assegurar a qualidade de vida da população residente nas bacias. Os municípios que compuseram o Consórcio: Cariacica, Domingos Martins, Guarapari, Marechal Floriano, Santa Leopoldina, Santa Maria de Jetibá, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória. Os trabalhos realizados resultaram na elaboração de estudos englobando Diagnóstico e Plano Diretor das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu (CSMJ, 1997).

---

<sup>61</sup> Conforme diretriz do Estatuto das Metrôpoles (Lei Federal Nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015).

<sup>62</sup> Associação Civil sem fins lucrativos.

## 2.2. HIDROVIA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA

A Bacia do Rio Santa Maria da Vitória possui três compartimentos aquáticos a serem considerados nos estudos: a rede fluvial do Rio Santa Maria da Vitória, o sistema estuarino na Baía de Vitória e o sistema marinho da Baía do Espírito Santo. Portanto, são três os ambientes aquáticos principais a serem considerados para a navegação: o fluvial, o fluviomarítimo e o marítimo. A esse respeito, observa-se que:

- I. A navegação fluvial se estabelece no interior do continente, sem a influência marítima.
- II. A navegação fluviomarítima está no sistema estuarino – ambiente de transição entre o continente e o oceano – sob influência tanto do rio quanto do mar.
- III. A navegação marítima está no ambiente marinho, sob a influência predominante do mar.

Na presente proposta – de modo a caracterizar os três ambientes aquáticos dos sistemas de navegação planejados – a navegação fluvial regional se desenvolve no interior da Bacia no Rio Santa Maria da Vitória, desde a foz principal do rio até a cidade de Santa Leopoldina. Já a navegação fluviomarítima urbana está localizada no ambiente estuarino da Baía de Vitória – configurada pelo sistema de circunavegação da Ilha de Vitória, o “Hidroanel Metropolitano de Vitória”, e as travessias aquáticas entre o continente e a ilha. A navegação marítima, presente na Baía do Espírito Santo, é desempenhada pela navegação de longo curso (oceânica) e a navegação de cabotagem marítima, em ambos os casos, o Porto de Tubarão e o Porto de Praia Mole<sup>63</sup> permitem a atracagem de navios de maior calado e capacidade de carga.

---

<sup>63</sup> Os portos compõem o Complexo Portuário de Tubarão.

A Bacia possui três Unidades de Planejamento<sup>64</sup>, que de acordo com a extensão do rio principal e as declividades do leito do rio foram subdivididos nos trechos de análise para a navegação: Alto, Médio e Baixo Santa Maria da Vitória. Após a análise de cada segmento foi definido que o trecho do Baixo Rio Santa Maria da Vitória seria o mais adequado à navegação – entre a foz principal do rio na Baía de Vitória e a cidade de Santa Leopoldina, antigo Porto do Cachoeiro, numa extensão de aproximadamente 40 Km.

O *primeiro parâmetro* de análise foi a antiga rota aquática entre o Porto do Cachoeiro, em Santa Leopoldina, e o Porto dos Padres, na Baía de Vitória, isto é, a rota de navegação utilizada pelos canoieiros do Rio Santa Maria da Vitória para o transporte hidroviário de produtos agrícolas trazidos pelos tropeiros – principalmente o café no final século XIX. O transporte de cargas consolidou, à época, a cidade de Santa Leopoldina como um importante polo regional – “maior empório comercial do Espírito Santo” (COSTA, 1951). Entre o Porto do Cachoeiro e a Baía de Vitória, a diferença altimétrica é de 10 m em relação ao nível médio do mar. O eixo principal do rio possui a extensão total de cerca de 40 Km, entre a foz principal e a cidade de Santa Leopoldina. A condição favorável ao projeto é a de reestabelecimento da navegação fluvial entre a cidade de Santa Leopoldina (antigo Porto do Cachoeiro) e a Baía de Vitória em embarcações específicas para cargas e passageiros numa hidrovía adaptada às atuais condições do rio, no trecho citado do Baixo Rio Santa Maria da Vitória.

O *segundo parâmetro* de análise é o Delta do Rio Santa Maria da Vitória: conjunto de braços fluviomarítimos na foz do Rio Santa Maria da Vitória que constitui uma rede de cursos d'água com embocadura na Baía de Vitória, que se caracterizam como um delta. A deposição sedimentar fluvial, além de formar um arquipélago recoberto pelos manguezais, subdividiu o curso de água principal de uma única foz em ramificações aquáticas deltaicas. A rica variedade biótica fluviomarítima é nutrida pelo continente, através dos aportes de sedimentos transportados por meios fluviais até a foz. O sistema estuarino da Baía de Vitória tem sua dinâmica dominada pelas marés, com uma amplitude máxima de cerca de 1,70 m. Para a navegação, a sabedoria de canoieiros, pescadores e barqueiros de acessar a barra do rio nas marés altas é ainda utilizada para os trabalhos nas águas.

---

<sup>64</sup> Definido pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória.

Contudo, obras de melhoramentos e alternativas para uma navegação mais seguras foram empreendidas ao longo do tempo. Da Baía de Vitória para os terrenos do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, foi construída uma alternativa à foz natural, o Canal dos Escravos. Trata-se de um canal artificial de derivação, executado para que a navegação fluviomarítima não ficasse susceptível às variações de profundidade das águas, pela dinâmica de deposição de sedimentos fluviais, ao aumento das vazões de água na foz, pelas grandes chuvas, ou às variações das marés. A condição favorável ao projeto de navegação é o reaproveitamento do braço do rio principal, canalizado, e os canais artificiais de derivação do delta do Rio Santa Maria da Vitória, para acessar os terrenos a montante da foz do Rio Santa Maria da Vitória desde a Baía de Vitória – desde o interior da bacia hidrográfica até o sistema estuarino – compondo assim alternativas para a navegação fluviomarítima integrada aos demais sistemas hidroviários.

O *terceiro parâmetro* de análise é a Baía de Vitória: que compõe o sistema estuarino do Rio Santa Maria da Vitória. O conjunto de ilhas na foz em delta do rio possui, como ilha principal, a de Vitória (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009). A Ilha de Vitória é o elemento central que articula uma rede de canais fluviomarítimos existentes, tendo como canal principal a Baía de Vitória. A condição favorável ao projeto é a possibilidade de desenvolvimento de um anel aquático de circunavegação da ilha principal – o Hidroanel Metropolitano de Vitória – como um eixo de navegação longitudinal que seguiria o canal fluviomarítimo da Baía de Vitória, estabelecendo uma rede de portos nas margens aquáticas, tanto na ilha quanto no continente. A circunavegação da Ilha de Vitória seria estruturada pelo traçado de uma linha de navegação principal que desenvolveria o transporte público de cargas públicas e a mobilidade urbana de passageiros no interior da baía. A linha de navegação longitudinal da Baía de Vitória teria aproximadamente 24,6 Km de extensão pelo eixo do canal.

O *quarto parâmetro* de análise são as interligações fluviomarítimas entre os sistemas estuarinos das bacias hidrográficas adjacentes: a bacia do Rio Santa Maria da Vitória está interligada através de canais fluviomarítimos aos sistemas estuarinos das bacias contíguas. Ao sul da bacia, a interligação fluviomarítima com a Bacia do Rio Jucu se dá através do Canal do Rio Marinho e do Canal do Rio da Costa – desde a Baía de Vitória até o sistema estuarino do Rio Jucu. Ambos os canais estão na porção continental da planície costeira do município de Vila Velha. O Canal do

Rio Marinho faz a interligação do sistema estuarino do Rio Jucu com a Baía de Vitória. O canal artificial está na margem esquerda do Rio Jucu, a 7.400 m da foz marítima, na localidade de Barra do Jucu. O Canal do Rio da Costa é a interligação fluviomarítima pela margem esquerda do Rio Jucu com a Baía de Vitória, a 3.000 m da foz na Barra do Jucu. Ao norte da Bacia, a captação de água da CESAN, nas proximidades da foz do Rio Santa Maria da Vitória, faz a adução da água até a ETA - Planalto Carapina<sup>65</sup>. Essa obra faz a transposição das águas da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória para a Bacia do Rio Reis Magos. A proposta de transferência das águas do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, nos períodos das cheias, para as lagoas de Jacuném e Juara é um antigo projeto para a transposição das águas do Rio Santa Maria da Vitória para a Bacia do Rio Reis Magos (RUPF, 2016). A condição favorável ao projeto de navegação é a de restauração dos canais existentes como vias navegáveis e a proposição de novos canais fluviomarítimos de interligação entre as bacias. A proposta da Hidrovia Intracostal do Espírito Santo visa fazer a interligação fluviomarítima entre as bacias pelos sistemas estuarinos, na região da planície costeira estadual. A construção de uma rede de canais de derivação, na foz dos rios, interligaria as bacias hidrográficas como uma rede de deltas artificiais que se comunicariam de modo sistêmico para múltiplas finalidades – entre as principais a navegação, a produção de energia e o saneamento ambiental.

O *quinto parâmetro* de análise é a Baía do Espírito Santo: a possibilidade de integração das rotas aquáticas fluviais e fluviomarítimas com a hidrovia marítima costeira e de longo curso através da Baía do Espírito Santo. A baía está interligada com a Baía de Vitória por dois canais que fazem a comunicação do sistema estuarino com o mar: o Canal da Passagem e o Canal do Porto. Nessa baía está abrigado o Complexo Portuário de Tubarão, importante porto brasileiro no transporte de cargas, principalmente para a navegação de longo curso de granéis sólidos. A condição favorável de projeto para o lugar é a possibilidade de interligação sistêmica das rotas de navegação marítimas de longo curso, com as de cabotagem regional, com a de navegação intracostal a ser desenvolvida na zona costeira do Espírito Santo, com a da navegação fluviomarítima urbana na Baía de Vitória, que se somaria à extensão hidroviária fluvial do Baixo Rio Santa Maria da Vitória.

---

<sup>65</sup> Nos anos de 1980, o Sistema Carapina iniciou sua fase operacional, com a captação, no manancial do Rio Santa Maria da Vitória, para o abastecimento de água do município de Serra.

# BAIXO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA LUGAR

## LEGENDA:

- 1 SANTA MARIA DA VITÓRIA
- 2 BAÍA DO ESPÍRITO SANTO
- 3 BAÍA DE VITÓRIA

## RIOS

- 4 RIO MANGARAI
- 5 BUBU
- 6 ITANGUÁ
- 7 ARIBIRI

## DELTA E CANAIS

- 8 DELTA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA - BRAÇO SUL
- 9 DELTA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA - BRAÇO NORTE
- 10 DELTA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA - CANAL DOS ESCRAVOS
- 11 CANAL DA PASSAGEM
- 12 CANAL DO PORTO
- 13 CANAL DO RIO MARINHO
- 14 CANAL DO RIO DA COSTA

## ILHAS

- 15 ILHA DA BALEIA
- 16 ILHA DO FRADE
- 17 ILHA DO BOI
- 18 ILHA DO CAL
- 19 ILHA DA PÓLVORA
- 20 ILHA DO LAMEIRÃO

## LAGOAS

- 21 LAGOA JACUNÉM
- 22 LAGOA JUARA

## MORROS

- 23 MORRO MESTRE ÁLVARO
- 24 MORRO MOCHUARA
- 25 MORRO DA FONTE GRANDE
- 26 MORRO JESUS DE NAZARETH
- 27 MORRO GRANDE
- 28 MORRO DO MORENO
- 29 MORRO DA PENHA
- 30 MORRO JABURUNA
- 31 MORRO DA MANTEGUEIRA
- 32 MORRO DO PENEDO

## ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

- 33 RESERVA BIOLÓGICA DE DUAS BOCAS
- 34 APA DO MESTRE ÁLVARO
- 35 APA MUNICIPAL DO MONTE MOCHUARA
- 36 PARQUE ESTADUAL DA FONTE GRANDE
- 37 PARQUE NATURAL MUNICIPAL PEDRA DOS OLHOS
- 38 PARQUE NATURAL MUNICIPAL VALE DO MULEMBÁ
- 39 PARQUE NATURAL MUNICIPAL DO MANGUEZAL DE ITANGUÁ
- 40 ESTAÇÃO ECOLÓGICA MUNICIPAL ILHA DO LAMEIRÃO
- 41 APA MUNICIPAL MANGUEZAL SUL DA SERRA
- 42 PARQUE NATURAL MUNICIPAL LUIZ GONÇALVES FERNANDES

## PORTOS REGIONAIS

- 43 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VILA VELHA
- 44 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VITÓRIA
- 45 COMPLEXO PORTUÁRIO DE TUBARÃO
- 46 PORTO DO CACHOEIRO
- 47 TIMS - TERMINAL INDUSTRIAL MULTIMODAL DA SERRA
- 48 POLO INDUSTRIAL PIRACEMA

## PONTES

- 49 PONTE FERROVIÁRIA DA EFVM
- 50 PONTE RODOVIÁRIA DA BR-101
- 51 PONTE RODOVIÁRIA DA ES-080
- 52 PONTE DE PEDESTRES EM SANTA LEOPOLDINA
- 53 PONTE RODOVIÁRIA SOBRE O AFLUENTE - RIO MANGARAI
- 54 PRIMEIRA PONTE
- 55 SEGUNDA PONTE
- 56 TERCEIRA PONTE
- 57 PONTE DA PASSAGEM
- 58 PONTE AERTON SENNA
- 59 PONTE DE CAMBURI

## TRANSPORTES

- 60 ESTAÇÃO DO RELÓGIO/ PÁTIO FERROVIÁRIO
- 61 ESTAÇÃO FERROVIÁRIA PEDRO NOLASCO (EFVM)
- 62 RODOVIÁRIA DE VITÓRIA
- 63 AEROPORTO DE VITÓRIA

## SANEAMENTO AMBIENTAL

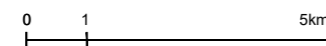
- 64 ETA DE PLANALTO CARAPINA
- 65 ETE ANDRÉ CARLONI
- 66 MARCA AMBIENTAL
- 67 RESERVATÓRIO DE DUAS BOCAS
- 68 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CESAN

## CIDADES

- 69 SANTA LEOPOLDINA
- 70 SERRA
- 71 CARIACICA
- 72 VITÓRIA

## BAIRROS

- 75 CANTINHO DO CÉU
- 76 JOSÉ DE ANCHIETA
- 77 VISTA DO MESTRE
- 78 LARANJEIRAS VELHA
- 79 PITANGA
- 80 PORTO BELO II
- 81 ALPHAVILLE JACUNÉM



Fonte: Mapa do autor  
Dados: Base levantamento aerofotogrametrica EIMA/2007.



### 2.2.1. Navegação

Foram definidos os eixos e trechos estruturadores da navegação de acordo com as características do baixo curso do Rio Santa Maria da Vitória e as interferências encontradas ao longo do rio para a navegação.

Trecho-1. Rio Principal pelo Leito Natural. Do [Km 40+000m] ao [Km 12+288m].

No baixo curso do Rio Santa Maria da Vitória, a extensão do rio que mantém o leito natural preservado é de 27.712 m, entre o Km 12 + 288 m e o Km 40 + 000 m, pelo eixo longitudinal do rio principal. De jusante para montante, o trecho está entre a barragem de captação de água da CESAN e a ponte rodoviária da ES-080, na sede municipal de Santa Leopoldina.

Trecho 2. Rio Principal pelo Leito Canalizado. Do [Km 12+288m] ao [Km 0+000m].

O trecho canalizado do Rio Santa Maria da Vitória está entre a barragem de regularização do nível de água da CESAN – para a captação de abastecimento da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Planalto Carapina – até o braço sul da foz do rio principal, na Baía de Vitória. Esse trecho possui uma extensão total de 12.288m. O Rio Santa Maria da Vitória – no seu trecho canalizado – possui uma largura média de 25 m. Pelo eixo longitudinal do rio os raios de curvatura são entre 250 m e 1.000 m.

A primeira interferência com o rio canalizado – de jusante para montante – é a ponte rodoviária da BR-101 – no Contorno Metropolitano (BR-101) –, que está a 6.087 m de distância da foz na Baía de Vitória. O vão horizontal da ponte sobre o canal é de 35 m.

A segunda interferência com o rio canalizado – de jusante para montante – é a ponte ferroviária da Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM), a 6.965 m da foz, na baía. A ponte possui um vão horizontal sobre o rio de 35 m.

A terceira interferência com o rio canalizado – de jusante para montante – é a barragem de regularização do nível de água da CESAN – o sistema consiste no barramento do leito do rio principal e um canal artificial construído na margem esquerda do rio que conduz a água até o ponto de adução. A adutora de água bruta possui o diâmetro de 1.200 mm e a extensão da dutovias é de 18.800 m (CAUS, 2012).

Trecho-3. Canal dos Escravos [Km13+665m] ao [Km0+000m] do canal de derivação.

O Canal dos Escravos é um canal artificial de derivação da foz do rio natural nos terrenos do manguezal, localizado na porção norte da Baía de Vitória a cerca de 2.400 m da foz natural do Rio Santa Maria da Vitória. O canal possui uma extensão de 9.915 m – desde a Baía de Vitória, até confluir com o trecho do rio principal canalizado a montante da ponte ferroviária da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM). O eixo longitudinal do canal possui raios de curvatura entre 200 e 400 m. O canal possui uma boca de 15 m na Baía de Vitória.

Um outro trecho do canal acessa um ponto mais a montante do rio – onde atualmente está a barragem de regularização de vazão da CESAN, implantada para a captação de água da ETA - Planalto Carapina. Para esse trecho, o Canal dos Escravos possui extensão de 13.665 m – do ponto da barragem de captação CESAN até a Baía de Vitória. O ponto de captação de água está no canal de adução, na margem esquerda do rio, na proximidade do endereço histórico da ruína da Igreja de São José dos Queimados.

Na condição de restaurar o Canal dos Escravos como via navegável, existe a possibilidade de converter as valas de drenagem dos terrenos alagáveis da planície de inundação, do sopé do Morro Mestre Álvaro, em canais de navegação. Esses eixos de drenagem possuem uma extensão de 15.800 m, entre o ponto de derivação do Canal dos Escravos até a comunidade de Pitanga, no município de Serra.

#### Delta do Rio Santa Maria da Vitória

O Delta do Rio Santa Maria da Vitória possui duas características na sua formação: o Delta Natural – formado pelos processos naturais do sistema estuarino – e o Delta Artificial – formado pela construção de canais artificiais de derivação da foz do rio. O Delta Natural possui dois braços do rio, que se comunicam com a Baía de Vitória.

Braço Norte – O primeiro braço fluvial possui a foz mais ao norte, nas proximidades do Canal dos Escravos. Desde o ponto de ramificação do rio principal, o curso d'água possui uma extensão de 3.370 m, uma boca de 500 m na Baía de Vitória e uma linha de navegação com raios de curvatura de 100, 200 e 500 m – seguindo de montante para jusante.



Braço Sul – O segundo braço fluvial está ao sul – com a foz direcionada para a Ilha da Baleia e a foz do Rio Bubu. Desde o ponto de ramificação do rio principal o curso d'água do delta possui uma extensão de 3.094 m, uma boca de 60 m na Baía de Vitória e um eixo longitudinal do rio com raios de curvatura de 400 m e 500 m que se sucedem ao longo do trecho. Existe um regato de cerca de 2.000 m que faz uma interligação fluviomarítima transversal entre os dois braços fluviais do delta natural.

Para o projeto da hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória será considerado o ponto de encontro entre o Canal dos Escravos e o rio principal, na captação de água do Sistema de Planalto Carapina, como o de início do Delta Artificial do Rio Santa Maria da Vitória. Esse ponto está localizado no Km 12+288 m a montante da foz do rio principal – no Braço Sul do Delta Natural.

A presente proposta para a Hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória pressupõe a navegação desde a foz até o antigo Porto do Cachoeiro<sup>66</sup> na sede municipal de Santa Leopoldina. Para o projeto da Hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória, será considerada a extensão total de 40 Km, pelo eixo principal do rio.

As cotas altimétricas do novo trecho proposto para a hidrovia fluvial variam de 0 m, no nível médio do mar da foz, e 10 m s.n.m. no porto da cidade de Santa Leopoldina. A queda líquida – ou a diferença entre as cotas de água – do Porto do Cachoeiro de Santa Leopoldina e a foz fluviomarítima é de 10 m. Para a extensão considerada, de 40 Km, a declividade do rio principal é de 0,25 m/Km ou 0,025% de inclinação natural do curso d'água, no trecho do Baixo Santa Maria da Vitória.

O projeto da Hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória busca:

- Identificar os cruzamentos rodoviários e ferroviários com a hidrovia – pontes existentes sobre o curso do rio principal, eliminando as interferências para a navegação.

- Encontrar endereços topográficos que representem estrangulamentos no leito do rio – a aproximação das margens fluviais representa a possibilidade de serem construídas com menores custos as estruturas dos barramentos.

- Projetar as barragens com múltiplos aproveitamentos, isto é, dotadas de estruturas para a finalidade de navegação, produção de energia e saneamento ambiental.

---

<sup>66</sup> O Porto do Cachoeiro é assim denominado pois a montante desse endereço a inclinação do rio principal fica mais acentuada com a ocorrência de afloramentos rochosos no leito do rio – o trecho fica assim caracterizado pelas cachoeiras e corredeiras que se formam sob essa condição geográfica.

- Propor desníveis aquáticos máximos de 5 metros. Essa medida representa menores impactos ambientais, sociais e econômicos da hidrovia e da barragem: com maior nível de segurança contra o rompimento das estruturas; melhor adequação da escala da barragem com o entorno; e menores impactos com os represamentos nas cidades, infraestruturas, áreas preservadas e terrenos cultivados existentes.
- Melhorar a geometria do canal de navegação, de modo a se adequar às embarcações-projeto a serem definidas para a hidrovia.
- Garantir as profundidades mínimas, de acordo com o calado das embarcações-projeto e seção de dragagem resultante da escolha da embarcação.

### Eixo Longitudinal - Rio Principal

**[Km 0+000m]:** a foz principal do Rio Santa Maria da Vitória, na Baía de Vitória, define a estaca inicial do projeto da hidrovía.

**[Km 6+087m]:** primeira interferência para a hidrovía, a montante da foz fluviomarítima, a linha de navegação segue até a ponte rodoviária da BR-101 que transpõe o Rio Santa Maria da Vitória.

**[Km 6+965m]:** segunda interferência para a hidrovía, a montante da ponte da BR-101 está localizada a ponte ferroviária da EFVM<sup>67</sup> – ferrovia de linha dupla que possui os tabuleiros das pontes independentes para cada linha férrea.

**[Km 12+288m]:** terceira interferência para a hidrovía, seguindo a montante, está na barragem para captação de abastecimento de água da CESAN – transposição de parte da vazão do Rio Santa Maria da Vitória para a ETA-Planalto Carapina.

**[Km 14+581m]:** quarta interferência para a hidrovía, a montante do ponto de captação de água para abastecimento, o rio principal segue paralelamente à ferrovia até a ponte ferroviária que transpõe o leito do rio principal. A partir da ponte ferroviária, o rio segue a direção noroeste e a EFVM a direção norte.

**[Km 23+844m]:** quinta interferência para o canal auxiliar do afluente, a montante do rio, há a confluência do Rio Mangaraí com o Rio Principal. Esse encontro é marcado por uma ponte rodoviária sobre o afluente. Na foz do afluente com o rio principal, se estabeleceu a comunidade de Barra do Mangaraí<sup>68</sup>.

**[Km 39+820m]:** sexta interferência para a hidrovía é a ponte de pedestres na sede municipal de Santa Leopoldina, localização do antigo Porto do Cachoeiro.

**[Km 40+000m]:** sétima interferência para a hidrovía, da ponte de pedestres até a ponte rodoviária da ES-080, são 180 m de distância. O intervalo entre as pontes define a localização do Porto do Cachoeiro, de Santa Leopoldina. O porto faz a divisão entre os trechos Médio e Baixo do Rio Santa Maria da Vitória. Pelo eixo do curso natural do rio, a hidrovía possui uma extensão de 40.000 m, entre a ponte rodoviária da ES-080, em Santa Leopoldina, e a foz, na Baía de Vitória. A ponte rodoviária estadual da ES-080 define a estaca final da Hidrovía do Baixo Santa Maria da Vitória, na transição entre os trechos de médio e baixo curso do Rio Santa Maria da Vitória.

---

<sup>67</sup> EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas

<sup>68</sup> A sede do distrito de Mangaraí, pertencente ao município de Santa Leopoldina, é uma comunidade de poucas construções que segue uma implantação linear de cerca de 600 metros de extensão, alinhada com uma estrada que segue a direção do rio afluente.



Figura 40: Ponte da rodovia ES-080 sobre o Rio Santa Maria da Vitória. Foto: Ricardo Medeiros.



Figura 41: Pontes ferroviárias da EFVM sobre o Rio Santa Maria da Vitória. Fonte: CAUS, 2012.

### Seção transversal do rio – Leito Natural

No trecho do leito natural do rio, com uma extensão total de 27.712 m, as larguras do rio variam de 15 m, no trecho mais a montante, e 20 m, no trecho mais a jusante. A profundidade média, ao longo do curso d'água principal, não pode ser identificada devido ao avançado processo de assoreamento do rio e a não identificação de levantamentos batimétricos na bacia hidrográfica.

### Seção transversal do rio – Leito Canalizado

O trecho de 6.965 m do rio canalizado possui, atualmente, uma largura de 25m. O projeto deverá ampliar a largura para 50 m, com uma profundidade dragada de 5 m. A dragagem seria definida em projeto para o trecho do rio canalizado, com uma grade de navegação de 50 x 5 m, constituindo uma seção de área molhada navegável mínima de 250 m<sup>2</sup>.

### Seção transversal do Canal dos Escravos

O Canal dos Escravos possui a boca com 15 m de largura, na Baía de Vitória, e mantém os 15 m de largura média ao longo do eixo do canal, na extensão de 13.665 m – da Baía de Vitória até o ponto de captação de água da CESAN. Na extensão de cerca de 4.474 m – entre a ponte da BR-101 e a Baía de Vitória, a largura do canal será mantida em 15 m, pois, nesse trecho, o canal atravessa uma faixa de manguezal ainda preservada. À montante da ponte da BR-101 a seção do canal pode ser alterada – o Canal dos Escravos atravessa, nesse trecho, a planície de inundação, com a presença predominante de pastagens.

# RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA NAVEGABILIDADE

## LEGENDA:

- LINHAS DE NAVEGAÇÃO
- BARRAGEM DE APROVEITAMENTOS MÚLTIPLOS

## RIOS

- 1 SANTA MARIA DA VITÓRIA
- 2 BUBU
- 3 ITANGUÁ
- 4 ARIBIRI

## CANAIS EXISTENTES

- 5 CANAL COSTA
- 6 CANAL MARINHO
- 7 CANAL ESCRAVOS

## PORTOS REGIONAIS EXISTENTES

- 8 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VITÓRIA
- 9 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VILA VELHA
- 10 COMPLEXO PORTUÁRIO DE TUBARÃO

## CIDADES

- 11 SANTA LEOPOLDINA
- 12 SERRA
- 13 CARIACICA
- 14 VITÓRIA

## BARRAGENS PROPOSTAS

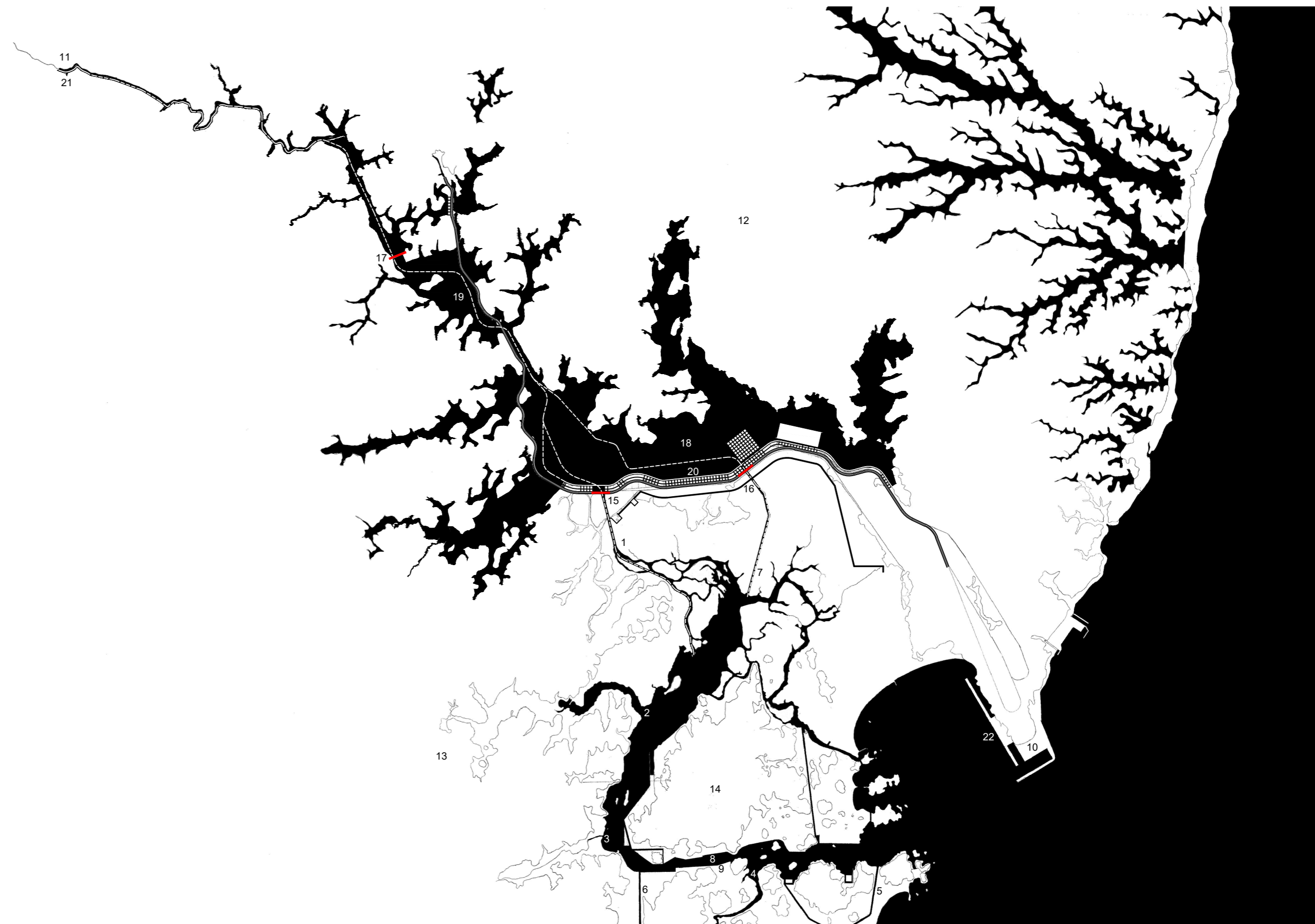
- 15 BARRAGEM LAGO-CANAL COTA 5 - RIO PRINCIPAL
- 16 BARRAGEM LAGO-CANAL COTA 5 - CANAL DOS ESCRAVOS
- 17 BARRAGEM LAGO-CANAL COTA 10

## LAGOS-CANAIS PROPOSTOS

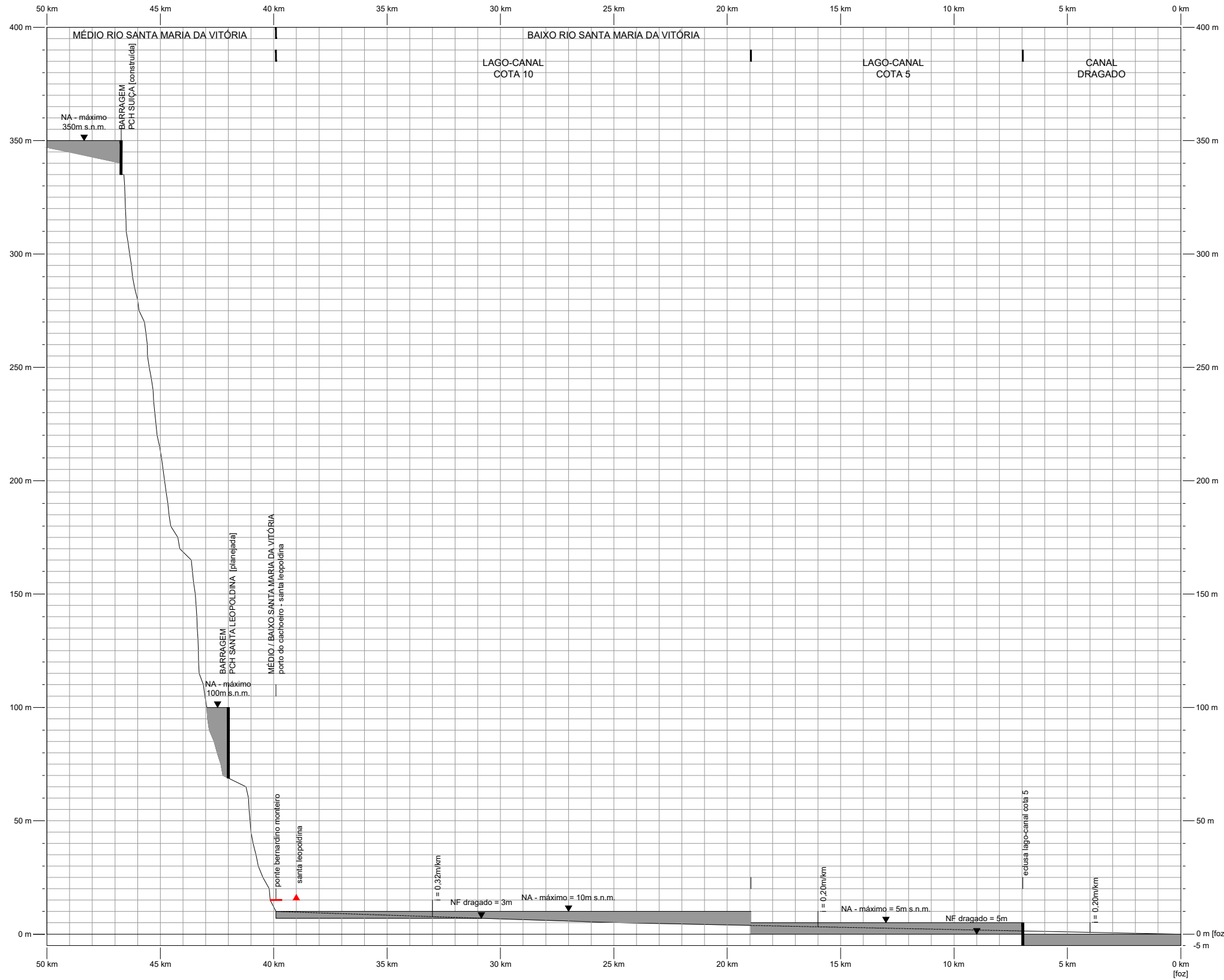
- 18 LAGO-CANAL COTA 5
- 19 LAGO-CANAL COTA 10

## PORTOS REGIONAIS PROPOSTOS

- 20 PORTO DO ARCO METROPOLITANO
- 21 PORTO DO CACHOEIRO
- 22 CAIS METROPOLITANO
- 23 PLATAFORMA DE CULTIVOS MARINHOS



# HIDROVIA BAIXO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA - PERFIL LONGITUDINAL - LAGOS CANAIS



## LEGENDA:

### EXISTENTE

- TERRENO
- NÍVEL DO FUNDO (NF) - RIO
- ▬ BARRAGEM
- PONTE
- ▼ AFLUENTE
- ▲ CIDADE
- ◆ TRAVESSIA

### PROPOSTAS:

- CANAL DRAGADO
- ▬ BARRAGEM - PROJETO
- ▬ ECLUSA - PROJETO
- ▬ PONTE - PROJETO
- ▲ CIDADE - PROJETO
- ◆ TRAVESSIA - PROJETO

## NOTAS:

1. Na Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória as eclusas possuem o Nível do Fundo (NF) da soleira com a profundidade mínima de 5,00m.
  2. Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia.
  3. Altitudes em metros acima do nível médio do mar.
  4. Informações sobre marés:  
 Porto de Tubarão (20°17') (40°14'). Maré-alta = 1,50m; Maré-baixa = 1,00m  
 Porto de Vitória (20°19') (40°19'). Maré-alta = 1,50m ; Maré-baixa = 1,10m
- FONTE:  
 Marinha do Brasil. DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. Carta Náutica (1401): Porto de Vitória e de Tubarão.

## ESCALA:

HORIZONTAL 1:200.000 ; VERTICAL 1:2.000

### 2.2.2. Traçado de navegação

O traçado do eixo longitudinal pelo curso principal do rio define a linha pioneira para o projeto da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, a partir da linha se define a geometria da hidrovia e o perfil longitudinal para a análise dos possíveis desníveis aquáticos a serem construídos para viabilizar a hidrovia e as barragens de aproveitamentos múltiplos:

A Linha de Navegação Principal (LN-principal) é traçada pelo eixo da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória para a navegação entre os lagos-canais (navegação interlagos) que são interligados por uma sucessão de eclusas que transpõem as barragens de aproveitamentos múltiplos de baixa queda de água. O canal principal dragado é projetado com a profundidade de 5 m e uma largura mínima de 50 m, para um duplo sentido de navegação.

As Linhas de Navegação Auxiliares (LN-auxiliares) seguem da Linha de Navegação Principal para as margens fluviais nos remansos dos lagos canais. É a navegação intra-lagos, desempenhada por embarcações de menor calado, articulando os bairros, distritos e localidades no interior de um mesmo Lago-canal.

As travessias nos lagos-canais correspondem aos eixos transversais de navegação intra-lagos (lagos-canais Cota 5 m e Cota 10 m). As travessias fluviais consistem na navegação transversal à Linha de Navegação Principal (LN-principal), conectando as cidades e as localidades existentes e projetadas implantadas nas margens dos lagos.

O traçado da Linha de Navegação da hidrovia possui a extensão total de 35,775Km cerca de 5 Km a menos que a navegação realizada pelo leito do rio natural com a extensão de 40 Km.



#### 2.2.2.1. Linha de navegação – principal

A hidrovía do Baixo Santa Maria da Vitória é composta - de montante para jusante - pelos seguintes trechos: o Rio (no seu leito natural dragado; os trechos sinalizados de navegação nos lagos-canais; os canais de aproximação das eclusas) e os trechos do delta artificial (com os trechos de rio canalizado e do canal de derivação<sup>69</sup> até a Baía de Vitória).

O canal de derivação da foz natural é o Canal dos Escravos que corresponde ao trecho desde o estuário do rio, na Baía de Vitória, até a ponte ferroviária da Estrada Ferro Vitória a Minas (EFVM) – com a extensão de 4.565 m.

**Trecho 1.** Canal de navegação [Km 0 + 000m – Km 6 + 965 m]: de jusante para montante - o rio canalizado corresponde ao trecho do rio principal que teve sua geometria e largura ajustada entre a Baía de Vitória e a ponte ferroviária da EFVM – esse trecho possui 6.965 m.

**Trecho 2.** Lagos-canais de navegação – Cota 5 [Km 6 + 965 m – Km 18 + 995 m]: os trechos nos lagos-canais navegáveis correspondem aos eixos longitudinais principais de navegação, com o objetivo de realizar a navegação interlagos ou entre eclusas. Os lagos-canais navegáveis estão associados aos demais trechos de canais navegáveis, desde as pontes ferroviárias até o Porto do Cachoeiro de Santa Leopoldina. O trecho do lago-canal da cota 5 m (NA máximo = 5m) possui uma extensão da linha de navegação principal de 12.030 m.

**Trecho 3.** Lago-canal - Cota 10 [Km 18 + 995 m – Km 24 + 000 m]: O trecho do lago canal da cota 10 m (NA máximo = 10 m) possui uma extensão da linha de navegação principal de 5.005 m.

**Trecho 4.** Leito natural dragado [Km 24 + 000 m – Km 35 + 775 m]: O trecho do leito do rio navegável está a montante do lago-canal da cota 10 m e possui uma extensão de 11.775m.

---

<sup>69</sup> Canal dos Escravos.

#### 2.2.2.2. Lagos-canais de navegação

O lago-canal é projetado para o aproveitamento múltiplo das águas: navegação, reserva de volumes de água para a produção de energia hidrelétrica, saneamento ambiental dos recursos hídricos, controle das enchentes e defesa contra as secas, aquicultura e pesca, turismo e lazer, preservação ambiental e desenvolvimento sustentável urbano e regional.

No projeto das barragens de múltiplos aproveitamentos, o desnível hídrico máximo, adotado entre os represamentos para ser vencido pelas embarcações nas eclusas, é de 5 m. Para o traçado do primeiro lago-canal da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória o nível máximo de água (NA máximo) operacional do represamento está na cota altimétrica de 5 m s.n.m. Dessa forma, a linha de contorno do lago-canal navegável coincide com a curva de nível do levantamento topográfico adotado<sup>70</sup>. Pelo eixo principal da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, a profundidade mínima do canal de navegação dragado é de 5 m em relação ao nível de água máximo (NA máximo) de cada lago canal navegável.

O primeiro lago-canal da hidrovia, com a referência de jusante para montante, possui as barragens localizadas nas pontes ferroviárias da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM). O Lago-Canal Cota 5 é traçado pela cota altimétrica de 5 m. É um lago-canal navegável, formado pelo represamento do Rio Santa Maria da Vitória, através da construção de uma barragem de aproveitamentos múltiplos na ponte ferroviária da Estrada de Ferro Vitória Minas. O nível de água máximo (NA-máximo) coincide com a cota topográfica de 5 m. O lago-canal navegável proposto na Cota 5 possui uma área de cerca de 57 Km<sup>2</sup> e um perímetro de 272 Km, que é a linha de contorno do represamento. A extensão da linha de navegação principal é de 12.030m – entre a barragem da ponte ferroviária da EFVM até a jusante barragem do lago-canal da cota 10 m.

O segundo lago-canal da hidrovia, ao se navegar de jusante para montante, possui a barragem localizada nas proximidades do distrito de Barra do Mangaraí <sup>71</sup>. O Lago-Canal Cota 10 é traçado pela cota altimétrica de 10 m. É um lago-canal navegável, formado pelo represamento do Rio Santa Maria da Vitória com a construção de uma barragem de aproveitamentos múltiplos a jusante da localidade

---

<sup>70</sup> A base topográfica adotada corresponde ao levantamento altimétrico realizado pelo IEMA-ES (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo).

<sup>71</sup> Distrito de Santa Leopoldina.

de Barra do Mangaraí – a 18.900 m da foz. O lago-canal navegável possui uma área de aproximadamente 4 Km<sup>2</sup> e um perímetro de 81 Km que é a linha de contorno do represamento que coincide com a cota topográfica de 10m. A extensão da linha de navegação principal é de 5.005 m – entre a barragem do Lago Cota 10 e o remanso do lago no Porto do Cachoeiro de Santa Leopoldina.

#### Níveis operacionais dos lagos-canaís

A principal referência de projeto utilizada para os lagos de aproveitamentos múltiplos foi o Projeto do Sistema de Navegação do Rio Tennessee (TVA, 1964). As barragens de aproveitamentos múltiplos requerem diversos níveis operacionais dos reservatórios, definidos de acordo com o planejamento dos lagos-canaís e ajustados a cada projeto do conjunto reservatório-barragem. Os níveis de água devem equilibrar os múltiplos usos propostos com os ganhos/custos das barragens e dos reservatórios.

(NA-máximo): elevação viável para sobretaxa ou o nível máximo da lâmina de água controlada deve equilibrar os múltiplos usos propostos para as barragens e reservatórios, garantindo, entre outros aproveitamentos, a navegação fluvial, o controle das enchentes, a produção de energia hidrelétrica, o abastecimento de água e o saneamento ambiental (TVA, 1964). O nível de água máximo (NA máximo) é o nível operacional mais alto controlado para um reservatório, geralmente, é a elevação do topo das comportas dos vertedouros.

(NA-normal): nível de reserva normal que é mantido ao longo do ano. O (NA-normal) deve ser considerado o de maior permanência para o programa de múltiplos usos dos reservatórios e barragens (TVA, 1964). O nível de água normal (NA-normal) é o nível de água regularizado no reservatório – formado ao fim dos períodos mais chuvosos.

(NA-mínimo): o nível de rebaixamento deve considerar o perfil longitudinal com as profundidades progressivamente mais baixas da lâmina de água a montante dos reservatórios. Deve-se considerar o custo de dragagem necessário, na seção superior de um reservatório, para fornecer a profundidade do canal de navegação com o projeto, equilibrando o aumento da quantidade de armazenamento de controle das inundações (TVA, 1964). O nível de água mínimo (NA-mínimo) é o menor nível de água para a navegação – ao fim dos períodos de secas.

O nível mínimo do reservatório, no qual toda a construção do canal de navegação deve ser considerada, consiste numa curva de remanso, começando na barragem, no nível mínimo da lâmina de água antes das cheias e seguindo esta curva até que cruze o nível mínimo da lâmina d'água plana. O nível da lâmina de água plana governa rio acima o nível de água a jusante da próxima barragem (TVA, 1964).

(NA máximo) dos Lagos-canais da hidrovia

Para o projeto da Hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória foi definido que o nível de água máximo deve corresponder aos desníveis hídricos máximos admitidos pelas eclusas – que possuem alturas de transposição das embarcações de 5 m. Os traçados das linhas de contorno dos lagos-canais, que definem o nível de água máximo dos reservatórios, seguem as curvas altimétricas tomadas a cada 5 m nos levantamentos topográficos. Os níveis de água (NA-máximo) de 5 metros garantem as profundidades mínimas para a navegação nos lagos-canais propostos. Na hidrovia, os lagos-canais propostos possuem os respectivos níveis máximos de água:

- Lago-canal da cota 5 m: o primeiro lago-canal proposto possui o nível de água máximo na cota altimétrica de 5 m em relação ao nível do mar.

- Lago-canal da cota 10 m: o segundo lago-canal proposto possui o nível de água máximo na cota altimétrica de 10 m em relação ao nível do mar.

Lagos de alimentação

Os níveis de água normal e mínimo não serão definidos neste estudo. Para a evolução do projeto, devem ser estudados os afluentes dos lagos-canais navegáveis e as vazões de contribuição para os volumes dos reservatórios propostos.

A proposta é que se mantenham as lâminas de águas sempre estabilizadas em 5 metros, dotando em cada foz dos afluentes barragens móveis – formando os lagos de alimentação auxiliares com a função de reserva dos volumes de água dos períodos das grandes chuvas para serem usados nos períodos das estiagens prolongadas, requerendo um ajuste dos volumes dos reservatórios auxiliares de acordo com as previsões meteorológicas para a região.

### 2.2.3. Parâmetros de navegação

O traçado principal da hidrovia do Baixo Santa Maria da Vitória possui uma extensão de cerca de 35 Km e seria constituída pelos canais navegáveis e lagos-canais de navegação, entre o Porto do Cachoeiro, em Santa Leopoldina, e a foz do rio principal, na Baía de Vitória. A proposta para o sistema de navegação do Baixo Rio Santa Maria da Vitória é estruturada por elementos estruturadores essenciais da hidrovia: o canal navegável, os portos, as cidades (localidades) e as orlas. Os canais navegáveis possuem um feixe de infraestruturas que acompanha longitudinalmente a margem direita do canal de navegação – seguindo o traçado da faixa de domínio da rodovia ES-080 que acompanha a hidrovia.

Nessa subseção do trabalho são definidos os elementos que estruturam a construção da Hidrovia do Rio Santa Maria da Vitória e a relação das infraestruturas regionais e urbanas com a arquitetura das cidades-porto fluviais, distritos-fluviais e bairros-fluviais, localizadas no trecho hidroviário do baixo curso do rio.

#### 2.2.3.1. Embarcação-projeto

A embarcação-projeto define o padrão dimensional do canal de navegação do Baixo Rio Santa Maria da Vitória e dos componentes arquitetônicos da hidrovia. Foram estudados padrões e referências técnicas com a finalidade de definir a embarcação-projeto a ser utilizada na hidrovia, conforme as dimensões gerais e a capacidade de carga das embarcações. Para os estudos, foram definidos os cursos superior e inferior da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, conforme as características de navegação:

- Curso superior da hidrovia, entre o Km 35 + 775 m e o Km 24 + 000 m, é caracterizado pela navegação no leito natural do rio a ser dragado. O trecho possui uma linha de navegação sinuosa e uma seção transversal estreita, com poucas extensões de trechos retos na hidrovia.

- Curso inferior da hidrovia, entre o Km 24 + 000 m e o Km 0 + 000 m, é caracterizado pela navegação em lagos canais navegáveis e canais artificiais. O trecho da hidrovia possui uma linha de navegação predominantemente reta. As seções transversais dos lagos canais são amplas e a dos canais navegáveis padronizadas.

Tabela 3: Classificação de embarcações e comboios (ECMT, 1992; PIANC, 1999).

TIPO	BOCA (m)	COMPRIMENTO (m)	CALADO (m)	CAPACIDADE (tonelada)
Embarcação Classe I (1)	5,05	38,50	1,80-2,20	250-400
Embarcação Classe I (2)	4,70	41	1,40	180
Embarcação Classe II (1)	6,60	50-55	2,50	400-650
Embarcação Classe II (2)	7,50-9,00	57	1,60	500-630
Embarcação Classe III (1)	8,20	67-80	2,50	650-1.000
Embarcação Classe III (2)	8,20-9,00	67-70	1,60-2,00	470-700
Comboio Classe III	8,23-9,00	118-132	1,60-2,00	1.000-1.200
Embarcação Classe IV	9,50	80-85	2,50	1.000-1.500
Comboio Classe IV	9,50	85	2,50-2,80	1.250-1450
Embarcação Classe Va	11,40	95-110	2,50-2,80	1.500-3.000
Comboio Classe Va	11,40	95-110	2,50-2,80	1.600-3.000
Comboio Classe Vb*	11,40	172-185	2,50-4,50	3.200-6.000

Nota:

(1) A oeste do rio Elba;

(2) A leste do rio Elba.

Fonte: (PIANC, 1999).

#### Hidrovia - Curso superior

A embarcação-projeto adotada para o curso superior da hidrovia, nos estudos iniciais de projeto, é a Embarcação Classe - I ECMT (1992): com boca de 5,05 m; comprimento total de 38,50 m; calados que variam de 1,80 m a 2,20 m; e com capacidade de carga entre 250 e 400 toneladas (Ver tabela acima).

#### Hidrovia - Curso inferior

A embarcação-projeto adotada no curso inferior da hidrovia para os estudos iniciais é a Embarcação (Classe-Va) ECMT (1992): com boca de 11,40 m; comprimento total de 95 m a 110 m; calados que variam de 2,50 m a 2,80 m; e com capacidade de carga entre 1.500 e 3.000 toneladas. Essa embarcação-projeto define parâmetros mais restritivos para o projeto da hidrovia, podendo se adequar a uma classificação com dimensões gerais menos restritivas, Classes I, II e III da classificação de embarcações (Ver tabela acima).

Comparando-se com os comboios em uso no Brasil, a embarcação da (Classe-Va) se assemelha, em alguns aspectos, ao Comboio Tipo Tietê: com boca de 11,00 m; comprimento total de 137,00 m; e calado de 2,70 m. A classificação (ECMT-Classe Va) se assemelharia ao Comboio Tipo Paraná, na dimensão de 3,70 m do calado (BRASIL, 2016).



Figura 42: Embarcação SPITS, Classe I. Fonte: <http://voies-hydrauliques.wallonie.be/>.



Figura 43: Embarcação RHÉNANS, Classe Va. Fonte: <http://voies-hydrauliques.wallonie.be/>.

#### 2.2.3.2. Profundidade do canal

De acordo com Alfredini (2018), a profundidade mínima de uma hidrovía deve corresponder ao calado da embarcação-tipo acrescida de uma folga mínima de 0,30 m a 0,50 m (pé-de-piloto).

Com essa referência técnica e de acordo com a embarcação-projeto definida como a da Classe - I definida para o trecho da hidrovía no seu curso superior, a profundidade a ser adotada deve ser a de 2,70 m, para o projeto será definida a profundidade de 3,00m para os estudos iniciais de projeto. Para a embarcação-projeto da Classe – Va, para o trecho inferior da hidrovía, a profundidade a ser adotada deveria ser a de 3,30 m, contudo devido os estudos levarem em consideração os níveis de água máximos dos lagos-canais, será definida a profundidade de 5,00 m nesse trecho.

#### 2.2.3.3. Largura do canal

A largura do canal de navegação é calculada conforme a boca (embarcação-projeto) a ser adotada no estudo. A largura mínima deve ser de 4,40 vezes a boca da embarcação-projeto, para o cruzamento seguro e sem redução de velocidades das embarcações (ALFREDINI, 2018).

A embarcação-projeto definida para os estudos da hidrovía no seu curso superior é da Classe-Va, ECMT (1992) possui boca de 11,40 m. Sendo assim, a largura mínima do canal principal dragado no baixo curso do rio é de 50,16 m (4,40 x 11,40 m de boca), sendo adaptada no estudo para 50 m – com via dupla – nos trechos retos da hidrovía, com ampliações previstas nas curvas (conforme cálculos de sobrelargura).

A embarcação-projeto adotada para os estudos da hidrovía no seu curso superior é a Embarcação Classe- I, ECMT (1992): com boca de 5,05 m. Desse modo, a largura mínima do canal principal no leito natural dragado do baixo curso do rio é de 22,22 m (4,40 x 5,05 m de boca), sendo adaptada para 25 m – com via dupla – nos trechos retos da hidrovía.

#### 2.2.3.4. Raio de curvatura

Segundo PIANC (1999), nos parâmetros propostos para as hidrovias da Classe-Vb, o raio de curvatura mínimo a ser adotado nas hidrovias é de 6 vezes o comprimento da embarcação (6L), para os trechos de alta densidade de tráfego na



hidrovia, e 4 vezes o comprimento da embarcação (4L) para os trechos de baixa densidade de tráfego na hidrovia. Mesmo sendo uma referência técnica para uma embarcação de maiores dimensões, os parâmetros de cálculo serão mantidos para o estudo de projeto.

No canal e lagos canais navegáveis da hidrovia no seu curso inferior, a embarcação Classe - Va, com o comprimento adotado de 100 m para efeito de cálculo, o raio de curvatura mínimo para o trecho da hidrovia de baixo tráfego é de 400 m (4L) e para o trecho da hidrovia de alto tráfego é de 600 m (6L). Os raios de curvatura são definidos no projeto, conforme o traçado da Linha de Navegação - LN.

Na hidrovia no seu curso superior, para a embarcação Classe - I, com o comprimento da de 38,50 m, o raio de curvatura mínimo para o trecho da hidrovia de baixo tráfego é de 154 m (4L) e para o trecho da hidrovia de alto tráfego é de 231 m (6L). Os raios de curvatura são definidos no projeto conforme o eixo da Linha de Navegação - LN.

#### 2.2.3.5. Seção-projeto

Para o projeto da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, na extensão de 24.000 m de canais e lagos de navegação a serem dragados, a largura será de 50 m e a profundidade de 5 m. A grade de dragagem para o trecho é de 50x5 m, constituindo uma seção normal de área molhada<sup>72</sup> navegável mínima de 250 m<sup>2</sup>. Segundo PIANC (1999), as recomendações nacionais para as hidrovias da Classe Vb, para a seção normal de área molhada mínima, são de 200 m<sup>2</sup> na França, 172 m<sup>2</sup> na Alemanha e 258 m<sup>2</sup> nos Países Baixos.

#### 2.2.3.6. Eclusa-projeto

A eclusa-projeto adotada no canal principal do rio possui um desnível aquático de 5,00 m. Na proposta, as eclusas possuem o dimensionamento padronizado, sendo que cada câmara da eclusa possui: 210 m de comprimento; 12,50 m de largura e 5 m de profundidade da soleira das eclusas.

No sistema de navegação do Baixo Rio Santa Maria são previstos três conjuntos de eclusas duplas, sendo três eclusas do tipo principal e três do tipo

---

<sup>72</sup> Segundo ECMT/PIANC, as recomendações nacionais para as hidrovias da Classe Vb, para a seção normal de área molhada mínima é de 200 m<sup>2</sup> na França; 172 m<sup>2</sup> na Alemanha; e 258 m<sup>2</sup> nos Países Baixos.

auxiliar. As eclusas principais e auxiliares são construídas em paralelo. Cada conjunto de eclusas (principal e auxiliar) possui uma câmara economizadora para reservar as águas entre as eclusagens. As câmaras economizadoras de água são projetadas entre as duas eclusas, em paralelo, sendo que o esvaziamento de uma câmara permite o enchimento da outra. A hidrovia deve fornecer um sistema de navegação estável, pelos lagos canais de navegação, com os volumes reservados ao longo de todo o ano, de modo a promover a navegação ininterrupta pelo canal. Além disso, o sistema deverá ser confiável, na medida em que as eclusas possam funcionar sem interrupções, permitindo a alternância entre as câmaras de eclusagem para reparos e manutenções. Como sistemas paralelos, a construção da eclusa pode ser feita em etapas, primeiro a eclusa principal e posteriormente a auxiliar.

Tal medida, de construir as eclusas em etapas, visa a diminuir os investimentos iniciais na construção e prioriza as obras de implantação das barragens. Nessa primeira etapa, o tráfego de embarcações é de baixa densidade, devido à consolidação do sistema de transporte hidroviário e à realização das obras dos portos terminais e integrações com os outros modais. As eclusas auxiliares são eclusas complementares ao sistema de navegação, por esse motivo projetadas em paralelo para atender a previsão de alta densidade de tráfego de embarcações. Uma segunda eclusa é adequada para o caso de acidente ou reparo na eclusa principal (TVA, 1964).

Para o planejamento e localização das eclusas foram definidas as recomendações da TVA (1964), no qual são considerados os seguintes fatores: (1) A proposta de barragens de aproveitamentos múltiplos de baixa queda minimiza os efeitos das descargas do vertedouro, o que faz diminuir as turbulências a jusante da barragem – que poderiam dificultar a aproximação das embarcações com as eclusas; (2) a construção de eclusas com pequenos desníveis de água facilita na construção, operação e manutenção da hidrovia; (3) os canais de aproximação superior e inferior da eclusa devem ter a extensão da linha de navegação que coincida com o eixo central da câmara da eclusa. Sempre que possível, uma linha reta (tanto a montante quanto a jusante), com cerca de 1.000 m de extensão cada; quando possível, a eclusa deve estar na margem oposta ao vertedouro, deixando uma distância que minimize os efeitos das turbulências de descarga das águas (TVA, 1964).

O planejamento das estruturas das barragens e das eclusas deve ser feito em conjunto com o posicionamento das pontes que atravessam o rio, destinando os vãos horizontais de 50 m (1 vão) e 25 m (2 vãos). Os vãos verticais mínimos de 5,25 m para passagem das embarcações. Segundo recomendações de PIANC (1999).

Conforme estudo baseado em diretrizes da ANA (2012), para o desnível aquático de 5 m, o tempo previsto para a eclusagem é de 11 minutos. Devido às necessidades de capacidade de tráfego, considera-se como tempos de enchimento e esgotamento em torno de 8 a 18 minutos para as câmaras das eclusas. Os 11 minutos previstos de eclusagem correspondem a 2 minutos para a abertura dos portões, 2 minutos para o fechamento, 5 minutos de enchimento ou esgotamento e 2 minutos de abertura do portão da câmara de eclusa. Não está previsto o tempo de movimentação das embarcações dentro da câmara da eclusa e amarração nas bordas (ANA, 2012).

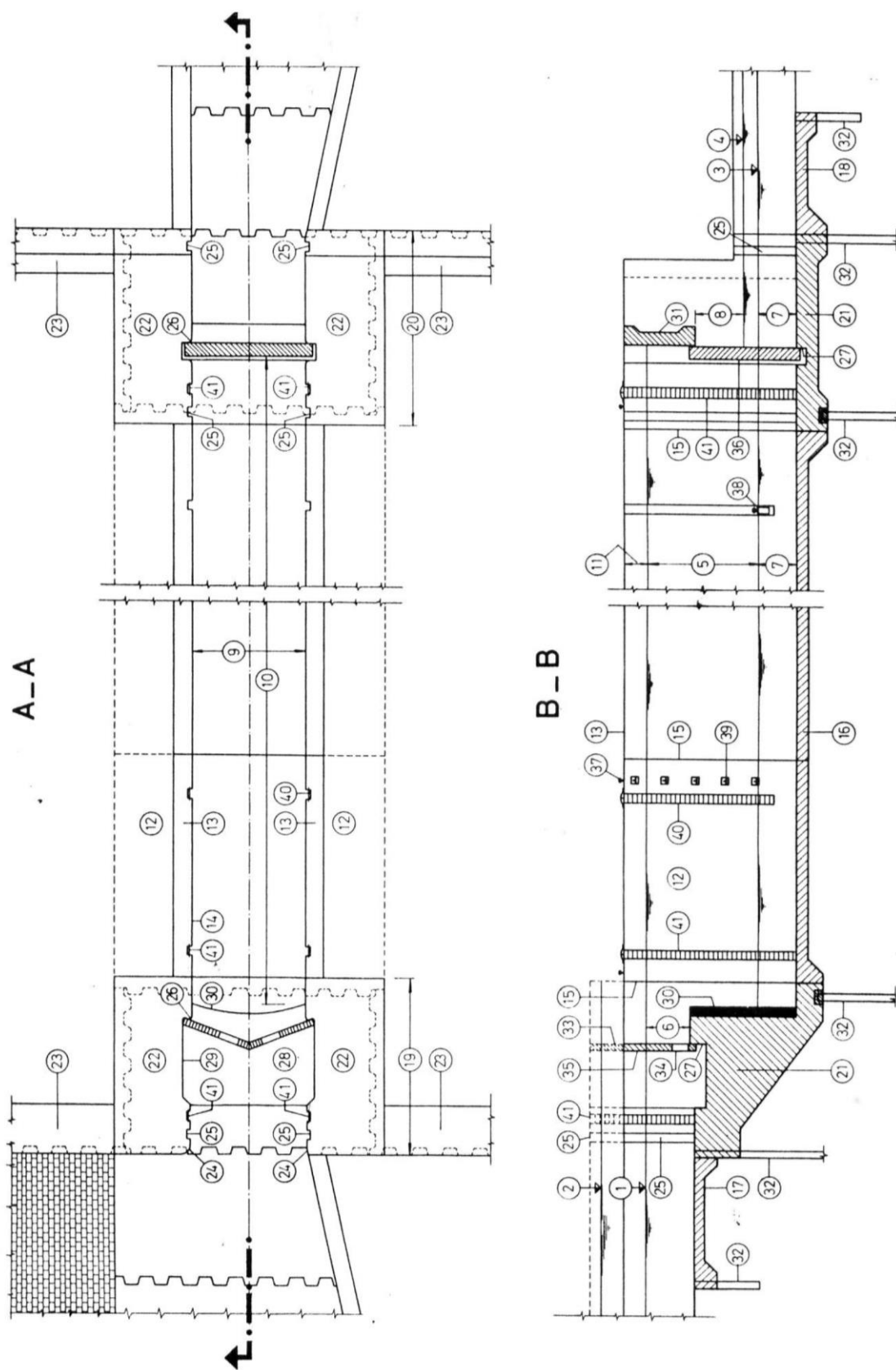


Figura 44. Desenho de referência para a eclusa-projeto. Fonte ANA, 2012.

### 2.2.3.7. Barragens de aproveitamentos múltiplos

Os lagos-canais navegáveis são formados a partir dos represamentos nas barragens de aproveitamentos múltiplos<sup>73</sup>. Essas barragens possuem um arranjo de estruturas de múltiplas finalidades: as eclusas, para transpor os desníveis aquáticos das embarcações que navegam na hidrovia; as usinas, para a produção de energia hidrelétrica; os vertedouros com comportas para a regulação dos níveis operacionais dos represamentos; e as pontes, para a transposição horizontal entre as margens do local dos barramentos. A proposta de projeto define que a construção das barragens seja de baixa altura – com queda hídrica máxima de 5 m – o que permitiria uma classificação de risco baixo<sup>74</sup> para os barramentos (ANM, 2012).

O planejamento de barragens de baixa altura gera menores impactos de inundação causados pelos reservatórios previstos para as áreas de baixa declividade do Rio Santa Maria da Vitória, de modo a salvaguardar as infraestruturas existentes – como é o caso da Estrada de Ferro Vitória a Minas que atravessa os terrenos da planície de inundação do rio sobre um dique de aproximadamente 23.500 m de extensão.

Para o aproveitamento das margens fluviais, as novas barragens gerariam menores impactos com os represamentos – com menos áreas inundadas, mais terras seriam liberadas para o poder público realizar as necessárias reestruturações de uso e ocupação dos terrenos no perímetro dos lagos-canais navegáveis. As novas barragens de aproveitamentos múltiplos previstas para a Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória são em número de três: (1) barragem da ponte ferroviária da EFVM<sup>75</sup> sobre o curso do rio principal; (2) barragem na ponte ferroviária sobre o Canal dos Escravos; (3) barragem a jusante da localidade de Barra do Mangaraí<sup>76</sup>.

---

<sup>73</sup> Baseado nos estudos das Barragens de Aproveitamentos Múltiplos da Hidrovia do Rio Tennessee (TVA, 1964)

<sup>74</sup> Resolução CNRH Nº 143, de 10 de julho de 2012. ANM – Associação Nacional de Mineração. Segundo a matriz de classificação de barragens de acumulação de água, são considerados barramentos de baixo risco os que possuem até 15 m de altura.

<sup>75</sup> EFVM – Estrada de Ferro Vitória a Minas.

<sup>76</sup> Confluência do Rio Mangaraí com o Rio Santa Maria da Vitória.

**Barragem-1: Lago-canal da Cota 5. Rio Principal. [Km 6 + 965 m]**

A primeira barragem está localizada no curso principal da hidrovia, no cruzamento com a EFVM – a uma distância de 6.965 m da foz na Baía de Vitória. A barragem de múltiplos aproveitamentos possui a cota da crista do barramento com 1,50 m acima do NA máximo de 5 m. A ponte móvel proposta – em substituição à ponte ferroviária existente – possui tabuleiro na cota de 6,50 m, sendo uma ponte ferroviária é do tipo móvel. A eclusa de navegação planejada está a jusante da barragem - pelo eixo do canal de navegação que possui 50 m. Cada câmara livre da eclusa é de 12,5 m de largura, 210 m de comprimento e 5 m de profundidade na cota da soleira, sendo a eclusa do tipo dupla.

**Barragem-2: Lago-canal da Cota 5. Canal dos Escravos. [Km 4+565 m]**

A segunda barragem está localizada no Canal dos Escravos, no cruzamento com a EFVM – a uma distância de 4.565 m da embocadura na Baía de Vitória. A barragem de múltiplos aproveitamentos possui a cota da crista do barramento com 1,50 m acima do NA máximo de 5 m. A ponte móvel proposta, em substituição à ponte ferroviária existente, possui o vão livre de 6,75 m em relação ao nível máximo do lago-canal. A ponte ferroviária é do tipo móvel e está a jusante da eclusa. Cada câmara livre da eclusa possui as dimensões gerais de 12,5 m de largura, 210 m de comprimento e 5 m de profundidade na cota da soleira, sendo a eclusa do tipo dupla.

**Barragem-3: Lago-canal da Cota 10. [Km 18 + 952 m]**

A terceira barragem está localizada no curso principal da hidrovia, a uma distância de 18.952 m da foz. O barramento proposto possui uma extensão de cerca de 400 m entre as margens fluviais. Na barragem a cota da crista do barramento é de 1,50 m acima do NA máximo de 10 m. A ponte fixa proposta no conjunto de estruturas de barragem de múltiplos aproveitamentos possui o vão livre de 6,75 m em relação ao nível máximo do lago-canal. Na cabeceira da nova ponte – pela margem direita – está a rodovia estadual ES-080 e – pela margem esquerda – uma estrada de terra que conecta as propriedades rurais do local. A eclusa dupla de navegação possui as dimensões da câmara livres, com 12,5 m de largura, 210 m de comprimento e 5 m de profundidade, na cota da soleira, com a altura de queda líquida de 5 m. A eclusa está planejada a montante do barramento, posicionada pela margem direita da barragem.

Nas barragens de aproveitamentos múltiplos, são previstas usinas de produção de energia hidrelétrica com a queda hídrica de 5 metros. Através de PEREIRA (2015), para barragens com queda líquida de 5 m. Conforme ELETROBRAS/ANEEL (1997), a categoria de enquadramento dessas unidades produtoras de energia elétrica é de CGH - Central Geradora Hidrelétrica, com uma potência instalada de até 3 MW. As Centrais Geradoras Hidrelétricas são planejadas nas barragens de aproveitamentos múltiplos, como segue:

- CGH Lago-Canal Cota 5 – Hidrovia Eixo Principal
- CGH Lago-Canal Cota 5 – Canal dos Escravos
- CGH Lago-Canal Cota 10 – Hidrovia Eixo Principal

As usinas hidrelétricas existentes, planejadas e propostas para bacia do Rio Santa Maria da Vitória, na ordem de jusante para montante:

Tabela 4: Adaptação do inventário das usinas hidrelétricas da Bacia do Santa Maria da Vitória – existentes e planejadas.

	SITUAÇÃO	Km DA FOZ	POTÊNCIA (MW)	POTENCIAÇÃO (MW)
PCH Rio Bonito	Construída	Km 60 + 063 m	16,90	22,50
PCH Timbuí Seco	Planejada	Km 49 + 000 m	10,00	10,00
UHE Suíça	Construída	Km 46 + 727 m	30,00	33,90
PCH Santa Leopoldina	Planejada	Km 42 + 000 m	11,00	11,00
CGH Lago Cota 10	Projetada	Km 18 + 900 m	*	**
CGH Lago Cota 5 (rio)	Projetada	Km 6 + 965 m	*	**
CGH Lago Cota 5 (canal)	Projetada	Km 4 + 565 m	*	**
POTÊNCIA TOTAL			67,90 MW	77,40 MW

Nota:

\* Potência teórica total a ser calculada.

\*\*Acréscimos de potência de acordo com o aumento das vazões na Bacia hidrográfica

CGH – Central Geradora Hidrelétrica, potência instalada até 3 MW (ANEEL)

PCH – Pequena Central Hidrelétrica, potência instalada entre 3 MW e 30 MW (ANEEL)

UHE – Usina Hidrelétrica, potência instalada acima de 30 MW (ANEEL)

Fonte: (ANEEL/IEEMA-ES, 2009).

### 2.2.3.8. Ponte-projeto

Para as pontes fixas, o vão vertical mínimo – que representa a altura livre sob o tabuleiro das pontes – a ser adotado no projeto é de 5,25 m. Essa altura é compatível com as embarcações carregadas transportando até 2 camadas de contêineres (ECMT, 1992). Os vãos horizontais mínimos – distância entre as estruturas das pontes – a serem adotados no projeto para 1 vão é de 50 m e 25m para 2 vãos.

Na proposta da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, pelo eixo longitudinal do canal de navegação, foram identificadas 6 interferências na linha de navegação principal, sendo 5 pontes e 1 barragem. Das 5 pontes, pelo eixo da hidrovia, 2 são rodoviárias, 2 ferroviárias e 1 de pedestres. A ponte rodoviária da BR-101, caso seja necessário pelos requisitos de navegação, deverá ser reconstruída para se adequar à hidrovia. As 2 pontes ferroviárias da EFVM, para se adequarem ao padrão da hidrovia, seriam substituídas por pontes móveis, mantendo assim o greide da ferrovia inalterado. A ponte de pedestres e a ponte rodoviária<sup>77</sup> da ES-080, na cidade de Santa Leopoldina, não precisarão ser readequadas, tendo em vista que a proposta da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória é para o baixo curso do rio e as pontes estão localizadas na transição para o médio curso do rio.

Tabela 5. Resumo das interferências na hidrovia – Rio Principal

[Km 6 + 087 m]:	Ponte rodoviária da BR-101 – Contorno metropolitano
[Km 6 + 965 m]:	Ponte ferroviária da EFVM – Contorno metropolitano
[Km 12 + 288 m]:	Barragem de captação de água da CESAN
[Km 14 + 581 m]:	Ponte ferroviária da EFVM
[Km 23 + 844 m]:	Ponte rodoviária sobre o afluente – Rio Mangaraí
[Km 39 + 820 m]:	Ponte de pedestres em Santa Leopoldina
[Km 40 + 000 m]:	Ponte rodoviária da ES-080

<sup>77</sup> A ponte de Santa Leopoldina foi projetada por Paulo Menezes Mendes da Rocha e construída por Serafim Derenzi.





Figura 45. Ponte fixa sobre o Rio Spree, Berlim. Foto do autor, 2019.



Figura 46. Ponte móvel sobre o Canal Schinkel, Amsterdã. Foto do autor, 2019.

A primeira interferência com a hidrovia é a ponte rodoviária do contorno da BR-101. Essa deve ter o tabuleiro ajustado para o vão vertical mínimo de 5,25 m, com vão horizontal mínimo de 50 m (1 vão) e 25 m (2 vãos) . Caso seja necessária a reconstrução, a ponte deve ter tabuleiro fixo, com o ajuste do greide da rodovia, a partir das novas cabeceiras, para atender aos requisitos da nova transposição horizontal. Como o fluxo de veículos é intenso na rodovia, seria proposta a reconstrução como ponte fixa, ao invés de se propor uma ponte móvel.

A segunda interferência com a hidrovia é a ponte ferroviária da EFVM, que deve ser substituída por uma ponte móvel, mantendo a passagem da ferrovia em nível. O vão horizontal mínimo adotado no projeto é de 50 m, entre as estruturas da ponte. A nova ponte ferroviária – com tabuleiro móvel – se adequaria aos requisitos de transporte previstos para a passagem periódica das composições ferroviárias, além de manter o greide da ferrovia inalterado.

São 05 as interferências no Canal dos Escravos: 02 pontes rodoviárias do condomínio Alphaville Jacuhy; 01 ponte rodoviária da BR-101; 01 ponte ferroviária da EFVM; e 01 ponte da estrada de serviço paralela à EFVM.

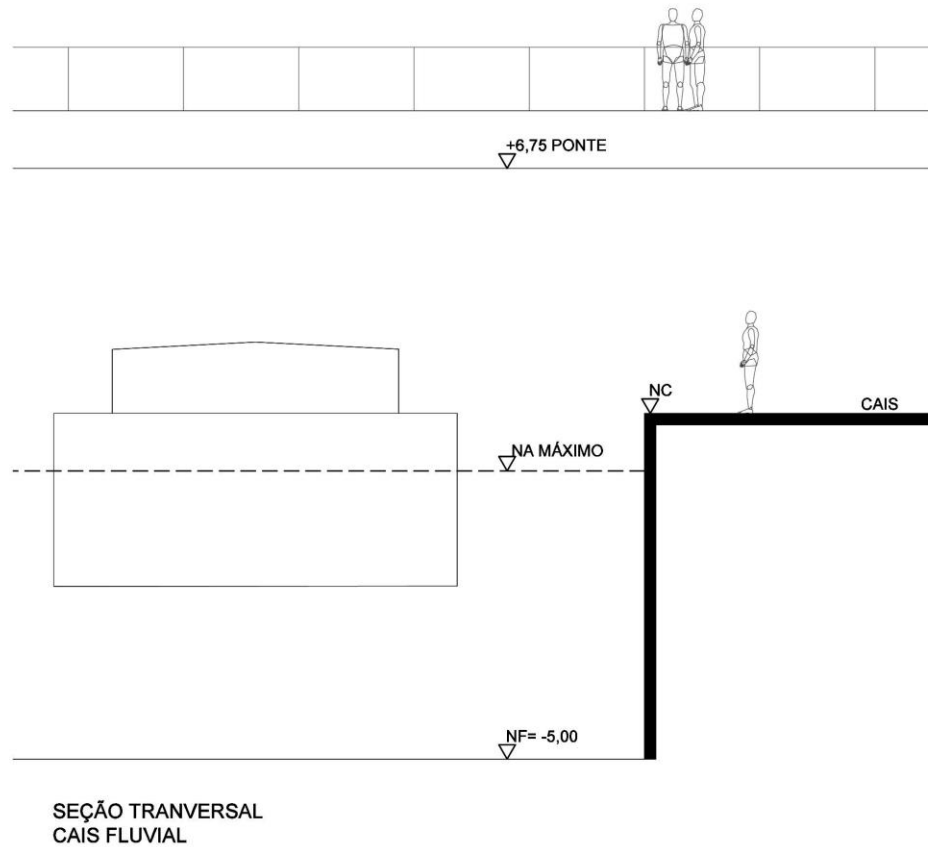


Figura 47. Seção transversal proposta para o cais fluvial. Níveis de água máximo, nível do cais e vão livre da ponte Fonte: Desenho do autor.

## **2.3.CIDADE-PORTO FLUVIAL**

Os portos fluviais são os polos estruturadores regionais e urbanos que estão modulados ao longo da hidrovia e implantados nas margens da orla fluvio-marítima. Os portos fluviais são planejados ao longo do eixo longitudinal da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória – no trecho entre o Porto do Cachoeiro, em Santa Leopoldina, e a foz, na Baía de Vitória.

No planejamento da quantidade de portos para as embarcações, devem-se prever os requisitos futuros da hidrovia. Os principais fatores que influenciam a localização dos portos são: a distância entre os portos; a proteção contra os ventos; acessibilidade do porto às embarcações; o tamanho disponível e a profundidade dos berços; e as margens adequadas sem obstruções (TVA, 1964).

### **2.3.1. Portos**

As localizações dos portos fluviais previstos para a hidrovia são: as confluências dos afluentes, no remanso dos lagos, nos cruzamentos das pontes e nas barragens – nos trechos de aproximação da navegação a montante e a jusante das eclusas.

O Porto do Cachoeiro é o porto fluvial mais a montante da hidrovia, entre o médio e baixo curso do rio, implantado nas proximidades das pontes existentes da cidade de Santa Leopoldina. Nos lagos canais navegáveis da hidrovia, os portos fluviais são propostos nos remansos dos lagos, esses endereços notáveis para a construção de portos abrigados e seguros. Os portos dos lagos são a transição água-terra que propicia a construção pioneira das cidades fluviais e lacustres. Os portos lacustres estão posicionados nos remansos dos lagos canais, em áreas acima dos níveis de água máximos (NA-máximo) dos represamentos.

Os portos além de modulados ao longo da hidrovia principal, poderão estar localizados nas margens fluviais ou nas barragens de aproveitamentos múltiplos. Os portos de montante das barragens estão nas seções inferiores dos reservatórios. Os portos de jusante das barragens estão nas seções superiores dos reservatórios.

Os portos projetados devem ter a aproximação das embarcações facilitada - tanto para o fluxo de montante quanto de jusante e devem estar o mais próximo possível da linha de navegação do canal principal. Em alguns casos, será necessário localizar o porto na margem oposta ao fluxo de navegação da hidrovia. A profundidade de projeto para o canal de aproximação dos portos e do berço de atracação das embarcações é de 5,00 m.

Nos lagos canais navegáveis da hidrovia, são previstos portos fluviais nos remansos. São os portos urbanos que desempenham a navegação intra-lago. Nesses endereços aquáticos, seriam planejados os tecidos urbanos de novos bairros e distritos fluviais da hidrovia. Na hidrovia, são previstas travessias aquáticas entre as margens fluviais. São endereços intermodais, isto é, de integração das vias de terra com as vias navegáveis.

### **2.3.2. Rede de portos**

São previstos 01 porto a cada 5 Km, critério de projeto utilizado no estabelecimento do sistema de portos da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. 01 porto a cada 30 minutos é o tempo de navegação entre os portos a cada 5 Km, para a velocidade de 10 Km/h<sup>78</sup> (PIANC, 1999). Os portos podem ser espaçados consideravelmente mais perto que o máximo definido em projeto de 5 Km (30 minutos; V=10 Km/h), principalmente nas seções médias e inferiores dos reservatórios. Em cerca de 35 Km de hidrovia (35,775 m) – no planejamento de 01 porto a cada 5 Km – seriam necessários 07 portos ao longo do eixo principal da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória.

Porto de origem - Porto de montante da hidrovia

01 porto está localizado no ponto mais a montante da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. O Porto do Cachoeiro é o porto fluvial a montante da hidrovia. Está localizado na cidade de Santa Leopoldina – entre o médio e o baixo curso do rio. O porto está no entroncamento dos caminhos terrestres que chegam do interior. A rodovia estadual ES-264 é a mais importante, ao fazer a interligação com a cidade de Santa Maria de Jetibá.

---

<sup>78</sup> (PIANC, 1999) – Tabela de Recomendações Nacionais para Hidrovias da Classe Vb. 10 km/h é a velocidade máxima permitida para embarcações carregadas na Alemanha. Na França, é adotada a velocidade de 8,50 km/h e, nos Países Baixos, a velocidade é determinada pela autoridade específica da hidrovia.

### Portos das barragens

São 04 os portos das barragens localizados na linha de navegação principal da hidrovia. Na extensão do eixo principal da hidrovia, com 35.775 m, no trecho entre Santa Leopoldina e a Baía de Vitória, são projetadas 02 barragens de aproveitamentos múltiplos. A cada barragem, 01 porto de montante e 01 porto de jusante. No total, são 02 portos de montante da barragem e 02 portos de jusante da barragem no eixo principal da hidrovia.

### Portos intermediários dos lagos-canais

São 02 os portos localizados nas seções intermediárias dos lagos-canais pela linha de navegação principal da hidrovia. É previsto 01 porto em cada Lago-Canal de Navegação, localizado nas suas seções intermediárias.

Tabela 6. Portos propostos

[Km 6 + 000 m – Km 7 + 000 m]	Porto de jusante da Barragem do Lago Cota 5
[Km 7 + 000 m – Km 8 + 000 m]	Porto de montante da Barragem do Lago Cota 5
[Km 12 + 000 m – Km 14 + 000 m]	Porto de Queimados
[Km 17 + 900 m – Km 18 + 900 m]	Porto de jusante da Barragem do Lago Cota 10
[Km 18 + 900 m – Km 19 + 900 m]	Porto de montante da Barragem do Lago Cota 10
[Km 23 + 000 m – Km 24 + 000m]	Porto do Alto Mangaraí
[Km 34 + 775 m – Km 35 + 775 m]	Porto do Cachoeiro – Santa Leopoldina

### 2.3.3. Rede de cidades

Os municípios situados ao longo do Rio Santa Maria da Vitória são 5: Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Serra, Cariacica e Vitória. Vitória está situada na foz do rio, sob a influência do sistema estuarino da Baía de Vitória. Os demais municípios possuem terrenos banhados pelo Rio Santa Maria da Vitória, sendo: 2 municípios atravessados no seu interior pelo rio principal: Santa Maria de Jetibá – predominantemente no alto curso do rio – e Santa Leopoldina – no médio curso; e 2 municípios com o rio nas bordas de seus limites – o rio principal faz a divisa entre Cariacica e Serra, sendo que Serra está na margem esquerda e Cariacica na margem direita.

Nos municípios banhados pelo rio principal, buscou-se identificar a posição das manchas urbanas das sedes municipais em relação às margens do rio. Santa Maria de Jetibá possui o limite da área urbana da sede municipal, a aproximadamente 500 m da margem esquerda do rio. Santa Leopoldina possui a sede municipal atravessada pelo rio – com a área urbana dividida entre as margens fluviais. O distrito de Mangaraí – localizado a jusante da cidade de Santa Leopoldina – está na margem direita do Rio Santa Maria da Vitória, na confluência com o Rio Mangaraí.

A sede municipal de Serra não está banhada pelo rio, pois se encontra situada, pela margem esquerda, a uma distância de cerca de 9.350 m em relação ao rio perene. No entanto, quanto à planície de inundação do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, no lago de inundação que contorna o morro Mestre Álvaro, o remanso do lago formado nos períodos das enchentes pode chegar a cerca de 1.000 m de Serra Sede.

A sede do município de Cariacica está a aproximadamente 7.000 m de distância da margem direita do rio, já nas áreas da foz, na Baía de Vitória. Para Cariacica Sede, o ponto de maior proximidade com as águas, para fins de navegação, seria a foz do Rio Bubu, caracterizado por ser um sistema estuarino – localizado na Baía de Vitória – que possui um canal fluviomarítimo largo e abrigado, sem interferências, até a ponte da Estrada de Ferro Vitória a Minas, no bairro Porto Novo.

Outras aglomerações urbanas foram identificadas às margens ou na planície de inundação do baixo curso do rio. Os bairros das proximidades do remanso do lago de inundação do baixo curso do rio são: Cantinho do Céu, José de Anchieta,

Vista do Mestre, Laranjeiras Velha e Pitanga, na Serra; e Porto Belo II, em Cariacica. No município de Serra, o condomínio fechado Alphaville Jacuhy está nas margens do Canal dos Escravos – canal de derivação da foz do Rio Santa Maria da Vitória.

Nos remansos formados no lago sazonal da planície de inundação do Baixo Rio Santa Maria da Vitória, estão localizadas diversas sedes de propriedades rurais: fazendas, sítios e chácaras. Um “colar” de endereços rurais e pequenos povoados, nos remansos do lago sazonal, poderia ser acessado pela navegação, com a transformação da planície de inundação em lago perene navegável. Em cada endereço de remanso do lago canal navegável, há um potencial bairro, distrito ou cidade fluvial a ser fundada pelos portos, integrados em rede pelas águas.

Como polos estruturadores regionais, importantes áreas aduaneiras interiores ou portos secos margeiam a planície de inundação do baixo curso do Rio Santa Maria da Vitória. Essas áreas estão conectadas pela rodovia BR-101 e o ramal da Estrada de Ferro Vitória a Minas para o complexo portuário de Tubarão. Tais áreas operam como centros de transbordo de carga ou centros logísticos, objetivando que as cargas sejam desembarçadas para o porto marítimo ou destinos interiores. Dentre as principais áreas aduaneiras, estão a SILOTEC, TEGMA e TERCA. Como instalações industriais, destacam-se: o TIMS – Terminal Industrial Multimodal da Serra e o Polo Industrial Piracema.

#### Cidades-porto fluviais

A premissa de projeto a ser estabelecida para o sistema de portos da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória é a de uma nova cidade-porto fluvial a ser fundada ou uma cidade existente a ser estruturada pelo cais. Com essa premissa de projeto, as cidades-porto fluviais estariam moduladas a cada 5 Km, ao longo de 35 Km de hidrovia, com a possibilidade de ser implantada uma cidade em cada margem do canal navegável sempre que for possível a implantação. Com um porto a cada margem da hidrovia, é possível a implantação de 14 cidades-porto fluviais ao longo do eixo da hidrovia. Nos Lagos Canais da Cota 5 e da Cota 10, as possibilidades de articulação pela navegação dos tecidos urbanos existentes e de implantação de novos bairros, distritos e cidades à beira-lago se multiplicam.



## 2.4. ORLA FLUVIAL

As orlas organizam o conjunto de terras das margens da hidrovia e possibilitam as três reestruturações necessárias ao uso e ocupação do solo, ao longo da hidrovia: a reestruturação ambiental, a reestruturação agrária e a reestruturação urbana.

A primeira reestruturação de uso e ocupação do solo necessária seria, ao longo dos terrenos, nas margens da hidrovia e mananciais hídricos da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, a reestruturação ambiental. A segunda reestruturação seria a reestruturação agrária, ao longo dos terrenos, nas margens da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. A terceira reestruturação necessária seria a urbana, das cidades existentes e ao longo dos terrenos, nas margens da hidrovia, para as novas cidades fluviais a serem implantadas, também ao longo da hidrovia e no remanso dos lagos canais projetados.

A faixa orla de reestruturação ambiental possui 500 m em cada margem<sup>79</sup>, com os parques fluviais que constituirão áreas de preservação permanente. A reestruturação ambiental segue nas duas margens, acompanhando a hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória e os terrenos fluviais do médio e alto curso do rio até as nascentes. Nos terrenos do Alto e Médio Rio Santa Maria da Vitória, as faixas de preservação seguem a legislação ambiental vigente.

A unidade ambiental a ser considerada para o planejamento, gestão e projeto na bacia é a de 1 Km<sup>2</sup>. 1 Km de hidrovia corresponde a 1 Km<sup>2</sup> de áreas preservadas e reflorestadas nas margens fluviais, correspondendo a 100 hectares de matas ciliares que acompanham as margens do canal navegável da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. Na extensão total de 35 Km programados para a hidrovia, seriam 35 Km<sup>2</sup> ou 3500 hectares de áreas de preservação permanente nos Parques Fluviais da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória.

A faixa de terra para a reestruturação agrária é o conjunto de terras lineares – ao longo do canal navegável da hidrovia – com 500 m de largura em cada margem de Reservas Extrativistas (RESEX)<sup>80</sup> e 500 m de largura em cada margem de

---

<sup>79</sup> Código Florestal (Lei 12.651/2012); Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997); Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei 7.661/1988).

<sup>80</sup> As reservas extrativistas federais (RESEX) são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Assentamentos Rurais Agroecológicos (ARA)<sup>81</sup>. A proposta prevê que cada 1 Km de hidrovia equivale a 1 Km<sup>2</sup> de terras para as Reservas Extrativistas (RESEX) e 1 Km<sup>2</sup> para os Assentamentos Rurais Agroecológicos (ARA) – terrenos destinados à reestruturação agrária, ao longo do eixo principal da hidrovia, que seriam requisitados a cumprir a função social da propriedade e declarados como áreas de interesse social nas margens fluviais. Em 35 Km programados para a hidrovia seriam destinados 35 Km<sup>2</sup> ou 3500 hectares de áreas para as Reservas Extrativistas ou Florestas Comestíveis e 35 Km<sup>2</sup> ou 3500 hectares de áreas para os Assentamentos Rurais Agroecológicos.

As unidades da reestruturação urbana são as cidades existentes a serem reestruturadas e as novas cidades a serem projetadas, ao longo da rede de canais navegáveis da hidrovia, moduladas na orla fluvial e articuladas por uma rede de portos fluviais que estruturam a arquitetura das cidades-porto fluviais.

A faixa de terras para a reestruturação urbana é uma área correspondente a 1 Km<sup>2</sup>, modulada ao longo do eixo da hidrovia. A cidade de 1 Km<sup>2</sup> seria uma cidade de 15 minutos a pé<sup>82</sup>. O porto é o primeiro estabelecimento que reestrutura as cidades existentes e funda as novas cidades ao longo da hidrovia. Como modo de estruturação da rede de cidades, ao longo da hidrovia, elas estariam moduladas a cada 5 Km, entre si, ao longo da linha de navegação principal e nos remansos dos lagos canais planejados para a hidrovia.

As novas cidades projetadas nas orlas fluviais, as cidades-porto fluviais da hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória teriam a área de 1 Km<sup>2</sup> ou 100 hectares. A cidade de 1 Km<sup>2</sup> é a proposta de projeto para uma pequena cidade brasileira com população de até 50.000 habitantes<sup>83</sup>.

Estão previstas na proposta 14 novas cidades-porto fluviais a serem planejadas e 01 cidade existente a ser reestruturada. As 13 novas cidades somariam 13 Km<sup>2</sup> ou 1300 hectares de novos tecidos urbanos a serem construídos nas margens da hidrovia para abrigar uma população estimada de até 650.000 habitantes ao longo do eixo da hidrovia.

---

<sup>81</sup> Os assentamentos rurais agroecológicos (ARA) estão nas premissas do MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra.

<sup>82</sup> *La ville du quart d'heure*. Proposta para a cidade de Paris.

<sup>83</sup> O IBGE classifica as pequenas cidades como sendo aglomerados urbanos com população total de até 50 mil habitantes.



**CAPÍTULO****3. HIDROANEL DE VITÓRIA**

A Baía de Vitória compõe a transição entre os ambientes fluviais da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória e o ambiente aquático da Baía do Espírito Santo. A Baía de Vitória é um sistema estuarino que está situado desde as áreas de manguezal, a noroeste da ilha de Vitória, até as pontes que definem os dois tramos aquáticos que bifurcam na ilha e se encontram na Baía do Espírito Santo: Canal do Porto e o Canal da Passagem.

O canal fluviomarítimo da Baía de Vitória configura um anel aquático que faz a navegação no entorno da ilha de Vitória. Nas margens da Baía de Vitória, do canal abrigado ao mar, se instalaram as cidades e os portos, constituindo o Complexo Portuário de Vitória.

Na Baía do Espírito Santo, num amplo espaço abrigado mais próximo ao oceano, numa ponta que avança ao mar, foi fundado o Porto de Tubarão. Os avanços de aterros que ampliam a área do porto e definiram no espaço conquistado ao mar, o Porto de Praia Mole. Esse conjunto portuário é denominado Complexo Portuário de Tubarão, terceiro maior porto brasileiro em movimentação de volume de cargas transportadas. Para a condição tão diversa da Baía de Vitória, com as orlas que caracterizam os ambientes dos portos, dos mangues e das praias. Para o canal fluviomarítimo que envolve a ilha, vias aquáticas prontas para a navegação, com largura e profundidades adequadas para embarcações urbanas de passageiros e cargas.

A proposta de projeto para a Baía de Vitória parte de tais premissas, um canal navegável no porto, os ambientes dos manguezais a serem preservados e uma orla com praias que se abrem para a Baía do Espírito Santo. O projeto parte da possibilidade da navegação longitudinal do canal fluviomarítimo que faz a circunavegação da ilha de Vitória, denominado na proposta de Hidroanel Metropolitano de Vitória, com 24,6 Km de extensão pela linha de navegação longitudinal. A navegação transversal ao canal fluviomarítimo está definindo em travessias aquáticas pela Baía de Vitória, interligando as margens com uma navegação que comunica as margens como “pontes de água”. Na proposta, as travessias estão moduladas por portos a serem implantados a cada 1 Km – distância equivalente às estações do sistema de transporte público de passageiros por trilhos, que amparam por terra os deslocamentos pelas águas.

### 3.1. BAÍA DE VITÓRIA

#### 3.1.1 Caracterização da Baía de Vitória

A Baía de Vitória é um sistema estuarino, ambiente de transição entre o continente e o oceano, onde ocorre o encontro de águas fluviais com o mar. Segundo Miranda (2012), cerca de 60% das grandes cidades do mundo estão localizadas em áreas próximas aos estuários. As características desses ambientes favorecem a instalação de portos, sendo importantes vias de acesso para a navegação nas bacias hidrográficas. Essas características também levaram a cidade de Vitória a se tornar a capital do Estado, importante rota de transporte, tanto para o comércio interior quanto para o exterior, com um complexo portuário de importância nacional (MIRANDA, 2012).

O sistema estuarino da Baía de Vitória é formado pelo deságue de diversos rios, sendo o Rio Santa Maria da Vitória, de porte médio, o que contribui com maior volume de água, com vazão de 15,7 m<sup>3</sup>/s. Os demais afluentes contribuem com menos de 3 m<sup>3</sup>/s, como os rios Bubu, Itanguá e Aribiri, assim como os canais dos rios Marinho e da Costa (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

Os principais rios com desembocadura na Baía de Vitória são: o Rio Santa Maria da Vitória, o Rio Bubu, o Rio Itanguá e o Rio Aribiri. O Rio Santa Maria da Vitória possui uma extensão de 122 Km, com a nascente na altitude de 1.000 m s.n.m.<sup>84</sup>, na Serra do Garrafão, e a foz na Baía de Vitória, no nível do mar (IEMA-ES, 2015).

O Rio Bubu possui a extensão de 18 Km, com a nascente na Reserva Biológica de Duas Bocas, na altitude de 600 m s.n.m., e deságue na Reserva de Desenvolvimento Sustentável dos Manguezais de Cariacica, na Baía de Vitória. O Rio Itanguá possui 5 Km de extensão, e forma uma pequena bacia hidrográfica litorânea, que nasce a uma altitude de 200 m s.n.m., no bairro Campo Grande, e deságua na Baía de Vitória, no bairro Itaquari, em Cariacica (CARIACICA, 2012). O Rio Aribiri nasce na área de preservação da Lagoa Encantada, em Vila Velha, e possui uma extensão de cerca de 5 Km da foz até a lagoa. Ele está interligado ao Canal do Rio Marinho através de um canal artificial de 2,70 Km.

---

<sup>84</sup> Sigla (s.n.m.), refere-se a “sobre o nível do mar” ou “sobre o nível médio do mar”.

Três unidades geomorfológicas distintas podem ser identificadas nos contornos do sistema estuarino da Baía de Vitória: as Colinas e Maciços Costeiros, Tabuleiros Costeiros e Planícies Costeiras (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009). Os Maciços Rochosos formam o arquipélago de Vitória, predominante na porção centro-sul, no canal do Porto de Vitória; os Tabuleiros Rochosos da Formação Barreiras ocupam a região ao norte do sistema estuarino; e as Planícies Costeiras, que são formadas por sedimentos quaternários e pelo aporte fluvial, ocupam as áreas de manguezal, planícies fluviomarinhas e praias (CPRM / RADAMBRASIL, 1983).

O sistema estuarino possui uma dinâmica dominada pelas marés, sendo estas classificadas como micromarés semidiurnas, com amplitudes inferiores a 2 metros (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009). A amplitude máxima de maré registrada na Baía de Vitória é de 1,70 m (MARINHA, 2007).

A Baía de Vitória possui dois canais de comunicação com o mar: o Canal da Passagem (direção noroeste-sudeste) e o Canal do Porto (direção oeste-leste). Esses canais se comunicam com o mesmo ambiente aquático – a Baía do Espírito Santo –, que está em contato direto com o Oceano Atlântico. Devido à presença de dois canais que exercem influência marítima no sistema estuarino, na região localizada no extremo norte da Baía de Vitória, ocorre uma convergência barotrópica<sup>85</sup>. Essa convergência é denominada “tombo da maré”, sendo resultante do encontro das frentes de maré que se aproximam pelos diferentes canais (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009). A existência dessa região nodal foi observada por Saturnino de Brito, em 1896, que verificou o fato de as ondas-marés se encontrarem ou se afastarem, devido às ações concomitantes de fluxos e refluxos pelas barras Sudeste e Nordeste (BRITO, 1943).

A soma dos efeitos da maré, das vazões dos rios, das morfologias dos contornos do sistema estuarino, das ondas, dos ventos e da estratificação do fundo definem as correntes existentes na Baía de Vitória (RIGO, 2004 apud VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

---

<sup>85</sup> O engenheiro sanitário Francisco Saturnino de Brito descreve o “encontro das marés” do Canal do Porto de Vitória com o Canal da Passagem na região dos manguezais da Baía de Vitória no Projeto de Melhoramentos para Vitória (1896).

A Baía de Vitória apresenta um largo trecho orientado no sentido dos ventos predominantes - nordeste e sudoeste. O Canal do Porto se encontra mais abrigado dos ventos devido à presença dos maciços rochosos, na Ilha de Vitória e ao norte da cidade de Vila Velha, e ao estreitamento do canal nesse trecho.

Na Baía de Vitória foram identificados processos sedimentares dominantes em cada trecho do estuário: (1) estuário superior, (2) região central e (3) boca do estuário (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

(1) O estuário superior se caracteriza por acréscimos sedimentares fluviais e processos estuarinos.

(2) Na região central do sistema, foram apresentadas características erosivas relacionadas a adaptações morfológicas provocadas pelas dragagens do porto, construção de pontes e aterros, ações que ocasionaram o aumento das correntes, principalmente no canal do Porto de Vitória.

(3) Na boca do estuário, há a predominância de processos marinhos relativos à proximidade com a costa marítima.

No presente projeto, se convencionou chamar os 3 trechos de caracterização do estuário de Orlas: Orla-Mangue, para o trecho do estuário superior; Orla-Porto, para o trecho da região central; e Orla-Praia, para o trecho relacionado com a boca do estuário.

Estudos para identificar as principais feições morfológicas de fundo do sistema estuarino da Baía de Vitória foram realizados por VERONEZ; BASTOS e QUARESMA (2009). As coletas de dados batimétricos foram realizadas por cerca de 25 Km em linhas sonográficas cobertas pela navegação do canal principal da Baía de Vitória – desde a desembocadura na Baía do Espírito Santo até o limite interior da baía, nas proximidades da foz do Rio Santa Maria da Vitória.

A Baía de Vitória possui contornos bastante recortados devido à presença dos maciços rochosos que formam o arquipélago do sistema estuarino e as enseadas nas margens. Esses maciços estão presentes desde a boca do sistema estuarino até as proximidades da foz do Rio Santa Maria da Vitória que, no encontro fluvial com a baía, apresenta ramificações as quais podem ser descritas como depósito deltaico. O desenvolvimento de planícies de inundação na baía é limitado devido às vertentes íngremes e contínuas que tornam a seção do canal estreito, principalmente no trecho desde a boca do estuário, na Baía do Espírito Santo, até as ilhas do Cal e da Pólvora, nas proximidades do bairro Santo Antônio. A partir dessa



localização, os afloramentos que formam a Ilha de Vitória possibilitam o alargamento da baía e aumentam os distanciamentos em direção ao delta (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

Nas áreas do delta do Rio Santa Maria da Vitória em contato com a baía, a planície costeira compõe predominantemente os contornos da Baía de Vitória e permite o desenvolvimento de grandes áreas de mangue ao norte da Ilha de Vitória. A Formação de Barreiras<sup>86</sup> é restrita a um pequeno trecho ao norte da planície de inundação do sistema estuarino. A orientação Nordeste-Sudoeste da região do estuário superior é alterada para a orientação Oeste-Leste da região central do canal do Porto de Vitória, formando uma inflexão da Baía de Vitória nas proximidades das ilhas do Cal e da Pólvora (VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009).

A Baía de Vitória possui características batimétricas bastante complexas, com a presença de um canal principal, disposto ao longo de toda a baía, ladeado por amplas áreas planas de baixa profundidade. No trecho do canal de acesso ao Porto de Vitória, o canal principal da baía está dragado para a navegação, além de possuir os contornos alterados pelos sucessivos aterros empreendidos e pela construção das linhas do cais, tanto na ilha quanto no continente.

Os estudos de VERONEZ; BASTOS e QUARESMA (2009) caracterizam que:

- O canal do estuário superior da baía é estreito e raso, na região ao norte da Ilha das Caieiras, onde predominam as áreas de manguezais. Nesse trecho, a morfologia do canal está associada às margens de fundo, bastante planas, com cerca de 50 cm de profundidade na maré baixa.

- A partir da Ilha das Caieiras, rumo ao sul, o canal se alarga, tomando um eixo na posição central no estuário e desviando nas regiões com a presença de ilhas.

- No trecho da inflexão da Baía de Vitória para o rumo leste, há um estreitamento da baía, com o canal principal se tornando gradualmente mais profundo, até 14 m de profundidade, dragada a jusante da Terceira Ponte (CODESA, 2018). Nesse trecho, os efeitos da morfologia, somados às obras de dragagem, aumentaram em torno de 10 m a profundidade do canal principal, desde a inflexão do canal até a boca do estuário, na Baía do Espírito Santo.

---

<sup>86</sup> Unidade geomorfológica dos Tabuleiros Rochosos. CPRM - Projeto RADAMBRASIL, 1983.

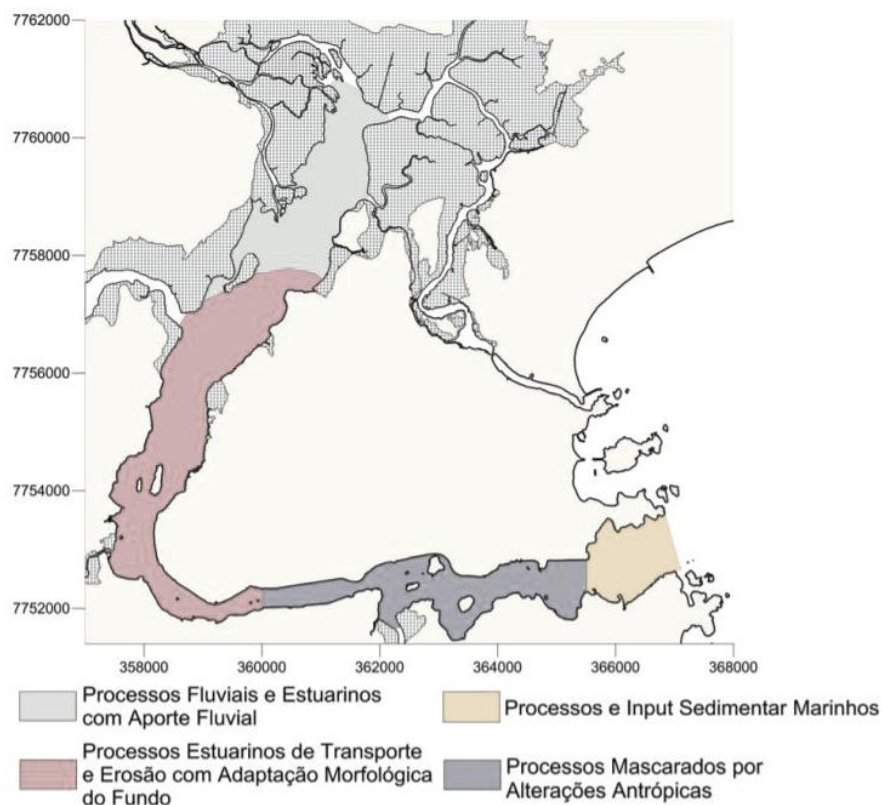


Figura 48. Mapa de processos sedimentares da Baía de Vitória. Fonte: VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009.

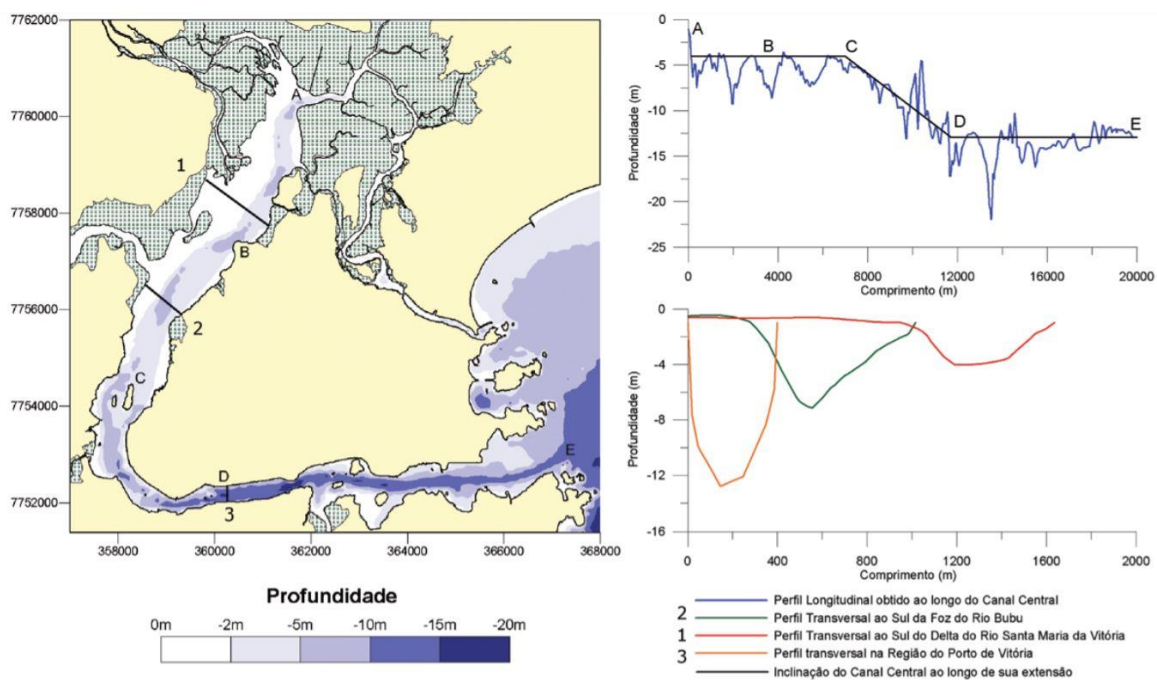


Figura 49. Mapa batimétrico e perfil longitudinal e perfis transversais da Baía de Vitória. Fonte: VERONEZ; BASTOS; QUARESMA, 2009.



Figura 50. Orla Porto. Fonte: Foto do autor, 2019



Figura 51. Orla Mangue. Fonte: Foto do autor, 2019.



Figura 52. Orla Praia – interior do Canal da Passagem. Foto do autor, 2019.



Figura 53. Orla Praia – interior da Baía do Espírito Santo. Foto do autor, 2019.

### **3.1.2. Eixos estruturadores urbanos**

Os principais eixos estruturadores da Baía de Vitória são: o eixo do canal fluviomarítimo, o qual configura o “anel aquático” que circunscribe a Ilha de Vitória; os eixos das ferrovias que chegam aos portos de cargas e às estações de passageiros próximas das águas; os eixos rodoviários à beira mar e as principais estradas que interligam o interior do continente ao litoral.

O canal fluviomarítimo é o principal eixo estruturador hidroviário da Baía de Vitória. Os eixos das ferrovias existentes, que estão nas margens da Baía de Vitória, implantados próximos ao canal do porto marítimo, ou na Baía do Espírito Santo, avançando as linhas férreas como o ramal da Estrada de Ferro Vitória até a Ponta de Tubarão – como infraestrutura de transporte do Complexo Portuário de Tubarão. Os eixos das rodovias possuem uma orientação geral norte-sul, a exemplo da BR-101, e estão dispostos em paralelo à linha da costa marítima, ou seguem a orientação oeste-leste, do interior do continente para o Oceano Atlântico, como a BR-262.

### 3.1.3. Polos estruturadores urbanos

Os principais polos estruturadores a serem analisados são as enseadas na Baía de Vitória; as confluências dos rios com a Baía de Vitória; as barragens; as pontes; os portos; as estações de transportes, as subestações de energia; as estações de tratamento de água (ETA); as estações de tratamento de esgotos (ETE); os reservatórios de armazenagem das águas das chuvas; e os equipamentos de interesse público.

As pontes modulam os espaços aquáticos do canal fluviomarítimo da Baía de Vitória: a Primeira Ponte<sup>87</sup> está no Canal da Orla-Porto, nas proximidades do Canal do Rio Marinho; a Segunda Ponte<sup>88</sup> é o vértice oeste para o qual convergem os subsistemas de navegação do Canal da Orla-Mangue e do Canal da Orla-Porto; a Terceira Ponte<sup>89</sup> é o vértice leste para o qual convergem os subsistemas de navegação do Canal da Orla-Praia e do Canal da Orla-Porto.

A Ponte da Passagem<sup>90</sup> é o vértice norte para o qual convergem os subsistemas de navegação do Canal da Orla-Mangue e o Canal da Orla-Praia. A Ponte da Passagem está entre a Orla-Mangue e a Orla-Praia e define o trecho norte do Canal da Passagem. A Ponte de Camburi que está no subsistema de navegação da Orla-Praia e define o trecho sul do Canal da Passagem. A Ponte Ayrton Senna<sup>91</sup> está no subsistema de navegação da Orla-Praia no trecho intermediário do Canal da Passagem.

---

<sup>87</sup> Primeira Ponte: inaugurada em 1928, foi nomeada Ponte Florentino Avidos.

<sup>88</sup> Segunda Ponte: inaugurada em 1979, foi nomeada Ponte da Ilha Príncipe.

<sup>89</sup> Terceira Ponte: inaugurada em 1989, foi nomeada Ponte Deputado Darcy Castello de Mendonça.

<sup>90</sup> A antiga Ponte da Passagem foi inaugurada em 1928 pelo governador Florentino Avidos. A atual estrutura foi inaugurada em 2009.

<sup>91</sup> Terceira ligação norte da ilha com o continente, essa ponte foi inaugurada em 1996.



Figura 54: Primeira Ponte. Foto do autor, 2019.



Figura 55: Terceira Ponte. Foto do autor.

# BAÍA DE VITÓRIA

## LUGAR

### LEGENDA:

- 1 BAIÁ DO ESPÍRITO SANTO
- 2 BAIÁ DE VITÓRIA

### RIOS

- 3 SANTA MARIA DA VITÓRIA
- 4 BUBU
- 5 ITANGUÁ
- 6 ARIBIRI

### CANAIS

- 7 CANAL DO PORTO
- 8 CANAL DA PASSAGEM
- 9 CANAL DO RIO DA COSTA
- 10 CANAL DO RIO MARINHO
- 11 CANAL DOS ESCRAVOS

### ILHAS

- 12 ILHA DOS PRÁTICOS
- 13 ILHA DO FRADE
- 14 ILHA DO BOI
- 15 ILHA DO PAPAGAIO
- 16 ILHA DAS COBRAS
- 17 ILHA DA FUMAÇA
- 18 ILHA DAS POMBAS
- 19 ILHA DO PRINCIPE
- 20 ILHA DO CAL
- 21 ILHA DA PÓLVORA
- 22 ILHA DAS CAIEIRAS
- 23 ILHA DO LAMEIRÃO
- 24 ILHA DO SOCÓ

### MORROS

- 25 MORRO DO FAROL DE SANTA LUÍZIA
- 26 MORRO DO MORENO
- 27 MORRO DA PENHA
- 28 MORRO JABURUNA
- 29 MORRO DA MANTEGUEIRA
- 30 MORRO DO PENEDO
- 31 MORRO DE PAUL
- 32 MORRO DE ARGOLAS
- 33 MORRO DA FONTE GRANDE
- 34 MORRO JESUS DE NAZARETH
- 35 MORRO DO SUÁ
- 36 MORRO ITAPENAMBI
- 37 MORRO GRANDE

### PRAIAS

- 38 PRAIA DE CAMBURI
- 39 PRAIA DO CANTO
- 40 PRAIA DA CURVA DA JUREMA
- 41 PRAIA DO MEIO
- 42 PRAIA DO RIBEIRO
- 43 PRAINHA DE VILA VELHA
- 44 PRAINHA DA GLÓRIA

### PONTES

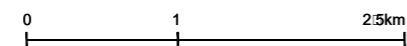
- 45 PRIMEIRA PONTE
- 46 SEGUNDA PONTE
- 47 TERCEIRA PONTE
- 48 PONTE DA PASSAGEM
- 49 PONTE AERTON SENNA
- 50 PONTE DE CAMBURI

### PORTOS REGIONAIS

- 51 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VILA VELHA
- 52 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VITÓRIA
- 53 COMPLEXO PORTUÁRIO DE TUBARÃO

### TRANSPORTES

- 54 ESTAÇÃO FERROVIÁRIA LEOPOLDINA
- 55 ESTAÇÃO FERROVIÁRIA PEDRO NOLASCO (EFVM)
- 56 RODOVIÁRIA DE VITÓRIA
- 57 AEROPORTO DE VITÓRIA
- 58 COLÔNIA DE PESCADORES DA PRAIA DO CANTO
- 59 COLÔNIA DE PESCADORES DE JESUS DE NAZARETH
- 60 COLÔNIA DE PESCADORES DE MANGUE SECO
- 61 MARINA E IATE CLUBE DE VITÓRIA
- 62 MERCADO DA VILA RUBIM
- 63 ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO LAMEIRÃO
- 64 PARQUE DOM LUIZ GONÇALVES
- 65 PARQUE ESTADUAL DA FONTE GRANDE



Fonte: Mapa do autor  
 Dados: Base levantamento aerofotogrametrica EIMA/2007.





### 3.2. HIDROANEL METROPOLITANO DE VITÓRIA

O canal fluviomarítimo da Baía de Vitória é o principal eixo estruturador do sistema de navegação metropolitano. A baía é o sistema estuarino composto por um conjunto de ilhas, entre as quais a principal é a Ilha de Vitória. A proposta de circunavegação da Ilha de Vitória é o projeto de navegação pelo canal fluviomarítimo da Baía de Vitória, com uma extensão prevista de 24.600 m.

O anel hidroviário seria o elemento articulador das margens insular e continental da metrópole. Os municípios que estão diretamente voltados para as águas da Baía de Vitória são: Vitória – toda a ilha e margens continentais nordeste e leste; Vila Velha – no continente ao sul; Cariacica – no continente a noroeste; e Serra – no continente ao norte. Um eixo principal definido longitudinalmente ao canal fluviomarítimo da Baía de Vitória é o traçado pioneiro da linha de navegação, que faz a circunavegação da Ilha de Vitória.

A ideia de circunavegação da Ilha de Vitória – constituindo um anel aquático de navegação– que estrutura as orlas fluviomarítimas das cidades é a proposta de projeto de arquitetura do “Hidroanel Metropolitano de Vitória”. A Baía de Vitória pode ser estruturada a partir do canal fluviomarítimo principal que pode ser subdividido em três trechos (Subsistemas) de navegação. Os endereços notáveis que definem os trechos navegáveis são os canais da Costa, do Marinho e o da Passagem. Esses canais fazem a interligação da Baía de Vitória, ao norte e ao sul, com o delta do Rio Santa Maria da Vitória e a bacia do Rio Jucu (ao sul), na proposta de interligação das bacias pela foz (Sistema Intracostal do Espírito Santo).

#### Trechos

[I] Orla-Porto – Trecho do canal da orla do porto, definido entre o Canal da Costa e o Canal do Marinho. Predominam as linhas construídas dos muros do cais e das contenções dos aterros – obras empreendidas para a reconfiguração das margens das orlas fluviomarítimas;

[II] Orla-Mangue – Trecho do canal da orla do mangue, definido entre o Canal do Marinho e o Canal da Passagem. Parte das margens está preservada com áreas de manguezal, principalmente na margem continental no delta do Rio Santa Maria da Vitória, em Vitória, e na porção norte da ilha. Muitos dos limites água-terra também

estão urbanizados. Após a ocorrência de sucessivos aterros informais, obras de urbanização consolidaram os bairros existentes na orla noroeste da Ilha de Vitória;

[III] Orla-Praia – Trecho do canal da Orla da Praia, definido entre o Canal dos Escravos e o Canal da Costa. Grande extensão de faixa de areia se localiza na Praia de Camburi, voltada para a Baía do Espírito Santo. Pequenas praias também se apresentam entre os afloramentos rochosos das ilhas marítimas – Ilha do Frade e Ilha do Boi. Praias de média extensão estão localizadas nos espaços de remansos entre as ilhas marítimas: Praia do Canto, Praia da Curva da Jurema e Praia do Meio na Enseada do Suá. Na transição entre os ambientes de manguezal e de praia, o Canal da Passagem possui, nas suas margens, uma ocupação privada, com os terrenos voltados diretamente para o canal. Os acessos à orla são restritos ao público, limitando-se à continuidade de poucas ruas transversais que chegam à beira do canal.

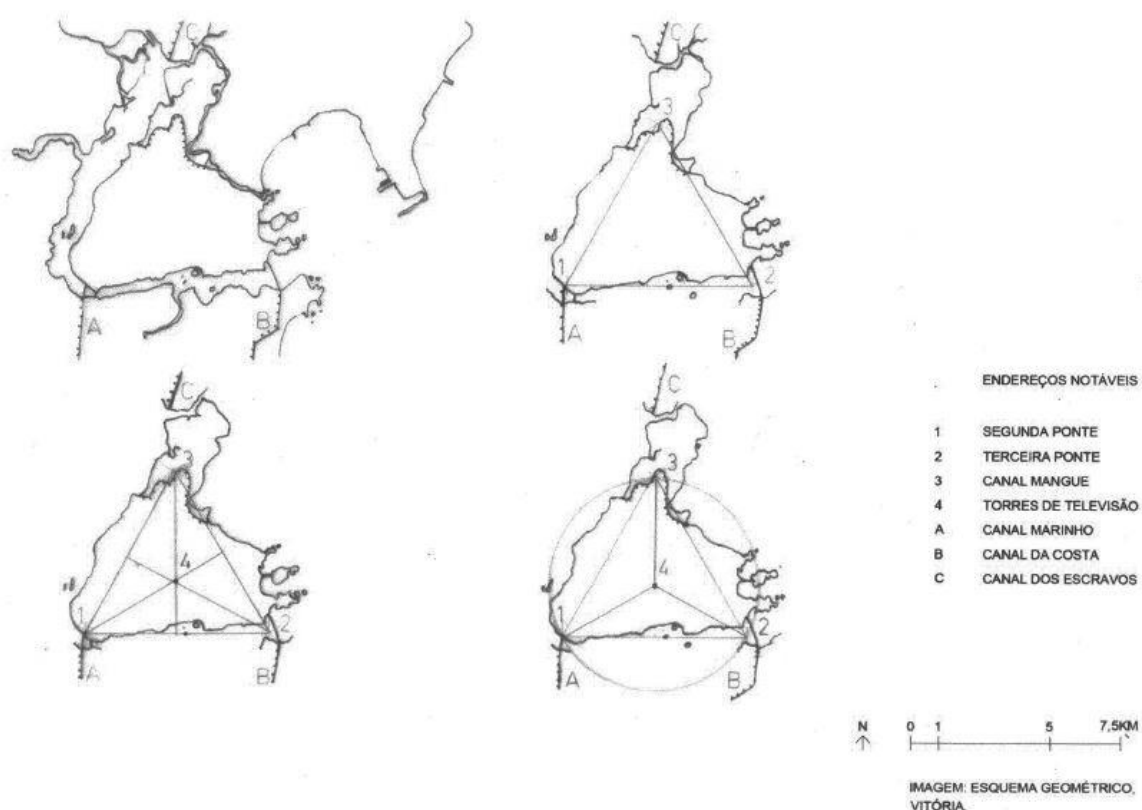


Figura 56: Esquema geométrico Ilha de Vitória para a estruturação dos subsistemas de navegação. Elaboração do autor.

### 3.2.1. Navegação

Os subsistemas de navegação são os trechos dos canais navegáveis do sistema hidroviário que incorporam as margens fluvio-marítimas das cidades voltadas para a Baía de Vitória. Cada trecho foi denominado de acordo com as características predominantes das orlas que acompanham, longitudinalmente, o canal fluvio-marítimo.

A premissa de nomear os subsistemas de navegação a partir das características predominantes dos contornos da Baía de Vitória visa a fornecer uma melhor compreensão para cada trecho do sistema hidroviário. As orlas fluvio-marítimas abrigam o feixe de infraestruturas que ampara, por terra, os movimentos nos canais de navegação da Baía de Vitória, sendo subdivididas em subsistemas:

[I] Subsistema Canal Orla-Porto: Rumo Oeste-Leste; corresponde à Orla do Canal do Porto, limitado pelas transposições da Baía de Vitória, compreendido entre a Segunda Ponte e a Terceira Ponte. No Canal Orla-Porto há o predomínio, nas margens, de instalações do Complexo Portuário de Vitória. O eixo do Canal do Porto, na Baía de Vitória, está definido entre o Canal do Rio da Costa<sup>92</sup> e o Canal do Rio Marinho<sup>93</sup>. As estruturas que referenciam o trecho navegável são a Terceira Ponte, à leste, e a Segunda Ponte, à oeste. O eixo principal do subsistema de navegação do Canal da Orla-Porto possui uma extensão de 7.500 m.

[II] Subsistema Canal Orla-Mangue: Rumo Nordeste-Sudoeste; corresponde à Orla do Mangue, entre a Segunda Ponte e a Ponte da Passagem. No Canal da Orla-Mangue, as áreas das margens são recobertas de manguezais. O eixo do Canal do Mangue, na Baía de Vitória, está localizado entre o Canal do Rio Marinho e o início do Canal da Passagem<sup>94</sup>. As estruturas que referenciam o trecho navegável são a Segunda Ponte, à sudoeste, e a Ponte da Passagem, ao norte. O eixo principal do subsistema de navegação do Canal da Orla-Mangue possui uma extensão de 12.500 m.

---

<sup>92</sup> No Canal do Rio da Costa, a foz do rio natural coincide com a desembocadura do rio canalizado.

<sup>93</sup> No Canal do Rio Marinho, a foz do rio natural coincide com a desembocadura do rio canalizado.

<sup>94</sup> O ponto mais a montante do canal é a Ponte da Passagem – marco referencial do início do Canal da Passagem.

[III] Subsistema Canal Orla-Praia: Rumo Noroeste-Sudeste; corresponde à Orla do Canal da Passagem e às praias continentais e insulares localizadas na Baía do Espírito Santo. No Canal Orla-Praia, há o predomínio das margens de praias, como as de Camburi e Curva da Jurema. O eixo do Canal da Orla da Praia está entre a Ponte da Passagem – ponto mais a montante do Canal da Passagem – e o Canal da Costa. Esse segmento aquático faz o fechamento do Anel Hidroviário que contorna a Ilha de Vitória. As estruturas que referenciam o trecho navegável são a Ponte da Passagem, ao norte, e a Terceira Ponte, à sudeste. No Canal da Orla-Praia, o trecho do Canal da Passagem faz a transição entre os ecossistemas de mangue e de praia. O subsistema de navegação possui uma extensão total de 4.600 m, sendo que o Canal da Passagem possui uma extensão de 1.750 m – entre a Ponte da Passagem e a Ponte de Camburi. Da Ponte de Camburi, é possível o trajeto hidroviário nas águas da Baía do Espírito Santo, com uma navegação que acompanha o contorno da Praia de Camburi ou atravessa a ampla baía, por uma extensão de cerca de 4.000 m, em direção ao Porto de Tubarão.

**BAÍA DE VITÓRIA - HIDROVIA**  
REDE DE CANAIS

LEGENDA:

--- LINHAS DE NAVEGAÇÃO

RIOS

- 1 SANTA MARIA DA VITÓRIA
- 2 BUBU
- 3 ITANGUÁ
- 4 ARIBIRI

CANAIS EXISTENTES

- 5 CANAL COSTA
- 6 CANAL MARINHO
- 7 CANAL ESCRAVOS

CANAIS NAVEGÁVEIS PROPOSTOS

- 8 CANAL NORTE-SUL
- 9 CANAL MANGUE
- 10 CANAL MERCADO
- 11 CANAL PRAIA

CANAIS DE DRENAGEM PROPOSTOS

- 12 CANAL JUCUTU-UARA
- 13 CANAL DOM BOSCO

DÁRSENAS

- 14 CANAL NORTE-SUL DOCA NORTE
- 15 CANAL NORTE-SUL DOCA SUL
- 16 JOANA D'ÁRC
- 17 UFES

TÚNEIS-CANAIS

- T1 PONTA FORMOSA
- T2 ILHA DO BOI
- T3 JESUS DE NAZARETH



Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.  
Dados: Base cartográfica 2007 Planta Geral (SIRGAS2000) - GEOWEB Vitória.

# BAÍA DE VITÓRIA - HIDROVIA REDE DE PORTOS

## LEGENDA:

--- LINHAS DE NAVEGAÇÃO

### PORTOS URBANOS PROPOSTOS PORTO-ILHA

- P1 CAIS DAS ARTES
- P2 JESUS DE NAZARETH
- P3 ILHA DA FUMAÇA
- P4 ILHA DE SANTA MARIA
- P5 SALDANHA DA GAMA
- P6 PRAÇA VARGAS
- P7 PARQUE MOSCOSO
- P8 ILHA DO PRÍNCIPE
- P9 VILA RUBIM
- P10 SANTO ANTÔNIO
- P11 INHANGUETÁ
- P12 ESTRELINHA
- P13 SÃO PEDRO
- P14 ILHA DAS CAIEIRAS
- P15 NOVA PALESTINA
- P16 CONQUISTA
- P17 RESISTÊNCIA
- P18 JOANA D'ARC
- P19 VALE DO MULEMBÁ
- P20 ANDORINHAS
- P21 PRAIA DO CANTO
- P22 PONTA FORMOSA
- P23 ILHA DO FRADE
- P24 ILHA DO BOI
- P25 ENSEADA DO SUÁ

### PORTOS REGIONAIS EXISTENTES

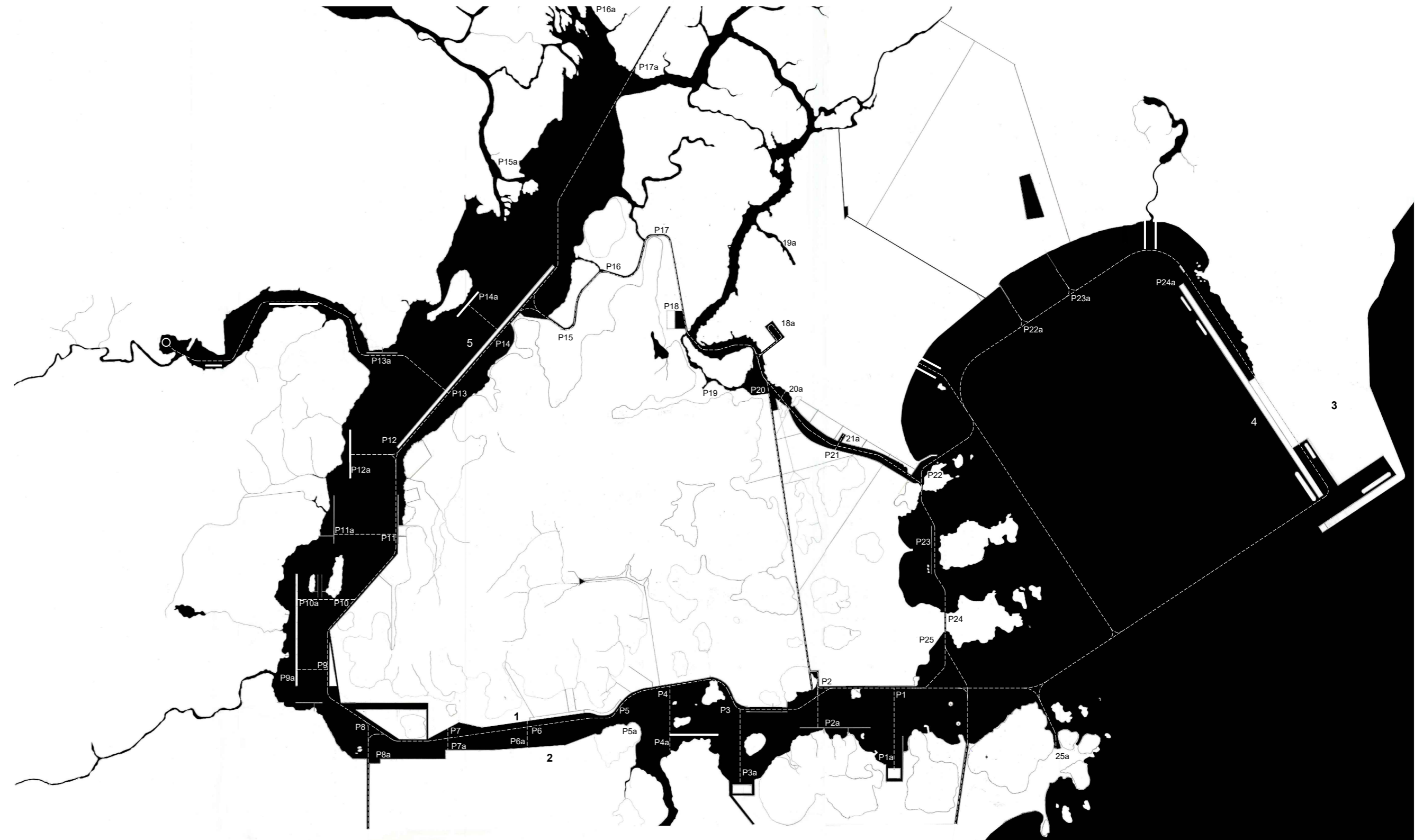
- 1 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VITÓRIA
- 2 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VILA VELHA
- 3 COMPLEXO PORTUÁRIO DE TUBARÃO

### PORTOS REGIONAIS PROPOSTOS

- 4 CAIS METROPOLITANO
- 5 PLATAFORMA DE CULTIVOS MARINHOS

### PORTO-CONTINENTE

- P1a PRAIA DE VILA VELHA
- P2a MORRO DO JABURUNA
- P3a PRAIA DA GLÓRIA
- P4a FÓDO RIO ARIBIRI
- P5a PENEDO
- P6a PORTO DE VILA VELHA
- P7a ARGOLAS PAUL
- P8a SÃO TORQUATO
- P9a PORTO VELHO
- P10a PORTO DE SANTANA
- P11a PORTO NOVO
- P12a FÓDO BUBU
- P13a PORTO DE CARIACICA
- P14a ILHA DA BALEIA
- P15a BRAÇO SUL - SANTA MARIA
- P16a BRAÇO NORTE - SANTA MARIA
- P17a CANAL DOS ESCRAVOS
- P18a UFES
- P19a PANELEIRAS
- P20a PONTAL DE CAMBURI
- P21a JARDIM DA PENHA
- P22a PIER TRINDADE
- P23a PIER MARTIM VAZ
- P24a PORTO DE TUBARÃO
- P25a PRAIA DO RIBEIRO

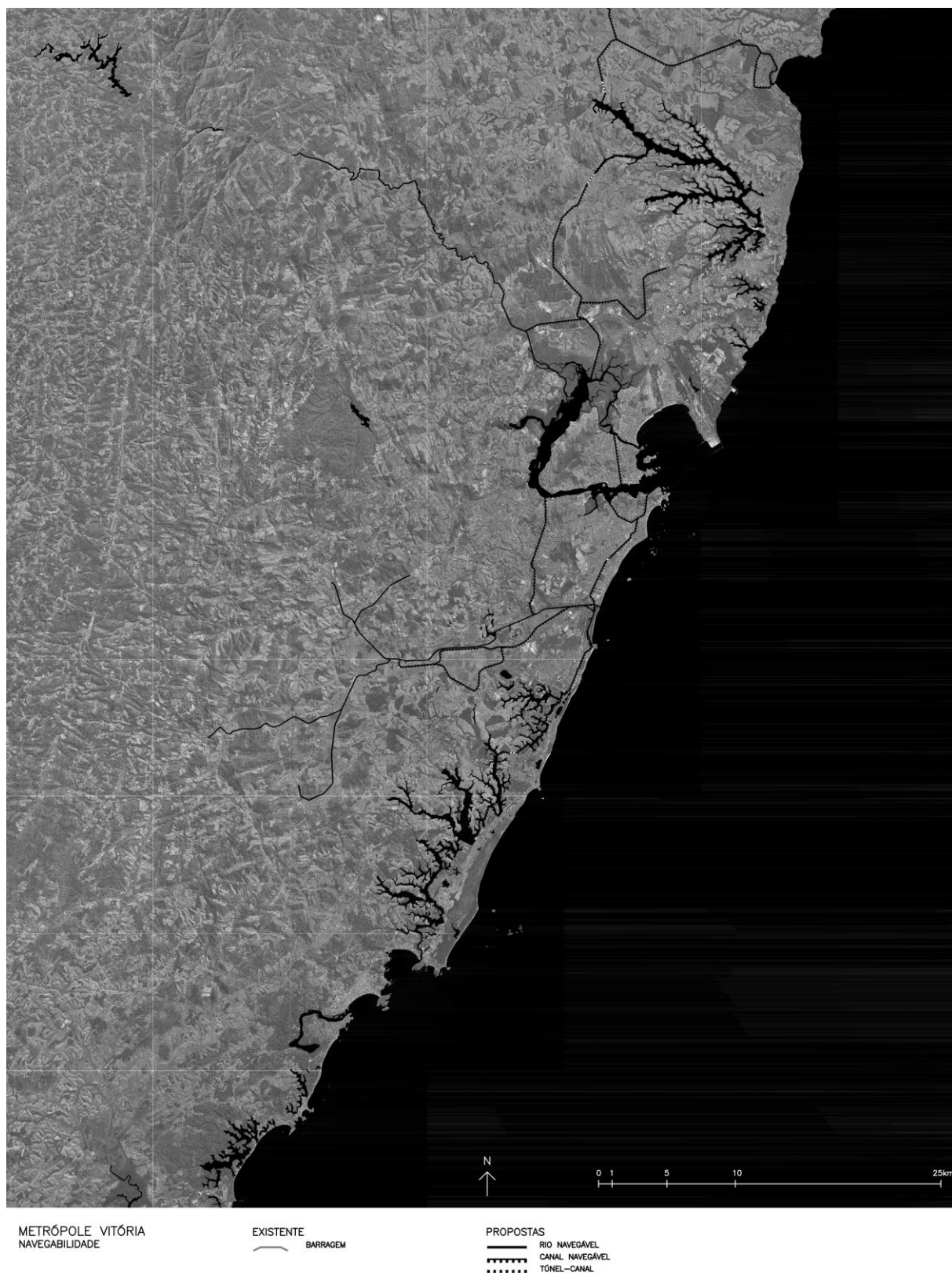


Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.  
Dados: Base cartográfica 2007 Planta Geral (SIRGAS2000) - GEOWEB Vitória.

### 3.2.2. Traçado de navegação

A Linha de Navegação Principal (LN-principal) é traçada pelo eixo do canal fluviomarítimo da Baía de Vitória para a navegação urbana, sendo constituída de: Anel Hidroviário da Baía de Vitória; Travessias Fluviomarítimas; e Canais Interiores à Baía de Vitória. O Anel Hidroviário é a hidrovia longitudinal da Baía de Vitória, que faz a circunavegação da Ilha de Vitória, com uma extensão de 24.600 m pela linha de navegação principal do canal fluviomarítimo. As Travessias Fluviomarítimas são os trechos de navegação transversais à Baía de Vitória, interligando, por vias aquáticas, a Ilha de Vitória ao continente. As travessias estão moduladas, nas margens fluviais, em portos a cada 1.000 m – totalizando 25 ligações hidroviárias principais planejadas na Baía de Vitória. Os Canais Interiores à Baía de Vitória são trechos de canais navegáveis, no interior da Ilha de Vitória ou no continente que envolve a baía. Os canais intracostais da Ilha de Vitória possuem pequena extensão: Canal Norte-Sul, com 3.500 m; Canal do Mangue, com 3.600 m; e o Canal do Mercado da Vila Rubim, com 1.000 m de extensão. Os canais interiores ao continente são de maiores extensões: o Canal da Costa, com 10.100 m; o Canal do Marinho, com 9.100 m; e o Canal dos Escravos, com 9.915 m.

A Navegação Regional está integrada com a Navegação Urbana, na Baía de Vitória, sendo realizada no interior da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, além da navegação entre as bacias hidrográficas adjacentes. A navegação intra-bacia é desempenhada pela Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória; e a navegação inter-bacias é realizada, através da transposição das bacias hidrográficas, pela planície costeira dos sistemas estuarinos, integrando o Sistema Hidroviário Intracostal do Espírito Santo. A Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória possui uma extensão total de 35.775 m – entre o Porto do Cachoeiro, em Santa Leopoldina, e a Baía de Vitória. No Sistema Intracostal, são projetadas duas interligações da bacia do Rio Santa Maria da Vitória: o trecho Intracostal da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória com a Bacia do Rio Reis Magos – ao norte – e o trecho Intracostal da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória com a Bacia do Rio Jucu – ao sul. O Canal Intracostal Sul da Baía de Vitória possui a extensão de 10.100 m, pelo Canal do Rio da Costa, e 9.100 m, pelo Canal do Rio Marinho, fazendo a interligação da Baía de Vitória com o Rio Jucu. No Canal Intracostal Norte – entre a Baía de Vitória e o Rio Reis Magos – seria possível a navegação por uma extensão de 50 Km (RUPF, 2016, P.111).



Mapa 8. Sistema de Navegação Metropolitano. Mapa do autor.



### 3.2.2.1. Linha de navegação principal

#### 1) Orla-porto

O subsistema de navegação do Canal da Orla-Porto, na Baía de Vitória, corresponde ao canal fluvio-marítimo navegável do Complexo Portuário de Vitória. O traçado da linha de navegação (LN) pelo Canal da Orla-Porto possui uma extensão longitudinal de 7.500 m – entre o encontro aquático com o Canal do Rio da Costa e o Canal do Rio Marinho. A linha de navegação segue o rumo oeste-leste. Na margem fluvio-marítima sul, no município de Vila Velha, está implantado na parte continental da metrópole. Na margem fluvio-marítima norte, no município de Vitória, está na porção insular do município.

Trecho: Orla-porto [Km 0 + 000 m – Km 7 + 500 m]

[Km 0 + 000 m]: Confluência do Canal da Costa com a Baía de Vitória

[Km 7 + 500 m]: Confluência do Canal do Marinho com a Baía de Vitória

#### Afluentes e interligações fluvio-marítimas<sup>95</sup>

- Na margem da ilha, os principais canais são:

[Km 1 + 600 m]	.	Canal Norte-Sul
[Km 3 + 700 m]	.	Canal de Jucutuquara
[Km 6 + 700 m]	.	Canal da Ilha do Príncipe

- Na margem continental, os principais afluentes e canais de interligação fluvio-marítimos são:

[Km 0 + 000 m]	.	Canal da Costa
[Km 2 + 800 m]	.	Canal da Glória
[Km 3 + 800 m]	.	Rio Aribiri
[Km 7 + 500 m]	.	Canal do Marinho

#### Subtrechos do canal principal

[Km 0 + 000m – Km 2 + 800 m]. Canal da Costa ao Canal da Glória

[Km 2 + 800m – Km 3 + 800 m]. Canal da Glória à Foz do Rio Aribiri

[Km 3 + 800m – Km 7 + 500 m]. Foz do Rio Aribiri ao Canal do Marinho

---

<sup>95</sup> Os afluentes e interligações fluvio-marítimas existentes e propostas são demarcados pelo eixo do Canal da Orla-Porto.

## 2) Orla-mangue

O subsistema de navegação do Canal da Orla-Mangue corresponde ao canal fluviomarítimo navegável das Áreas Preservadas de Manguezal na Baía de Vitória. O traçado da linha de navegação (LN) pelo Canal da Orla-Mangue possui uma extensão de 12.500 m – entre a confluência do Canal do Rio Marinho e o Canal da Passagem, com início na Ponte da Passagem. A linha de navegação possui o rumo nordeste-sudoeste. Na margem fluviomarítima noroeste, está o município de Cariacica – até a foz do Rio Santa Maria da Vitória. E, na margem fluviomarítima sudeste, está o município de Vitória – nas porções insular e continental.

Trecho: Orla-mangue [Km 7 + 500 m – 20 + 000 m]

[Km 7 + 500 m]: Confluência do Canal do Marinho com a Baía de Vitória

[Km 20 + 000 m]: A montante do Canal da Passagem (Ponte da Passagem)

### Afluentes e interligações fluviomarítimas

- Na margem da ilha, não existem afluentes principais nem canais de interligação fluviomarítimos.

- Na margem continental, os principais afluentes e canais de interligação fluviomarítimos são:

[Km 7 + 500 m] . Canal do Marinho

[Km 12 + 250 m] . Rio Bubu

[Km 15 + 000 m] . Rio Santa Maria da Vitória

[Km 17 + 600 m] . Canal dos Escravos

### Subtrechos do canal principal

[Km 7+500 m – Km 12+250 m]. Canal do Marinho à Foz do Rio Bubu

[Km 12+250 m – Km 15+000 m]. Foz do Rio Bubu à Foz do Rio S. M. da Vitória

[Km 15+000 m – Km 17+600 m]. Foz do Rio S. M. da Vitória ao Canal dos Escravos

[Km 17+600 m – Km 20+000 m]. Canal dos Escravos ao Canal da Passagem

### 3) Orla-praia

O subsistema de navegação do Canal da Orla-Praia equivale ao canal fluviomarítimo navegável das áreas de praias na Baía de Vitória, Baía do Espírito Santo e ilhas marítimas continentalizadas, como os casos da Ilha do Frade e Ilha do Boi. O Canal da Passagem é o canal fluviomarítimo que faz a transição (passagem) do ecossistema de mangue para o de praia – desde o delta do Rio Santa Maria da Vitória até a Baía do Espírito Santo.

O traçado da linha de navegação, pelo Canal da Passagem até a Baía do Espírito Santo, possui a direção noroeste-sudeste e define o eixo estruturador hidroviário até a Baía de Vitória – com uma extensão total de 4.600 m – entre a Ponte da Passagem e o Canal da Costa na Baía de Vitória – fechando o anel hidroviário da Ilha de Vitória.

O Canal da passagem faz a transição dos manguezais para as praias – da Orla-Mangue para a Orla-Praia e possui uma extensão de 1.750 m – entre a Ponte da Passagem e a Ponte de Camburi.

Trecho: Orla-praia [Km 20 + 000m – 24 + 600m]

[Km 20 + 000 m]: A montante do Canal da Passagem (Ponte da Passagem)

[Km 24 + 600 m]: Confluência do Canal da Costa com a Baía de Vitória

Afluentes e interligações fluviomarítimas

- Na margem da ilha, são propostos dois túneis-canais, da Ponta Formosa e da Ilha do Boi.
- Na margem do continente não existem afluentes principais, nem canais de interligação fluviomarítimos.

Subtrechos do canal principal

[Km 20 + 000 m – Km 21 + 750 m]. Canal da Passagem.

[Km 21 + 750 m – Km 24 + 600 m]. Baía do Espírito Santo

Canal da passagem [Km 20 + 000 m – Km 21 + 750 m]

O Canal da Passagem – entre a Ponte da Passagem e a Ponte de Camburi – possui a extensão de 1.750 m. Ao todo, transpõem o canal 03 pontes: a Ponte da Passagem (Km 20 + 000 m), a Ponte Ayrton Senna (Km 21 + 300 m) e a Ponte de Camburi (21 + 750 m). A direção da linha de navegação do Canal da Passagem é noroeste-sudeste. Na margem fluviomarítima nordeste do Canal da Passagem, está a porção continental de Vitória e, na margem sudoeste, a Ilha de Vitória.

Canal da Baía Do Espírito Santo [Km 21 + 750 m – Km 24 + 600 m]

Da Ponte de Camburi até o canal da Orla-Porto, é proposta uma linha de navegação interior à Baía do Espírito Santo, nas enseadas formadas pela Ponta Formosa, Ilha do Frade e Ilha do Boi, próximas às praias do Canto e da Curva da Jurema. Para viabilizar essa linha de navegação, são propostos túneis-canais de navegação na Ponta Formosa e Ilha do Boi. A direção da linha de navegação é norte-sul, entre as Praias do Canto e da Curva da Jurema. Na margem marítima oeste, estão as Praias do Canto e da Curva da Jurema e, na margem leste, está a Baía do Espírito Santo.

### 3.2.2.2. Travessias

As travessias fluvio-marítimas ou “pontes de água” fazem a integração do continente com a ilha, através da navegação transversal na Baía de Vitória. Historicamente, existia o ofício dos catraieiros, antigos remadores nas travessias aquáticas do canal do Porto de Vitória, que se tem registro do início do século XVI.

Na proposta, as travessias aquáticas na Baía de Vitória seriam regulares, com as linhas de navegação modulando, com portos, a cada 1 Km, as margens fluvio-marítimas da ilha, além do continente. Assim, de modo pareado, definiriam as rotas aquáticas transversais de menor distância e maior relevância para a integração hidroviária entre as localidades, principalmente os bairros. Por terra, 1.000 m seria a distância longitudinal entre os portos, nas margens da Baía de Vitória, que seriam reestruturadas pelas travessias aquáticas. A distância proposta é a equivalente a uma caminhada de 15 minutos entre os portos implantados na orla fluvio-marítima.

No mesmo alinhamento das travessias e dos portos, estariam as estações do sistema de transportes público sobre trilhos (metrô e VLT <sup>96</sup>). Portanto, 1.000 m é a distância das estações do sistema de transporte sobre trilhos (metrô e VLT) que amparam, por terra, as travessias marítimas na integração entre os modais e a rede metropolitana. Com 1.000 m de distância entre as estações, 1,20 minutos é o tempo que se leva entre as estações do sistema de metrô da metrópole, a uma velocidade de 50 Km/h, e 3 minutos é o tempo de deslocamento entre as estações do VLT, a uma velocidade de 20 Km/h.

Para o sistema cicloviário, 7,5 minutos é o tempo que se leva pedalando, a uma velocidade de 8 Km/h, pelos bulevares fluvio-marítimos que interligam as praças do cais do porto e da estação. As travessias fluvio-marítimas e as estações do sistema metroferroviário estão integradas por praças, que amparam o movimento entre os portos e as estações – as “praças do cais do porto e da estação”.

Ao todo, são propostas 25 travessias fluvio-marítimas na Baía de Vitória. 08 na Orla-Porto, 11 na Orla-Mangue e 06 na Orla-Praia. Como “pontes de água”, as travessias se utilizariam da via aquática existente para fazer a integração entre as margens da Baía de Vitória. Por água, a cada 1.000 m haveria um cruzamento entre as linhas transversais de navegação – travessias fluvio-marítimas – e a linha longitudinal de navegação principal – circunavegação da Ilha de Vitória.

---

<sup>96</sup> VLT – Veículo Leve sobre Trilhos. As estações do VLT podem ser implantadas a cada 500 m, proporcionando um melhor nível de serviço para o sistema de transportes metropolitano sobre trilhos.

As 25 travessias fluviomarítimas possuem 50 portos, praças e estações que amparam, por terra, os movimentos das “pontes aquáticas” planejadas para a Baía de Vitória.

Tabela 7– Proposta de travessias fluviomarítimas para a Baía de Vitória

<b>Km</b>	<b>Porto - ilha</b>		<b>Porto-continente</b>	
1+000	P1	Cais das Artes	P1a	Prainha de Vila Velha
2+000	P2	Jesus de Nazareth	P2a	Morro do Jaburuna
3+000	P3	Ilha da Fumaça	P3a	Prainha da Glória
4+000	P4	Ilha de Santa Maria	P4a	Foz do Rio Aribiri
5+000	P5	Saldanha da Gama	P5a	Penedo
6+000	P6	Praça Vargas	P6a	Porto de Vila Velha
7+000	P7	Parque Moscoso	P7a	Argolas / Paul
8+000	P8	Ilha do Príncipe	P8a	São Torquato
9+000	P9	Vila Rubim	P9a	Porto Velho
10+000	P10	Santo Antônio	P10a	Porto de Santana
11+000	P11	Inhanguetá	P11a	Porto Novo
12+000	P12	Estrelinha	P12a	Foz do Bubu
13+000	P13	São Pedro	P13a	Porto de Cariacica
14+000	P14	Ilha das Caieiras	P14a	Ilha da Baleia
15+000	P15	Nova Palestina	P15a	Braço Sul - Santa Maria
16+000	P16	Conquista	P16a	Braço Norte - Santa Maria
17+000	P17	Resistência	P17a	Canal do Escravos
18+000	P18	Joana D'Árc	P18a	UFES
19+000	P19	Vale do Mulembá	P19a	Paneleiras
20+000	P20	Andorinhas	P20a	Pontal de Camburi
21+000	P21	Praia do Canto	P21a	Jardim da Penha
22+000	P22	Ponta Formosa	P22a	Pier Trindade
23+000	P23	Ilha do Frade	P23a	Pier Martim Vaz
24+000	P24	Ilha do Boi	P24a	Porto de Tubarão
25+000	P25	Enseada do Suá	P25a	Praia do Ribeiro

### 3.2.2.3. Canais interiores

#### Canal da Costa

O Canal da Costa possui uma extensão total de 10.100 m e faz a interligação fluviomarítima entre a Baía de Vitória e o Rio Jucu. É um canal de derivação, pela margem esquerda do Rio Jucu, que está a uma distância de cerca de 3.000m da foz, localizada na Barra do Jucu. O Canal da Costa está na margem sul do Canal da Orla-Porto na Baía de Vitória.

#### Canal do Marinho

O Canal do Marinho possui uma extensão de 9.100 m e faz a interligação fluviomarítima entre a Baía de Vitória e o Rio Jucu – o canal de derivação está na margem esquerda do Rio Jucu, a 7.400m da foz marítima, na Barra do Jucu. O Canal do Marinho está na margem sul do Canal da Orla-Porto na Baía de Vitória.

#### Canal Norte-Sul

O Canal Norte-Sul possui uma extensão de 3.500 m e faz a interligação fluviomarítima, pelo interior da Ilha de Vitória, entre o Canal da Orla-Porto e o Canal da Orla-Mangue, a montante da Ponte da Passagem. Ao norte, o canal acessa as áreas de manguezal e, ao sul, acessa o canal do Complexo Portuário de Vitória.

#### Canal Mercado da Vila Rubim

O Canal do Mercado possui uma extensão de 1.000 m e faz a interligação fluviomarítima entre a Baía de Vitória e o Mercado da Vila Rubim. Esse canal é a proposta de restaurar o espaço aquático que configurava a Ilha do Príncipe antes das obras de aterramento que continentalizaram essa porção, antes insular, como parte da Ilha de Vitória. O Canal do Mercado permite que as mercadorias e produtores de alimentos possam transportar as cargas para serem comercializadas, desde áreas do interior do estado, como Santa Leopoldina, com a comunicação aquática proposta da Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. A Ponte Seca do Mercado da Vila Rubim poderá novamente transpor as margens inundadas por esse canal projetado para o mercado.

### Canal dos Escravos

O Canal dos Escravos está no Km 17+ 600 m em relação ao eixo principal do Canal da Orla-Mangue. Trata-se de um canal de derivação, que compõe o Delta do Rio Santa Maria da Vitória, com a foz na Baía de Vitória, numa extensão total de 9.915 m. Em relação ao Canal da Orla-Mangue, com direção predominante nordeste-sudoeste, o Canal dos Escravos é o ponto de inflexão do sistema estuarino para a direção noroeste-sudeste. Os canais que envolvem a Ilha do Lameirão tomam a mesma direção noroeste-sudeste e se interligam ao Canal da Passagem.

### Canal do Mangue

O Canal do Mangue está localizado entre a Ilha das Caieiras e a Ilha do Lameirão - com uma extensão projetada de 3.600 m – integrando importantes áreas urbanas de interesse social com as áreas de preservação do manguezal. O canal é a proposta de navegação no limite urbano entre as áreas preservadas e os bairros à beira-mangue.

### Canal da Praia de Camburi

O Canal da Praia de Camburi está na parte continental do município de Vitória e faz a interligação fluviomarítima entre a Baía do Espírito Santo – desde a Praia de Camburi – até as áreas de manguezal, atravessando os terrenos do Aeroporto de Vitória. Esse canal faz a interligação com o Bairro Maria Ortiz, pelo interior da área do aeroporto, reapropriando os canais de drenagem existentes, que seguem paralelamente à Avenida Adalberto Simão Nader. A proposta é fazer a interligação dos canais de drenagem dos terrenos do aeroporto com o canal de drenagem construído pelo eixo da Avenida Professor Fernando Duarte Rabelo, entre os bairros Maria Ortiz e Solon Borges. A interligação desses canais de drenagem, desde a Praia de Camburi até o Parque da Orla do Mangue, no Bairro Maria Ortiz, teria cerca de 3.000 m de extensão.



## I) CANAL NORTE-SUL<sup>97</sup>

A Avenida Norte-Sul, atual Avenida Leitão da Silva, é resultante do projeto de Francisco Saturnino de Brito, de 1896, para o Novo Arrabalde de Vitória. A avenida, no projeto de Brito, possuía uma extensão de cerca de 2.577 m que, com os prolongamentos que constam no projeto, atingiria a extensão total de 3.350 m, em linha reta. No eixo da avenida proposta, foi traçado um canal de drenagem entre o Canal da Passagem e a Baía de Vitória (BRITO, 1943).

O canal existente de drenagem não sofre grande influência das marés, por estar confinado entre as estações de bombeamento das águas pluviais do Canal da Passagem e de Bento Ferreira – na Baía de Vitória, recebendo basicamente as contribuições do sistema de drenagem das águas das chuvas. A galeria de drenagem existente possui aproximadamente 5,00 m de largura por 3,00m de profundidade e uma extensão 2.850 m<sup>98</sup>, entre a Rua Dona Maria Rosa (ao norte) e a Avenida Mascarenhas de Moraes (ao sul). Sendo assim, a área de seção molhada do canal existente é de 15 m<sup>2</sup>.

O Canal Norte-Sul é a proposta de projeto para a conversão do antigo canal de drenagem projetado por Saturnino de Brito em 1896, pelo eixo da Avenida Norte-Sul (atual Leitão da Silva), em canal de navegação fluviomarítimo – entre o Canal da Orla-Porto e o Canal da Orla-Mangue. Ao norte, o canal proposto está a montante da Ponte da Passagem – endereço principiante do Canal da Passagem. Ao sul, o canal está adjacente ao Morro de Jesus de Nazareth, no aterro da Enseada do Suá. O canal foi projetado do mangue ao porto, com uma linha de navegação de 3.500 m, sendo ancorado entre duas dárshenas<sup>99</sup>: uma ao norte (de acesso ao manguezal) e outra ao sul (de acesso ao porto).

---

<sup>97</sup> A denominação do Canal como Norte-Sul recupera a iniciativa de Saturnino de Brito de nomear as avenidas conforme as orientações que tomavam. No Projeto no Novo Arrabalde para Vitória (1896), três das quatro principais avenidas foram nomeadas conforme as orientações que tomavam: avenidas Norte-Sul, Ocidental e da Penha. Esta última, especificamente, tomava o rumo do Convento de Nossa Senhora da Penha, monumento implantado sobre um outeiro na cidade vizinha de Vila Velha. A quarta avenida, chamada Ordem e Progresso, representava o lema positivista, do movimento ao qual Saturnino de Brito se mostrava adepto.

<sup>98</sup> Em 2019, o projeto de remodelação viária e drenagem urbana da Avenida Leitão da Silva cobriu o canal existente e transformou-o em galeria de drenagem subterrânea. Sobre a laje da galeria, foi implantada uma ciclovia no canteiro central da avenida.

<sup>99</sup> A dárshena é uma doca, porto seguro ou marina. É a parte de um porto, rodeada de cais, na qual entram os navios para se abrigarem, efetuarem carregamento e/ou descarregamento, para serem reparados ou serem inspecionados (HOUAISS).

O Canal Norte-Sul é projetado com largura de 12,50 m e 5,00 m de profundidade. A largura segue a mesma dimensão livre da câmara da eclusa-projeto<sup>100</sup> adotada para a bacia. A profundidade foi definida conforme a seção tipo do cais projetado para os canais, que sofrem influência das variações das marés, por se tratar de uma comunicação sob influência marítima.

O nível de água máximo (NA-máximo) do canal é na maré alta – que pode chegar a 0,90 m s.n.m. –, com a cota do cais alto em 2,50 m s.n.m. e do cais baixo fixo em 1,50 m s.n.m. Portanto, o desnível entre o cais alto e o cais baixo é de 1,00 m. No **cais alto** (cota altimétrica de 2,50 m s.n.m.), estão implantados, nas duas margens, os eixos de arborização que configuram um bulevar que sombreia o canal e o passeio público, um bulevar beira-canal. No **cais baixo** (cota altimétrica de 1,50m s.n.m.), estão implantados os atracadouros das embarcações, assim como as rampas de acesso dos barcos e os cabeços para a amarração das embarcações que fazem a acostagem nas margens do canal.

Margeando o bulevar beira-canal, estão as ciclovias que seguem na cota do cais alto, nas avenidas longitudinais ao canal remodeladas para o fluxo lento. O passeio de pedestres está no cais alto, entre o alinhamento do canal e a ciclovia.

As dársenas são espaços na água com profundidade adequada à acostagem de embarcações, onde se instalam desde atracadores até marinas com seus equipamentos (BRASIL, 2018).

Nos encontros aquáticos do Canal Norte-Sul com a Baía de Vitória, estão posicionadas dársenas. A dársena norte do canal está no bairro Andorinhas – na comunidade de pescadores de Mangue Seco. A dársena sul do canal está na Enseada do Suá – nas proximidades das comunidades de pescadores dos bairros Praia do Suá e Jesus de Nazareth. As dársenas norte e sul seriam os atracadouros públicos das embarcações das comunidades de pescadores. O canal de navegação seria a comunicação aquática dos pescadores, tanto para os ambientes de mangue (pesca no manguezal), quanto para o mar aberto (pesca no oceano).

A dársena norte – na extremidade norte do canal – possui uma boca que configura uma praça d'água junto à elevação do Morro de Andorinhas, onde está implantada a Ponte da Passagem. A dársena norte possui 90,00 m de largura por 140,00 m de comprimento e é o atracadouro público dos pescadores de Mangue

---

<sup>100</sup> A Eclusa-projeto da bacia possui as dimensões da câmara de eclusagem de 12,5 m de largura, 210 m de comprimento e 5 m de profundidade.

Seco. A cota de fundo da dársena é -4,00 m s.n.m. e a cota do cais alto está em 2,50 m s.n.m. A dársena norte possui a área de lâmina d'água de 12.600 m<sup>2</sup>, com a borda do cais leste com o comprimento de 140 m e a borda do cais sul com 77,50 m.

A dársena sul – no extremo sul do canal – foi projetada com uma passagem aquática estrangulada, entre a borda do cais, a leste, e o afloramento rochoso do morro de Jesus de Nazareth, a oeste. É o atracadouro público dos pescadores da Praia do Suá e Jesus de Nazareth. A área da lâmina d'água da dársena sul é de 12.765 m<sup>2</sup>. A borda do cais leste possui 200 m de comprimento e a borda do cais norte possui 100 m.

A boca de acesso à dársena possui 30 m de largura e 200 m de comprimento, sendo que o cais, entre a borda leste e o Canal Norte-Sul, possui 100 m. A cota de fundo da dársena é de -4 m s.n.m. Nas duas dársenas, a profundidade mínima é de 3,00 m (no nível de baixa-mar) e a profundidade máxima é de 4,70 m (no nível da maré-alta).

Ao norte e ao sul do canal, são previstas eclusas para o controle dos níveis da água no interior do canal projetado. Implantadas nas extremidades do canal, as comportas das eclusas delimitam o espaço aquático entre as dársenas e o canal navegável. As comportas fazem o controle das marés dentro das eclusas e do canal, regularizando os níveis de água pelas diferenças das marés. Na Ilha de Vitória, entre o Canal da Orla-Porto e o Canal da Orla-Mangue, existe um descompasso de tempo, entre as enchentes e as vazantes das marés, ao norte e ao sul da ilha, denominado convergência barotrópica<sup>101</sup> ou “tombo de maré”.

Saturnino de Brito ressaltou a importância do aproveitamento dos ciclos permanentes e previsíveis dos mares, como força hidráulica a ser considerada na lavagem fluxível dos canais e na geração de energia através do fluxo contínuo das marés (maremotriz). O aproveitamento das correntes de fluxo dos mares pode ser considerado para a geração de energia em rodas d'água ou turbinas, em fluxos submersíveis, para gerar eletricidade ou para o bombeamento do sistema de drenagem<sup>102</sup>, como foi previsto em 1896 por Saturnino de Brito (BRITO, 1943).

---

<sup>101</sup> O engenheiro sanitarista Francisco Saturnino de Brito descreve o “encontro das marés” do Canal do Porto de Vitória com o Canal da Passagem, na região dos manguezais da Baía de Vitória, no Projeto de Melhoramentos para Vitória de 1896.

<sup>102</sup> Saturnino de Brito denominou o sistema de bombeamento das águas das chuvas de “Usinas de Drenagem”.

Duas comportas<sup>103</sup> nas eclusas, com portas do tipo Busco, com 6,25 m de largura e 6,50 m de altura cada, para o controle das águas no interior do canal, com 12,50 m de largura. O topo das portas de busco está na cota do cais alto (2,50 m s.n.m.) e o fundo das portas está na cota do fundo do canal (- 4,00 m s.n.m.).

O Canal Norte-Sul possui 12,50 m de largura, 3,00 m de profundidade mínima (maré-baixa) e 4,70 m de profundidade máxima (maré-alta). A amplitude máxima da maré é de 1,70 m. A área da seção molhada do canal, na maré-baixa, é de 37,50 m<sup>2</sup> (12,50 x 3,00 m). A área da seção molhada do canal, na maré alta, é de 58,75 m<sup>2</sup> (12,50 x 4,70 m).

A extensão do canal é de 3.500 m, descontadas as extensões das dársenas, portanto o volume do canal, na maré baixa, é de 131.250 m<sup>3</sup> e, na maré alta, de 205.625 m<sup>3</sup> - uma diferença entre as marés de 74.375 m<sup>3</sup>.

Sendo a diferença entre marés é de 74.375 m<sup>3</sup>, há um volume de espera que o Canal Norte-Sul pode receber, nos períodos das grandes chuvas, para a drenagem pluvial, entre as marés alta e baixa, com as comportas fechadas. Cada ciclo entre a maré-alta e a maré-baixa é de 6 horas aproximadamente.

O canal Norte-Sul, associado à rede de drenagem urbana – lagos de retenção das chuvas, escalonados nos parques dos morros do entorno, estariam associados às Micro-estações de Tratamento das Águas Pluviais (METAP) antes de lançá-las no canal – poderia drenar 2 ciclos completos das marés ao longo de um dia, ou 148.750m<sup>3</sup> de águas pluviais tratadas, lançadas na Baía de Vitória diariamente.

Uma rede de canais de múltiplos propósitos poderia trabalhar, de modo sistêmico, a drenagem urbana, ampliando a capacidade de reserva, tratamento, reaproveitamento e escoamento das águas das chuvas.

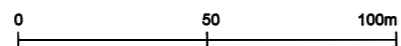
---

<sup>103</sup> Nos canais de Santos (SP), são utilizadas comportas do tipo guilhotina, nos encontros dos canais com o mar. Essas comportas controlam a entrada das marés no interior dos canais e permitem a lavagem fluxível proposta por Saturnino de Brito no projeto de 1910.

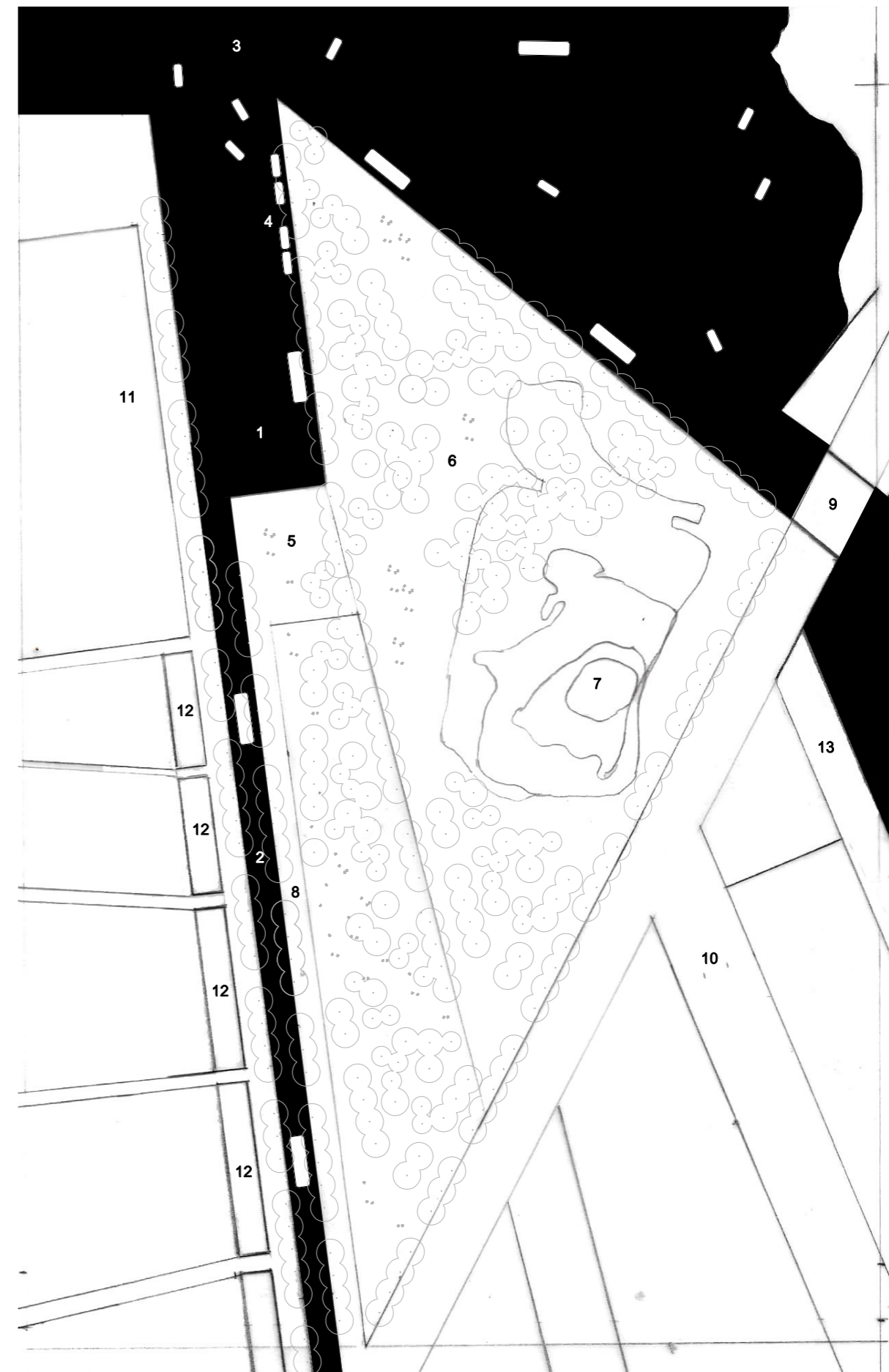
# PRAÇA DO CAIS DO PORTO CANAL NORTE-SUL - DOCA NORTE - VITÓRIA

## LEGENDA:

- 1 DOCA NORTE
- 2 CANAL NORTE-SUL
- 3 CANAL DA PASSAGEM
- 4 COLÔNIA DE PESCADORES DE MANGUE SECO
- 5 PRAÇA DO CAIS DO PORTO
- 6 PARQUE
- 7 MIRANTE
- 8 BULEVAR
- 9 PONTE DA PASSAGEM
- 10 AV. NOSSA SENHORA DA PENHA
- 11 EMEF IZAURA MARQUES DA SILVA
- 12 PROPOSTA DE NOVAS ÁREAS PARA HABITAÇÃO SOCIAL
- 13 CAIS CANAL DA PASSAGEM



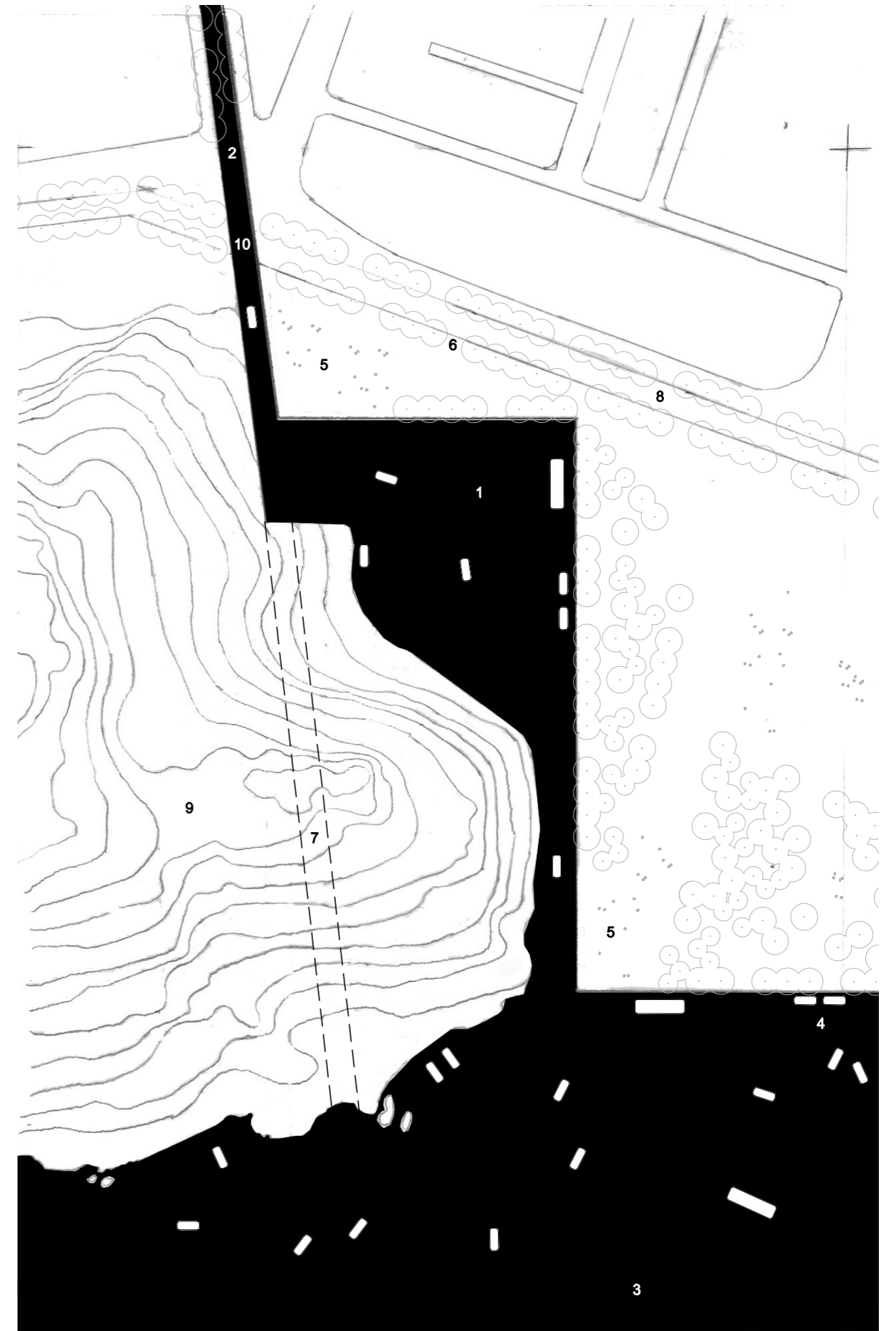
Fonte: Desenho do autor sobre base vetorial.  
Dados: Base cartográfica Prefeitura Municipal de Vitória



# PRAÇA DO CAIS DO PORTO CANAL NORTE-SUL - DOCA SUL - VITÓRIA

## LEGENDA:

- 1 DOCA SUL
- 2 CANAL NORTE-SUL
- 3 CANAL DO PORTO
- 4 COLÔNIA DE PESCADORES DE JESUS DE NAZARETH
- 5 PRAÇA DO CAIS DO PORTO
- 6 BULEVAR MARÍTIMO
- 7 TÚNEL - CANAL JESUS DE NAZARETH
- 8 AV. NOSSA SENHORA DOS NAVEGANTES
- 9 MORRO JESUS DE NAZARETH
- 10 PONTE MÓVEL PROPOSTA



Com a premissa de renovação das águas do canal e limpeza pelo fluxo das águas das marés do fundo do canal, a proposta de lavagem fluxível dos canais utiliza o desnível das cotas aquáticas das marés para promover, entre os endereços ao norte e ao sul da Ilha de Vitória, um fluxo das águas dentro do canal, carregando os sedimentos depositados no fundo do canal para as dársenas.

Nas dársenas, estão previstos barcos e equipamentos de dragagem dos sedimentos acumulados nas portas do canal.

Saturnino de Brito utiliza da lavagem fluxível no projeto dos canais de Santos (1910). Para o projeto de Vitória (1896), não foi utilizado esse recurso das marés nos canais de drenagem para a limpeza fluxível.

As comportas do canal podem reter as águas da maré cheia até o nível da maré baixa, fora das portas, nas dársenas, ganhando, assim, energia potencial para realizar uma lavagem fluxível mais eficiente, pela diferença dos níveis d'água entre o interior e o exterior do canal.

A lavagem do canal de navegação, com o transporte de materiais do fundo do canal pela força das marés, depositaria areias e argilas nas soleiras das comportas marítimas. Esses materiais, dragados nas comportas norte e sul do canal, poderiam fornecer matérias-primas essenciais a serem aproveitadas nas obras públicas das cidades.

No Canal Norte-Sul, são previstas 13 pontes móveis, de acordo com o número de cruzamentos viários levantados no traçado urbano existente. Nos 3.500m das vias longitudinais que acompanham o canal, as pontes estariam, em média, a cada 270 m, nos cruzamentos. De acordo com as premissas do projeto, devem ser implantadas pontes a cada 200 m, nos bulevares dos canais<sup>104</sup>, ou seja, seria necessária a construção de mais 5 pontes móveis, ao longo do eixo longitudinal do Canal Norte-Sul, além dos cruzamentos existentes, totalizando 18 pontes móveis.

No projeto do Canal Norte-Sul, o vão horizontal sobre o canal navegável é de 12,50 m, podendo ter o trecho móvel basculante único de 12,50 m, ou dois trechos basculantes de 6,25 m em cada margem do canal. As pontes móveis identificadas no Canal Norte-Sul estão nos cruzamentos viários com a Avenida Leitão da Silva.

---

<sup>104</sup> Conforme define DELIJAICOV (2005).

Tabela 8. Pontes Móveis do Canal Norte-Sul

PONTE	CRUZAMENTO
001	R. Marinalva de Jesus Lima
002	R. Dona Maria Rosa
003	Av. Maruípe
004	R. José Farias
005	R. Dr. João Carlos de Souza
006	R. das Palmeiras
007	R. do Morro da Gamela
008	R. Dr. Eurico de Aguiar
009	R. Constante Sodré
010	Av. Rio Branco
011	Av. César Hilal
012	R. Henrique Ronsetti
013	Av. Nossa Senhora dos Navegantes

## II) CANAL DO MANGUE

O Canal do Mangue está localizado entre a Ilha das Caieiras e a Ilha do Lameirão integrando importantes áreas urbanas de interesse social associadas com as áreas de preservação do manguezal. O canal navegável possui uma extensão de 3.600 m pelo limite das áreas de manguezal com os bairros à beira-mangue.

Trata-se de um pequeno canal interior fluviomarítimo, localizado entre o tecido urbano existente e as áreas preservadas de mangue. É artificial e integra as áreas construídas com os manguezais, criando uma nova margem, urbano-ambiental, para a cidade: um parque beira-mangue, que acompanha longitudinalmente o canal projetado. O canal fluviomarítimo faz a interligação da Ilha das Caieiras com a Ilha do Lameirão. O canal interliga importante um polo gastronômico da cidade – comunidades de pescadores, catadores e desfiadeiras da região da Ilha das Caieiras –, com a área de preservação do ecossistema de manguezal na Ilha do Lameirão.

O canal do sistema de navegação fluviomarítimo é um importante espaço de recreação e turismo ecológico para a cidade nos seus bairros. A hidrovia é um caminho aquático interior à Ilha de Vitória, que encurta o trajeto das embarcações para contornar a Ilha do Lameirão. Da extensão de 9.600 m, pelo canal principal da Baía de Vitória, para a navegação interior, a extensão seria reduzida em 3.600 m, ou seja, uma redução no percurso aquático de 6.000 m.

O canal compõe a orla fluviomarítima urbana dos bairros da Ilha das Caieiras, Santo André, Redenção, Conquista, Nova Palestina, Resistência e Joana D'Arc. Na



Ilha do Lameirão, foi criada a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão<sup>105</sup>. Com uma área de reserva de mangue de 8,918 Km<sup>2</sup>, a estação fica localizada em Vitória, entre a divisa com o município de Serra e a Baía de Vitória.

O canal projetado possui a extensão de 3.600 m, 20 m de largura e 5,0 m de profundidade. Pela margem ambiental – nas áreas de preservação – está o manguezal. Pela margem urbana, estão as áreas dos bairros à beira-mangue da região noroeste de Vitória. O cais dos atracadouros, no mangue, está nas margens urbanizadas, nos bairros à beira do canal, e possui a cota do cais alto de 2,50 m s.n.m. e a cota do cais baixo de 1,50 m s.n.m.

O canal do mangue existente possui 01 interferência, que é o acesso ao Parque Dom Luiz Gonzaga, no bairro Redenção, em Vitória. A proposta é que o acesso existente seja substituído por uma ponte móvel do tipo basculante. O vão a ser vencido sobre o canal seria de 20 m.

O canal proposto possui uma extensão de 3.600 m – sendo que, pela margem ambiental, estão os manguezais e pela margem urbana está o Parque Fluviomarítimo da Orla-Mangue, com os mesmos 3.600 m de extensão do canal. A largura do bulevar que acompanha o parque linear será de acordo com os terrenos vazios existentes e liberados pela reestruturação urbana no local, com um desenho urbano que se adeque ao traçado viário local, de modo a fazer a articulação dos espaços públicos propostos com os bairros existentes no local.

---

<sup>105</sup> A Lei 3.336/1986 da Prefeitura Municipal de Vitória cria a Estação Ecológica Municipal da Ilha do Lameirão.

### 3.2.3. Parâmetros de navegação

#### 3.2.3.1. Embarcação-projeto

Abaixo, são exemplificados 2 tipos de embarcações para o transporte de passageiros e de cargas especificadas para a navegação na Baía de Vitória e Baía do Espírito Santo. A embarcação de passageiros é a prevista no projeto no Sistema de Transporte Aquaviário para a ser reimplantado na região metropolitana de Vitória e a outra é uma embarcação de cargas, um comboio oceânico, que desempenha a navegação de cabotagem entre regiões desde o Terminal de Barcaças Oceânicas desde o Complexo Portuário de Tubarão.

A embarcação-projeto de passageiros do Sistema de Transporte Aquaviário na Baía de Vitória é do Tipo Commuter Waterbus,<sup>106</sup> com capacidade para 130 passageiros. A embarcação-projeto possui boca de 5,62 m, comprimento de 18 m e calado de 1,00 m. A plataforma de embarque/desembarque possui 18m de comprimento, 5 m de largura e 1,60 m de altura. A passarela articulada prevista possui cerca de 30 m de comprimento por 3,00 m de largura, com 2,60 m de passagem para o acesso dos tripulantes (ATLÂNTICO SUL, 2020).

A embarcação de cargas regional utilizada atualmente para o transporte marítimo é a barcaça de comboios oceânicos da fabricante NORSUL, com 5.200 toneladas de capacidade, boca de 12 m, comprimento de 33,40 m, calado de 4 m e velocidade de cerca de 27 Km/h (13 nós). O berço a ser previsto para esse tipo de embarcação deve ser de 45,4 m (NORSUL, 2020).

A embarcação-projeto de cargas urbanas a ser adotada para os estudos do Sistema de Transporte de Cargas Públicas do Hidroanel Metropolitano de Vitória é a Embarcação da Classe - I, padrão europeu, ECMT (1992): com boca de 5,05 m; comprimento total de 38,50 m; calados que variam de 1,80 m a 2,20 m; e com capacidade de carga entre 250 e 400 toneladas.

A embarcação-projeto de cargas regionais a ser adotada no canal fluviomarítimo da Baía de Vitória é a Embarcação da Classe - IV, padrão europeu, ECMT (1992): com boca de 9,50 m; comprimento total de 80 m a 85 m; calado de 2,50 m; e com capacidade de carga entre 1.000 e 1.500 toneladas.

---

<sup>106</sup> A embarcação tipo COMMUTER WATERBUS, da fabricante DAMEN - modelo DAMEN FERRY 1806 - para 100 passageiros sentados, 30 passageiros em pé e 2 tripulantes - possui 18,00 m de comprimento, 5,62 metros de boca, calado máximo de 1,00 m, com velocidade média de 8 km/h.



Figura 57: Embarcação COMMUTER WATERBUS.



Figura 58: Barcaça oceânica NORSUL.

### 3.2.3.2. Profundidade do canal

A profundidade mínima de uma hidrovia deve corresponder ao calado da embarcação-projeto, com uma folga adicional mínima de 0,30 m a 0,50 m (ALFREDINI, 2018).

A amplitude máxima das marés, na Baía de Vitória (maré de sizígia<sup>107</sup>), é de 1,70 m. Para o Hidroanel Metropolitano de Vitória e os canais interiores fluviomarítimos, a profundidade mínima a ser adotada é a de 3,00 m. A profundidade de 3,00 m se adequa à condição de maré mínima. Nas marés altas, a profundidade dos canais pode chegar a 4,70 m (marés de sizígia).

A alternativa para os canais com a profundidade mínima de 3,00 m está adequada para as embarcações com calado até 2,70 m com pé de piloto de 0,30 m.

### 3.2.3.3. Largura do canal

Para o canal de navegação, a largura do canal é calculada conforme a boca da embarcação-projeto a ser adotada no estudo. A largura mínima deve ser de 4,40 vezes a boca da embarcação-projeto para vias aquáticas de sentido duplo, para o cruzamento seguro e sem redução de velocidades das embarcações. Para vias aquáticas de sentido único, a largura mínima do canal deve ser de 2,20 vezes a boca da embarcação projeto (ALFREDINI, 2018).

A embarcação-projeto adotada para o transporte de passageiros é do tipo catamarã do modelo *Commuter Waterbus*: possui a boca de 5,62 m. Para esse tipo de embarcação-projeto de passageiros, a largura mínima do canal, em vias aquáticas com sentido duplo, deve ser de 24,728 m (4,40 x 5,62 m de boca) e, em vias aquáticas de sentido único, a largura mínima deve ser de 12,364 m (2,20 x 5,62 m de boca). Para as larguras de projeto dos canais, serão adotadas as larguras de 25,00 m, para as vias aquáticas de sentido duplo, e 12,50 m, para as de sentido único.

Para o transporte de cargas, a embarcação-projeto adotada para o transporte de cargas urbanas é a Embarcação da Classe - I, padrão europeu, ECMT (1992): com boca de 5,05 m. Para esse tipo de embarcação-projeto de cargas urbanas, a largura mínima do canal, em vias aquáticas com sentido duplo, deve ser de 22,22 m

---

<sup>107</sup> As marés de sizígia são marés que ocorrem nas luas nova e cheia, quando os efeitos lunares e solares, atuando em conjunto, se reforçam uns aos outros, produzindo as maiores marés altas e as menores marés baixas.

(4,40 x 5,05m de boca) e, em vias aquáticas de sentido único, a largura mínima deve ser de 11,11 m (2,20 x 5,05m de boca). Para as larguras de projeto dos canais, serão adotadas as larguras de 25,00 m, para as vias aquáticas de sentido duplo, e 12,50 m, para as de sentido único.

A embarcação-projeto adotada para o transporte de cargas regionais é a Embarcação da Classe - IV, padrão europeu, ECMT (1992): com boca de 9,50 m. Para a embarcação-projeto de cargas regionais, a largura mínima do canal, em vias aquáticas com sentido duplo, deve ser de 41,80 m (4,40 x 9,50 m de boca) e, em vias aquáticas de sentido único, a largura mínima deve ser de 20,90 m (2,20 x 9,50 m de boca). Para as larguras de projeto dos canais, serão adotadas as larguras de 50,00 m, para as vias aquáticas de sentido duplo, e 25,00 m, para as de sentido único.

#### 3.2.3.4. Raio de curvatura

Segundo os parâmetros propostos pela PIANC (1999) para as hidrovias da Classe Vb, o raio de curvatura mínimo a ser adotado nas hidrovias é de 6 vezes o comprimento da embarcação (6L), para os trechos de alta densidade de tráfego na hidrovia, e 4 vezes o comprimento da embarcação (4L), para os trechos de baixa densidade de tráfego na hidrovia.

Para as Embarcações de Passageiros, comprimento (L) de 18 m, os raios de curvatura mínimos são de 108 m (alta densidade de tráfego) e 72 m (baixa densidade de tráfego). Nas Embarcações de Cargas Urbanas, comprimento (L) de 38,50 m, os raios de curvatura mínimos são de 231 m (alta densidade de tráfego) e 154 m (baixa densidade de tráfego). E para as Embarcações de Cargas Regionais, comprimento (L) de 85,00 m, os raios de curvatura mínimos são de 510 m (alta densidade de tráfego) e 340 m (baixa densidade de tráfego).

#### 3.2.3.5. Seção-projeto

O projeto do Hidroanel Metropolitano de Vitória possui o canal fluviomarítimo principal com uma extensão total de 24.600 m – a largura mínima do canal de navegação deve ser de 25 m, para sentido duplo das embarcações de transporte das cargas urbanas, e de 50 m, para sentido duplo das embarcações de transporte das cargas regionais. A profundidade mínima a ser adotada é a de 3,00 m, nas marés baixas, e de 4,70 m, nas marés altas (sizígia). A grade de dragagem a ser

adotada no projeto para canais de via aquática dupla é a de 50x5 m, para os canais com fluxos regionais, e de 25x5 m, para os canais de fluxos urbanos, constituindo seções normais de área molhada<sup>108</sup>, com áreas mínimas de 250 m<sup>2</sup>, para os canais regionais e 125 m<sup>2</sup>, para os canais urbanos.

Para a navegação em canais interiores à Baía de Vitória, a largura mínima do canal de navegação será de 12,50m, para via navegável simples, e 25,00 m para via aquática de sentido duplo. A profundidade mínima é a de 3,00m para a condição das marés baixas e de 4,70m para as marés máximas. A grade de navegação mínima a ser adotada em canais interiores é de 12,50x3m, para canal de sentido único nas marés baixas, correspondendo a uma área molha de 37,50m<sup>2</sup>.

### 3.2.3.6.Eclusa-projeto

A eclusa-projeto adotada nos encontros dos canais interiores com a Baía de Vitória possui um desnível aquático equivalente à amplitude máxima das marés de sizígia, de 1,70 m. A eclusa-projeto adotada considera as dimensões internas das câmaras de eclusagem, de acordo com as densidades de tráfego.

A eclusa-projeto (simples) = 12,50 m x 210 m (largura x comprimento) e 1,70 m desnível aquático, de acordo com as variações das marés. A eclusa-tipo (dupla) = 25 m (2 x 12,50 m) x 210 m (largura x comprimento) e 1,70 m desnível aquático, de acordo com as variações das marés.

As principais eclusas planejadas estão nas confluências nos canais interiores com a Baía de Vitória, são: Canal Norte-Sul, Canal da Costa, Canal da Glória, Canal do Aribiri, Canal do Marinho, Canal de Goiabeiras e Canal de Jardim Camburi.

No planejamento de implantação das eclusas do projeto, foi considerada, no estudo, uma baixa densidade de tráfego de embarcações – o que permitiria a implantação das eclusas principais de todo o sistema de navegação de modo pioneiro. Posteriormente, seriam construídas as eclusas auxiliares, com o crescimento da navegação na Baía de Vitória. As eclusas pioneiras – Eclusa-projeto simples – possuem, no interior da câmara de eclusagem, 12,50 m de largura por 210 m de comprimento, para um desnível aquático de 1,70 m, de acordo com as variações das marés.

---

<sup>108</sup> Segundo ECMT/PIANC, as recomendações nacionais para as hidrovias da Classe Vb, para a seção normal de área molhada mínima, é de 200m<sup>2</sup> na França; 172m<sup>2</sup> na Alemanha; e 258m<sup>2</sup> nos Países Baixos.

No Hidroanel Metropolitano de Vitória, as esclusas estão previstas nos encontros aquáticos dos canais interiores com a Baía de Vitória. As comportas das esclusas, além de fazerem o controle dos níveis de água, dentro das câmaras, para a eclusagem das embarcações, também são barreiras ao avanço das águas das marés para o interior dos canais e, conseqüentemente, para o interior dos terrenos à beira-canal.

Portanto, as esclusas fluviomarítimas possuem duas finalidades principais: [1] fazer a transposição das embarcações entre os desníveis aquáticos provocados pelas variações das marés; [2] servir de barreira móvel para a entrada das águas dos mares no interior do canal ou para extravasar os volumes das cheias do interior do continente, funcionando como um dispositivo de regulação hídrica e proteção contra o avanço do mar.



Figura 59: Vista da eclusa Mühlendamm Schleuse no rio Spree, em Berlim. Referência de eclusa de baixa queda hídrica. Fonte: Foto do autor, 2019.

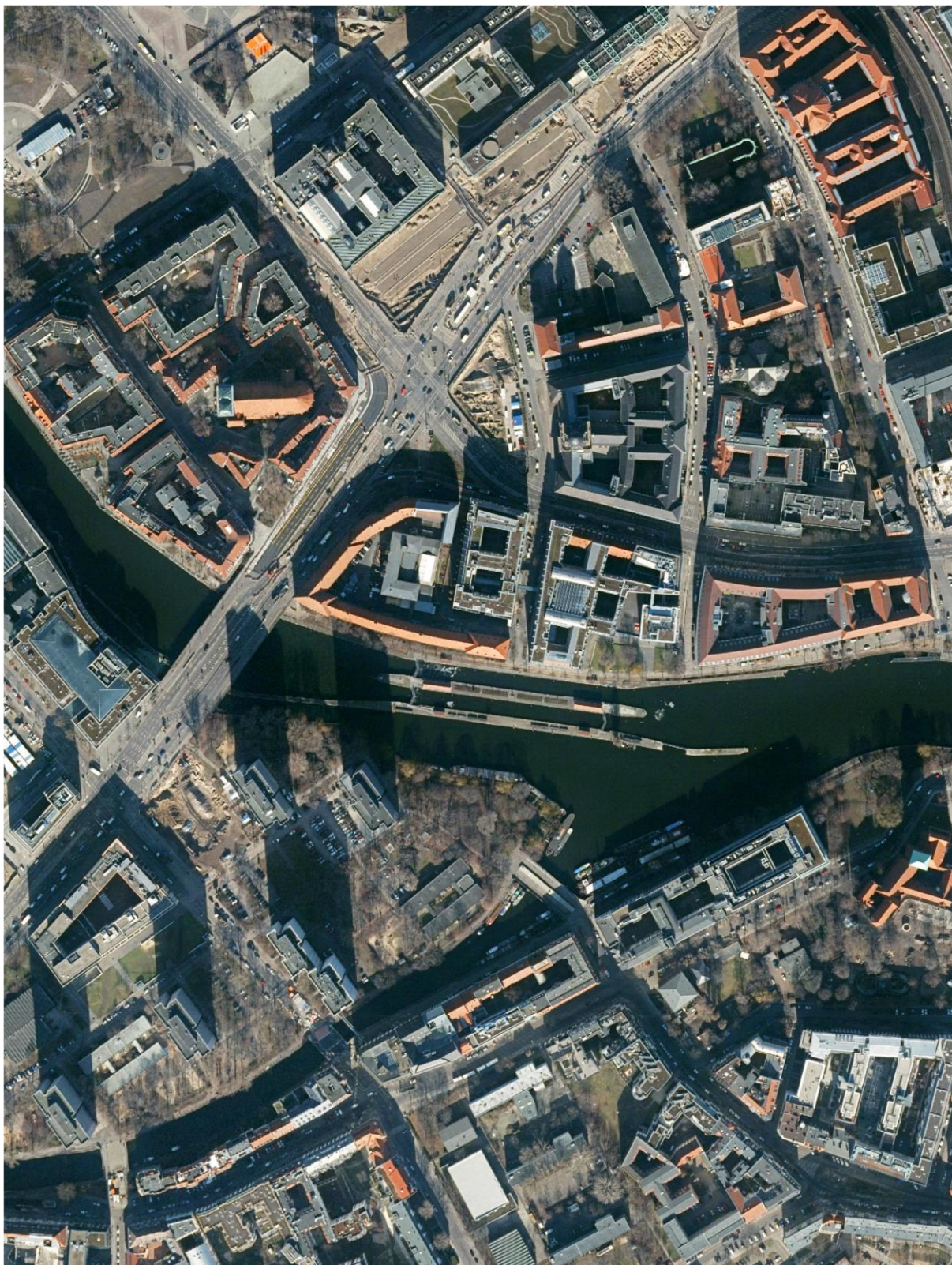


Figura 60: Imagem de satélite da eclusa Mühlendamm Schleuse no rio Spree. Fonte: Google Maps.



### 3.2.3.7. Túnel-canal

A seção transversal adotada para os estudos de projeto dos túneis-canais é uma seção de forma elipsoide. Internamente, os túneis-canais marítimos teriam a largura de 15 m, a profundidade de 5 m e a altura livre entre a lâmina d'água e o teto do túnel de 5,25 m. Na largura de 15 m, seria definido, pelo eixo central, um canal de 12,50 m, com sentido único de navegação e duas alas laterais de passadiço, com 1,25 m em cada margem do canal. Na altura 5,25 m seria possível o acesso de embarcações com 2 camadas de contêineres (PIANC, 1999).

Os túneis-canais propostos para o anel hidroviário de Vitória são o de Ponta Formosa, Ilha o Boi e Jesus de Nazareth. O túnel-canal proposto para a Ponta Formosa possui 100 m de extensão, 15 m de largura, 5 m de profundidade e 10 m de altura. A seção transversal possui um diâmetro de 15 m. A profundidade máxima adotada, de 5 m, garante a profundidade mínima de cerca de 3 m nos períodos de marés baixas.

O túnel-canal proposto para a Ilha do Boi possui 200 m de extensão, 15 m de largura, 5 m de profundidade e 10 m de altura. A seção transversal possui um diâmetro de 15 m. A profundidade máxima adotada, de 5 m, garante a profundidade mínima de cerca de 3 m nos períodos de marés baixas.

No maciço rochoso do morro de Jesus de Nazareth, é planejada a continuidade do Canal Norte-Sul, por um túnel-canal, até a Baía de Vitória – fazendo a ligação direta do canal interior fluviomarítimo com o Canal da Orla-Porto. O túnel-canal marítimo possuiria uma extensão de cerca de 300 m, com largura de 15 m, profundidade de 5 m e 10 m de altura livre entre a lâmina d'água e o teto do túnel. Em seção transversal, trata-se de uma seção circular com o diâmetro de 15 m.

Os Túneis-canais são os canais artificiais previsto para serem construídos na Baía de Vitória para reduzir a extensão da linha de navegação. Ao invés de contornar com a navegação os pontões do relevo que avançam ao mar ou os trechos em que as ilhas foram continentalizadas com aterros, serão construídos, em casos específicos, os túneis-canais.

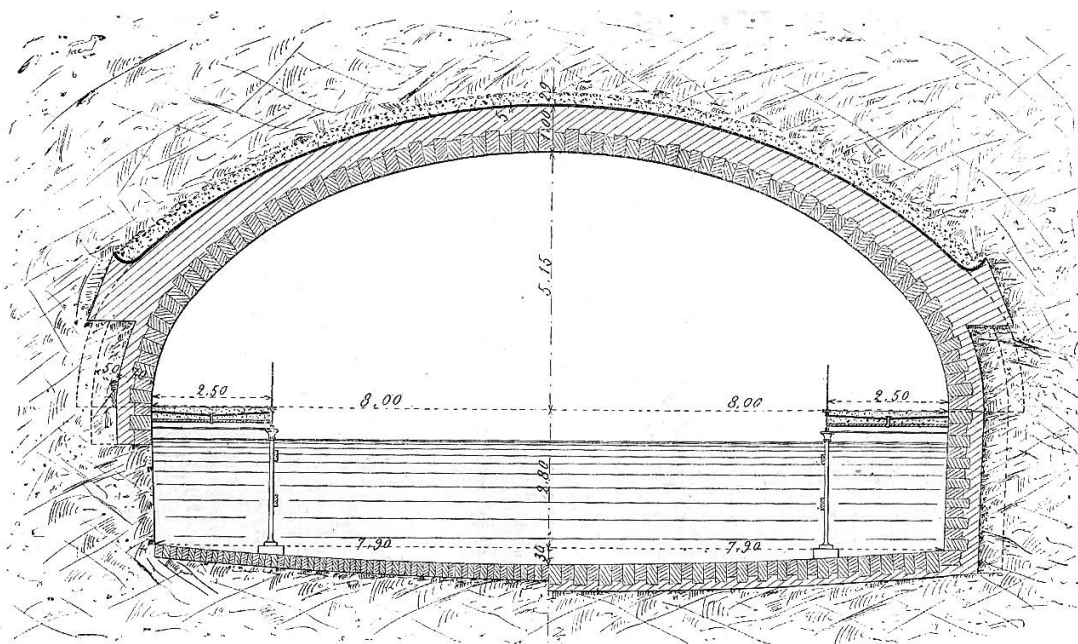
O traçado da linha de navegação longitudinal da Baía de Vitória considerou a possibilidade de navegação mais abrigada, nas enseadas formadas entre os maciços rochosos – pontões e ilhas incorporadas por aterros. Os túneis-canais

permitem que as rotas aquáticas sejam mais curtas e seguras para a circunavegação da Ilha de Vitória.

O primeiro Túnel-Canal está localizado na Orla-Praia. O túnel-canal da Ponta Formosa faz a interligação aquática entre o Canal da Passagem e a Praia do Canto – desde a colônia de pescadores até a marina do late Clube de Vitória. O túnel-canal da Ponta Formosa possui a extensão de 100 m e está entre os trechos (Km 21 + 900 m – Km 22 + 000 m) pela linha de navegação principal;

O segundo Túnel-Canal está localizado na Orla-Praia. O túnel-canal da Ilha do Boi interliga a Praia da Curva da Jurema e a Praia do Meio, na Enseada do Suá. O túnel-canal da Ilha do Boi possui a extensão de 200 m. Pela linha de navegação principal está entre o (Km 23 + 600 m – Km 23 + 800 m).

O terceiro Túnel-Canal está localizado na Orla-Porto, no maciço rochoso Morro Jesus de Nazareth. O túnel-canal do Morro Jesus de Nazareth proposto faz a interligação aquática entre o Canal da Orla-Porto e o Canal Norte-Sul – desde a colônia de pescadores de Jesus de Nazareth até o canal interior fluviomarítimo, que se estende até a colônia de pescadores de Mangue Seco. O túnel-canal de Jesus de Nazareth possui a extensão de 300 m.



PI. VIII. PROFIL TRANSVERSAL DU SOUTERRAIN DE CONDES

Os estudos para a geração de energia elétrica através de turbinas marítimas, nos maciços rochosos, através de túneis-canais, em contato com a Baía de Vitória, são avaliados como possibilidade para a geração de energia elétrica através dos fluxos das marés. Nos túneis-canais marítimos, seriam instaladas turbinas marítimas. As águas das marés altas passariam pelas turbinas nos desníveis aquáticos gerados nas marés baixas – o movimento das turbinas nos ciclos das marés geraria energia elétrica. A energia gerada seria interligada às linhas de transmissão até as subestações – a exemplo da linha de transmissão que atravessa a Baía de Vitória com os cabos suspensos entre os morros de Jesus de Nazareth, em Vitória, e morro Jaburuna, em Vila Velha.

Também a possibilidade de geração de energia elétrica pelo fluxo das marés através de Rodas d'água<sup>109</sup> podem ser incorporadas às estruturas das pontes para aproveitar o fluxo contínuo das águas do mar, nas enchentes e vazantes das marés, recorrentes na Baía de Vitória.

---

<sup>109</sup> Saturnino de Brito, inspirado pela indicação de Auguste Comte sobre o aproveitamento da variação das marés como forma de economia considerável, indicou – baseado também na observação da forte corrente que o desnivelamento das marés produz por entre os pilares da *Ponte da Passagem* – que, nessa localização, poderia se extrair a força necessária para o movimento das bombas de esgotamento Projeto de Melhoramentos para Vitória (BRITO, 1943).

### 3.2.3.8. Ponte-projeto

Nos estudos de projeto para os canais navegáveis interiores à Baía de Vitória, o vão vertical mínimo adotado nas pontes fixas – que representa a altura livre sob o tabuleiro das pontes – é o de 5,25 m. Essa altura está compatível com embarcações carregadas, transportando até 2 camadas de contêineres, que requerem 9,10 m (ECMT, 1992). As distâncias entre as estruturas das pontes – vãos horizontais mínimos – a serem adotadas no projeto são de 50 m (1 vão) e 25 m (2 vãos).

Para os trechos de navegação do canal principal da Baía de Vitória, o vão vertical mínimo das pontes é de 5,25m, a exceção do canal do porto de Vitória no qual devem ser adotadas pontes com segmentos do tabuleiro móveis para a entrada dos navios para acostagem nos portos em Vitória e Vila Velha. (Ver exemplo da Figura 56).

As pontes móveis são componentes arquitetônicos que fazem a transposição dos canais navegáveis pela cota do cais. As pontes do tipo móvel movimentam o tabuleiro para a passagem das embarcações pelos canais. As transposições horizontais são elementos essenciais na estruturação e articulação do tecido urbano existente, fazendo a interligação física entre as margens do canal.

A abertura das pontes para a passagem das embarcações também permite a passagem de pedestres, ciclistas e veículos com o tabuleiro horizontal em repouso. As pontes móveis podem ser do tipo basculante, pivotante ou deslizante. Para o projeto das pontes móveis do tipo basculante, o vão livre do trecho a ser suspenso é a largura do canal. (Vide exemplo de ponte móvel basculante na Figura: 57)

Quanto ao tempo de abertura e fechamento dos tabuleiros<sup>110</sup>, as pontes móveis demandam tempos semelhantes aos de espera nos cruzamentos viários convencionais temporizados por semáforos.

As pontes articuladas, para atender às normas de acessibilidade universal, considerando no projeto uma rampa com inclinação máxima de 8%, teriam que ter o vão entre o cais fixo e a plataforma flutuante de 35 m. Esse valor é adotado para a condição mais restritiva à locomoção pela ponte articulada, na maré baixa, em que a cota superior da plataforma flutuante estaria a -0,30 m s.n.m.

---

<sup>110</sup> Em Amsterdã, no dia 28/10/2019, às 11h20min, foi cronometrado o tempo de abertura da ponte móvel basculante próxima ao VoldelPark, na via Schinkel Havenstraat, sobre o Schinkel Kanal. Foi de 90 segundos o tempo para elevar e abaixar o tabuleiro da ponte para a passagem das embarcações. A ponte possui um tabuleiro móvel único, com um vão de cerca 14 m.



Figura 62: Ponte móvel regional, Canal de Suez. Canais de navegação regionais e de longo curso.



Figura 63: Ponte móvel urbana sobre o canal Schinkel, Amsterdã. Foto do autor, 2019.

### 3.3.CIDADE-PORTO

#### 3.3.1. Portos

O cais é a estrutura construída no limite entre a terra e a água que inaugura o porto. É o espaço onde as embarcações podem atracar e aportar em segurança para a movimentação de cargas e passageiros. O cais é uma infraestrutura portuária, uma linha construída em contato direto com as águas fluviais ou marítimas que está sujeita aos esforços hidrodinâmicos – dinâmica das águas de rios e mares – e aos esforços mecânicos que pressupõem a resistência dos materiais a serem empregados nas construções (ALFREDINI, 2013).

Os atracadouros são as estruturas para a acostagem das embarcações no cais fixo ou flutuante. Já os berços de atracação<sup>111</sup>, são os endereços, no cais, onde as embarcações podem ser amarradas para a movimentação segura de pessoas e cargas.

O cais flutuante avança sobre as águas, a partir do cais fixo, através de uma ponte articulada, ancorada no muro do cais. O cais flutuante ou plataforma de embarque/desembarque flutuante está ancorado, pela ponte articulada, ao cais fixo e travado, ao fundo, por estacas-guia que evitam as movimentações horizontais pelo efeito das correntes marítimas ou turbulências geradas pela aproximação das embarcações.

O projeto considera o cais fixo como uma estrutura murada linear, com a cota de coroamento do cais de 2,50 m s.n.m, adequando-se à maré máxima na Baía de Vitória. Os atracadouros e os berços possuem as dimensões planejadas de acordo com as embarcações que irão aportar no cais.

O cais flutuante acompanha as variações das marés. Nas marés-altas (preia-mar), o nível da água máximo<sup>112</sup> está a +0,90 m sobre o nível médio do mar e nas marés baixas a -0,80 m em relação ao nível médio do mar. A amplitude máxima de maré, registrada para as condições da Baía de Vitória, é de 1,70 m.

A plataforma flutuante teria 1,50 m de altura, sendo 1,00 m de calado e 0,50 m acima da linha d'água. Nas marés baixas, a linha d'água está a -0,80 m s.n.m. e a cota superior do flutuante estaria a -0,30 m s.n.m. Nas marés altas a linha d'água está a +0,90 m s.n.m. e a cota do flutuante estaria a +1,40 m s.n.m.

---

<sup>111</sup> Cálculo de berço conforme Alfredini (2013): Berço = comprimento da embarcação +2x1/2boca)

<sup>112</sup> Marés de sizígia ou marés de água viva.

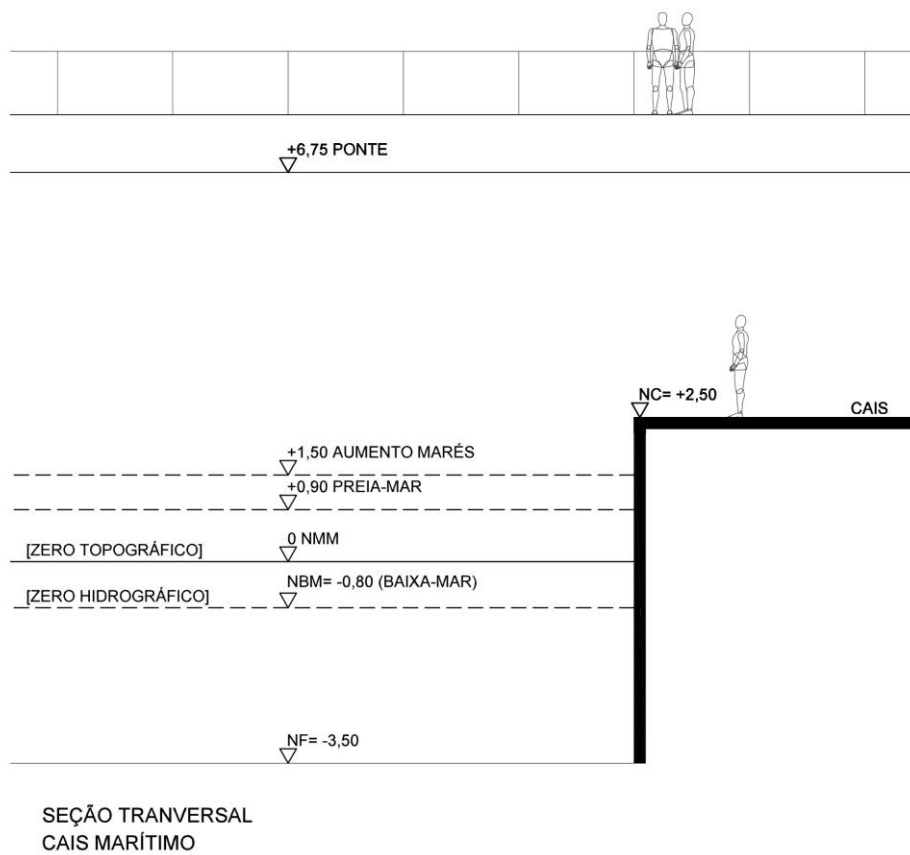


Figura 64: Seção transversal proposta para o cais marítimo. Considerando a amplitude das marés e sua relação com o nível do cais e os vãos livres verticais sob as pontes. Fonte: Desenho do autor.

### 3.3.2. Rede de portos

Os portos fluviomarítimos para a circunavegação da Ilha de Vitória e os portos para as travessias da Baía de Vitória estariam modulados, de modo equivalente, a cada 1.000 m.

São 25 as travessias planejadas pela baía e 50 são os portos previstos nas orlas fluviomarítimas. Os portos fluviomarítimos da porção continental estariam nas cidades de Vila Velha, Cariacica, Serra e Vitória, sendo que seriam ao todo 25 atracadouros implantados pela margem continental da Baía de Vitória. Os portos fluviomarítimos da Ilha de Vitória também totalizariam 25 atracadouros. As travessias nas 3 orlas da Baía de Vitória ficariam subdivididas em: 08 na Orla-Porto, 11 na Orla-Mangue e 06 na Orla-Praia. Sendo 16 portos na Orla-Porto, 22 portos na Orla-Mangue e 12 portos na Orla-Praia.

As pontes articuladas das plataformas flutuantes têm, no projeto, uma rampa com inclinação máxima de 8% (para atender às normas de acessibilidade), com um vão entre o cais fixo e a plataforma flutuante de 35 m. Esse valor é adotado para a condição mais restritiva à locomoção, pela ponte articulada, na maré baixa, em que a cota superior da plataforma flutuante estaria a -0,30 m s.n.m.

As praças do cais do porto podem ser os polos estruturadores das cidades voltadas para a Baía de Vitória, que conjugam o porto e a estação em praças de equipamentos sociais (educacionais, culturais, esportivos, de lazer e de saúde) (DELIJAICOV, 2005, p. 270).

A praça do cais do porto é o espaço livre público projetado dentro do tecido urbano existente, que unifica os fluxos de água e de terra, de passageiros e de mercadorias a serem transportados pelas embarcações. As praças são os espaços públicos que amparam o movimento, a troca, o lazer e a permanência das pessoas – na proposta estão moduladas a cada 1.000m na orla fluviomarítima.

15 minutos é o tempo planejado a pé entre as estações e 7,5 minutos é o tempo que se leva entre os portos fluviomarítimos nos deslocamentos feitos por bicicleta. Os atracadouros públicos podem estar na fração da distância entre os portos principais – entre as travessias fluviomarítimas – em distâncias a cada 5 ou 10 minutos a pé das estações hidroviárias e metroviárias.

Integrando as praças pela borda do canal navegável, os parques fluviomarítimos são a continuidade longitudinal das margens da Baía de Vitória, com uma espessura ambiental de recomposição da vegetação nativa. Os bulevares



fluviomarítimos são as amplas avenidas e ruas densamente arborizadas que acompanham os parques e capilarizam o tecido urbano existente e projetado. São avenidas à beira-canal que amparam os passeios públicos, as ciclovias, as linhas férreas e os demais eixos que compõem o feixe de infraestruturas urbanas das cidades.

No interior da praça do cais do porto se organizam as atividades de comércio ambulante - as feiras locais e itinerantes. No entorno da praça é projetado um conjunto arquitetônico no qual são implantados os edifícios públicos de educação, cultura, esportes e lazer.

Para exemplificar a proposta de reconstrução das margens marítimas foi feito um estudo de projeto para a Prainha de Vila Velha, primeiro endereço fundado pelas águas da Baía de Vitória, em 1535. Nesse local ao longo de sua história foram empreendidos aterros para conquistar terrenos sobre o mar, a enseada profunda foi sendo encurtada e os espaços em terra ampliados. A presente proposta busca intervir nessa condição do lugar, a memória da linha d'água primitiva e os terrenos construídos pela técnica. As iniciativas de projeto se baseiam em traços de água, o que é desenhado recompõe os espaços aquáticos soterrados, uma linha de cais define os contornos do cais para os pescadores do local e permitem a entrada de embarcações até o eixo da praça que se estende até a Igreja do Rosário. A borda do cais define pelo interior do continente o porto e no seu interior uma ilha artificial a ser transformada em praça e em bosque. A praça do cais do porto é o conjunto edificado pelos arrimos do cais inundados pela penetração dos canais que definem o atracadouro dos pescadores. Acompanhando o cais, um bulevar marítimo sombreado que ampara as atividades do porto e permitem o passeio abrigado pelas árvores à beira-mar. Para acessar a ilha são posicionadas pontes móveis que permitem a passagem das embarcações e o acesso dos pedestres na continuidade do passeio público. O píer dos pescadores se estende ao norte e permite a ancoragem de embarcações de maior calado nessa enseada. No entorno da praça é implantado um edifício linear que acompanha o cais e abriga o programa do mercado de pescados. No entorno, os espaços existentes da escola de aprendizes de marinheiros e a sede da colônia de pescadores perpetuam os aprendizados sobre a navegação e sobre os trabalhos do mar.

**BAÍA DE VITÓRIA - HIDROVIA**  
ORLA PORTO

LEGENDA:

--- LINHAS DE NAVEGAÇÃO

PORTOS URBANOS PROPOSTOS

PORTO-ILHA

- P1 CAIS DAS ARTES
- P2 JESUS DE NA. ARETH
- P3 ILHA DA FUMAÇA
- P4 ILHA DE SANTA MARIA
- P5 SALDANHA DA GAMA
- P6 PRAÇA VARGAS
- P7 PAR. UE MOSCOSO
- P8 ILHA DO PRINCIPE
- P9 VILA RUBEM
- P25 ENSEADA DO SUA

PORTOS REGIONAIS EXISTENTES

- 1 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VITÓRIA
- 2 COMPLEXO PORTUÁRIO DE VILA VELHA

RIOS

- 3 ITANGUÁ
- 4 ARIBIRI

CANAIS EXISTENTES

- 5 CANAL COSTA
- 6 CANAL MARINHO

CANAIS NAVEGÁVEIS PROPOSTOS

- 7 CANAL NORTE-SUL
- 8 CANAL MERCADO

CANAIS DE DRENAGEM PROPOSTOS

- 9 CANAL JUCUTU - UARA
- 10 CANAL DOM BOSCO

DÁRSENAS

- 11 CANAL NORTE-SUL DOCA SUL

ILHAS

- 12 ILHA DO PAPAIAO
- 13 ILHA DAS COBRAS
- 14 ILHA DA FUMAÇA

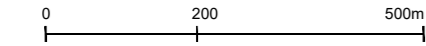
TÔNEIS-CANAIS

- T2 ILHA DO BOI
- T3 JESUS DE NA. ARETH

PORTO-CONTINENTE

- P1a PRAIA DE VILA VELHA
- P2a MORRO DO JABURUNA
- P3a PRAIA DA GLÓRIA
- P4a FO. DO RIO ARIBIRI
- P5a PENEDO
- P6a PORTO DE VILA VELHA
- P7a ARGOLAS - PAUL
- P8a SÃO TORQUATO
- P9a PORTO VELHO
- P25a PRAIA DO RIBEIRO

N



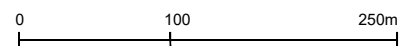
Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.  
Dados: Base cartográfica 2007 Planta Geral (SIRGAS2000) - GEOWEB Vitória.



# PRAÇA DO CAIS DO PORTO PRAINHA - VILA VELHA

## LEGENDA:

- 1 PORTO DA PRAINHA
- 2 PÍER DOS PESCADORES
- 3 PRAÇA DE EVENTOS
- 4 BOSQUE
- 5 BULEVAR MARÍTIMO
- 6 PRAIA DE PIRATININGA
- 7 MERCADO DE PESCADOS
- 8 ESCOLA DE APRENDIZES DE MARINHEIRO
- 9 CASA DA MEMÓRIA
- 10 38º BATALHÃO DE INFANTARIA DO ESPÍRITO SANTO
- 11 IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO
- 12 CÂMARA DE VEREADORES
- 13 OUTEIRO E CONVENTO NOSSA SENHORA DA PENHA 28
- 14 FORTE SÃO FRANCISCO XAVIER DA BARRA
- 15 MORRO UCHUARIA
- 16 MORRO DO CRUZEIRO



### 3.3.3. Rede de cidades

A rede de cidades é definida pelo conjunto de cidades-porto fluviais e marítimas que possuem relação com as águas da Baía de Vitória. Cada cidade possuirá ao menos um porto municipal para atender as demandas de movimentação diária das cargas de responsabilidade pública. Cada porto define em sua área em terra (retroárea) uma praça do cais do porto. Na Baía de Vitória, 4 cidades estão diretamente relacionadas com o canal fluviomarítimo do Anel Hidroviário de Vitória: Vitória, Vila Velha, Cariacica e Serra.

Nas interligações fluviomarítimas da Hidrovia Intracostal do Espírito Santo. Ao norte, o canal de transposição da Baía de Vitória com a bacia do Rio Reis Magos faz a interligação das vias navegáveis com o município de Fundão. Ao sul, os canais da Costa e do Marinho fazem a transposição da Baía de Vitória com a bacia do Rio Jucu – permitindo a extensão do sistema hidroviário intracostal até o município de Viana.

Das 4 cidades existentes voltadas para a Baía de Vitória (Vitória, Vila Velha, Cariacica e Serra), a rede de cidades se amplia com a hidrovia intracostal metropolitana para 6 cidades existentes (adicionando Viana e Guarapari) estruturadas com os portos municipais e integradas na rede de cidades. Para o interior da Bacia do Rio Santa Maria da Vitória, a cidade de Santa Leopoldina se integra ao sistema hidroviário pela Hidrovia do Baixo Rio Santa Maria da Vitória. São 7 cidades existentes integradas à rede de cidades-porto fluviais e marítimas relacionadas com a bacia hidrográfica e com a Baía de Vitória.

As novas cidades-porto fluviais e marítimas, estruturadas na proposta a cada 5 Km, multiplicam os endereços acessados pela navegação. Essa visão sistêmica de expandir a rede de hidrovias, portos e cidades fluviais e marítimas é a que ampara a estratégia dos estudos para a estruturação da rede de cidades.

### 3.4. ORLAS FLUVIOMARÍTIMAS

No projeto da cidade-canal Billings-Taiacupeba, Delijaicov (2005) define que os elementos que constituem as Orlas Fluviais são o Parque Fluvial e o Bulevar Fluvial. Para o Anel Hidroviário da Baía de Vitória, parte-se dos mesmos elementos a fim de realizar estudos de projeto da Orla Fluviomarítima Urbana da Baía de Vitória.

Os Parques Fluviomarítimos seriam as faixas de proteção ambiental nas margens da baía – desde a borda do canal navegável até os passeios públicos arborizados dos Bulevares Fluviomarítimos. Na Baía de Vitória, para os estudos de projeto, a largura mínima do Parque Fluviomarítimo Urbano deve seguir uma faixa mínima de 50 m, conforme também preconiza a legislação ambiental, que define: em áreas urbanas, devem ser mantidas faixas de 50 m de área de preservação, a partir das margens dos corpos hídricos para os sistemas fluviais<sup>113</sup>.

Nos sistemas estuarinos<sup>114</sup>, numa condição fluviomarítima, a faixa deve se iniciar a partir da linha de preamar (maré-alta) ou do limite final de ecossistemas. A linha de preamar (maré-alta) é, portanto, a referência natural a ser considerada no canal fluviomarítimo da Baía de Vitória, linha de referência natural do canal. A linha de preamar (maré-alta) máxima registrada na Baía de Vitória é de 1,70 m s.n.m. – amplitude relativa às marés de sizígia. A linha de preamar média na Baía de Vitória é de 1,50 m s.n.m. Contudo, para os estudos de projeto será considerada a linha de preamar máxima, de 1,70 m s.n.m.

A linha do cais é a referência construída a ser considerada na borda do canal fluviomarítimo da Baía de Vitória, linha de referência pioneira para a construção do canal. Na linha do cais, a cota de projeto adotada na crista dos muros de proteção nas bordas dos portos é de 2,50 m s.n.m.

---

<sup>113</sup> Código Florestal, (Lei 12.651/2012); Política Nacional de Recursos Hídricos, (Lei 9.433/1997).

<sup>114</sup> Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, (Lei 7.661/1988).

### 3.4.1. Parques fluviomarítimos

Os parques fluviomarítimos urbanos fazem parte de um sistema de espaços livres públicos que acompanham as linhas de navegação nas margens aquáticas das hidrovias, na orla fluviomarítima da Ilha de Vitória e na orla fluviomarítima continental voltada para a baía.

O eixo principal de navegação pelo canal da Baía de Vitória – anel hidroviário – possui 24.600 m. Sem considerar as reentrâncias das enseadas e a sinuosidade dos maciços rochosos que avançam sobre as águas da baía – seguindo pela extensão da linha de navegação – seriam cerca de 25.000 m de Parques Fluviomarítimos Urbanos em cada margem do canal navegável. A soma das margens perfaz a extensão de 50.000 m de parques lineares à beira-canal da Baía de Vitória.

Esses corredores verdes dos parques voltados para os canais navegáveis reconfigurariam a relação das cidades com as águas, com o redesenho das orlas existentes e o planejamento de novos espaços de lazer, esporte, turismo e preservação ambiental nas frentes aquáticas das cidades, conectando, inclusive, os mosaicos das áreas de preservação ambiental.

A extensão de 50.000 m de parques lineares na Baía de Vitória, com uma faixa mínima de 50 m a ser considerada nos estudos de projeto, representa 2,5 Km<sup>2</sup> (250 hectares) de áreas de proteção ambiental nas margens da baía de Vitória.

Os valores apresentados são as estimativas de áreas para os Parques Fluviomarítimos que podem ser consideradas nos estudos de projeto para o Anel Hidroviário de Vitória<sup>115</sup> que, por sua vez, serão desenvolvidos de acordo com a as especificidades de cada Orla.

---

<sup>115</sup> Hidroanel Metropolitano de Vitória.

### 3.4.2. Bulevar fluviomarítimo

O bulevar fluvial, localizado na orla do parque fluvial, possui, como principal característica, seus largos passeios públicos densamente arborizados (DELIJAICOV, 2005, p. 271). No projeto do Anel Hidroviário da Baía de Vitória, o bulevar fluviomarítimo acompanha a orla do parque fluviomarítimo urbano que, por sua vez, segue longitudinalmente a borda do canal navegável.

O bulevar fluviomarítimo está implantado sobre as primeiras avenidas longitudinais que seguem em paralelo às margens da Baía de Vitória – respeitando a faixa mínima de 50 m das áreas de preservação ambiental nos parques fluviomarítimos, que estão sempre referenciadas no eixo do canal.

Sobre as avenidas de fluxo rápido de veículos seria implantado o bulevar fluviomarítimo – com a incorporação de novos modais de transportes urbanos sobre o sistema viário existente. No lugar das pistas de veículos – com velocidade de 60 Km/h nas vias arteriais das cidades – um conjunto de eixos de deslocamentos seria implantado: passeios públicos densamente arborizados junto aos parques fluviomarítimos, ciclovias ao longo do passeio público, uma faixa com linhas de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) e as faixas de fluxo lento para veículos leves automotores.

No bulevar fluviomarítimo – que acompanha o parque – seriam implantadas amplas calçadas, com galerias longitudinais de árvores, que fariam o teto verde que sombreia o passeio público. Acompanhando o eixo de arborização, as ciclovias seguiriam os espaços densamente sombreados com vistas para o parque e o canal navegável. Eixos de transporte sobre trilhos seriam implantados, em substituição a algumas pistas de veículos – no nível do bulevar seriam implantadas as linhas de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e, no subsolo do bulevar, em túneis de múltiplas finalidades, as linhas do metrô.

Nos estudos para a Ilha de Vitória foram definidas as avenidas mais próximas da Baía de Vitória, de modo a se ter uma continuidade do sistema viário à beira-canal. Esse conjunto de avenidas seria o possível anel rodoviário que comportaria o bulevar fluviomarítimo na Ilha de Vitória, com uma extensão total de aproximadamente 23.000 m:

- Na Orla-Porto – no trecho entre a Terceira Ponte e a Segunda Ponte, com 6.710 m de extensão: Avenidas Nossa Senhora dos Navegantes, Marechal Mascarenhas de Moraes, Getúlio Vargas, Elias Miguel e Alexandre Buaiz.

- Na Orla-Mangue – no trecho entre a Segunda Ponte e a Ponte da Passagem, com 12.745 m de extensão: Avenida Dário Lourenço de Souza, Avenida Santo Antônio, Rodovia Serafim Derenzi e Avenida Maruípe.

- Na Orla-Praia – no trecho entre a Ponte da Passagem e a Terceira Ponte, com 3.545 m de extensão: Rua Vitalino dos Santos Valadares, Rua da Grécia, Rua João da Cruz, Avenida Saturnino de Brito e Avenida Américo Buaziz.

Na parte continental de Vitória, as principais vias seriam: a Avenida Dante Michelini – na Orla da Praia de Camburi – e a Avenida Fernando Ferrari – nas proximidades da Orla do Mangue.

As principais velocidades a serem consideradas no bulevar são: 4 Km/h é a velocidade dos pedestres caminhando nos passeios do bulevar beira-canal; 8 Km/h é a velocidade das bicicletas nas ciclovias do bulevar; 10 Km/h é a velocidade das embarcações, no canal de navegação no anel hidroviário e nas travessias; 20 Km/h é a velocidade dos veículos leves sobre trilhos (VLT) no transporte de passageiros; e 30 Km/h é a velocidade máxima permitida para os veículos particulares automotores e veículos de entrega, nas avenidas de baixa velocidade permitida, no interior do bulevar.



### 3.4.3. Feixe de infraestruturas

O bulevar fluvial comporta os eixos de diversos modos de transporte, além de ser o local de implantação de uma rede de infraestruturas urbanas (DELIJAICOV, 2011, p. 74).

Na proposta para as margens do canal navegável da Baía de Vitória, é planejado um túnel de infraestruturas, localizado sob o bulevar fluviomarítimo proposto – no subsolo estaria organizado um feixe de infraestruturas de saneamento ambiental, transportes e energia, assim como os cabos de transmissão de dados e comunicação.

“O dique-túnel está sob o bulevar fluvial e é um túnel que reúne as galerias, tubulações e cabos de infraestruturas de saneamento ambiental, energia e telefonia” (DELIJAICOV, 2005, p. 276). O bulevar fluviomarítimo na proposta está no nível 2,50 m s.n.m., o mesmo nível da cota do topo do muro do cais. O túnel de infraestruturas está projetado no nível inferior do bulevar e possui uma altura prevista de 5,00m, portanto o nível do piso do túnel é de -2,50 m s.n.m. O túnel de infraestruturas está construído no bulevar fluvial. O bulevar fluviomarítimo está projetado sobre as avenidas paralelas à borda da Baía de Vitória, dentro do sistema viário existente, reconfigurando as vias de fluxo rápido em vias de fluxo lento.

No bulevar, o teto do túnel é o pavimento para a implantação das linhas de transportes dos Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), sendo que as linhas férreas estão no nível do bulevar e do cais. Dentro do planejamento metropolitano, os túneis de infraestruturas podem comportar as futuras linhas metroviárias entre as cidades. Sendo assim, o sistema de alta capacidade de transporte de passageiros estaria sob o bulevar fluviomarítimo. No nível inferior (subsolo) do bulevar, estariam as galerias técnicas do feixe de infraestruturas: dutos de saneamento ambiental, cabos de transmissão de energia, cabos de telefonia e cabos de transmissão de dados.

Implantados sobre as avenidas de fluxo rápido de veículos existentes, os bulevares fluviomarítimos (bulevares beira-mar) conjugam diversos eixos de transporte e mobilidade urbana. Além das hidrovias – que possuem os parques fluviomarítimos acompanhando os canais navegáveis pelas margens – também são implantadas, no bulevar, linhas de transporte do modal ferroviário - Veículos Leves sobre Trilhos (no nível do bulevar) e Metrô (no subsolo do bulevar). Os eixos de mobilidade são complementados por ciclovias e passeios de pedestres. Nas galerias

técnicas do túnel de infraestruturas, é conjugado um feixe de infraestruturas sob o bulevar fluviomarítimo da Baía de Vitória.

Para o feixe de saneamento ambiental, planejam-se os dutos de abastecimento de água, tratamento de esgotos e drenagem urbana. Nas galerias técnicas dos túneis e infraestruturas, são conduzidas, longitudinalmente, as redes de abastecimento, tratamento e drenagem das águas urbanas. Os dutos de abastecimento de água seguem pelas galerias técnicas subterrâneas até as estações de tratamento de água (ETA). Os dutos de esgotamento sanitário recebem as contribuições dos esgotos e conduzem os efluentes até as estações de tratamento de esgotos (ETE). As redes de drenagem das águas pluviais seguem, nas galerias de drenagem urbana, até as micro estações de tratamento de águas das chuvas, evitando lançar as águas pluviais diretamente na Baía de Vitória. Esses eixos de infraestruturas relacionadas ao saneamento ambiental formam um feixe de infraestruturas localizadas sob os bulevares que acompanham, ao longo dos parques, a orla fluviomarítima da Baía de Vitória.

Os eixos dos cabos das linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica seguem, nos túneis de infraestruturas, até as subestações de energia e, delas, partem, em linhas de baixa e média tensão, até os endereços dos usuários do serviço. Os eixos das linhas de energia para a iluminação pública seguem no subsolo e alimentam os postes de iluminação pública do bulevar fluviomarítimo. Todas as redes aéreas de cabos suspensos nos postes seriam reinstaladas, do subsolo, nas galerias técnicas dos túneis de infraestruturas do bulevar fluviomarítimo. Essa reconfiguração das infraestruturas urbanas diminuiria a poluição visual dos fios suspensos sobre as vias e passeios públicos e evitaria as interferências dos cabos suspensos na arborização urbana das cidades.

O conjunto da Orla Fluviomarítima pode ser entendido como um feixe de infraestruturas ambientais que conjuga a faixa de preservação ambiental do Parque Fluviomarítimo Urbano, acompanhando o canal navegável e o Bulevar Fluviomarítimo, que segue, longitudinalmente, os parques à beira-canal.



## **CAPÍTULO**

### **4. HIDROVIA DO RIO DOCE**

O Rio Doce é uma importante bacia da Região Hidrográfica do Sudeste que abrange dois estados, Minas Gerais e Espírito Santo. Historicamente o Rio Doce sempre foi um eixo de penetração para o continente. Como via natural sua navegação era desempenhada em trechos que eram complementados por caminhos terrestres nas margens, de modo a contornar os bancos de areia ou transpor corredeiras que se apresentam no leito natural do rio. No Baixo Rio Doce, a navegação era praticada entre as cidades de Colatina (ES) e Linhares (ES) por vapores, navegação extinta, dentre outros fatores pelo assoreamento do rio e pela construção de estradas marginais.

A proposta para a hidrovia do Rio Doce abrange os trechos do médio e baixo curso do rio – entre Ipatinga (MG) e o distrito de Regência (ES) na foz marítima do rio. A Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce interligaria a Metrópole do Vale do Aço, em Minas Gerais, aos portos oceânicos implantados na costa do Espírito Santo – a hidrovia seria o terceiro eixo de transportes que comporia um feixe de infraestruturas existentes: a Estrada de Ferro Vitória a Minas e as rodovias que acompanham longitudinalmente as margens do rio.

A hidrovia projetada teria uma extensão de 444 Km e 35 barragens de aproveitamentos múltiplos – sendo 32 novas barragens de baixa queda hídrica e 03 barragens existentes a serem transpostas por eclusas. As novas barragens de aproveitamentos múltiplos foram definidas como de baixa altura dos barramentos, planejados para eclusas com desníveis hídricos máximos entre os represamentos de 5 m. Essa premissa condiciona menos áreas de inundação dos terrenos das margens e das infraestruturas adjacentes e determinam menores riscos quanto à classificação de segurança das barragens. Além do uso para a navegação, as barragens definem em seu arranjo estruturas para a produção de energia, saneamento ambiental, defesa contra inundações e combate às secas.

A produção de energia seria multiplicada pela construção das barragens, o que aumentaria a oferta para as cidades e as indústrias da região. Uma possível mudança da matriz energética das infraestruturas de transporte seria possível – a exemplo da ideia de eletrificação da Estrada de Ferro Vitória-Minas. Os 35 lagos-canais de navegação seriam um importante ganho para o lazer e turismo fluvial, assim como, a estruturação das cidades existentes e a fundação de novas cidades ao longo da hidrovia que constituiriam uma rede de cidades-porto no Vale do Rio Doce.

#### 4.1. BACIA DO RIO DO RIO DOCE <sup>116</sup>

A Navegação Fluvial é o principal programa proposto para compor a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do Rio Doce. A proposta para o Sistema de Navegação do Rio Doce é um importante aditivo para o Sistema de Hidrovias Interiores, articulado com as vias navegáveis intracostais, costeiras e oceânicas.

O Sistema de Navegação do Rio Doce interligaria em rede os portos fluviais projetados para a hidrovia, que abrangeria diretamente os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A Hidrovia do Rio Doce promoveria a saída ao mar, por vias navegáveis, para o Estado de Minas Gerais, interligando a Região Metropolitana do Vale do Aço (MG) ao Oceano Atlântico.

A constituição de um Sistema de Hidrovias Interiores do Brasil pode promover a navegação fluvial em distintas bacias hidrográficas, com a possibilidade de interligação entre as bacias hidrográficas, tanto pelas cabeceiras – interligação fluvial do Rio Paraíba do Sul e do Rio Tietê –, quanto pela planície costeira – interligação Intracostal do Espírito Santo.

A proposta de navegação fluvial nas bacias hidrográficas – com abrangência nacional, regional e urbana – pode constituir uma rede de cidades e localidades articuladas pelas águas fluviais e marítimas. De fato, trata-se de um projeto essencial de integração nacional. A Hidrovia do Rio Doce faz a interligação fluviomarítima com a Hidrovia Intracostal do Espírito Santo e a Navegação de Cabotagem pela Costa Brasileira.

A proposta da Hidrovia do Rio Doce visa contribuir através de estudos de projeto de arquitetura no planejamento e gestão dos recursos hídricos para a bacia hidrográfica do Rio Doce, de modo a promover o desenvolvimento ambiental, social e econômico nas escalas regional e urbana. O estudo de projeto busca estruturar, através da hidrovia, o desenvolvimento integrado da região e das cidades existentes, tendo como base a bacia hidrográfica do Rio Doce, como unidade territorial de planejamento, gestão e projeto.

---

<sup>116</sup> A bacia do Rio Doce é um ambiente pós-desastre ambiental com o território fortemente impactado pelo rompimento da barragem de rejeitos de mineração em Mariana e Ouro Preto, em Minas Gerais. O rompimento da barragem de Fundão comprometeu grande parte da extensão do Rio Doce, com impactos ambientais, sociais e econômicos até a foz do rio no oceano. Entende-se que um problema dessa complexidade precisa ser mitigado por diversos campos do conhecimento e o presente estudo visa levantar questões e possibilidades para a reestruturação local.

Os principais programas abordados para a bacia são:

- 1) Navegação: desenvolvimento da navegação, no Rio Doce, interligando, por vias navegáveis, a região interior do Brasil aos sistemas de navegação intracostal ou fluviomarítimo (Intracostal do Espírito Santo), costeiro ou marítimo (Cabotagem Nacional) e oceânico (navegação de longo curso em rotas internacionais).
- 2) Saneamento ambiental: melhora no abastecimento de água, em quantidade e qualidade, macrodrenagem e drenagem urbana, tratamento dos esgotos de diversas fontes emissoras e manejo dos resíduos sólidos.
- 3) Energia: produção de energia elétrica, através de fontes limpas e renováveis, principalmente as de matrizes hidrelétricas, eólicas, solares e das marés.
- 4) Controle das enchentes: controle das águas, de modo eficaz, no Rio Doce, e assistência substancial para o controle de inundações com impactos no rio principal e afluentes.
- 5) Combate às secas: manejo das águas da bacia, visando a promover a segurança hídrica, dentro da bacia hidrográfica, de modo a não faltar, nos períodos de estiagem, o abastecimento de água, em quantidade suficiente para a dessedentação humana e de animais, nas atividades pecuárias, assim como, a irrigação, nos períodos de estiagem, dos cultivos agrícolas – garantindo também a segurança alimentar e preços equilibrados e acessíveis à população ao longo de todo o ano.
- 6) Atividades produtivas e de geração de trabalho, emprego e renda: desenvolvimento de maiores oportunidades para a agricultura, aquicultura, indústria, comércio, silvicultura (extrativismo vegetal), mineração (extrativismo mineral), serviços, recreação e turismo no interior da bacia hidrográfica.
- 7) Uso e ocupação do solo: maior controle do parcelamento e uso do solo, promovendo as reestruturações necessárias na bacia: ambiental, agrária e urbana.
- 8) Turismo fluvial: desenvolvimento das atividades de lazer, esporte e turismo fluvial nos rios e afluentes da bacia.



Figura 65: Rio Doce – Vista a montante na nas proximidades de Itapina (ES). Foto do autor.



Figura 66: Rio Doce – Vista a jusante do rio nas proximidades de Itapina (ES). Foto do autor.



### TVA – Sistema de Navegação do Rio Tennessee

A proposta para o Sistema de Navegação do Rio Doce se baseia nos estudos de projeto do Sistema de Navegação do Rio Tennessee, desenvolvidos pela Autoridade do Vale do Tennessee (TVA)<sup>117</sup>. O projeto do Rio Tennessee propôs o aproveitamento múltiplo do sistema de navegação, integrado com outros usos, sendo ainda hoje uma referência de projeto a ser estudado (TVA, 1964).

A operação, integrada pelo TVA, das barragens e reservatórios, no sistema de múltiplos aproveitamentos, forneceu um canal de navegação que promoveu o desenvolvimento da navegação no Rio Tennessee, ligando a região a um sistema de 14.484,1 Km (9.000 milhas) de águas interiores, interconectadas por hidrovias interiores nos Estado Unidos (TVA, 1964).

O projeto integrado da hidrovia com outros usos promoveu a proteção substancial contra inundações, não apenas no Vale do Tennessee, mas também nas bacias dos rios Ohio e Mississippi inferiores, onde grandes quantidades de energia elétrica foram produzidas, a baixo custo, além de ter havido a promoção de um melhor sistema de abastecimento de água, para fins industriais e urbanos. Ademais, se proporcionou um habitat melhorado para a propagação de peixes e uma ampla condição para o desenvolvimento recreativo e do turismo fluvial (TVA, 1964).

---

<sup>117</sup> TVA foi criado pelo Ato do Congresso dos Estados Unidos, nº 18 de maio de 1933 (TVA, 1964).

### Sistema Hidroviário do Rio Doce

A proposta de projeto para o sistema hidroviário do Rio Doce pressupõe o aproveitamento integral da bacia hidrográfica do Rio Doce. A hidrovía fluvial busca desenvolver o projeto das barragens e reservatórios com aproveitamentos múltiplos.

O sistema hidroviário do Rio Doce possui, como eixo principal, uma hidrovía localizada no Vale do Rio Doce. O eixo hidroviário é projetado com uma sucessão de barragens de aproveitamentos múltiplos e lagos-canais de navegação implantados no leito principal do Rio Doce. O sistema de navegação se integra a outros sistemas fluviais, definindo múltiplos aproveitamentos na bacia, a exemplo dos sistemas de controle das inundações, combate às secas e produção de energia hidrelétrica e de saneamento ambiental.

A hidrovía projetada possui uma extensão de 444 Km – nos trechos do Médio e Baixo Rio Doce – entre a cidade de Ipatinga, na confluência do Rio Piracicaba com o Rio Doce, em Minas Gerais, e a foz marítima no distrito de Regência, no município de Linhares no Estado do Espírito Santo.

O conjunto de barragens de aproveitamento múltiplos proposto, além de viabilizar a navegação, visa a produzir energia elétrica a um baixo custo. Os reservatórios das barragens propostas no rio principal se somam aos lagos de alimentação, formados pelo represamento em barragens móveis auxiliares nos afluentes do Rio Doce. O sistema integrado de barragens de aproveitamentos múltiplos pode fornecer grandes volumes de reserva de água para o abastecimento das cidades e os demais usos previstos na bacia. Os lagos-canais navegáveis, formados pelos barramentos, visam também a estabilizar os fluxos das águas (vazões), nos períodos das grandes chuvas, evitando as inundações das margens, além de regularizar o fornecimento de água, nos períodos de estiagem, em defesa contra as secas. Os reservatórios formados podem possibilitar o desenvolvimento de programas públicos, junto às comunidades ribeirinhas, voltados para a aquicultura, e pesca. Em conjunto com as atividades citadas, surge, através da implantação da hidrovía – com a formação de lagos-canais navegáveis –, uma vasta oportunidade para o desenvolvimento de atividades recreativas, esportivas e de turismo fluvial na região.

#### 4.1.1. Caracterização da bacia

O Rio Doce está localizado<sup>118</sup> na Região Sudeste do Brasil, entre os paralelos (17°45' S / 21°15" S) e os meridianos (39°30' W/ 43°45' W). A bacia hidrográfica do Rio Doce integra a Região Hidrográfica do Atlântico-Sudeste (MMA, 2003).

A bacia se limita, ao norte, com a Bacia do Rio Jequitinhonha; a nordeste, com as Bacias do Rio Mucuri e do rio São Mateus; a sudeste, com as Bacias Litorâneas do Espírito Santo; ao sul, com a Bacia do Rio Paraíba do Sul; a sudoeste, com a Bacia do Rio Grande; a oeste, com a Bacia do Rio São Francisco, Alto São Francisco, até Três Marias, Rio das Velhas; a leste, com o Oceano Atlântico (MMA, 2003).

A bacia hidrográfica do Rio Doce possui uma área de drenagem total de cerca de 86.711 Km<sup>2</sup>, sendo 82% (71.103 Km<sup>2</sup>) da bacia situada em Minas Gerais e 18% (15.607 Km<sup>2</sup>) no Espírito Santo (PIRH-Rio Doce, 2010, p. 276). O perímetro da bacia hidrográfica é de 1.928 Km. O perímetro das bacias incrementais no delta do Rio Doce é de 383 Km, para o Rio Barra Seca, e de 189 Km para o Rio Riacho (ANA, 2021)<sup>119</sup>.

A altitude da nascente principal do Rio Doce é de 1.252 m s.n.m. O Rio Doce possui nascentes no Estado de Minas Gerais e a foz no Estado do Espírito Santo. As águas percorrem cerca de 857 Km entre a nascente principal – no Rio Piranga – e a foz, no Oceano Atlântico. A queda total do canal principal do Rio Doce é de 1.252 m, na sua extensão completa pelo eixo do rio, da nascente principal, no Rio Piranga, até a foz, no Oceano Atlântico. Dessa forma, a declividade total (gradiente) do rio principal é de 1,46 m/Km (PIRH-Rio Doce, 2010).

---

<sup>118</sup> (IBGE) Cartas: SE-24-NO; SE-24-SO. Escala 1/500.000.

<sup>119</sup> (ANA, 2021). Perímetro Elipsoidal (WGS84).

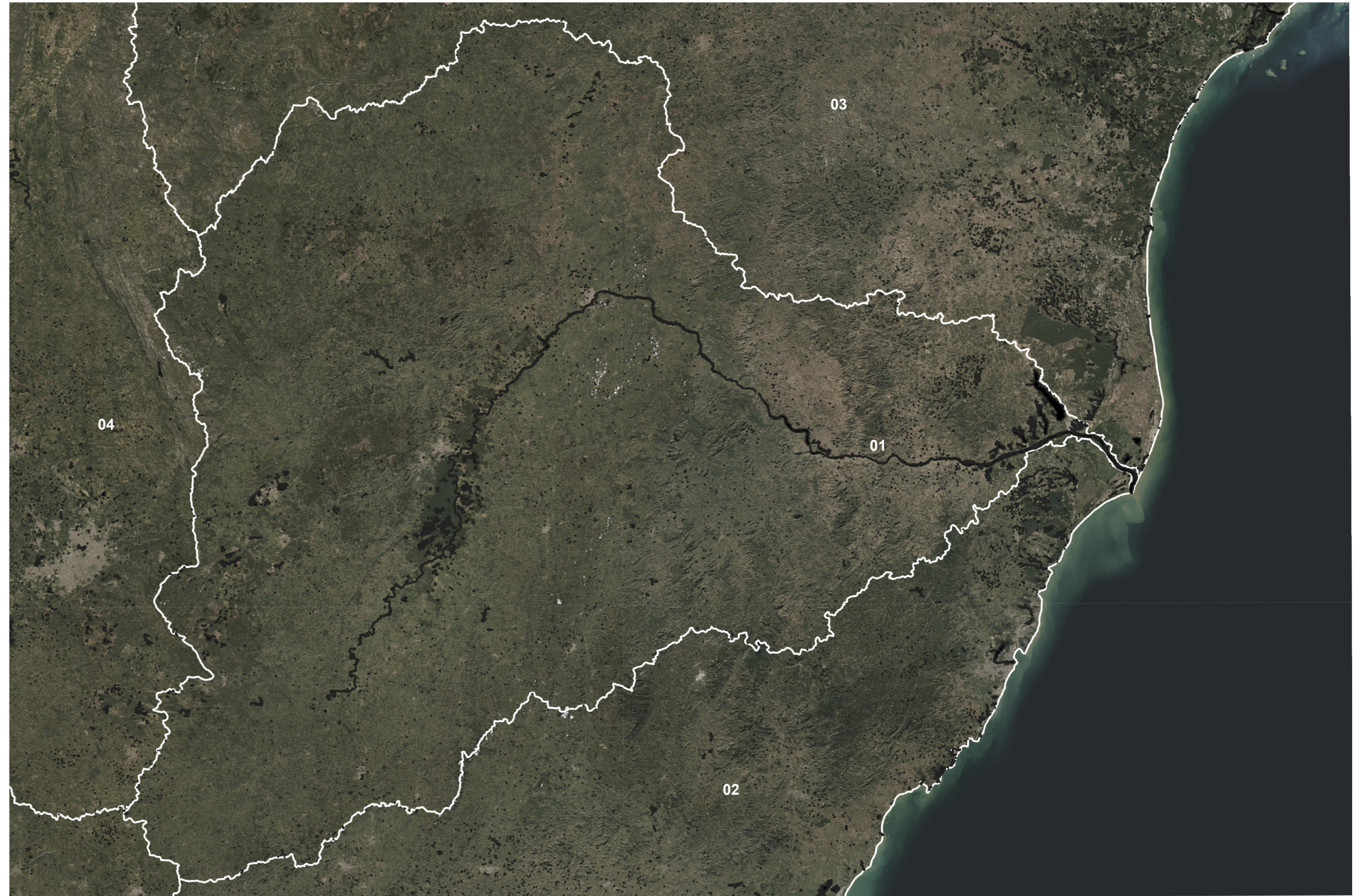
## BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

### LEGENDA:

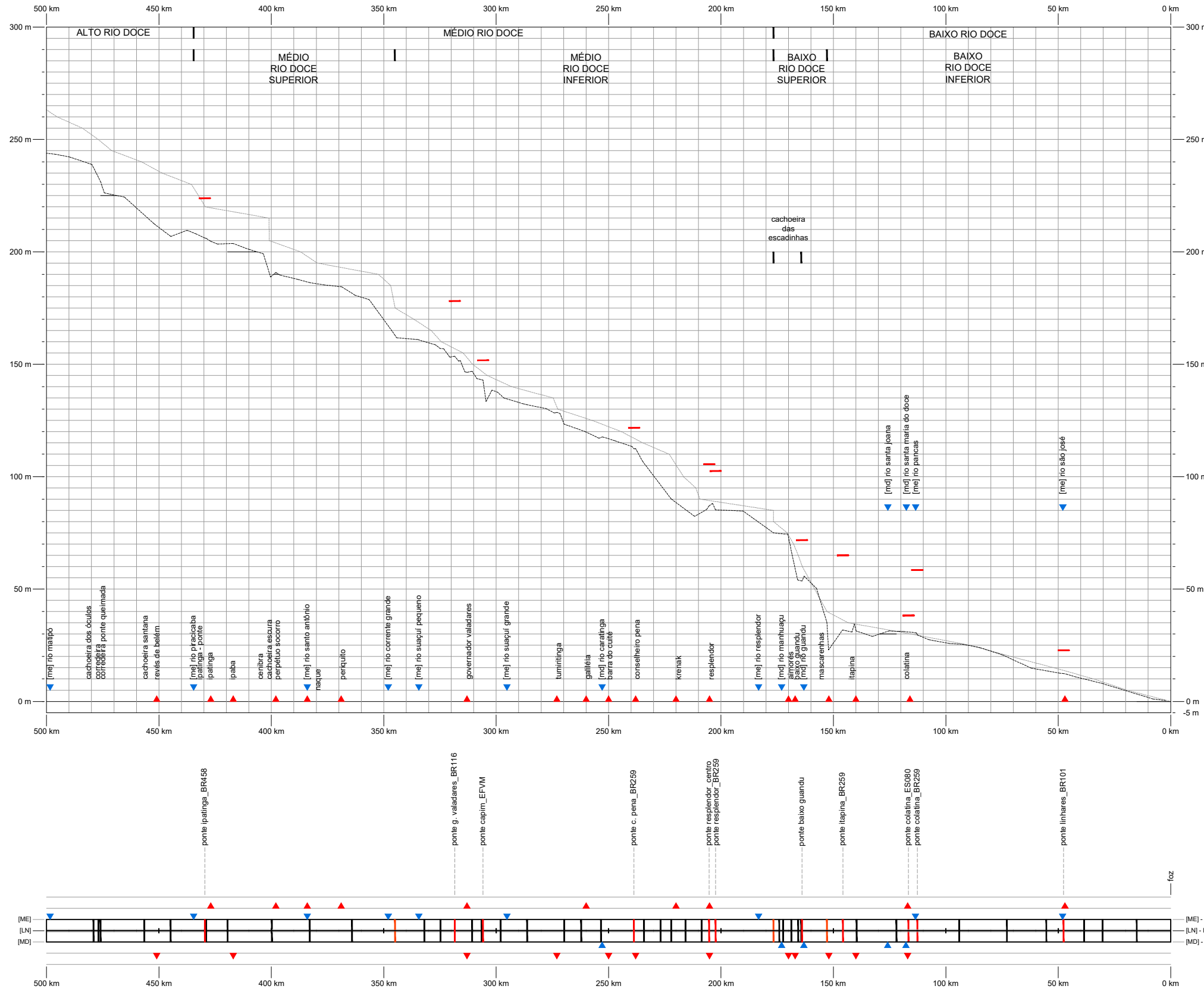
- 1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE
- 2 BACIA HIDROGRÁFICA RIO RIO RIACHO
- 3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MATEUS
- 4 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO



Fonte: Imagem de satélite ESRI Satellite.  
Dados: Arquivos digitais Agência Nacional de Águas



### MÉDIO E BAIXO RIO DOCE - PERFIL LONGITUDINAL



### MÉDIO E BAIXO RIO DOCE - DIAGRAMA UNIFILAR

### LEGENDA:

#### EXISTENTE

- TERRENO
- NÍVEL DO FUNDO (NF) - RIO
- ▬ BARRAGEM
- PONTE
- ▼ AFLUENTE
- ▲ CIDADE
- ◆ TRAVESSIA

#### PROPOSTAS:

- - - CANAL DRAGADO
- ▬ BARRAGEM - PROJETO
- ▬ ECLUSA - PROJETO
- ▬ PONTE - PROJETO
- ▲ CIDADE - PROJETO
- ◆ TRAVESSIA - PROJETO

### NOTAS:

1. As eclusas principais da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce possuem o Nível de Fundo (NF) com a profundidade mínima de 5,00.
  2. Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia.
  3. Altitudes em metros acima do nível médio do mar.
  4. Informações sobre marés:  
Regência - Terminal de Barra do Riacho (19°39' (39°50'). Maré-alta = 1,20m; Maré-baixa = 0,90m  
Regência - Terminal de Barra do Riacho (19°50' (40°03'). Maré-alta = 1,40m ; Maré-baixa = 1,00m
- FONTE:  
Marinha do Brasil. DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. Carta Náutica (1402): Do Pontal de regência à Ponta de Ubu.

### ESCALA:

HORIZONTAL 1:2.000.000 ; VERTICAL 1:2.000  
2. As eclusas principais da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce possuem o Nível de Fundo (NF) com a profundidade mínima de 5,00.

O Rio Doce possui 17 sub-bacias (principais) e 02 sub-bacias (incrementais).

Tabela 9: Rio Doce - Sub-bacias.

CÓDIGO	SUB-BACIAS	ÁREA DE DRENAGEM (Km <sup>2</sup> )
DO-01	Piranga (Leito Principal)	6.616,00
DO-02	Carmo	2.265,00
DO-03	Casca	2.511,00
DO-04	Matipó	2.581,00
DO-05	Piracicaba	5.444,00
DO-06	Santo Antônio	10.442,00
DO-07	Corrente Grande	2.480,00
DO-08	Suaçuí Pequeno	1.719,00
DO-09	Suaçuí Grande	12.432,00
DO-10	Caratinga	3.227,00
DO-11	Resplendor	-
DO-12	Manhuaçu	8.826,00
DO-13	Guandu	2.125,00
DO-14	Santa Joana	906,00
DO-15	Santa Maria do Doce	1.237,00
DO-16	Pancas	1.180,00
DO-17	São José	2.366,00
DO-18	Barra Seca - (Incremental – Delta Norte)	3.960,00
DO-19	Riacho - (Incremental – Delta Sul)	-

NOTA: Dados ANA, 2020

O leito natural do Rio Doce possui características distintas, dentro da bacia hidrográfica, através do curso principal do rio, que é dividido em três unidades regionais: Alto, Médio e Baixo Rio Doce (COELHO, 2007; PIRH-Rio Doce, 2010).

Para o presente estudo, foi considerada a classificação dada por COELHO, 2007 às Unidades Regionais Naturais do curso principal do Rio Doce, sendo ajustados posteriormente os trechos, de acordo com as barragens existentes:

- Alto Rio Doce: a montante da confluência do Rio Piracicaba (Ipatinga-MG) com o Rio Doce.
- Médio Rio Doce: a jusante da confluência do Rio Piracicaba com o Rio Doce, até a montante da Barragem de Aimorés (Vertedouro), nas proximidades da divisa dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.
- Baixo Rio Doce: a jusante da Barragem de Aimorés (Vertedouro), até a foz no Oceano Atlântico (corresponde à porção do Rio Doce no Espírito Santo).

No Alto Rio Doce, a nascente principal do Rio Doce se localiza no Rio Piranga, com uma altitude de 1.252 m s.n.m., na nascente, até a confluência com o Rio Piracicaba na altitude de 210 m s.n.m. A queda entre as altitudes do trecho é de 1.039 m para uma extensão de 423 Km. A declividade do Alto Rio Doce – relação da queda altimétrica com a extensão do trecho – é de 2,46 m/Km.

No Médio Rio Doce, entre a confluência do Rio Piracicaba, com altitude de 210m s.n.m., e a Barragem de Aimorés (Vertedouro), com altitude de 80m s.n.m., a queda entre as altitudes do trecho é de 130 m para uma extensão de 258 Km. A declividade do Médio Rio Doce – relação da queda altimétrica com a extensão do trecho – é de 0,50m/Km.

Para o Baixo Rio Doce, a jusante da Barragem de Aimorés (Vertedouro), com altitude de 80m s.n.m., até a foz do rio principal, no Oceano Atlântico, no nível médio do mar, a queda entre as altitudes do trecho é de 80 m para uma extensão do Baixo Rio Doce de 176 Km. A declividade do Baixo Rio Doce – relação da queda altimétrica com a extensão do trecho – é de 0,45 m/Km.

Para a avaliação do Rio Doce em toda a sua extensão, ele foi subdividido em trechos conforme as características da sua rede hidrográfica e a relação do rio principal com as suas margens:

- Trecho 1: O sistema do Rio Doce possui suas nascentes na Serra da Mantiqueira e na Serra do Espinhaço, localizadas no estado de Minas Gerais, na região Sudeste do Brasil. Na confluência do Rio Piranga e do Rio Carmo, é formado o Rio Doce, divisa entre os municípios de Ponte Nova (MG) e Rio Doce (MG).

- Trecho 2: A jusante da confluência dos rios Piranga e Carmo, o Rio Doce toma a direção nordeste, passando pelas florestas do Parque Estadual do Rio Doce, até o encontro com o seu afluente pela margem esquerda, o Rio Piracicaba, na divisa das cidades de Timóteo (MG) e Ipatinga (MG).

- Trecho 3: A jusante da foz do Rio Piracicaba, o Rio Doce continua a seguir a direção nordeste, entre as cidades de Ipatinga (MG) e Governador Valadares (MG), numa orientação semelhante à linha da costa marítima (Oceano Atlântico). Nesse trecho, os principais afluentes são os rios Santo Antônio, Suaçuí Pequeno e Suaçuí Grande, ambos pela margem esquerda do Rio Doce.

- Trecho 4: A jusante da foz do Rio Suaçuí Grande, entre as cidades de Governador Valadares (MG) e Aimorés (MG), o Rio Doce passa a seguir na direção sudeste. Nesse trecho, obtém as águas de afluentes principais, como o Rio Caratinga e o Rio Manhuaçu, ambos pela margem direita do rio principal.

- Trecho 5: A jusante da foz do Rio Manhuaçu, na cidade de Aimorés (MG), o Rio Doce segue predominantemente a direção leste, no trecho entre as cidades de Aimorés (MG) e Linhares (ES). As cidades de Aimorés (MG) e Baixo Guandu (ES) fazem a divisa terrestre dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, sendo que, pelo Rio Doce, parte da divisa entre os estados se faz por água – por aproximadamente 9 Km. No trecho entre Aimorés (MG) e Linhares (ES), os principais afluentes são os rios Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Doce, pela margem direita, e os rios Pancas e São José, pela margem esquerda.

- Trecho 6: A jusante da foz do Rio São José, na cidade de Linhares (ES), o Rio Doce começa a fluir na direção sudeste, no trecho entre a cidade de Linhares (ES) e o distrito de Regência, localidade que está na margem direita da foz oceânica principal do Rio Doce. No trecho da foz do Rio Doce, entre Linhares e Regência, um conjunto de canais artificiais existentes ramifica a desembocadura do rio principal até o oceano, configurando um delta artificial no Rio Doce.



No trecho de Delta Artificial do Rio Doce, a transposição de bacias na planície costeira definiu o Rio Barra Seca como afluente do Rio Doce, pela margem esquerda, e o Rio Comboios e o Rio Riacho pela margem direita. No Delta Artificial do Rio Doce, a interligação dos rios formou novas desembocaduras, além da principal: no rio principal, a foz oceânica é próxima ao distrito de Regência; na margem esquerda, a foz oceânica é em Barra Nova, na confluência do Rio Barra Seca com o Rio Ipiranga; na margem direita, a foz oceânica é em Barra do Riacho, na confluência do Rio Riacho com o Rio Comboios.

Quanto aos afluentes, o Rio Doce possui pela margem esquerda: os rios Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande, Suaçuí Pequeno, Suaçuí Grande, Resplendor – em Minas Gerais; e os rios Pancas e São José no Espírito Santo. No Delta Artificial, o rio Barra Seca é afluente incremental do Rio Doce (ao norte). E pela margem direita: os rios Casca, Matipó, Caratinga e Manhuaçu – em Minas Gerais; e também os rios Guandu, Santa Joana, Santa Maria do Doce. No Delta Artificial, os rios Comboios e Riacho são afluentes incrementais do Rio Doce (ao sul).

Tabela 10: Rio Doce – Afluentes

AFLUENTES	SUB-BACIA	MARGEM
1	Piranga	Rio principal
2	Carmo	ME
3	Casca	MD
4	Matipó	MD
5	Piracicaba	ME
6	Santo Antônio	ME
7	Corrente Grande	ME
8	Suaçuí Pequeno	ME
9	Suaçuí Grande	ME
10	Caratinga	MD
11	Resplendor	ME
12	Manhuaçu	MD
13	Guandu	MD
14	Santa Joana	MD
15	Santa Maria do Doce	MD
16	Pancas	ME
17	São José	ME
18	Barra Seca (incremental)	ME
19	Riacho (incremental)	MD

FONTE: (ANA, 2020).

A bacia hidrográfica do Rio Doce possui área de drenagem total de 82.755Km<sup>2</sup> - incluindo a bacia do Rio Barra Seca – bacia incremental da foz do Rio Doce. A partir do estudo das séries de vazões médias mensais<sup>120</sup> para o período homogêneo de (1972 - 2006), foi obtida a vazão média mensal de longo tempo<sup>121</sup> (Qmlt) de 950,4 m<sup>3</sup>/s na foz do Rio Doce (PIRH-Rio Doce, 2010).

No Alto Rio Doce, através das medições da Estação Fluviométrica (56425000) – Fazenda Cachoeira D'Antas, na série entre os anos de (1982-2019) –, a vazão máxima registrada foi de 2.236,466 m<sup>3</sup>/s em (01/1997) e a vazão mínima de 20,383 m<sup>3</sup>/s (10/2017).

No trecho Médio Superior do Rio Doce, as medições de referência foram obtidas da Estação Fluviométrica (56719998) – Belo Oriente/CENIBRA, na série entre os anos de 1986-2019. A vazão máxima registrada foi de 3.906,827m<sup>3</sup>/s em (01/1997) e a vazão mínima de 42,950 m<sup>3</sup>/s (10/2017).

No trecho Médio Inferior do Rio Doce, a Estação Fluviométrica de referência foi a (56850000) – Governador Valadares (Ponte BR-116), com uma série entre os anos de 1938-2019) A vazão máxima do período foi de 6.070,569 m<sup>3</sup>/s (01/1997) e a vazão mínima de 40,735 m<sup>3</sup>/s (10/2017).

No Baixo Rio Doce, as medições de referência foram feitas na Estação Fluviométrica (56994500) – Colatina (Ponte ES-080), com a série de medições entre os anos de 1938-2019. A vazão máxima registrada foi de 11.655,220 m<sup>3</sup>/s (12/2013) e a vazão mínima de 70,395 m<sup>3</sup>/s (10/2017).

No Baixo Rio Doce, no Trecho da Foz, as medições de referência foram obtidas da Estação Fluviométrica (56994700) – Barbados, com a série entre os anos de 1986-2019. A vazão máxima registrada foi de 8.690,263 m<sup>3</sup>/s (12/2013) e a vazão mínima de 338,411 m<sup>3</sup>/s (10/2014).

---

<sup>120</sup> Estudo de vazões características médias para a bacia hidrográfica do Rio Doce (PIRH-Rio Doce, 2010, p.280).

<sup>121</sup> Estudo das séries de vazão média mensal em período homogêneo (1972-2006). Anexo I.N, PIRH-Doce, Volume I-Anexos.

#### **4.1.2.Eixos estruturadores regionais**

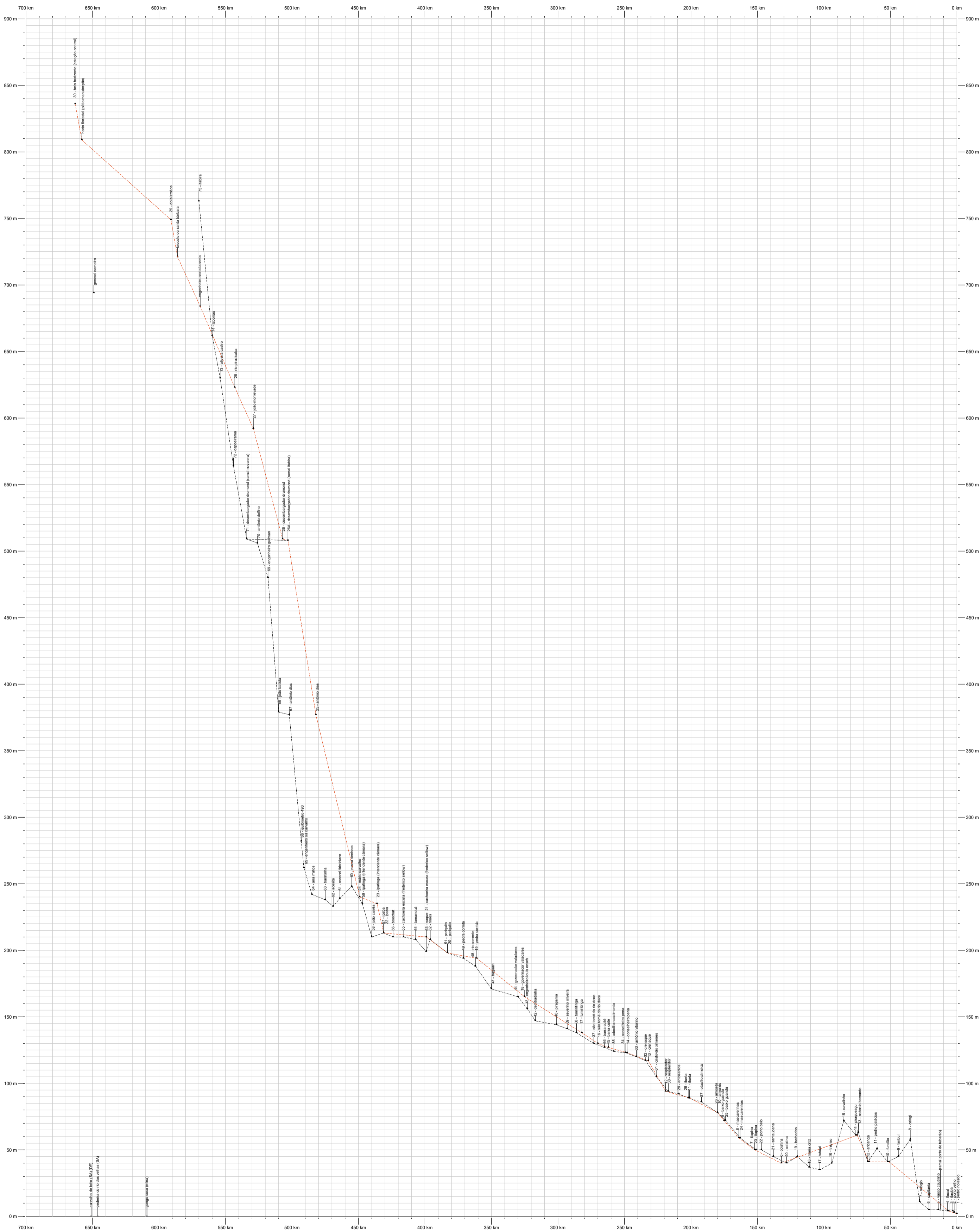
O leito do Rio Doce é o principal eixo estruturador do Rio Doce [1]. Os eixos da ferrovia e das rodovias seguem as margens fluviais, como importantes eixos estruturadores que acompanham o Rio Doce [2/3]. As linhas de transmissão de energia elétrica são os eixos que interligam a produção das usinas hidrelétricas existentes no Rio Doce e seus afluentes com as subestações que, por sua vez, distribuem a energia elétrica para os polos de consumo. As linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão seguem um traçado próximo ao leito principal do Rio Doce [4]. Os dutos de gás (Gasoduto Cacimbas-Vitória) da Unidade de Tratamento de Gás de Cacimbas (UTG-Cacimbas) atravessam o Rio Doce nas proximidades da foz marítima [5].

# ESTRADA DE FERRO VITÓRIA A MINAS

## PERFIL LONGITUDINAL DA LINHA

### Estações Ferroviárias

#### Trem de Passageiros



- EXISTENTE
- ferrovia - linha simples (1960)
  - ferrovia - linha dupla (1977)
  - ▲ estação ferroviária
  - △ ramal ferroviário

Os eixos da ferrovia e das rodovias acompanham o eixo longitudinal do Rio Doce. Os trechos do rio foram subdivididos – desde a foz marítima as extensões estão definidas de jusante para montante –, de modo a se ter uma equivalência entre os trechos definidos do projeto.

1) Eixo do Rio Doce: O eixo principal do Rio Doce foi dividido em 03 (três) trechos: [T3] Alto Rio Doce, [T2] Médio Rio Doce e [T1] Baixo Rio Doce. E subdividido em 06 (seis) subtrechos:

Tabela 11: Subtrechos do eixo principal do Rio Doce

T3B	Alto Rio Doce – Superior	[nascente principal até a barragem UHE de Candonga]
T3A	Alto Rio Doce – Inferior	[barragem UHE de Candonga até a foz do Rio Piracicaba]
T2B	Médio Rio Doce – Superior	[foz do Rio Piracicaba até a barragem UHE Baguari]
T2A	Médio Rio Doce – Inferior	[barragem UHE Baguari até a barragem UHE Aimorés]
T1B	Baixo Rio Doce – Superior	[barragem UHE Aimorés até a barragem UHE Mascarenhas]
T1A	Baixo Rio Doce – Inferior	[barragem UHE Mascarenhas até a foz principal marítima]

NOTA:

1. UHE – Usina Hidrelétrica

2) Eixo da Estrada de Ferro Vitória-Minas: O eixo principal ferrovia foi dividido em 03 (três) trechos: [T3] Belo Horizonte – Ipatinga; [T2] Ipatinga – Aimorés; e [T1] Aimorés – Vitória. E subdividido em 06 (seis) subtrechos:

Tabela 12: Subtrechos do eixo principal da Estrada de Ferro Vitória a Minas

T3B	Belo Horizonte – João Monlevade	ME	[Km 663 – Km 529]
T3A	João Monlevade – Ipatinga	ME	[Km 529 – Km 436]
T2B	Ipatinga – Governador Valadares	ME	[Km 436 – Km 325]
T2A	Governador Valadares – Aimorés	MD	[Km 325 – Km 180]
T1B	Aimorés – Colatina	MD	[Km 180 – Km 132]
T1A	Colatina – Vitória	MD	[Km 132 – Km 0]

NOTA:

1. ME – Margem Esquerda / MD – Margem Direita.

3) Eixos das Rodovias Marginais ao Rio Doce: Os eixos das Rodovias Marginais estão em trechos localizados nas 02 (duas) margens do Vale do Rio Doce: Margem Esquerda (ME) e Margem Direita (MD) do Rio Doce. E subdivididos em 08 (oito) subtrechos:

Tabela 13: Subtrechos dos eixos principais das rodovias marginais ao Rio Doce

T3B	BR-381 x BR-262	ME	[Belo Horizonte – João Monlevade]
T3A	BR-381 x BR-458	ME	[João Monlevade – Ipatinga]
T2B	BR-381 x BR-116	ME	[Ipatinga – Governador Valadares]
T2A	BR-381 x BR-259	ME	[Governador Valadares – Resplendor]
T1B	BR-259 x ES-248	MD	[Resplendor – Mascarenhas]
T1A	ES-248 x BR-101	ME	[Mascarenhas – Linhares]
T1A	ES-248 x ES-010	ME	[Linhares – Povoação]
T1A	ES-245 x ES-010	MD	[Linhares – Regência]

NOTA:

ME – Margem Esquerda / MD – Margem Direita.

#### 4.1.3. Polos estruturadores regionais

Os polos estruturadores regionais do Rio Doce são as confluências (foz) dos afluentes com o rio principal [1]; as barragens existentes (construídas) no leito principal do Rio Doce [2]; as pontes, cruzamentos e entroncamentos das vias terrestres (ferrovias e rodovias) com o rio principal [3]; os portos, atracadouros e travessias fluviais existentes [4]; as estações e terminais de transportes de cargas e passageiros [5]; os cruzamentos de adutoras e pontos de captação e deságue de dutos no rio principal [6]; os pontos de travessia das linhas de transmissão de energia e as subestações de energia elétrica [7]; os remansos nas enseadas dos rios, lagos e reservatórios [8]; a foz marítima do rio principal e os canais de derivação da foz do delta do Rio Doce [9]; as cidades à beira-rio no Vale do Rio Doce.

Na proposta da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, pelo eixo longitudinal do canal de navegação, foram identificadas 25 pontes: 03 desativadas; 17 pontes rodoviárias e 05 pontes ferroviárias.

Tabela 14: Hidrovia do Rio Doce – Pontes existentes no canal principal

Km	PONTE	TIPO DE PONTE	NA (m s.n.m.)	VÃO VERTICAL (m)
47,551	LINHARES (DESATIVADA)	-	-	-
47,613	LINHARES (BR101)	rodoviária	12,713	10,00
112,656	COLATINA (BR259)	rodoviária	29,674	28,80
116,601	COLATINA (ES080)	rodoviária	31,125	7,10
140,660	ITAPINA (DESATIVADA)	-	-	-
145,800	ITAPINA (PONTE NOVA)	rodoviária	36,897	28,10
152,874	BARRAGEM - MASCARENHAS	rodoviária	-	-
163,982	BAIXO GUANDU	rodoviária	61,527	10,25
173,388	MANHUAÇU (BR259)	rodoviária	-	-
173,388	MANHUAÇU (EFVM)	ferroviária	-	-
176,661	BARRAGEM - AIMORÉS	rodoviária	-	-
202,447	RESPLENDOR (BR259)	rodoviária	90,573	11,90
205,255	RESPLENDOR (CENTRO)	rodoviária	91,275	14,252
238,707	CONSELHEIRO PENA (BR259)	rodoviária	112,662	9,10
305,756	CAPIM (DESATIVADA)	-	-	-
305,849	CAPIM (EFVM)	ferroviária	143,744	8,00
305,875	CAPIM (EFVM)	ferroviária	143,744	8,65
315,934	GOVERNADOR VALADARES	rodoviária	153,557	-
318,442	GOVERNADOR VALADARES (BR116)	rodoviária	166,118	12,00
345,050	BARRAGEM – BAGUARI	rodoviária	-	-
348,000	RIO CORRENTE (BR381)	rodoviária	-	-
348,000	RIO CORRENTE (EFVM)	ferroviária	-	-
384,000	NAQUE (BR381)	rodoviária	187,539	6,90
384,000	NAQUE (EFVM)	ferroviária	-	-
429,576	IPATINGA (BR458)	rodoviária	207,074	16,75

NOTA:

1. As distâncias em quilômetro estão em relação à estaca inicial, que está na foz principal do Rio Doce – as distâncias são de jusante para montante.

FONTE: (ANA, 2019). Seções Transversais Topobatimétricas na Bacia do Rio Doce, 2019.

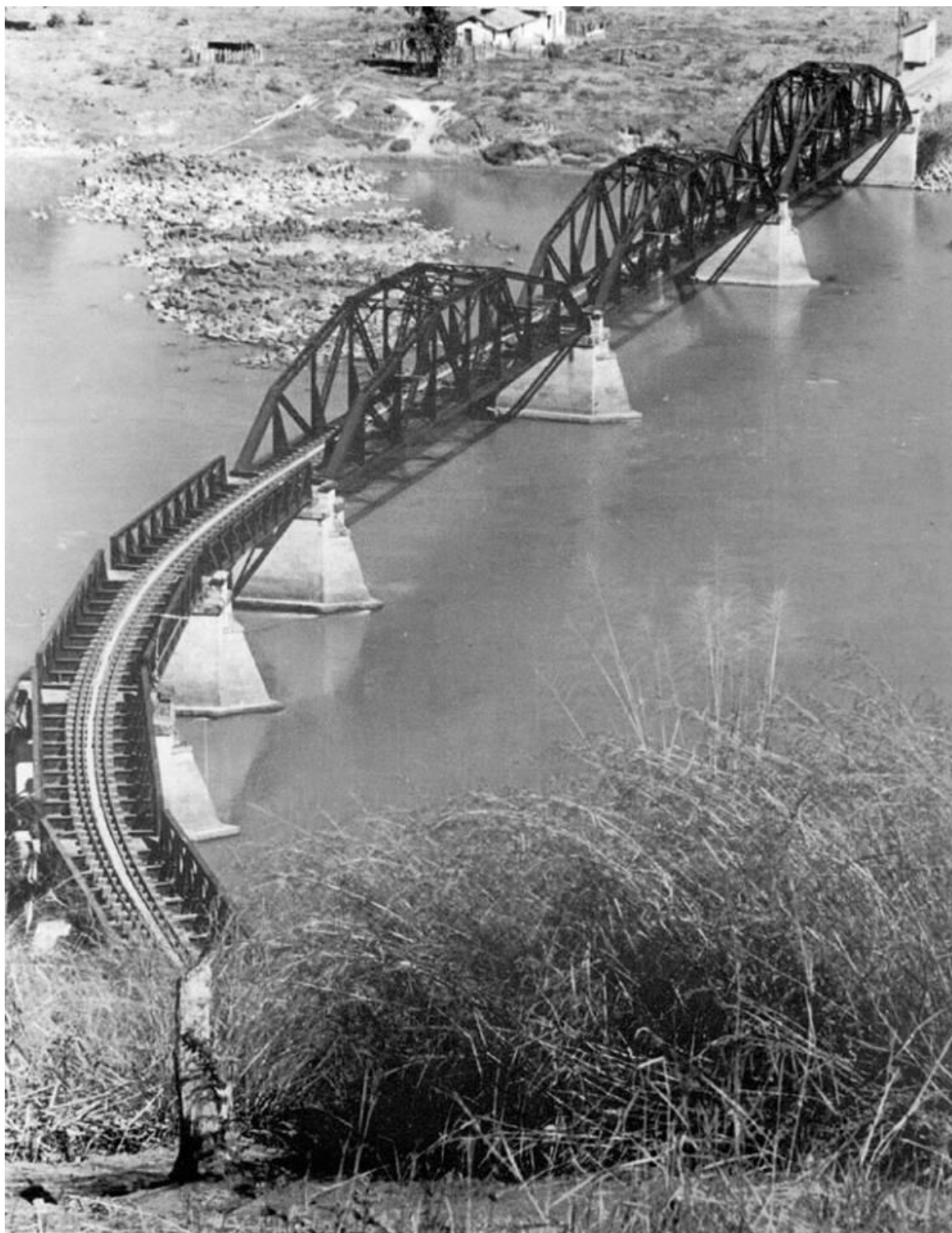


Figura 67: Antiga ponte ferroviária da EFVM em Derribadinha (MG).



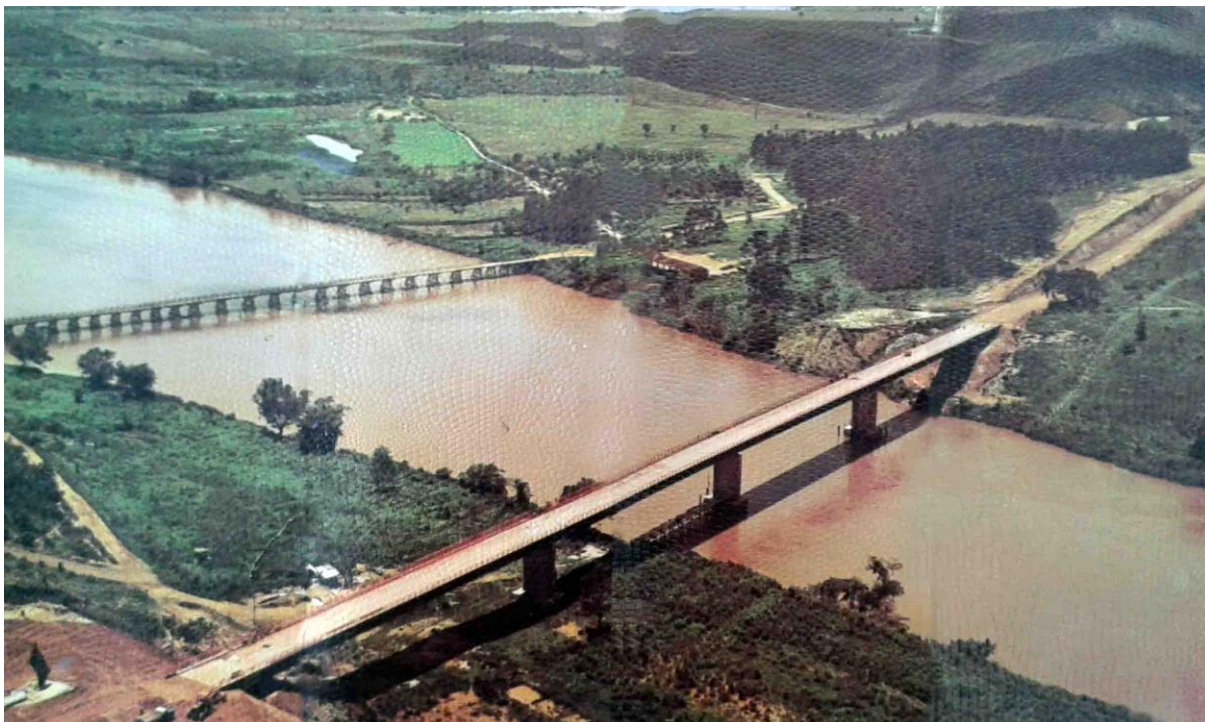


Figura 68: Pontes ferroviária e rodoviária em Governador Valadares (MG).



Figura 69: Antiga ponte rodoviária da BR-101 em Linhares (ES).

Os polos das cidades existentes à beira-rio são os municípios do Rio Doce, com núcleos urbanos (sedes municipais e distritos) localizados nas proximidades das margens fluviais. Ao longo do Rio Doce, existem 45 municípios banhados pelo leito principal do rio e 23 cidades (sedes municipais) à beira do rio (0 Km da margem do rio). Além das sedes municipais, são 14 distritos localizados à beira-rio (0 Km da margem do rio). As cidades à beira-rio existentes são os potenciais polos estruturadores regionais na Hidrovia do Rio Doce. Segue a relação da distância entre as sedes municipais e as margens do Rio Doce:

Tabela 15: Distância entre as cidades existentes e as margens do Rio Doce

03 cidades entre 0 e 5 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 06 cidades entre 5 e 10 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 05 cidades entre 10 e 15 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 02 cidades entre 15 e 20 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 01 cidade entre 20 e 25 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 04 cidades entre 25 e 30 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.  
 01 cidade acima de 30 Km – distância entre a sede municipal e a margem do rio.

Tabela 16: Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce – Cidades Fluviais

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	SEDE distância margem(Km)	MARGEM
	[1]	[2]	[3]	
Linhares	176.688	3.496	0	ME / MD
Marilândia	12.923	327	11,333	ME
Colatina	123.400	1.398	0	ME / MD
Baixo Guandu	31.132	909	0	ME / MD
Aimorés	25.141	1.348	0	ME / MD
Itueta	6.063	452	5,211	ME / MD
Resplendor	17.396	1.081	0	ME / MD
Conselheiro Pena	22.949	1.483	0	ME / MD
Galiléia	6.790	720	0	ME
Tumiritinga	6.765	500	0	MD
Gov. Valadares	281.046	2.342	0	ME / MD
Alpercata	7.436	166	7,882	MD
Fernandes Tourinho	3.466	151	10,261	MD
Periquito	6.773	228	0	ME
Sobralia	5.514	206	15,010	MD
Iapu	11.045	340	21,550	MD
Naque	7.051	127	0	ME
Belo Oriente	26.994	334	14,769	ME
Bugre	3.983	161	16,577	MD
Ipaba	18.769	113	0	MD
Santana Do Paraíso	35.369	276	14,435	ME
Caratinga	92.603	1.258	51,054	MD
Ipatinga	265.409	164	0	ME

FONTE:

[1] e [2] IBGE Cidades, 2020. Acesso em: <https://cidades.ibge.gov.br.;>

[3] GOOGLE EARTH-MAPS. Acesso em: <http://mapas.google.com.br>

ME – Margem Esquerda / MD – Margem Direita

## 4.2 HIDROVIA DO RIO DO RIO DOCE

O programa para o desenvolvimento integral da bacia hidrográfica do Rio Doce visa a contribuir para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, nas escalas regional e urbana, a partir da proposta da Hidrovia do Rio Doce. O canal principal de navegação da hidrovia foi estudado para os trechos do Médio e Baixo Rio Doce, desde a foz marítima no Oceano Atlântico até a cidade de Ipatinga (MG), numa extensão, pela linha de navegação projetada, de 444 Km.

A proposta de uma sucessão de lagos-canais navegáveis, configurados a partir de barragens de aproveitamento múltiplos busca promover o saneamento ambiental do Rio Doce e de seus afluentes; a produção de energia em usinas hidrelétricas das barragens de aproveitamentos múltiplos; o controle de inundações e secas sazonais; e o desenvolvimento sustentável, com a estruturação da rede de cidades-porto fluviais do Vale do Rio Doce, a partir do eixo principal da hidrovia.

O projeto para a Hidrovia do Vale do Rio Doce prevê, além da navegação nas vias aquáticas, as necessárias reestruturações dos usos e ocupação das margens fluviais. A proposta abrange, além da faixa aquática do canal navegável da hidrovia, faixas de terra que acompanham o eixo longitudinal do canal navegável para as reestruturações ambiental, agrária e urbana. Nas orlas fluviais, um feixe de infraestruturas regionais e urbanas é implantado, junto com o eixo hidroviário.

Na implantação do canal de navegação principal, devem ser construídas novas barragens de aproveitamentos múltiplos, que se somariam às barragens existentes para a produção de energia hidrelétrica. Contudo, as estruturas dos barramentos existentes devem ser convertidas em barragens de aproveitamentos múltiplos, com a necessária transposição das barragens de Mascarenhas, Aimorés e Baguari para a navegação entre Ipatinga (MG) e a foz marítima.

A conversão do Rio Doce em hidrovia resulta numa sucessão contínua de águas calmas, emendadas através de lagos-canais de navegação, que são possibilitados pela construção de eclusas para as embarcações nas estruturas das barragens. Desde a foz marítima até o remanso do Lago-canal da Barragem de Ipatinga (MG), são 35 eclusas planejadas de baixa queda, 5 m de desnível hídrico, entre os lagos-canais projetados para a hidrovia. 35 novas eclusas, numa extensão de 444 Km pela linha de navegação principal da hidrovia, define uma eclusa a cada 13 Km em média.

O Sistema de Navegação do Rio Doce, na presente proposta, se estabelecerá nos cursos Médio e Baixo do rio, pelo leito principal, entre a cidade de Ipatinga (MG) e a foz fluvial principal, no Oceano Atlântico, localizada no distrito de Regência, no município de Linhares (ES).

Pelo eixo principal da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, entre Ipatinga (MG) e a foz marítima, o canal navegável possui uma extensão de 444 Km – soma das extensões dos trechos Médio e Baixo do Rio Doce.

A hidrovia fornecerá um canal de navegação pelo rio principal, sucessão de lagos-canais conformados pelas barragens de aproveitamentos múltiplos, dotadas de eclusas. O conjunto de barragens de aproveitamentos múltiplos resulta numa sucessão de eclusas, que farão a transposição aquática vertical das embarcações, em águas calmas e seguras, nos represamentos. Durante todo o ano, independente das grandes chuvas ou períodos longos de estiagens, a hidrovia estará com os níveis operacionais das águas estabilizados pelos represamentos que, além de outras finalidades, permitirão a navegação no Rio Doce de modo ininterrupto.

O trecho da foz do Rio Doce, caracterizado na proposta a partir de Linhares (ES), possui a conformação de um Delta – nos períodos de cheias do Rio Doce. Nos períodos das grandes chuvas, na foz do Rio Doce, pode-se observar a configuração de Lagos de Inundação, nos terrenos adjacentes às margens do canal principal. Em alguns casos, esses terrenos foram drenados por canais artificiais, que interligaram cursos hídricos, nas planícies litorâneas, transpondo bacias e conduzindo as águas para o deságue em outras localidades da costa marítima.

Devido a diversas alterações realizadas no trecho da foz, por obras, ao longo do tempo, o rio principal possui, na sua foz, canais artificiais de drenagem e irrigação que fazem a derivação da foz ao Norte e ao Sul (Margem Esquerda e Margem Direita do rio, respectivamente), até outras localidades, para a desembocadura, configurando, assim, um Delta Artificial na foz Rio Doce.

# HIDROVIA DO RIO DOCE

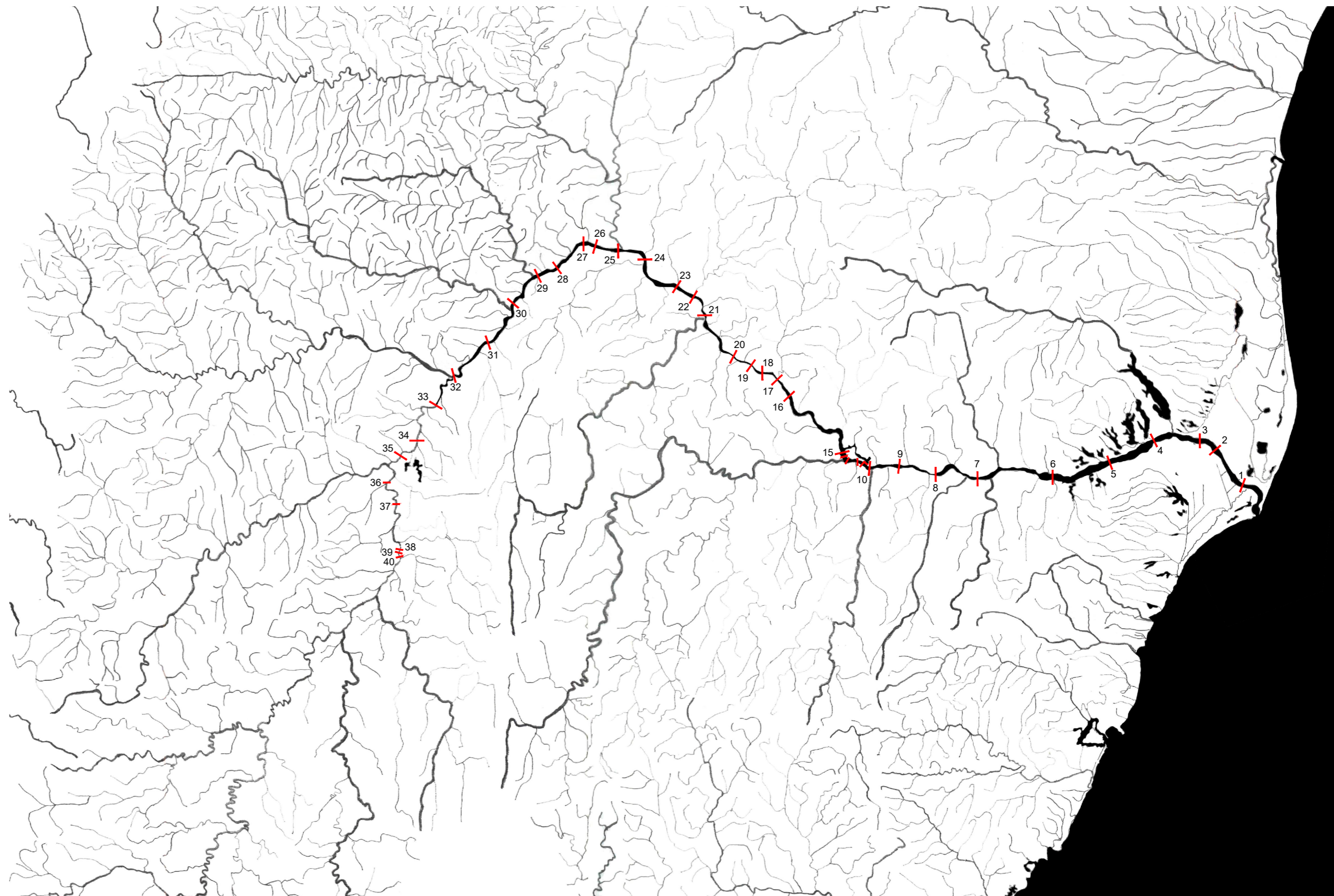
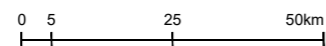
## LEGENDA:

 BARRAGEM DE APROVEITAMENTOS MÚLTIPLOS

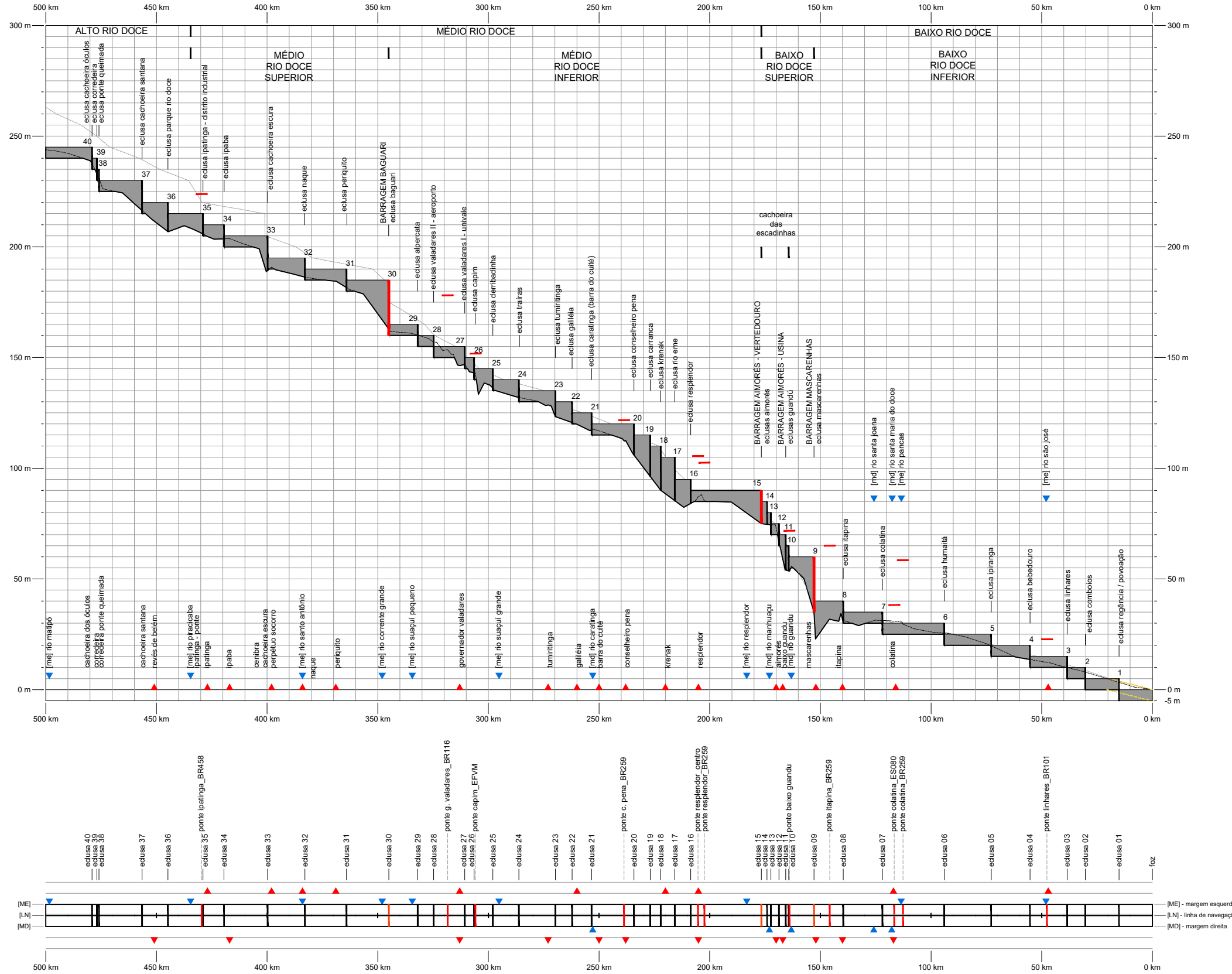
## SISTEMA DE NAVEGAÇÃO

### ECLUSAS

- 1 REGÊNCIA
- 2 COMBOIOS
- 3 LINHARES
- 4 BEBEDOURO
- 5 IPIRANGA
- 6 HUMAITÁ
- 7 COLATINA
- 8 ITAPINA
- 9 MASCARENHAS
- 10 GUANDU I
- 11 AIMORÉS I
- 12 AIMORÉS II
- 13 AIMORÉS III
- 14 AIMORÉS IV
- 15 AIMORÉS V (VERTEDOURO)
- 16 RESPLENDOR
- 17 RIO EME
- 18 KRENAK
- 19 CARRANCA
- 20 CONSELHEIRO PENA
- 21 CARATINGA (BARRA DO CUITÉ)
- 22 GALILÉIA
- 23 TUMIRITINGA
- 24 TRÁIRAS
- 25 DERRIBADINHA
- 26 CAPIM
- 27 VALADARES I (UNIVALE)
- 28 VALADARES II (AEROPORTO)
- 29 ALPECARTA
- 30 BAGUARI
- 31 PERIQUITO
- 32 NAQUE
- 33 CACHOEIRA ESCURA
- 34 IPABA
- 35 IPATINGA
- 36 PARQUE RIO DOCE
- 37 CACHOEIRA SANTANA
- 38 PONTE UEIMADA
- 39 CORREDEIRA
- 40 CACHOEIRA DOS ÓCULOS



# HIDROVIA DO MÉDIO E BAIXO RIO DOCE- PERFIL LONGITUDINAL



## LEGENDA:

- EXISTENTE**
- TERRENO
  - NÍVEL DO FUNDO (NF) - RIO
  - ▬ BARRAGEM
  - PONTE
  - ▼ AFLUENTE
  - ▲ CIDADE
  - ◆ TRAVESSIA
- PROPOSTAS:**
- - - CANAL DRAGADO
  - ▬ BARRAGEM - PROJETO
  - ▬ ECLUSA - PROJETO
  - ▬ PONTE - PROJETO
  - ▲ CIDADE - PROJETO
  - ◆ TRAVESSIA - PROJETO

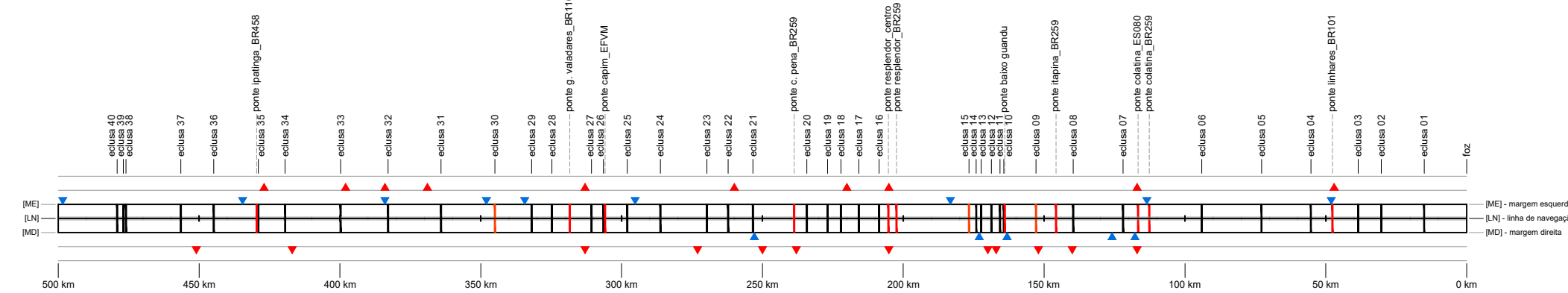
## NOTAS:

1. As eclusas principais da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce possuem o Nível de Fundo (NF) com a profundidade mínima de 5,00.
  2. Profundidades em metros reduzidas aproximadamente ao nível da baixa-mar média de sizígia.
  3. Altitudes em metros acima do nível médio do mar.
  4. Informações sobre marés:  
Regência - Terminal de Barra do Riacho (19°39' (39°50'). Maré-alta = 1,20m; Maré-baixa = 0,90m  
Regência - Terminal de Barra do Riacho (19°50' (40°03'). Maré-alta = 1,40m ; Maré-baixa = 1,00m
- FONTE:  
Marinha do Brasil. DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação. Carta Náutica (1402): Do Pontal de regência à Ponta de Ubu.

## ESCALA:

HORIZONTAL 1:2.000.000 ; VERTICAL 1:2.000  
2. As eclusas principais da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce possuem o Nível de Fundo (NF) com a profundidade mínima de 5,00.

# HIDROVIA DO MÉDIO E BAIXO RIO DOCE - DIAGRAMA UNIFILAR



#### 4.2.1. Navegação

A Hidrovia do Rio Doce é a proposta de navegação para os trechos Médio e Baixo do Rio Doce, entre o remanso da Barragem de Ipatinga (Eclusa-35) e a foz marítima na localidade de Regência (ES). Os níveis de água (NA) no trecho variam, entre o nível de água do Lago-canal de Ipatinga (NA = 215 m s.n.m.) e o nível médio do mar (NA = 0m). A extensão principal da hidrovia, no médio e baixo curso do Rio Doce, é de cerca de 444 Km. Para a proposta da Hidrovia do Rio Doce Ampliada, que poderia ser viabilizada, para a navegação no trecho do Alto Rio Doce Inferior – desde a montante da cidade de Ipatinga até a jusante da Barragem de Candonga –, a extensão ampliada do canal navegável seria de aproximadamente 578 Km até a foz marítima.

Alto Rio Doce [Km 857 – Km 444]: Entre as nascentes do Rio Doce e o remanso do Lago-canal da Barragem de Ipatinga (MG), são 413 Km de extensão do rio principal.

- Alto Rio Doce – Superior: [Km 857 – Km 578]

No trecho do Alto Rio Doce – Superior, está a montante da barragem da UHE de Candonga (Risoleta Neves) – extensão de 279 Km.

- Alto Rio Doce – Inferior: [Km 577 – Km 444]

No trecho do Alto Rio Doce – Inferior, é possível se estabelecer a navegação entre Ipatinga-MG e a Barragem da UHE de Candonga (Risoleta Neves) – extensão de 133 Km.

#### 4.2.2. Traçado de navegação

Os trechos propostos para a navegação são para o Médio e Baixo Rio Doce.

Na Hidrovia do Médio Rio Doce [Km 444 – Km 176], o canal navegável principal está no trecho do médio curso do Rio Doce, desde o remanso do Lago-canal da Barragem de Ipatinga (Eclusa-35) até a montante da Barragem de Aimorés – Vertedouro (Eclusa-15). A hidrovia, nesse trecho, possui a extensão de 268 Km. O remanso do Lago-canal de Ipatinga está a jusante da Barragem do Parque Estadual do Rio Doce.

Trecho 01 - Médio Rio Doce- Superior [Km 444 – Km 345]: a navegação está a jusante, da Barragem de Ipatinga (Eclusa-35) até a montante da Barragem de Baguari (Eclusa-30) – com a extensão de 99 Km.

Trecho 02 - Médio Rio Doce - Inferior [Km 345 – Km 176]: trecho de navegação a jusante, da Barragem de Baguari (Barragem-30) até a montante da Barragem de Aimorés – Vertedouro (Barragem-15) – com a extensão de 169 Km.

Na Hidrovia do Baixo Rio Doce [Km 176 – Km 0] o canal navegável principal está a jusante da Barragem de Aimorés – Vertedouro (Eclusa-15) até a foz marítima principal no Oceano Atlântico. A hidrovia no baixo curso do Rio Doce possui a extensão de 176 Km.

Trecho 03 – Baixo Rio Doce - Superior [Km 176 – Km 152]: trecho de navegação a jusante da Barragem de Aimorés – Vertedouro (Eclusa-15) até a montante da Barragem de Mascarenhas (Eclusa-9) –, com a extensão de 24 Km.

Trecho 04 - Baixo Rio Doce -Inferior [Km 152 – Km 0]: trecho de navegação a jusante da Barragem de Mascarenhas (Eclusa-9) até a foz do canal principal do Rio Doce, com a extensão de 152 Km.



## Delta Do Rio Doce

O Rio Doce, na região da foz, se configura como Delta Artificial, com canais de derivação da foz ao norte – pela margem esquerda do rio – e canais de derivação da foz ao sul – pela margem direita do rio. Os canais existentes, que definem a derivação da foz natural do rio principal, foram construídos para a adução das águas do Rio Doce e para a drenagem dos terrenos da planície costeira nas margens do rio. O delta do Rio Doce é configurado por canais de derivação da foz do rio principal:

- Delta Norte do Rio Doce – canais situados pela margem esquerda do canal principal de navegação e possui a embocadura em: Barra Seca (distrito de Linhares - ES); Barra Nova (distrito de São Mateus - ES); e Conceição da Barra (sede do município de Conceição da Barra - ES).

- Delta Sul do Rio Doce – canais situados pela margem direita do canal principal de navegação e possui a embocadura em Barra do Riacho (distrito de Aracruz - ES). O sistema de derivação da foz que compõe o Delta Sul do Rio Doce é o conjunto formado pelo Canal Caboclo Bernardo / Rio Comboios / Rio Riacho / Barra do Riacho. O Canal Caboclo Bernardo está na margem direita do Rio Doce na estaca do (Km 24+ 000 m) em relação à linha de navegação principal.

## Canais de derivação

O Canal Caboclo Bernardo é um canal artificial de adução das águas do Rio Doce, implantado nos terrenos inundáveis da planície costeira da foz do Rio Doce. Possui 27 Km de extensão e faz a interligação fluvial do Rio Doce com o Rio Comboios. O Rio Comboios interliga o Canal Caboclo Bernardo ao Rio Riacho, com uma extensão de 18,758 Km. O Rio Riacho conflui com o Rio Comboios e se direciona até a foz natural no Oceano Atlântico – o trecho fluvial possui uma extensão de 4,416 Km.

O sistema formado pelos canais artificiais e rios, no seu curso natural, está interligado, fluvialmente, desde o canal de derivação do Rio Doce até a foz em Barra do Riacho (distrito de Aracruz - ES), com uma extensão total de aproximadamente 50 Km. A Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, com a derivação da foz para Barra do Riacho, possui uma extensão de 470 Km: Canal Principal do Rio Doce até o (Km 24+000 m) / Canal Caboclo Bernardo – Comboios – Riacho / Foz em Barra do Riacho.

### Barragens existentes

São 04 as barragens existentes no canal principal do Rio Doce. No trecho entre Ipatinga (MG) e a foz, no Oceano, de montante para jusante, podem ser localizadas as barragens de Baguari, Aimorés (Vertedouro), Aimorés (Usina) e Mascarenhas, sendo 03 barramentos pelo rio principal e 01 no canal de derivação do curso do rio, a barragem Aimorés (Usina). As principais referências são as áreas de drenagem a montante das barragens existentes.

No Alto Rio Doce, a Barragem de Candonga (Risoleta Neves) possui o barramento com a altura de queda hídrica de 49 m. No canal principal do Alto Rio Doce, os níveis de água são: NA-máximo (montante) com 327,50 m s.n.m. e o NA-máximo (jusante) de 278,50 m s.n.m (ANEEL, 2020) .

No Médio Rio Doce, a Barragem de Baguari possui a altura de queda hídrica de 18,50 m. No canal principal do Médio Rio Doce, os níveis de água são: NA-máximo (montante) de 185 m s.n.m. e o NA máximo (jusante) de 166,50 m s.n.m. (ANA, 2005).

A Barragem de Aimorés (Vertedouro) possui 4,40m de altura de queda hídrica. No canal principal , com o barramento entre o Médio e o Baixo Rio Doce, o NA-máximo (montante) é de 90m s.n.m. e o NA-máximo (jusante), de 85,60 m s.n.m. A barragem da Usina conta com 28 m de altura de queda hídrica. No canal principal, com o barramento entre o Médio e o Baixo Rio Doce, o NA-máximo (montante) é de 90 m s.n.m. e o NA-máximo (jusante) de 62 m s.n.m. (CBDB, 2009).

No Baixo Rio Doce, a Barragem de Mascarenhas possui 22 m de altura de queda hídrica. Pelo canal principal do Baixo Rio Doce, o NA-máximo (montante) é de 62 m s.n.m. e o NA-máximo (jusante) de 40 m s.n.m. (CBDB, 2000).

Tabela 17: Áreas de drenagem nas barragens existentes

BARRAMENTO	TRECHO	ÁREA DE DRENAGEM	REFERÊNCIA	CÓDIGO
UHE Candonga	Alto Rio Doce	8.900 Km <sup>2</sup>	Estação Fluviométrica	56338500
UHE Baguari	Médio Rio Doce	38.400 Km <sup>2</sup>	Estação Fluviométrica	56846080
UHE Aimorés	Médio Rio Doce	62.400 Km <sup>2</sup>	Estação Fluviométrica	56990850
UHE Mascarenhas	Baixo Rio Doce	73.700 Km <sup>2</sup>	Estação Fluviométrica	56992400

FONTE: (ANA, 2020).

## Barragem de Aimorés

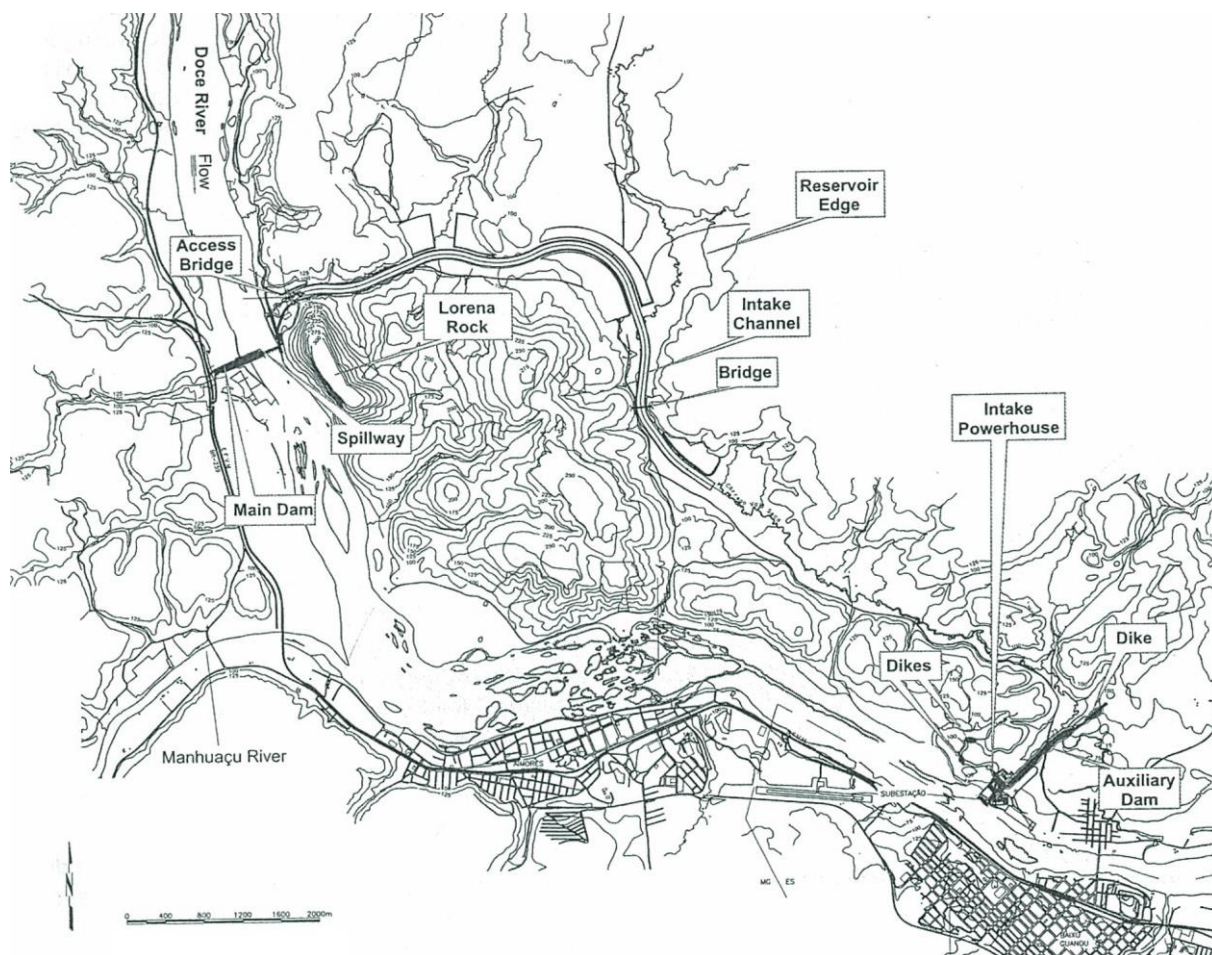


Figura 70: Usina Hidrelétrica de Aimorés – Implantação geral. CBDB, 2020.

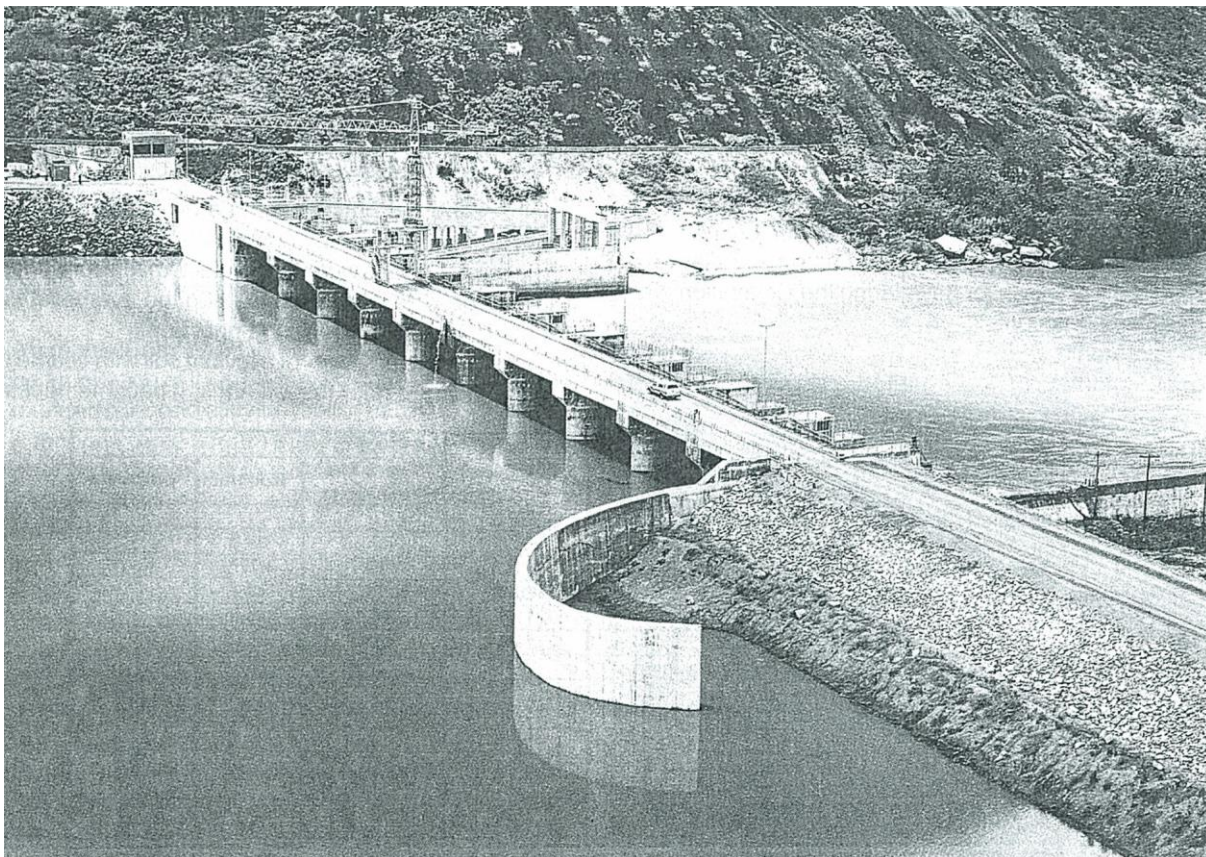


Figura 71: Usina Hidrelétrica de Aimorés – Vertedouro montante. CBDB, 2020.

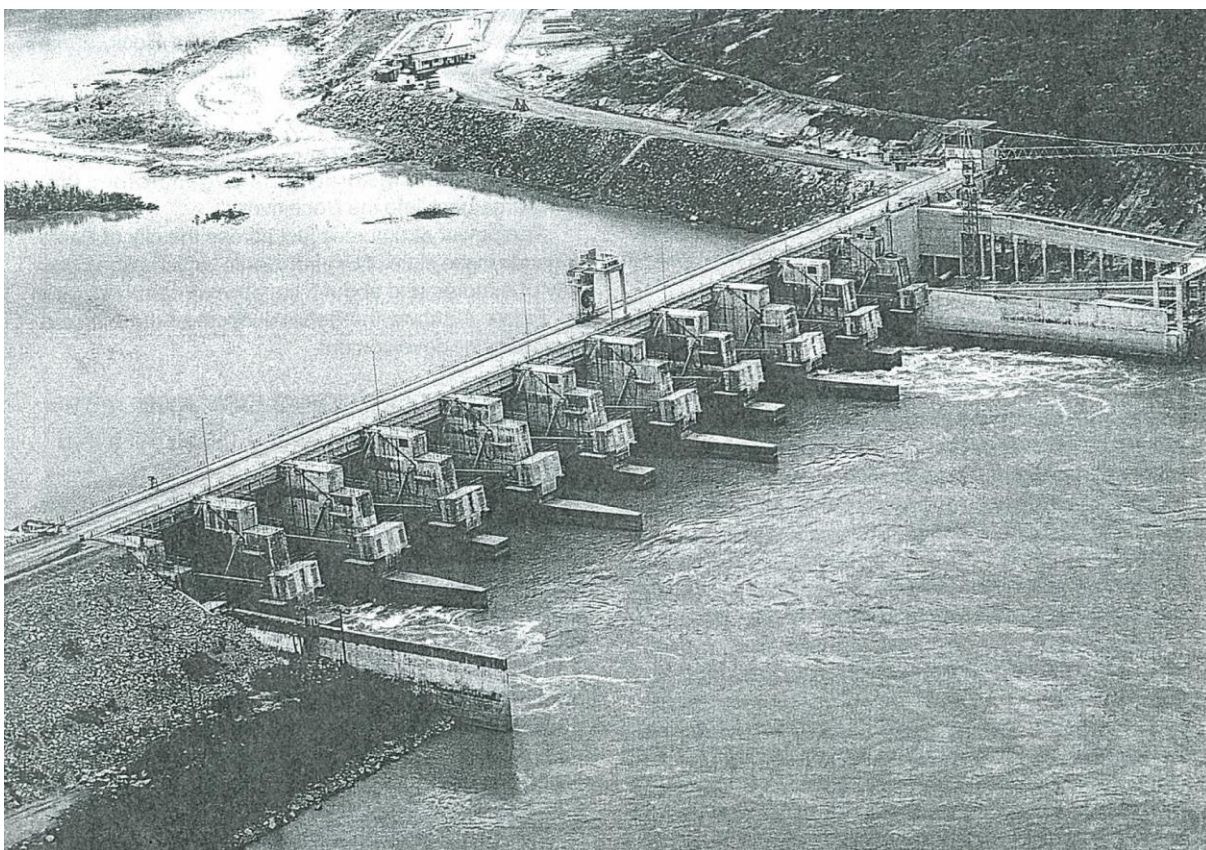


Figura 72: Usina Hidrelétrica de Aimorés – Vertedouro jusante. CBDB, 2020.

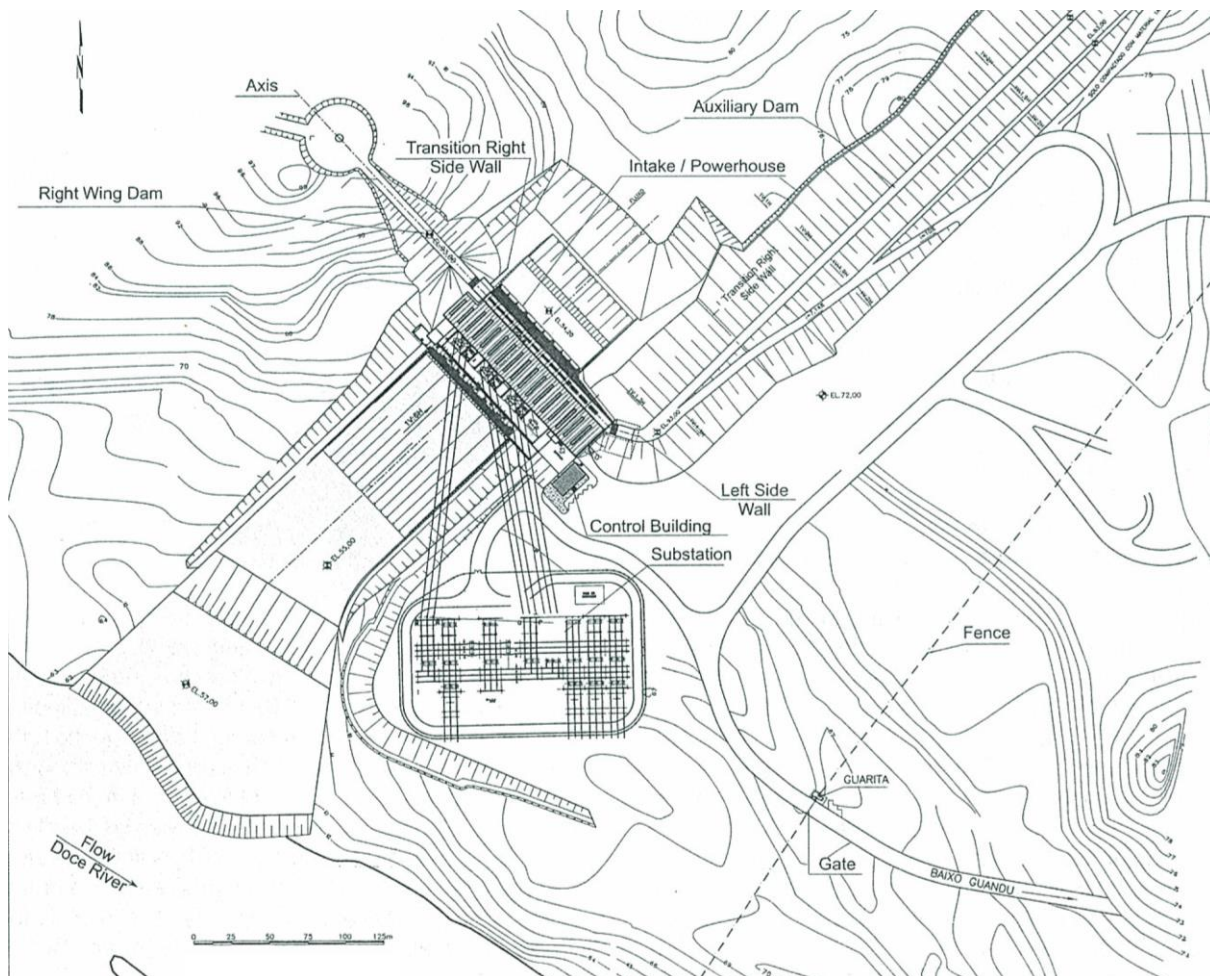


Figura 73: Usina Hidrelétrica de Aimorés – Implantação Usina Hidrelétrica. CBDB, 2020.

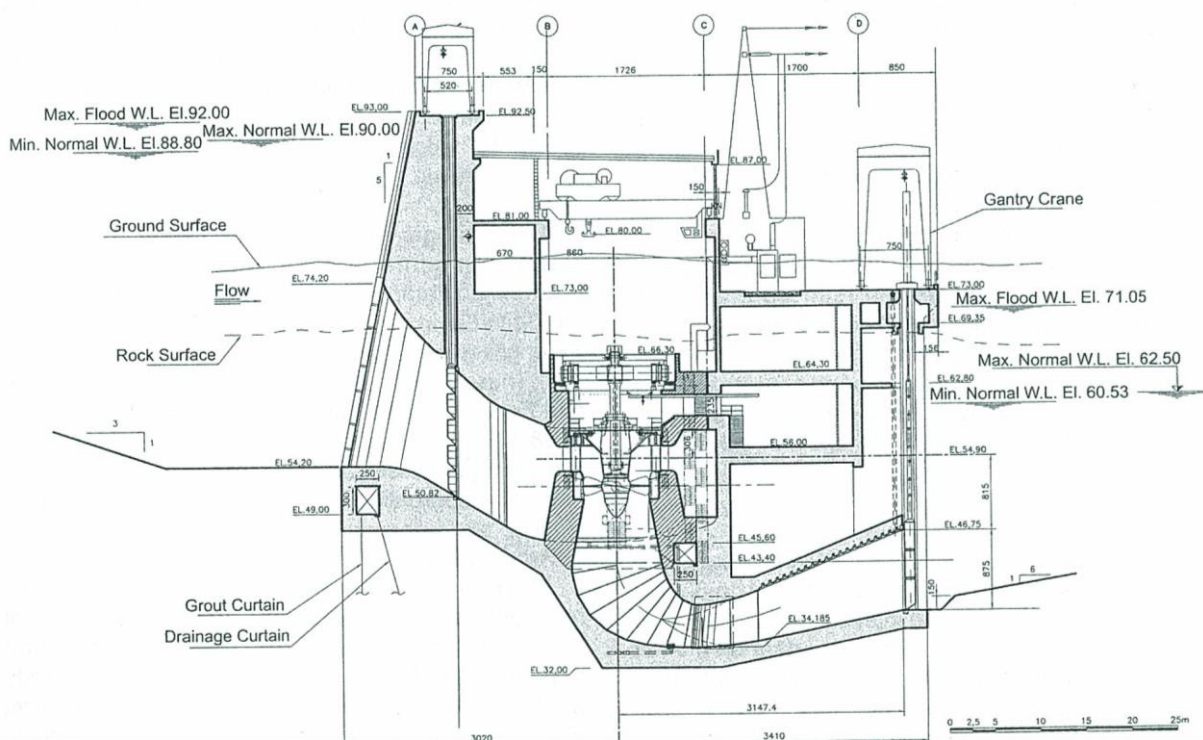


Figura 74: Usina Hidrelétrica de Aimorés – Elevação do Vertedouro jusante. CBDB, 2020.

### Transposição das barragens existentes

Para a transposição das barragens existentes, a fim de adequá-las à navegação, são propostos conjuntos de eclusas que seriam instaladas nas estruturas dos barramentos existentes.

- 01 (uma) barragem existente, a ser transposta pelo canal principal, no trecho do Alto Rio Doce: UHE Candonga (Risoleta Neves).

- 03 (três) barragens existentes, a serem transpostas pelo canal principal, nos trechos do Médio e Baixo Rio Doce: UHE Baguari; UHE Aimorés (Vertedouro); UHE Mascarenhas.

- 01 (uma) barragem existente deverá ser transposta por eclusas interligadas por um canal auxiliar (lateral), na margem esquerda do canal principal, entre os trechos Médio e Baixo do Rio Doce: UHE de Aimorés (Usina).

Na Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce são previstas 3 transposições de barragem pela linha de navegação principal: barragens de Baguari, Aimorés (Vertedouro) e Mascarenhas.

### Barragens de aproveitamentos múltiplos

A principal vantagem do desenvolvimento de barragens de aproveitamentos múltiplos, no Rio Doce, é a economia na utilização de uma estrutura para atingir o mesmo objetivo, ao invés de duas ou mais estruturas planejadas para um único objetivo. Existem importantes fatores inerentes à bacia de drenagem do Rio Doce que contribuem para o desenvolvimento de aproveitamentos múltiplos nas barragens e reservatórios:

As grandes inundações<sup>122</sup>, na bacia hidrográfica do Rio Doce, estão constantemente relacionadas a um período chuvoso bem definido (outubro-março) e concentradas entre os meses de dezembro e março (ANA, 2020).

O ciclo anual de chuvas<sup>123</sup> e escoamentos pode permitir o enchimento necessário dos reservatórios do canal principal, afluentes e lagos de alimentação, após o final da estação de cheia, a cada ano (ANA, 2020).

---

<sup>122</sup> ANA – Agência Nacional de Águas. inventário estações pluviométricas, 2020.

<sup>123</sup> ANA – Agência Nacional de Águas. inventário estações pluviométricas, 2020.

A topografia<sup>124</sup> e a geologia da região favorecem a construção de barragens baixas<sup>125</sup> (até 15 metros de altura do barramento), ao longo do curso do canal principal do Rio Doce (ANM, 2012).

A proposta de construção de barragens com alturas baixas (até de 15 m de altura do barramento) reduz a classificação de risco das barragens, gerando também menores impactos com a inundação de terrenos nas margens do canal principal do Rio Doce (ANM, 2012).

No planejamento das barragens de aproveitamentos múltiplos, são previstos barramentos para o desnível hídrico de 5 m. A medida adotada causaria menores impactos e prejuízos nas infraestruturas existentes, a exemplo da Estrada de Ferro Vitória Minas, que segue nas margens do leito do Rio Doce. A utilização de barragens de baixa altura garantiria uma maior disponibilidade de terrenos, nas margens fluviais, para serem reestruturados pelo poder público (reestruturações ambiental, agrária e urbana). Menores impactos seriam causados para as comunidades ribeirinhas e as cidades à beira rio, gerando menos desapropriações e relocações populacionais e das instalações existentes.

As barragens devem possuir dimensões suficientes para a implantação de estruturas de múltiplos aproveitamentos (a exemplo das eclusas, usinas hidrelétricas, vertedouros e escada de peixes).

As quedas hídricas das novas barragens são preferencialmente de 5 m e excepcionalmente de 10 m. Nas barragens existentes, as quedas de água variam de 4,40 m a 28 m: Barragem de Baguari – queda hídrica de 18,50 m; Barragem de Aimorés (Vertedouro) – queda hídrica de 4,40 m; Barragem de Aimorés (Usina) – queda hídrica de 28 m; e Barragem de Mascarenhas – queda hídrica de 22 m (CBDB, 2000/2009; ANA, 2005)

Os reservatórios, formados pelas barragens de múltiplos usos, estão conectados pela linha de navegação (eixo principal) do canal do rio. Os lagos-canais de navegação são configurados pelas águas emendadas dos reservatórios, formados a partir de obras de barragens de aproveitamento múltiplos. Para a navegação, são necessárias adequações nas barragens existentes, transformando-

---

<sup>124</sup> PIRH-DOCE, 2010, p.65.

<sup>125</sup> Resolução CNRH Nº 143, de 10 de julho de 2012. ANM – Associação Nacional de Mineração. Segundo a matriz de classificação de barragens de acumulação de água, são considerados barramentos de baixo risco os que possuem até 15 m de altura.

as de barragens para a produção exclusiva de energia elétrica em barragens de aproveitamentos múltiplos.

No projeto da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, são previstos 444 Km de extensão para o canal de navegação principal:

- 35 barragens de aproveitamentos múltiplos, no canal principal do Rio Doce, nos trechos Médio e Baixo do Rio Doce.
- 32 novas barragens de aproveitamentos múltiplos são projetadas, de modo pioneiro, na Hidrovia do Rio Doce.
- 03 barragens existentes são transpostas pela navegação na Hidrovia do Rio Doce.
- 35 eclusas-duplas são incorporadas às barragens de aproveitamentos múltiplos existentes e planejadas.
- 70 portos fluviais das barragens de aproveitamentos múltiplos (35 portos fluviais de montante / 35 portos fluviais de jusante) são previstos no canal principal dos trechos Médio e Baixo do Rio Doce.

#### Lagos-canais navegáveis

Na Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, são previstas 35 barragens de aproveitamentos múltiplos, as quais resultam em 35 lagos-canais de navegação, que configuram uma sucessão de reservatórios, com as águas emendadas desde a foz até a cidade de Ipatinga (MG).

Os canais de alimentação constituem, a partir dos tributários do rio principal, a interligação com os lagos de alimentação. Os lagos de alimentação possuem a finalidade de regular as vazões do canal principal, com a reserva dos volumes de águas que são acumulados nos períodos das grandes chuvas. As barragens móveis dos lagos de alimentação fazem o controle dos níveis de água dos lagos de alimentação. As eclusas auxiliares permitem a navegação do rio principal, através dos canais auxiliares, até os lagos de alimentação.

Os canais de alimentação são eixos auxiliares de navegação, do canal principal para os lagos-canais de alimentação. Os canais de alimentação (do canal principal de navegação aos lagos de alimentação do canal principal) podem ser navegáveis por embarcações específicas (de acordo com as características do canal e das eclusas auxiliares). Os canais de alimentação (auxiliares) / canais dos afluentes (tributários), os lagos de alimentação e os lagos-canais (represas) formam



uma rede de vias aquáticas (hidroviária), integrada de múltiplos propósitos, acessível para embarcações públicas, comerciais e de recreação.

Os canais de alimentação, navegáveis até os lagos de alimentação e as represas, ampliam o alcance para a navegação pública, comercial e de recreação, até os portos lacustres nos remansos (das enseadas) dos lagos e represas. Os remansos das enseadas dos lagos fornecem o abrigo para as embarcações de diversas finalidades.

Tabela 18: Hidrovia do Rio Doce - Lagos-canais navegáveis

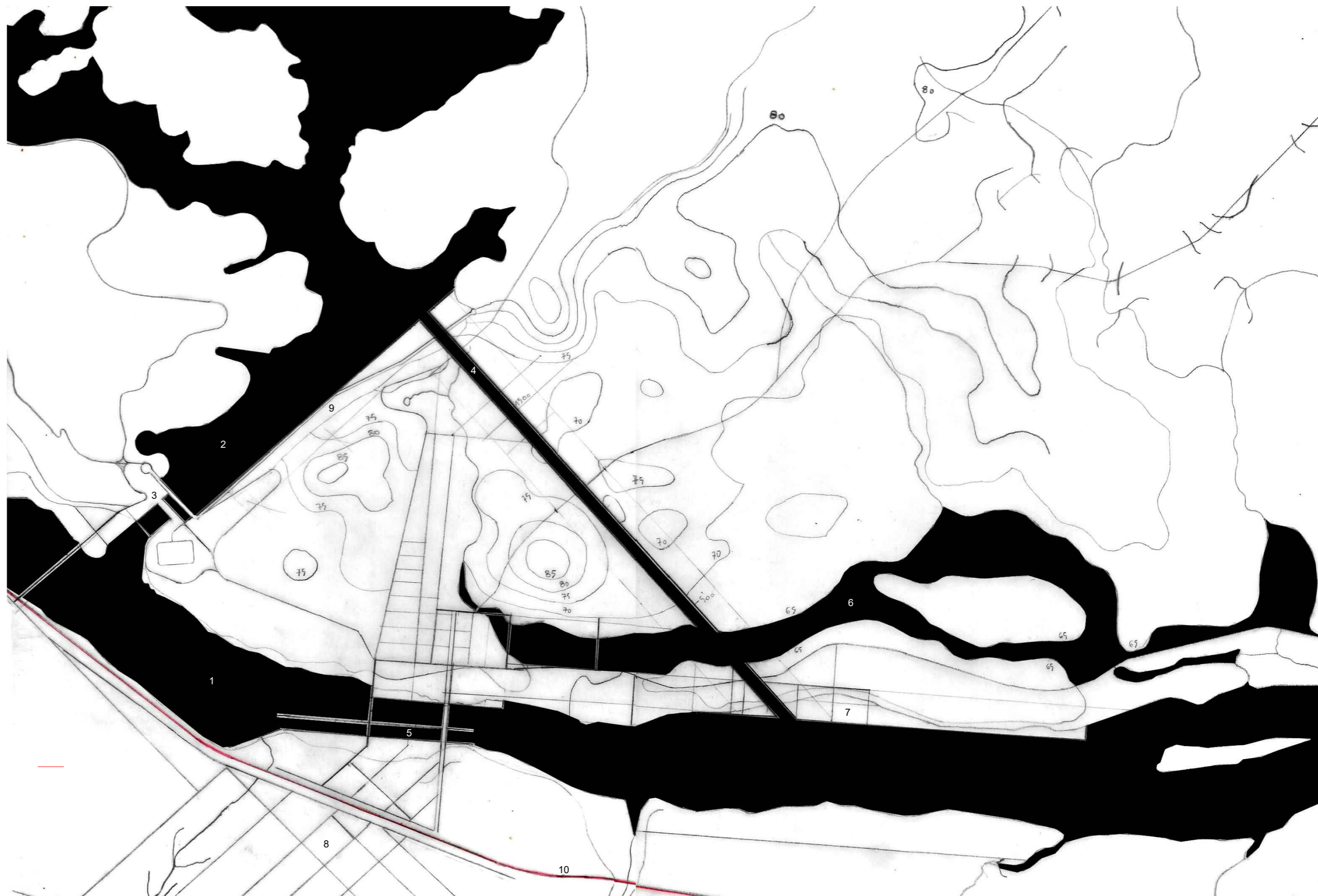
<b>LAGO-CANAL</b>	<b>NOME</b>	<b>NÍVEL DE ÁGUA (m s.n.m.)</b>	<b>EXTENSÃO (Km)</b>	<b>TRECHO</b>
Foz	FOZ-CANAL PRINCIPAL	0	15,078	BAIXO RIO DOCE
Lago-canal -01	REGÊNCIA/POVOAÇÃO	5	15,229	
Lago-canal -02	COMBOIOS	10	8,193	
Lago-canal -03	LINHARES	15	16,795	
Lago-canal -04	BEBEDOURO	20	17,529	
Lago-canal -05	IPIRANGA	25	21,176	
Lago-canal -06	HUMAITÁ	30	28,000	
Lago-canal -07	COLATINA	35	17,674	
Lago-canal -08	ITAPINA	40	13,205	
Lago-canal -09	MASCARENHAS	60	11,448	
Lago-canal -10	AIMORÉS I	65	1,323	
Lago-canal -11	AIMORÉS II	70	3,063	
Lago-canal -12	AIMORÉS III	75	3,659	
Lago-canal -13	AIMORÉS IV	80	1,723	
Lago-canal -14	AIMORÉS V	85	2,569	BAIXO RIO DOCE
Lago-canal -15	AIMORÉS VI	90	31,895	
Lago-canal -16	RESPLENDOR	95	7,194	MÉDIO RIO DOCE
Lago-canal -17	EME	105	6,349	
Lago-canal -18	KRENAK	110	4,773	
Lago-canal -19	CARRANCA	115	7,378	
Lago-canal -20	CONSELHEIRO PENA	120	19,104	
Lago-canal -21	CARATINGA	125	8,817	
Lago-canal -22	GALILÉIA	130	7,579	
Lago-canal -23	TUMIRITINGA	135	16,499	
Lago-canal -24	TRÁIRAS	140	11,751	
Lago-canal -25	DERRIBADINHA	145	8,500	
Lago-canal -26	CAPIM	150	4,161	MÉDIO RIO DOCE
Lago-canal -27	VALADARES I	155	14,077	
Lago-canal -28	VALADARES II	160	7,208	
Lago-canal -29	ALPERCATA	165	13,077	
Lago-canal -30	BAGUARI	185	19,137	
Lago-canal -31	PERIQUITO	190	18,748	
Lago-canal -32	NAQUE	195	16,849	
Lago-canal -33	CACHOEIRA ESCURA	205	19,705	
Lago-canal -34	IPABA	210	9,538	
Lago-canal -35	IPATINGA	215	15,812	
Lago-canal -36	PARQUE RIO DOCE	220	11,719	
Lago-canal -37	CACHOEIRA SANTANA	230	19,429	ALTO RIO DOCE
Lago-canal -38	PONTE QUEIMADA	235	0,913	
Lago-canal -39	CORREDEIRA	240	2,257	
Lago-canal -40	CACHOEIRA ÓCULOS	245	24,303	

# HIDROVIA DO RIO DOCE

## LEGENDA:

### TRANSPOSIÇÃO DA BARRAGEM DE AIMORÉS

- 1 RIO DOCE
- 2 LAGO DA USINA DE AIMORÉS
- 3 BARRAGEM DA USINA DE AIMORÉS - EXISTENTE
- 4 CANAL NAVEGÁVEL PROPOSTO
- 5 ESCADA DE ECLUSAS DE TRANSPOSIÇÃO PARA NAVEGAÇÃO
- 6 ECLUSA PROPOSTA DE BAIXO GUANDU
- 7 LAGO-CANAL DE ALIMENTAÇÃO
- 8 PORTO PROPOSTO A JUSANTE DA BARRAGEM
- 9 CIDADE DE BAIXO GUANDU
- 10 BARRAGEM DA USINA DE AIMORÉS
- 11 ESTRADA DE FERRO VITÓRIA MINAS



Fonte: Desenho do autor sobre base cartográfica.  
Dados: Arquivos digitais do IEMA- ES

### 4.2.3. Parâmetros de navegação

#### 4.2.3.1. Embarcação-projeto

A embarcação-projeto define os parâmetros para dimensionar o canal navegável da Hidrovia do Médio e Baixo Doce. Como referências de projeto, foram analisados os padrões das embarcações europeias da ECMT (1992) / PIANC (1999) para definir a Embarcação-Projeto a ser utilizada na hidrovia, de acordo com as características do Rio Doce, indicando as dimensões gerais e a capacidade de carga das embarcações e comboios a serem adotados.

Tabela 19: Classificação de embarcações e comboios (ECMT, 1992; PIANC, 1999)

TIPO	BOCA (m)	COMPRIMENTO (m)	CALADO (m)	CAPACIDADE (tonelada)
Embarcação Classe I (1)	5,05	38,50	1,80-2,20	250-400
Embarcação Classe I (2)	4,70	41	1,40	180
Embarcação Classe II (1)	6,60	50-55	2,50	400-650
Embarcação Classe II (2)	7,50-9,00	57	1,60	500-630
Embarcação Classe III (1)	8,20	67-80	2,50	650-1.000
Embarcação Classe III (2)	8,20-9,00	67-70	1,60-2,00	470-700
Comboio Classe III	8,23-9,00	118-132	1,60-2,00	1.000-1.200
Embarcação Classe IV	9,50	80-85	2,50	1.000-1.500
Comboio Classe IV	9,50	85	2,50-2,80	1.250-1450
Embarcação Classe Va	11,40	95-110	2,50-2,80	1.500-3.000
Comboio Classe Va	11,40	95-110	2,50-2,80	1.600-3.000
Comboio Classe Vb*	11,40	172-185	2,50-4,50	3.200-6.000

**FONTE:**

(ECMT, 1992): European Conference of Ministers of Transport.

(PIANC, 1999): Permanent International Association of Navigation Congresses.

**NOTA:**

(1) A oeste do rio Elba;

(2) A leste do rio Elba.

\*Classificação-EMCT, 1992: Comboios de importância internacional.

Para os estudos iniciais do projeto da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, foram definidos os comboios da Classe Vb do padrão ECMT (1992) / PIANC (1999). Os comboios Classe Vb possuem 01 empurrador e 02 chatas em linha, com boca de 11,40 m, comprimento entre 172 m e 185 m, calado entre 2,50 m e 4,50 m e capacidade de carga entre 3.200 e 6.000 toneladas.

#### 4.2.3.2. Profundidade do canal

As melhorias físicas, ao longo do canal principal, para a hidrovia, pressupõem a dragagem de trechos do canal de navegação (profundidade de projeto para o canal principal dragado de 5 m, ao longo de uma faixa horizontal estimada em 50 m, nos trechos retos, para uma hidrovia de duplo sentido).

#### 4.2.3.3. Largura do canal

A largura do canal de navegação é calculada conforme a boca da embarcação-projeto. Nos estudos iniciais de projeto da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, a largura mínima adotada deve ser de cerca de 4,40 vezes a boca da embarcação-projeto, para o cruzamento seguro e sem redução de velocidades das embarcações (ALFREDINI, 2018).

A embarcação-projeto definida para os estudos é o padrão de Embarcação Classe-Vb, ECMT (1992): com boca de 11,40 m; comprimento máximo de 185 m; calado máximo de 4,50 m; e capacidade de carga máxima de 6.000 toneladas. Para a boca da embarcação de 11,40 m, a largura mínima do canal principal dragado da hidrovia deve ser de 50,16 m ( $4,40 \times 11,40$  m de boca), sendo adaptada para 50 m – via dupla – nos trechos retos da hidrovia com ampliações previstas nas curvas (conforme cálculos de sobrelargura).

#### 4.2.3.4. Raio de curvatura

O raio de curvatura mínimo a ser adotado nas hidrovias é de 6 vezes o comprimento da embarcação (6L), para os trechos de alta densidade de tráfego na hidrovia, e 4 vezes o comprimento da embarcação (4L), para os trechos de baixa densidade de tráfego na hidrovia (PIANC, 1999).

No que tange aos parâmetros propostos para as hidrovias da Classe Vb, cujo comprimento máximo da embarcação-projeto é de 185 m (L), o raio de curvatura mínimo, para os trechos de alta densidade de tráfego, é de 1.110 m (6L) e, para os trechos de baixa densidade de tráfego, de 740 m (4L).

Para o traçado da linha de navegação do projeto, foi adotado o raio de curvatura mínimo de 1.110 m, prevendo a condição de maior capacidade de tráfego de embarcações na hidrovia.

#### 4.2.3.5. Seção-projeto

Para os estudos iniciais de projeto da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, a largura mínima do canal de navegação a ser adotada é de 50 m e a profundidade do canal, 5 m (para o calado máximo das embarcações de 4,50 m).

Segundo a PIANC (1999), as recomendações nacionais, para a seção normal de área molhada mínima nas hidrovias da Classe Vb, são de: 200 m<sup>2</sup>, na França; 172 m<sup>2</sup>, na Alemanha; e 258 m<sup>2</sup> nos Países Baixos. A grade de dragagem definida para o trecho da hidrovia é de 50x5 m, constituindo uma seção normal de área molhada<sup>126</sup> navegável mínima de 250 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.3.6. Eclusa-projeto

Na eclusa-projeto a ser adotada no canal principal da hidrovia, o desnível aquático é de 5 m. Em situações específicas para a navegação, como a transposição de barragens existentes ou condição geográfica extraordinária ao padrão definido em projeto para a hidrovia, esse desnível aquático entre os lagos-canais seria adaptado.

A eclusa-projeto a ser adotada considera as dimensões gerais das embarcações-projeto, a densidade de tráfego de embarcações na hidrovia e as recomendações do padrão europeu adotado por PIANC (2009).

Para baixa densidade de tráfego a eclusa-projeto (simples) é de 12,50 m x 210 m (largura x comprimento) com uma eclusa principal. Para alta densidade de tráfego: a eclusa-projeto (dupla) = 25 m (2 x 12,50 m) x 210 m (largura x comprimento), para um conjunto formado por uma eclusa principal e uma eclusa auxiliar.

As barragens existentes no Rio Doce são de uso exclusivo para a produção de energia elétrica. As barragens propostas para a Hidrovia do Rio Doce são de aproveitamentos múltiplos (navegação, produção de energia, saneamento ambiental, controle de inundações etc.). As eclusas seriam implantadas nas barragens, existentes e propostas, do canal navegável principal da Hidrovia do Rio Doce. São planejadas 35 eclusas para a navegação nos trechos Médio e Baixo do Rio Doce.

---

<sup>126</sup> Segundo ECMT/PIANC, as recomendações nacionais para as hidrovias da Classe Vb, para a seção normal de área molhada mínima é de 200m<sup>2</sup>, na França; 172m<sup>2</sup>, na Alemanha; e 258m<sup>2</sup>, nos Países Baixos.

No sistema de navegação do Médio e Baixo Rio Doce, são previstos 35 pares de eclusas, sendo 35 eclusas principais e 35 auxiliares. As eclusas principais e auxiliares são construídas em paralelo nas estruturas das barragens de aproveitamentos múltiplos. As câmaras economizadoras de água são projetadas entre as duas eclusas – principal e auxiliar – em paralelo, sendo que o esvaziamento de uma câmara permite o enchimento da outra: as câmaras, como vasos comunicantes, economizam as águas entre as eclusagens.

A estabilização das águas dos lagos-canais de navegação se dá por um conjunto de lagos alimentadores, formados por barragens móveis nos afluentes do Rio Doce. Desse modo, são obtidos os volumes necessários para um sistema de navegação estável, no qual os níveis dos represamentos não oscilam ao longo do ano pelas estiagens ou enchentes.

Nos lagos-canais de navegação, com os volumes reservados ao longo de todo o ano nos lagos de alimentação, outra medida se faz necessária: a construção de eclusas duplas, para que não haja a interrupção das eclusagens, enquanto uma eclusa for receber reparos e manutenção ou, ocasionalmente, se houver um acidente com as embarcações que possa danificar algum componente da eclusa. Para tanto, na Hidrovia do Rio Doce, está sendo planejado um conjunto de eclusas, em paralelo, em cada barramento: uma eclusa principal e uma eclusa auxiliar.

Tabela 20: Hidrovia do Rio Doce - Eclusas do canal principal.

<b>ECLUSA</b>	<b>NOME</b>	<b>NA-montante (m)</b>	<b>NA-jusante (m)</b>
Eclusa -01	REGÊNCIA/POVOAÇÃO	5	0
Eclusa -02	COMBOIOS	10	5
Eclusa -03	LINHARES	15	10
Eclusa -04	BEBEDOURO	20	15
Eclusa -05	IPIRANGA	25	20
Eclusa -06	HUMAITÁ	30	25
Eclusa -07	COLATINA	35	30
Eclusa -08	ITAPINA	40	35
Eclusa -09	MASCARENHAS	60	40
Eclusa -10	AIMORÉS I	65	60
Eclusa -11	AIMORÉS II	70	65
Eclusa -12	AIMORÉS III	75	70
Eclusa -13	AIMORÉS IV	80	75
Eclusa -14	AIMORÉS V	85	80
Eclusa -15	AIMORÉS VI	90	85
Eclusa -16	RESPLENDOR	95	90
Eclusa -17	EME	105	95
Eclusa -18	KRENAK	110	105
Eclusa -19	CARRANCA	115	110
Eclusa -20	CONSELHEIRO PENA	120	115
Eclusa -21	CARATINGA	125	120
Eclusa -22	GALILÉIA	130	125
Eclusa -23	TUMIRITINGA	135	130
Eclusa -24	TRAÍRAS	140	135
Eclusa -25	DERRIBADINHA	145	140
Eclusa -26	CAPIM	150	145
Eclusa -27	VALADARES I	155	150
Eclusa -28	VALADARES II	160	155
Eclusa -29	ALPERCATA	165	160
Eclusa -30	BAGUARI	185	165
Eclusa -31	PERIQUITO	190	185
Eclusa -32	NAQUE	195	190
Eclusa -33	CACHOEIRA ESCURA	205	195
Eclusa -34	IPABA	210	205
Eclusa -35	IPATINGA	215	210
Eclusa -36	PARQUE RIO DOCE	220	215
Eclusa -37	CACHOEIRA SANTANA	230	220
Eclusa -38	PONTE QUEIMADA	235	230
Eclusa -39	CORREDEIRA	240	235
Eclusa -40	CACHOEIRA ÓCULOS	245	240

## NOTA:

1. Entre a cidade de Ipatinga (MG) e a foz marítima, a montante da Eclusa-35 (Aimorés), é indicada a navegação ambiental no trecho do Parque Estadual do Rio Doce – desde o remanso do Lago-canal de Ipatinga até a Eclusa-40 (Cachoeira Óculos).

#### 4.2.3.7. Ponte-projeto

Na proposta da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, as pontes fixas devem possuir um vão vertical mínimo de 10 m – que representa a altura livre sob o tabuleiro das pontes. Essa altura é compatível com as embarcações carregadas, transportando até 4 camadas de contêineres, que requerem 9,10 m (ECMT, 1992).

Para os vãos horizontais mínimos – no que concerne à distância entre as estruturas das pontes –, serão adotados, no projeto: para 1 vão livre sob as pontes, 100 m entre as estruturas; e para mais de 2 ou mais vãos, 50 m de passagem livre entre os pilares das pontes.

### 4.3. CIDADE-PORTO FLUVIAL

#### 4.3.1. Portos

Os portos fluviais são os polos estruturadores regionais e urbanos que estão modulados ao longo do canal navegável e implantados nas margens da orla fluviomarítima. Os portos fluviais são planejados ao longo do eixo longitudinal da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce – no trecho entre a cidade de Ipatinga (MG) e a foz marítima nas proximidades de Regência, distrito de Linhares (ES).

Os portos fluviais estão estruturados, na hidrovia, como segue: nas cidades fluviais existentes e planejadas nas margens da hidrovia; nas barragens de aproveitamentos múltiplos – 01 porto de montante e 01 porto de jusante em cada barramento; nas confluências dos afluentes; nos remansos dos lagos-canais e lagoas existentes; e nos cruzamentos das pontes existentes e propostas.

O Porto de Ipatinga é o porto fluvial mais a montante da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce e os portos marítimos do Delta do Rio Doce os mais a jusante – encontro das águas fluviais e marítimas.

Nos lagos-canais – nas linhas de navegação principal e auxiliares da hidrovia – os portos fluviais são propostos a montante e a jusante das barragens em uma localização que não interfira no canal de aproximação das embarcações com as eclusas.

Os portos são os elementos estruturadores da arquitetura das cidades-porto fluviais da Hidrovia do Rio Doce. Os portos, nos lagos-canais e lagoas existentes,



estão situados nos remansos lacustres, com as cidades planejadas acima do nível máximo de água (NA-máximo) de cada lago-canal navegável ou reservatório.

No planejamento geral da hidrovia, está previsto 01 porto a cada 5 Km. Esse é o critério de projeto utilizado no estabelecimento da rede de portos fluviais da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce.

01 porto a cada 30 minutos é tempo de navegação entre os portos, a cada 5 Km, para a velocidade de 10 Km/h<sup>127</sup> (PIANC, 1999).

Os portos podem ser implantados em distâncias inferiores ao máximo definido em projeto – 1 porto a cada 5 Km ou a cada 30 minutos para uma velocidade das embarcações de 10 Km/h –, principalmente nas seções médias e inferiores dos reservatórios em que os remansos dos lagos canais formarão enseadas adequadas à implantação de portos abrigados e com águas calmas.

1 porto a cada 5 Km é a distância mínima entre os portos planejados para a linha de navegação principal da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce. Como a extensão da hidrovia é de 444 Km – entre Ipatinga (MG) e a foz marítima em Regência (ES) –, são previstos, no mínimo, ao longo do eixo de navegação principal da hidrovia, aproximadamente 90 portos fluviais para compor a rede hidroviária principal.

O porto projetado deve ter a aproximação das embarcações facilitada, tanto para o fluxo de montante quanto de jusante. Os portos devem estar o mais próximo possível da linha de navegação do canal principal, mas fora da linha de navegação principal da hidrovia. Em alguns casos os portos estarão localizados na margem oposta ao fluxo de navegação da hidrovia, ocasionando cruzamentos pelas embarcações da linha de navegação.

A profundidade de projeto para o canal de aproximação dos portos e do berço de atracação das embarcações é de 5 m, a mesma profundidade da linha de navegação principal da hidrovia.

---

<sup>127</sup> (PIANC, 1999) – Tabela de Recomendações Nacionais para Hidrovias da Classe Vb. 10 km/h é a velocidade máxima permitida para embarcações carregadas na Alemanha. Na França, é adotada a velocidade de 8,50 km/h e, nos Países Baixos, a velocidade é determinada pela autoridade específica da hidrovia.

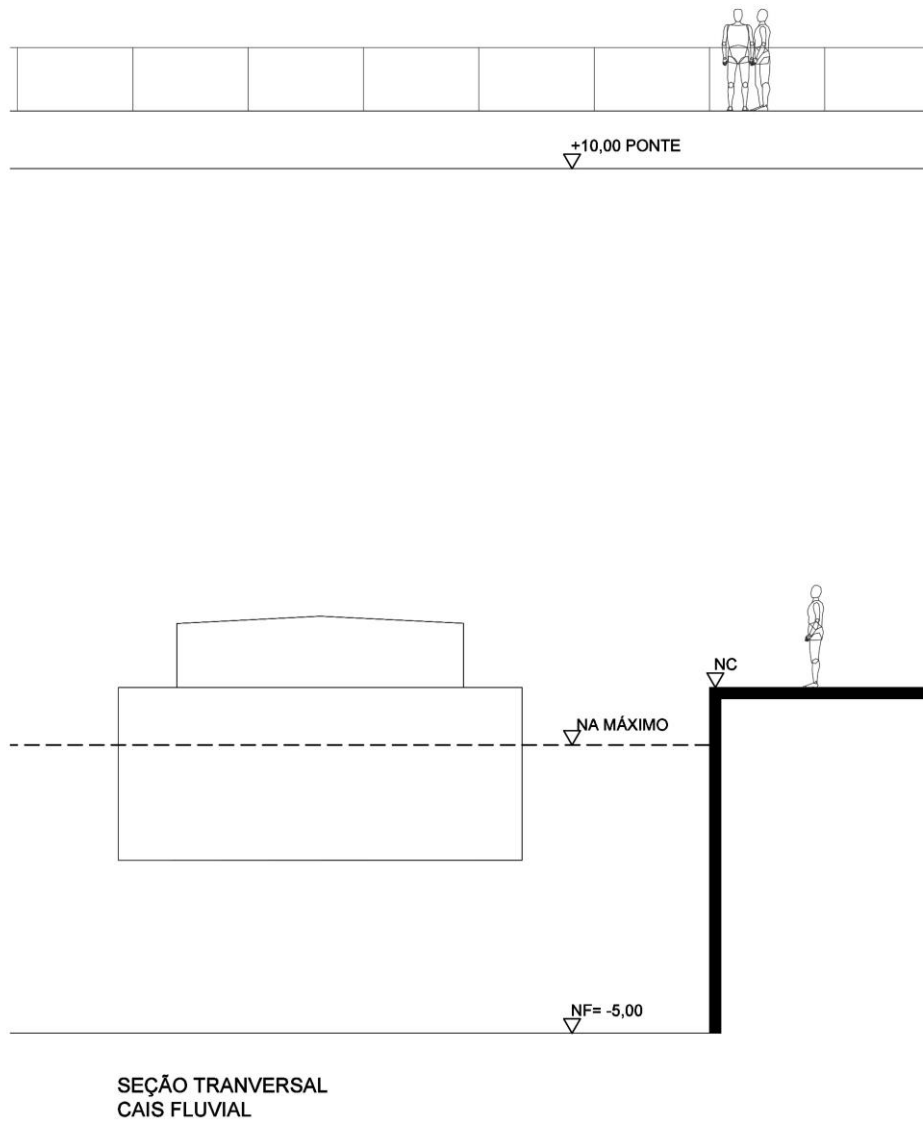


Figura 75. Seção transversal proposta para o cais fluvial da hidrovia regional do Rio Doce. Vão vertical para embarcações transportando 4 camadas de contêineres (PIANC, 1999). Fonte: Desenho do autor.

### 4.3.2. Rede de portos

No planejamento da rede de portos da hidrovia, os portos podem ser implantados: [1] nas cidades fluviais existentes e projetadas ao longo da hidrovia; [2] a montante e a jusante das barragens; [3] nas margens dos canais navegáveis principais e auxiliares; [4] nos remansos dos lagos-canais navegáveis; [5] na foz dos afluentes com o canal principal da hidrovia; [6] nas travessias fluviais (navegação transversal da hidrovia); [6] nos cruzamentos das pontes com a hidrovia; e [7] portos fluviomarítimos no Delta do Rio Doce.

São previstos 90 portos fluviais para a extensão de 444 Km da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce.

#### 1) Portos nas cidades fluviais

São 23 as cidades fluviais, nas margens da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, listadas de jusante para montante: Linhares, Marilândia, Colatina e Baixo Guandu, no Espírito Santo, trecho Baixo Rio Doce; Aimorés, Itueta, Resplendor, Conselheiro Pena, Galileia, Tumiritinga, Governador Valadares, Alpercata, Fernandes Tourinho, Periquito, Sobrália, Iapu, Naque, Belo Oriente, Bugre, Ipaba, Santana do Paraíso, Caratinga e Ipatinga, em Minas Gerais, trecho do Médio Rio Doce. Em cada cidade, 01 porto para a reestruturação das cidades fluviais e integração à navegação na hidrovia. Assim, ao todo, seriam 23 portos nas cidades fluviais existentes ao longo do canal principal navegável.

#### 2) Portos das barragens

São 70 portos das barragens planejados para a Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce. São 2 portos a cada barragem – 01 porto de montante e 01 porto de jusante. Os portos a montante das barragens de aproveitamentos múltiplos estão nas seções inferiores dos reservatórios de múltiplos usos (lagos-canais de navegação). Os portos a jusante das barragens de aproveitamentos múltiplos estão nas seções superiores dos reservatórios de múltiplos usos (lagos-canais de navegação). A quantidade de portos das barragens planejada para o canal principal da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce é: 01 porto de montante / 01 porto de jusante para cada barragem da hidrovia. São 35 as barragens de aproveitamentos múltiplos previstas entre Ipatinga e a foz principal do Rio Doce, sendo 02 portos por barragem para 35 barramentos; são 70 portos fluviais das barragens principais (35 portos

fluviais de montante e 35 portos fluviais de jusante) previstos para os trechos médio e baixo da Hidrovia do Rio Doce.

### 3) Portos nas margens

Os portos, nas margens, estão na modulação dos portos previstos para a hidrovia, com 1 porto a cada 5 Km. Os portos, nas margens, têm a vantagem de estar próximos à linha de navegação principal, mas devem estar fora da faixa de tráfego da hidrovia de 50 m do eixo longitudinal. Os portos das margens devem ter garantidas as dimensões de largura mínima – 50 m – e profundidade mínima – 5 m – para que as embarcações possam ter um canal de acesso sem obstruções até a ancoragem no cais.

### 4) Portos nos remansos

São planejados portos fluviais nos remansos dos lagos canais navegáveis da hidrovia. São portos urbanos que desempenham a navegação intra-lago – dentro do mesmo lago-canal configurado pelo represamento das águas nas barragens de aproveitamentos múltiplos. Nos remansos dos lagos-canais, são previstas novas cidades, distritos e bairros, estruturados pelos portos fluviais – o porto é a estrutura primordial da arquitetura das cidades-porto fluviais –, uma rede de cidades fundadas a partir da navegação.

### 5) Portos nos afluentes

Em cada confluência com a Hidrovia do Rio Doce, há uma barragem móvel, uma eclusa e dois portos – 01 porto de jusante, no canal principal da hidrovia, e 01 porto de montante, nos lagos de alimentação configurados pelo represamento das águas dos afluentes. Nos trechos do médio e baixo curso do Rio Doce, são 13 afluentes principais: Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande, Suaçuí Pequeno, Suaçuí Grande, Caratinga, Resplendor, Manhuaçu, Guandu, Santa Joana, Santa Maria do Doce, Pancas e São José. Em cada confluência, 2 portos nos afluentes, para 13 afluentes principais – 13 portos de montante e 13 portos de jusante –, que totalizam 26 portos dos afluentes principais.

#### 6) Portos das travessias

Na navegação transversal, entre as margens da hidrovia, em cada borda aquática, um porto fluvial para amparar a transição terra-água de pessoas e cargas. Os portos das travessias são endereços intermodais, de integração das vias de terra com as vias aquáticas. Cada travessia é uma ponte de água, ancorada em terra pelos portos.

#### 7) Portos fluviomarítimos - Delta do Rio Doce

São 06 portos fluviomarítimos pioneiros, planejados para o Delta Artificial do Rio Doce:

##### Portos do delta do rio doce – canal principal

PORTO FLUVIOMARÍTIMO	MARGEM
1- Regência	(Margem Direita)
2- Povoação	(Margem Esquerda)

##### Portos do delta do rio doce – canais de derivação

PORTO FLUVIOMARÍTIMO	MARGEM
3- Barra Seca	(Margem Esquerda – Foz Norte)
4- Barra Nova	(Margem Esquerda – Foz Norte)
5- Conceição da Barra	(Margem Esquerda – Foz Norte)
6- Barra do Riacho	(Margem Esquerda – Foz Sul)

### 4.3.3. Rede de cidades

A rede de cidades-porto fluviais é constituída pelas cidades fluviais existentes e por novas cidades-porto fluviais projetadas por bacia hidrográfica. Ao se planejar 01 porto a cada 5 Km, ou 01 porto a cada 30 minutos de navegação, se definem os parâmetros básicos para a constituição da rede de portos da hidrovia, tendo como referência o eixo longitudinal da linha de navegação.

Em locais onde boas enseadas estiverem disponíveis, os portos podem ser espaçados em menores distâncias que a máxima definida em projeto – a cada 5 Km da linha de navegação – para 30 minutos de navegação a uma velocidade de 10 Km/h. Pelo eixo de navegação da hidrovia, são aproximadamente 444 Km de extensão da hidrovia, desde Ipatinga (MG) até o Oceano Atlântico.

Com 01 porto a cada 5 Km, são cerca de 90 portos fluviais para a extensão de 444 Km da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce. Em cada porto uma nova cidade-porto fluvial a ser fundada ou uma cidade existente a ser estruturada pelo cais. Essa premissa de projeto foi estabelecida para a rede de portos da hidrovia. As cidades-porto fluviais estariam moduladas a cada 5 Km, ao longo de 444 Km de hidrovia, com a possibilidade de ser implantada uma cidade em cada margem do canal navegável sempre que for possível a implantação. Com um porto a cada margem da hidrovia, é possível a implantação de 180 cidades-porto fluviais ao longo do eixo da hidrovia.

Nos estudos iniciais de projeto, deve-se priorizar a implantação de 1 cidade a cada 5 Km, em apenas uma das margens da hidrovia. Essa iniciativa visa a priorizar a estruturação da rede de cidades ao longo de toda extensão da navegação longitudinal da hidrovia. Posteriormente, as relações de navegação transversal devem ser planejadas com a implantação das cidades nas duas margens da hidrovia.

Para uma primeira etapa de execução do plano, seriam 90 as cidades-porto fluviais a serem implantadas na Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, sendo que, numa primeira análise, poderiam ser reestruturadas e implantadas as seguintes cidades:

- 23 são as cidades fluviais existentes na implantação dos portos fluviais;
- 35 são as cidades nos portos das barragens;
- 26 são as cidades nos portos dos afluentes principais;
- 06 são as cidades nos portos fluviomarítimos do delta do Rio Doce.

Nessas condições, seriam implantadas 90 cidades-porto fluviais, que seriam as pioneiras da rede de cidades planejada para a Hidrovia do Baixo e Médio Rio Doce.

#### 4.4. ORLA FLUVIAL

As orlas fluviais do canal navegável são o conjunto de terras das margens da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce. Essas orlas fluviais são as áreas destinadas, no projeto, à promoção das três reestruturações necessárias ao uso e ocupação do solo existente ao longo da hidrovia, as reestruturações ambiental, agrária e urbana.

A primeira reestruturação de uso e ocupação do solo existente seria promovida, ao longo dos terrenos, nas margens da hidrovia e mananciais hídricos da bacia do Rio Doce, preservando as áreas de proteção ambiental e reflorestando as margens fluviais. A faixa-orla de reestruturação ambiental possui 500 m em cada margem, com os parques fluviais que constituirão áreas de preservação permanente. A reestruturação ambiental proposta segue, nas duas margens, acompanhando a Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce e os terrenos fluviais do médio e alto curso do rio, seguindo pelos afluentes até as nascentes, com faixas de preservação que obedecem à legislação ambiental vigente.

Em 444 Km de hidrovia, com faixas para a reestruturação ambiental de 500 m em cada margem, são 444 Km<sup>2</sup> (44.400 hectares) de áreas a serem preservadas e reflorestadas nas margens da hidrovia.

A segunda reestruturação de uso e ocupação do solo, necessária ao longo dos terrenos nas margens da Hidrovia do Médio e Baixo Rio Doce, seria a reestruturação agrária, com a disponibilização de uma faixa de áreas para as agroflorestas e assentamentos rurais agroecológicos que acompanham a faixa de preservação natural. A faixa de terra para a reestruturação agrária é o conjunto de terras lineares – ao longo do canal navegável da hidrovia –, com 500 m de largura em cada margem de Reservas Extrativistas (RESEX)<sup>128</sup> e 500 m de largura em cada margem de Assentamentos Rurais Agroecológicos (ARA)<sup>129</sup>.

Ao longo da faixa de preservação seguem as faixas para a reestruturação ambiental de 500 m em cada margem, ao todo são 444 Km<sup>2</sup> (44.400 hectares) de áreas a serem utilizadas para assentamentos agrícolas e áreas de reservas extrativistas nas margens da hidrovia.

---

<sup>128</sup> As reservas extrativistas federais (RESEX) são administradas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

<sup>129</sup> Os assentamentos rurais agroecológicos (ARA) estão nas premissas do MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra, que busca reafirmar uma Reforma Agrária Popular, que resgate a Soberania Alimentar e com o propósito de prática da Agroecologia nos assentamentos rurais.



A terceira reestruturação de uso e ocupação do solo necessária dar-se-ia, nas cidades existentes e ao longo dos terrenos, nas margens da hidrovia, com a implantação de novas cidades-porto fluviais, ao longo da hidrovia e no remanso dos lagos-canais projetados.

## CONCLUSÃO

A tese parte da proposição de utilização dos recursos hídricos naturais como potenciais elementos estruturadores das cidades.

A pesquisa buscou abordar através do projeto de arquitetura de infraestruturas regionais e urbanas fluviais e marítimas a temática das águas, relacionando-as com as cidades de modo a abranger questões de usos múltiplos das águas e aproveitamento integral de bacias hidrográficas no Estado do Espírito Santo.

A presente pesquisa buscou demonstrar através de estudos de projetos as hipóteses da tese, aplicando as diferentes escalas e condições do lugar de implantação dos projetos, as premissas técnicas e conceituais apresentadas no trabalho.

Foram definidos estudos tanto para as condições fluviais, de águas interiores nas bacias hidrográficas, quanto à experimentação dos estudos de projeto em condições fluviomarítimas, na transição entre os rios e o mar.

As estratégias de projeto adotadas pela pesquisa foram experimentadas nos três estudos de caso da tese, considerando as bacias hidrográficas como unidades territoriais de desenvolvimento regional e urbano, tendo as hidrovias como eixos estruturadores das bacias moduladas por uma rede de portos.

No capítulo 2 foi desenvolvido um estudo de projeto para uma bacia hidrográfica de domínio estadual, a do Rio Santa Maria da Vitória. Foi implantada no baixo curso do rio uma hidrovia de aproximadamente 35 Km entre a cidade de Santa Leopoldina e a Baía de Vitória, para transpor um desnível de 10m.

No capítulo 3 o estudo abordou o sistema estuarino da Baía de Vitória, com aproximações de projeto na escala urbana. Foi proposto um Anel Hidroviário que faz a circunavegação da Ilha de Vitória, com uma extensão longitudinal da linha de navegação principal em torno de 25 Km, constituindo 25 travessias aquáticas entre os 50 portos planejados.

No capítulo 4 foi desenvolvido um estudo de projeto para uma bacia hidrográfica de domínio federal, a do Rio Doce. Foi implantada uma hidrovia de cerca de 444 Km entre a cidade de Ipatinga (MG) e o distrito de Regência (ES), transpondo um desnível de 215m.

A partir do desenvolvimento dos projetos para as hidrovias foi possível aplicar o conceito de usos múltiplos das águas através da proposta de construção de barragens de aproveitamentos múltiplos para navegação, produção de energia, controle de enchentes e abastecimento de água.

Como evolução da pesquisa seria importante estudar as demais bacias hidrográficas do Espírito Santo em conjunto com a zona costeira.

As 13 bacias hidrográficas poderiam ser interligadas pela proposta da Hidrovia Intracostal do Espírito Santo. O projeto consistiria em uma sucessão de interligações aquáticas pelos estuários dos rios resultando numa hidrovia abrigada na costa de aproximadamente 400 Km entre a foz do Rio Riacho Doce – divisa norte com o estado da Bahia – e a foz do Rio Itabapoana – na divisa sul com o estado do Rio de Janeiro.

A Hidrovia Intracostal do Espírito Santo visa integrar e estruturar cidades marítimas, como forma de organizar os espaços urbanos existentes e preservar os ambientes naturais da zona costeira.

A pesquisa buscou se apoiar nos conceitos e referências técnicas do Grupo de pesquisa MetrÓpole Fluvial da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, coordenado pelo professor Alexandre Delijaicov. No desenvolvimento do trabalho as premissas do referido grupo lastrearam os estudos de projeto desenvolvidos na pesquisa. Para as condições do lugar foi realizada uma transposição técnico-conceitual como forma de se adaptar às condições das bacias hidrográficas estaduais e características fluviomarítimas da zona costeira.

Como resultados alcançados na pesquisa foram consolidados, além dos estudos de projeto, uma série de dados e bases de trabalho que podem ser utilizados e compartilhados em outras pesquisas, como forma de evolução da presente pesquisa ou em outros estudos realizados por pesquisadores interessados na temática das águas das cidades.

O projeto busca deixar contribuições para a discussão da utilização dos recursos hídricos naturais no Estado do Espírito Santo como elementos potencializadores do desenvolvimento regional e urbano. Para um espectro mais amplificado do assunto, faz-se necessário avançar para outras áreas de conhecimento na busca de uma abordagem multidisciplinar do projeto como pesquisa.



## REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz N. Brasil: **Paisagens de Exceção**: o litoral e o Pantanal Matogrossense: patrimônios básicos. 2ª edição. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.

AGERH – Agência Estadual de Recursos Hídricos - **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo** – PERH-ES, 2018.

ALFREDINI, Paolo. **Engenharia Portuária**/ Paolo Alfredini; Emilia Arasaki. São Paulo: Blucher, 2018.

AMUNES – Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santo. **Sistema de Acompanhamento dos Termos de Compromisso Ambientais**, 2014.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras - Edição Especial. Brasília: ANA, 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Diretrizes para estudos de arranjos de obras de transposição de desnível para a navegação**, 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. **inventário estações pluviométricas**, 2020.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Nota Técnica n.º 323/SOC/2005**. Reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico de Baguari, 2005.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Seções Transversais Topobatimétricas na Bacia do Rio Doce**, 2019.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Pequena Central Hidrelétrica. Usina Hidrelétrica Suíça PH.ES.002781-2, 2003.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Pequena Central Hidrelétrica. Rio Bonito. PH.ES.002293-4, 2003.

ANM - Associação Nacional de Mineração. **Resolução CNRH Nº 143**, de 10 de julho de 2012, 2012.

ANDREOZZI, Sylvio Luiz. **As bacias hidrográficas como unidades políticas territoriais no Brasil**. Anais XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. São Luís, MA, 2016.

ATLÂNTICO SUL. **Relatório de Controle Ambiental (RCA)** Implantação de Atracadouros para o sistema aquaviário da Grande Vitória, Região Metropolitana de Vitória - ES. 2020.

BAVIERA, Princesa Teresa da. **Viagem pelo Espírito Santo (1888)**: Viagem pelos trópicos brasileiros = Meine reise in den brasilaischen tropen. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, 2013.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988.

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 1997.

BRASIL. Empresa de portos do Brasil (PORTOBRÁS). **Plano Nacional de Vias Interiores Navegáveis (PNVNI)**. Rio de Janeiro, 1989.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. Cadernos Mcidades, n. 1. Brasília, 2004.

BRASIL. Centro de Hidrografia da Marinha. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Roteiro Hidrovia Tietê-Paraná. Rio Tietê – da foz a Inhumas**. Rio paraná – de jupia à foz do Tietê. Rio São José dos Dourados. Canal Pereira Barreto. 2º Ed. Niterói: DHN, 2016.

BRITO, Francisco. S. R. de. Projetos e Relatórios: **Saneamento de Vitória, Campinas, Petrópolis, Itaocara, Paraíba (João Pessoa), Paraíba do Sul e Juiz de Fora**. Obras Completas de Saturnino de Brito. Vol. V. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

BRITO, Francisco R. S. de. Projetos e Relatórios: **Saneamento de Santos**. Obras Completas de Saturnino de Brito. Vol. VII. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

CAMPANILI, Maura; PROCHNOW, Miriam (Org.). **Mata Atlântica – uma rede pela floresta**. Brasília: RMA, 2006.

CARIACICA. **Agenda Cariacica: planejamento sustentável da cidade, 2010-2030**, 2012.

CARVALHO, Nicolas Xavier de. **Projeto de arquitetura de infraestruturas urbanas fluviais: sistemas de hidrovias urbanas e regionais e rede de cidades-porto fluviais da Hidrovia do Tietê**. Dissertação (Mestrado) – FAUUSP, São Paulo, 2020.

CAUS, Celso L. **Das Fontes e Chafarizes às águas Limpas: Evolução do Saneamento no Espírito Santo**. Vitória: CESAN, 2012.

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens. **Main Brazilian Dams: Design, Contruction and Performance**. Volume II, 2000.

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens. **Main Brazilian Dams: Design, Contruction and Performance**. Volume III, 2009.

CODESA - Companhia Docas do Espírito Santo. **NORMAP1 - Norma de tráfego e permanência de navios e embarcações no Porto de Vitória**, 2018.

COELHO, André Luiz N. **Alterações hidrogeomorfológicas no médio-baixo Rio Doce/ES**. Tese (Doutorado)- Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2007.

COMDEVIT - Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória. **Plano de Desenvolvimento Metropolitano da Grande Vitória (PDUI)**. Diagnóstico Integrado Preliminar, 2017.

COSTA, João Ribas da. **Canoeiros do Rio Santa Maria**. Rio de Janeiro: Editora Borsoi, 1951.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Ação emergencial para reconhecimento de alto e muito alto risco a inundação e movimentos de massa**, 2012.

CSMJ - Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. **Diagnóstico e Plano Diretor das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu**. Volume VII – Plano Diretor. Rio de Janeiro, HABTEC Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997.

CULVAHOUSE, Tim. **The Tennessee Valley Authority: Design and Persuasion**. Princeton Architectural Press, 2007.

DELIJAICOV, Alexandre. (coord.). Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Projeto, Laboratório de Projeto, Grupo de pesquisa em projeto de arquitetura de infraestruturas urbanas fluviais. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Logística e Transportes, Departamento Hidroviário. **Articulação arquitetônica e urbanística dos estudos de pré- viabilidade técnica, econômica e ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo**. São Paulo: FAUUSP, 2011.

DELIJAICOV, Alexandre. São Paulo, **Metrópole fluvial: os rios e a arquitetura da cidade**. Parques e portos fluviais urbanos: projeto da cidade-canal Billings-Taiacupeba. São Paulo: Tese (Doutorado), FAUUSP, 2005.

De MAS, F. B. **Navigation Intérieure: Canaux**. Encyclopedie des travaux publics - Cours de navigation interieure de l'École Nationale des Ponts et Chaussees. 1904.

ECMT - European Conference of Ministers of Transport. **Resolution N° 92/2 on new classification of inland waterways**, 1992.

EPL - Empresa de Planejamento e Logística. **Plano Nacional de Logística 2035**. Ministério da Infraestrutura, 2021.

IBAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Região Metropolitana da Grande Vitória**, 2009. Disponível em: <[http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121003\\_prod8\\_pdrsrmgv\\_vf.pdf](http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20121003_prod8_pdrsrmgv_vf.pdf)>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Bacias e divisões hidrográficas do Brasil** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Cooperação: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). - Rio de Janeiro : IBGE, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 1940-2010**. Até 1970, dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dicionário Cartográfico**, 4. ed. Autor: Cêurio de Oliveira - Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. v. 6, Rio de Janeiro: IBGE, 1958.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades, 2020**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**, 2015.

IEMA-ES - Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. **Elaboração de Projeto Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu**. Relatório Técnico 2 – Volumes I, II e III, 2015.

IEMA-ES - Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. **Estudo de Impacto Ambiental/ Estudo de Análise de Risco Gasoduto Cacimbas – Vitória**. Biodinâmica, 2003.

IEMA-ES - Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Volume I, II e III. PIRH-Bacia do Rio Doce. ANA/IEMA-ES/ IGAM, 2010.

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves. **GEOBASES** - Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo, 2010.

MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio P.; BARROS, Luiz F. de P. **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 32/2003 que institui a Divisão Hidrográfica Nacional**. Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2003.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, 2012.



MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades: Alternativas para a crise urbana**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

MARINHA DO BRASIL, Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Cartas da Costa Brasileira Portos de Vitória e Tubarão**. Rio de Janeiro, 2007.

MARX, Murillo. **Cidade brasileira**. São Paulo: Melhoramentos: Edusp, 1980.

MIRANDA, Luiz Bruner de. **Princípios da oceanografia física dos estuários**. Luiz Bruner de Miranda, Belmiro Mendes de Castro e Björn Kjerfve. 2ª edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

MORAES, Cícero. **Geografia do Espírito Santo**. Vitória: Fundação Cultural do Espírito Santo, 1974.

OLIVEIRA, José T. **História do Estado do Espírito Santo**. Coleção Canaã, vol.8 - 3. ed. – Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo : Secretaria de Estado da Cultura; Secretaria de Estado da Educação, 2008.

PEREIRA, Geraldo M. **Projeto de Usinas Hidrelétricas passo a passo**. São Paulo: Oficina de Textos de Textos, 2015.

PIANC - The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. **Factors Involved in Standardising the Dimensions of Class V<sup>b</sup> Inland Waterways (Canals)**. Report of Working Group N<sup>o</sup> 20 Supplement to Bulletin n<sup>o</sup> 101, 1999.

ROCHA, Levy. **Viagem de Pedro II ao Espírito Santo**. Vitória, ES : Arquivo Público do Estado do Espírito Santo: 2008.

ROCHA, Paulo Mendes da. VILLAC, Maria Isabel. **América, natureza e cidade**. São Paulo, Estação Liberdade, 2012.

ROCHA, Paulo Archias Mendes da. Artigas, Rosa (org). WISNIK, Guilherme. **Paulo Mendes da Rocha : projetos 1957-1999**. 3.ed. rev. São Paulo, Cosac & Naify, 2006.

RUPF, Karlos Felipe da Vitória. **Vitória das águas: proposta de projeto para um hidroanel metropolitano**. Dissertação (Mestrado) - FAUUSP, São Paulo, 2016.

TVA - Tennessee Valley Authority. **The Tennessee River Navigation System: history, development and operation**. Technical report no. 25. Tennessee Valley Authority, Knoxville, Tennessee, 1964.

VERONEZ JÚNIOR, Paulo; BASTOS, Alex Cardoso; QUARESMA, Valéria da Silva. **Morfologia e distribuição sedimentar em um sistema estuarino tropical: Baía de Vitória, ES**. Rev. Bras. Geof., São Paulo, v. 27, n. 4, p. 609-624, out./dez, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbg/v27n4/a06v27n4.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

