

# Prêmio ANTAQ de Sustentabilidade Aquaviária

EDIÇÃO 2017









**República Federativa do Brasil**

*Jair Bolsonaro*

**Presidente da República**

**Ministério da Infraestrutura**

*Tarcísio Gomes de Freitas*

**Ministro da Infraestrutura**

**Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)**

**Diretoria Colegiada**

*Mário Povia*

**Diretor-Geral**

*Adalberto Tokarski*

**Diretor**

*Francisval Mendes*

**Diretor**



# | Prêmio ANTAQ de Sustentabilidade Aquaviária

EDIÇÃO 2017



© 2019 – ANTAQ  
SEPN Quadra 514 Conjunto “E” Edifício ANTAQ  
Centro de Informação em Transporte Aquaviário – 5º andar - CEP 70 760 545  
citaq@antag.gov.br  
55 61 2029 6596

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, por qualquer meio, se citada a fonte.  
Editora ANTAQ

**Coordenação**

*José Antonio Machado do Nascimento*

**Projeto gráfico**

*Andressa Tavares Gomes Oliveira / Eurípedes de A. Batista Júnior*

**Revisor**

*Carlos Eduardo Pini Leitão*

Projeto desenvolvido em parceria com a Assessoria de Comunicação e Relações Institucionais (ARI) e a Gerência de Desenvolvimento e Estudos (GDE), da Superintendência de Desempenho, Desenvolvimento e Sustentabilidade (SDS).

**Superintendente de Desempenho, Desenvolvimento e Sustentabilidade**

*José Renato Ribas Fialho*

**Gerente de Desenvolvimento e Estudos**

*José Gonçalves Moreira Neto*

**Assessora de Comunicação e Relações Institucionais**

*Cláudia Resende*



# I Prêmio ANTAQ de Sustentabilidade Aquaviária: edição 2017

## **Organizador**

*José Antonio Machado do Nascimento*

## **Autores**

*Lílian dos Santos Fontes Pereira Bracarense*

*Joaquim José Guilherme de Aragão*

*José Matsuo Shimoishi*

*Maria da Graça Zepka Baumgarten*

*Vivian Freitas Aguiar*

*Lucas Almeida*

*Gustavo Pacheco Thomas*

*Tobias Bernward Bleninger*

*Vanessa de Almeida Guimarães*

*Ilton Curty Leal Júnior*

*Newton Narciso Pereira*

*Hélio Gurgel Cavalcanti*

*Argonáutica Engenharia e Pesquisas*

*Praticagem do estado de São Paulo*

*PRONAVE Agentes de Comércio Exterior Ltda.*

*Triunfo Logística Ltda.*

*MULTIRIO Operações Portuárias S.A*

*Portonave S/A Terminais Portuários de Navegantes*

# Lista de abreviaturas e siglas

<b>ABDM</b>	Associação Brasileira de Direito Marítimo
<b>ABES</b>	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>ADCP</b>	Acoustic Doppler Current Profiler
<b>AIS</b>	Automatic Identification System
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>ANTAQ</b>	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
<b>ANTT</b>	Agência Nacional de Transportes Terrestres
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>AULP</b>	Associação das Universidades de Língua Portuguesa
<b>C3OT</b>	Centro de Coordenação, Comunicações e Operações de Tráfego
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CEDAE</b>	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
<b>CEFTRU</b>	Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes
<b>CEPAC</b>	Certificado de Potencial Adicional de Construção
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CLC</b>	Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo
<b>CLIA</b>	Centro Logístico Industrial Aduaneiro
<b>CNCG</b>	Conselho Nacional de Comandantes Gerais das Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares
<b>CNI</b>	Confederação Nacional da Indústria
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>CNT</b>	Confederação Nacional do Transporte
<b>CONAB</b>	Companhia Nacional de Abastecimento
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CONMETRO</b>	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
<b>COPPE</b>	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
<b>CORSAN</b>	Companhia Riograndense de Saneamento
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<b>DMASS</b>	Divisão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
<b>DPF/MJ</b>	Departamento de Polícia Federal/Ministério da Justiça e Segurança Pública
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxigênio
<b>EPL</b>	Empresa de Planejamento e Logística S.A.
<b>ETC</b>	Estação de Transbordo de Cargas
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>EVTEA</b>	Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
<b>FEPAM/RS</b>	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
<b>FMI</b>	Fundo Monetário Internacional
<b>FUND</b>	Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo Internacional para a Compensação de Danos Provenientes de Poluição por Óleo
<b>FURG</b>	Universidade Federal do Rio Grande
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa



<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>GRA</b>	Análise Relacional Grey
<b>HEA-WB</b>	Handbook on Economic Analysis of Investment Operations – World Bank
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICMS</b>	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
<b>IGP-M</b>	Índice Geral de Preços do Mercado
<b>IMDG</b>	International Maritime Dangerous Goods
<b>IMO</b>	International Maritime Organization
<b>INEA</b>	Instituto Estadual do Ambiente
<b>INPI</b>	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>IPH</b>	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
<b>IPI</b>	Imposto sobre Produtos Industrializados
<b>IRPF</b>	Imposto de Renda Pessoa Física
<b>IRPJ</b>	Imposto de Renda Pessoa Jurídica
<b>ISBN</b>	International Standard Book Number
<b>ISS</b>	Imposto Sobre Serviço
<b>ITA</b>	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
<b>ITTI</b>	Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura
<b>LC</b>	Convenção Sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias
<b>LRF</b>	Lei de Responsabilidade Fiscal
<b>LSPA</b>	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MARPOL</b>	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
<b>MB</b>	Marinha do Brasil
<b>MBAS</b>	Substâncias Ativas ao Azul de Metileno
<b>MCB-EU</b>	Manual de Análise de Custos e Benefícios dos Projetos de Investimentos adotados na Europa
<b>MCDA-C</b>	Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista
<b>MEV-BR</b>	Manual Brasileiro para Apresentação de Viabilidade de Estudos de Projetos de Grande Porte
<b>MTC</b>	Ministério de Transportes e Comunicações do Peru
<b>MTE</b>	Ministério do Trabalho e Emprego
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>OAB</b>	Ordem dos Advogados do Brasil
<b>OGMO</b>	Órgão Gestor de Mão de Obra
<b>OILPOL</b>	International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>OPRC</b>	Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo
<b>OTC</b>	Operação Territorial Consorciada
<b>OUC</b>	Operações Urbanas Consorciadas
<b>PAM</b>	Plano de Ajuda Mútua
<b>PAMO</b>	Pagamento Anual por Manutenção e Operação
<b>PAO</b>	Pagamento Anual por Obras
<b>PCE</b>	Plano de Controle de Emergência
<b>PEI</b>	Plano de Emergência Individual

<b>PGAI</b>	Plano de Gestão Ambiental Integrada Portuária
<b>PGV</b>	Projeto de Grande Vulto
<b>PH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>PHE</b>	Plano Hidroviário Estratégico
<b>PIANC</b>	World Association for Waterborne Transport Infrastructure
<b>PIL</b>	Programa de Investimentos em Logística
<b>PME</b>	Pagamento por Manutenção Excepcional
<b>PND</b>	Programa Nacional de Dragagem
<b>PNLT</b>	Plano Nacional de Logística e Transportes
<b>PNMC</b>	Política Nacional sobre Mudança do Clima
<b>PPA</b>	Plano Plurianual
<b>PPGA/UNISUL</b>	Programa de Mestrado em Administração da Universidade do Sul de Santa Catarina
<b>PPP</b>	Parceria Público-Privada
<b>PRG-EUA</b>	Principles and Requirements for Federal Investments in Water Resources
<b>REEN</b>	Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios
<b>RFB</b>	Receita Federal
<b>RTG</b>	Pórtico para Contêineres sobre Pneus
<b>SAMU</b>	Serviço de Atendimento Móvel de Urgência
<b>SAO</b>	Separador de Água e Óleo
<b>SIG</b>	Sistema de Informações Geográficas
<b>SOLAS</b>	Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar
<b>SST</b>	Sólidos em Suspensão Totais
<b>STE</b>	Sistema de Tráfego de Embarcações
<b>STF</b>	Supremo Tribunal Federal
<b>STJ</b>	Superior Tribunal de Justiça
<b>SUPRG</b>	Superintendência do Porto do Rio Grande
<b>TCP</b>	Terminal de Contêineres de Paranaguá
<b>TEU</b>	Twenty-foot Equivalent Unit
<b>TIR</b>	Taxa Interna de Retorno
<b>TPA</b>	Trabalhador Portuário Avulso
<b>TT</b>	Terminal-truck
<b>TUP</b>	Terminal de Uso Privado
<b>UAB</b>	Unidade de Arqueação Bruta
<b>UFPR</b>	Universidade Federal do Paraná
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro
<b>UFRN</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
<b>UnB</b>	Universidade de Brasília
<b>UNCLOS</b>	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
<b>UNFCCC</b>	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
<b>UNIP</b>	Universidade Paulista
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>VPL</b>	Valor Presente Líquido
<b>WCED</b>	World Commission on Environment and Development



# Lista de figuras, fotos, gráficos, quadros e tabelas

## *Artigos técnicos e científicos*

### **Modelo de Consolidação Comercial e Análise de Sustentabilidade Fiscal aplicado a Projetos Hidroviários.**

- Figura 1** Processo de elaboração de um Programa de Consolidação Comercial. Fonte: Bracarense (2017).
- Figura 2** Dados necessários ao desenvolvimento do programa territorial. Fonte: Bracarense (2017).
- Figura 3** Polos regionais. Fonte: Bracarense (2017).
- Figura 4** Processo de cálculo de arrecadação fiscal. Fonte: Bracarense (2017).
- Figura 5** Fluxograma da análise de sustentabilidade fiscal do investimento. Fonte: Bracarense (2017).
- Quadro 1** Resumo geral dos contratos de concessão hidroviária do Peru e Colômbia. Fonte: elaborado a partir de Eckert (2016) e Bracarense (2017).
- Tabela 1** Receitas fiscais calculadas para o cenário tendencial. Fonte: Bracarense (2017).
- Tabela 2** Resultados financeiros do cenário tendencial. Fonte: autores.
- Tabela 3** Resultados da produção máxima e empregos gerados. Fonte: autores.
- Tabela 4** Incremento de demanda gerada por polo no cenário alternativo. Fonte: Bracarense (2017).
- Tabela 5** Arrecadação fiscal do cenário alternativo, ao término do período de concessão, em valor presente. Fonte: Bracarense (2017).
- Tabela 6** Resultados do modelo proposto no cenário Alternativo. Fonte: Bracarense (2017).

### **Porto do Rio Grande (Estuário da Lagoa dos Patos - RS): identificação e caracterização dos locais de lançamento de efluentes líquidos nas margens.**

- Figura 1** Sul do estuário da Lagoa dos Patos e as áreas portuárias do Rio Grande (RS). Fonte: adaptado de (SUPRG, 2011).
- Figura 2** Kit analítico do fósforo contendo o frasco da mistura de reagentes, o manual de uso e a cartela com a tabela de cores de diferentes tons de azul (nos detalhes os seis níveis de contaminação). Sobre a cartela da foto estão amostras reagidas. Fonte: autores.
- Figura 3** Porto Velho - Rio Grande (RS): setores (áreas) do atendimento à navegação. Fonte: SUPRG, 2011.
- Figura 4** Porto Velho - Rio Grande (RS): identificação dos dezenove locais de lançamento de efluentes. Obs.: ponto na margem: nível de contaminação de cada efluente; segundo ponto: água do seu deságue; terceiro ponto: água receptora, distante três metros do efluente. Fonte: autores.
- Figura 5** Porto Velho (Rio Grande - RS): efluente doméstico (?) contaminado, desaguando numa valeta que desemboca no estuário. Fonte: autores.
- Figura 6** Porto Velho (Rio Grande - RS): Locais 2, 5, 6 e 9 possuem efluentes pluviais contaminados com provável ligação clandestina de esgoto. Fonte: autores.
- Figura 7** Porto Velho (Rio Grande - RS): emissário pluvial por onde escoia fracamente um efluente contaminado com esgoto, possivelmente industrial/urbano. Fonte: autores.

- Figura 8** Porto Velho (Rio Grande - RS): efluentes industriais não contínuos contaminados (vazamento da lavagem do pescado desembarcado), oriundos de duas indústrias do Terminal Pesqueiro, instaladas nos Locais 10 e 13 (Setor 5). No Local 12 o efluente não estava vazando. Fonte: autores.
- Figura 9** Porto Novo - Rio Grande (RS): setores de atendimento à navegação (Fonte: SUPRG, 2011). Fonte: SUPRG, 2011.
- Figura 10** Porto Novo - Rio Grande (RS): identificação dos 36 locais de lançamento de efluentes. Obs.: ponto na margem: nível de contaminação de cada efluente; segundo ponto: água do seu deságue; terceiro ponto: água receptora, distante a 3 metros do efluente. Fonte: autores.
- Figura 11** Porto Novo (Rio Grande - RS): detalhes de 3 efluentes pluviais contaminados com provável ligação clandestina de esgotos. Fonte: autores.
- Figura 12** Porto Novo (Rio Grande - RS): vista frontal do Local 55, onde há o lançamento do efluente misto na margem da enseada Coroa do Boi. Presença de habitações e uma indústria naval. Fonte: autores.
- Figura 13** Superporto - Rio Grande (RS): setores (áreas) de atendimento à navegação. Fonte: autores.
- Figura 14** Superporto - Rio Grande (RS): identificação dos 52 locais de lançamento de efluentes. Fonte: autores.
- Figura 15** Superporto (Rio Grande - RS): locais de lançamento de efluentes pluviais com ligação clandestina de esgotos na Vila Mangueira. Fonte: autores.
- Figura 16** Superporto (Rio Grande - RS): efluentes domésticos clandestinos lançados contaminados na margem da Vila Mangueira. Fonte: autores.
- Figura 17** Superporto (Rio Grande - RS): efluentes contaminados lançados na margem da área entre o Estaleiro Rio Grande e a Yara Brasil Fertilizantes. Fonte: autores.
- Figura 18** Superporto (Rio Grande - RS): efluente contaminado oriundo do Estaleiro Santos. Fonte: autores.
- Figura 19** Superporto (Rio Grande - RS): emissários da Indústria Leal Santos Pescados. Área do Terminal Pesqueiro. No Local 101 escoia um efluente contaminado. No Local 100 o efluente não estava vazando, pois não se estava desembarcando pescados durante a amostragem. Fonte: autores.
- Figura 20** Superporto (Rio Grande - RS): efluentes de indústrias de processamento de pescados de pequeno porte instaladas na Vila da Barra. Fonte: autores.
- Figura 21** Porto do Rio Grande (RS): caracterização dos 68 locais onde são lançados efluentes no Estuário da Lagoa dos Patos, com os respectivos níveis qualitativos de contaminação. O total de locais identificados foi 107, mas em 39 os efluentes não estavam vazando (possivelmente pluviais, em época de estiagem). Fonte: autores.
- Figura 22** Porto do Rio Grande (RS): identificação dos 37 locais de lançamento de efluentes contaminados e seus níveis qualitativos de contaminação. Fonte: autores.
- Tabela 1** Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Porto Velho e das suas águas receptoras. Fonte: autores.
- Tabela 2** Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Porto Novo e das suas águas receptoras. Fonte: autores.
- Tabela 3** Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Superporto e das suas águas receptoras. Fonte: autores.

## **Avaliação Hidromorfológica do uso de Espigões em Hidrovias – Estudo de Caso: Passo do Jacaré.**

- Figura 1** Estruturas do espigão em planta (superior) e em corte (inferior). Fonte: autores.
- Figura 2** Dimensionamento espigão, corte transversal. Fonte: autores.
- Figura 3** Localização da área de estudo. Fonte: autores.
- Figura 4** Hidrograma característico de 5 anos para área de estudo. Fonte: autores.



- Figura 5** Levantamentos batimétricos. Fonte: autores.
- Figura 6** Locais das seções de ADCP. Fonte: autores.
- Figura 7** Croqui da ponte ferroviária Eurico Gaspar Dutra (ITTI, 2012). Fonte: autores.
- Figura 8** Locais das seções de ADCP. Fonte: autores.
- Figura 9** Comparação do perfil de velocidade na seção 15. Fonte: autores.
- Figura 10** Localização dos espigões. Fonte: autores.
- Figura 11** Seção com espigão inclinado. Fonte: autores.
- Figura 12** Variação dos níveis e velocidades na condição hidrológica de cheia ( $Q=3.760\text{m}^3/\text{s}$ ). Fonte: autores.
- Figura 13** Variação morfológica da batimetria, após um ano no regime não permanente. Fonte: autores.
- Figura 14** Verificação da navegabilidade ao longo da área de estudo, para um calado de 3,5m, no (a) cenário natural e no (b) cenário com espigões, após a evolução morfológica de um ano. Fonte: autores.
- Tabela 1** Localização do canal de navegação. Fonte: autores.
- Tabela 2** Condições dos cenários de projeto. Fonte: autores.
- Tabela 3** Comparação da velocidade média. Fonte: autores.
- Tabela 4** Dimensionamento dos Espigões. Fonte: autores.
- Tabela 5** Dimensionamento dos degraus. Fonte: autores.

## **Conjunto de Indicadores para Avaliação do Desempenho Sustentável em Portos.**

- Figura 1** Ranking dos terminais de acordo com o seu desempenho sustentável. Fonte: autores.
- Quadro 1** Variáveis usadas na avaliação de desempenho no transporte. Fonte: autores.
- Quadro 2** Conjunto de indicadores para avaliação do desempenho sustentável em portos. Fonte: autores.
- Tabela 1** Valor dos indicadores para os portos selecionados. Fonte: autores.

### ***Iniciativas inovadoras***

## **Contribuições do C3OT-ReDRAFT® para a Segurança e Eficiência Operacional do Porto de Santos.**

- Figura 1** Evolução histórica de movimentação de cargas no Brasil. Fonte: ANTAQ, 2015.
- Figura 2** Projeção de movimentação de carga até 2030. Fonte: ANTAQ, 2015.
- Figura 3** Aumento das dimensões de navios porta-contêineres ao longo dos anos. Fonte: Allianz Global Corporate & Specialty, 2015.
- Figura 4** Fatores para cálculo do calado máximo seguro. Adaptado de PIANC, 2014.
- Figura 5** Sede da Praticagem de Santos e do C3OT. Fonte: autores.
- Figura 6** Câmeras de monitoramento no C3OT. Fonte: Globo.com, 2017.

- Figura 7** Sistema ondógrafo utilizado no C3OT. Fonte: autores.
- Figura 8** Estações de monitoramento de maré integradas ao C3OT. Fonte: autores.
- Figura 9** Etapas de Desenvolvimento do ReDRAFT® e Integração com o C3OT. Fonte: autores.
- Figura 10** Exemplo de modelo computacional de navio porta-contêineres. Fonte: autores.
- Figura 11** Fluxo de Informações no Sistema Integrado C3OT-ReDRAFT®. Fonte: autores.
- Figura 12** Exemplos de campos de correntes. Fonte: autores.
- Figura 13** Exemplo de pontos de controle durante manobra específica. Fonte: autores.
- Figura 14** Razão entre a altura significativa de onda nos dez pontos de monitoramento do canal e na medida na Ilha das Palmas considerando 1.528 medidas para o ano de 2015. Fonte: autores.
- Figura 15** Manobra de emergência para retirada de navios de terminais próximos ao incêndio da Alemoa. Fonte: autores.
- Figura 16** Tela do operador do C3OT com a pauta de manobras (esquerda) e detalhe do "R" para execução do ReDRAFT® em navios de grande porte (direita). Fonte: autores.
- Figura 17** Exemplo de tela de resultados fornecida pelo ReDRAFT®. Fonte: autores.
- Figura 18** Diferença entre os calados dinâmicos e estáticos no porto de Santos para 515 manobras monitoradas em 2016/2017. Fonte: autores.
- Figura 19** Incrementos de carga transportada resultantes do aumento de 10 cm no calado de navios porta-contêineres e graneleiros. Fonte: autores.
- Figura 20** Períodos de restrição de calado no porto de Santos entre o período de 2013 a 2016. Fonte: autores.
- Figura 21** Exemplo do ReDRAFT® no modo previsão de calados. Fonte: autores.
- Figura 22** Parcerias formadas para o desenvolvimento do sistema C3OT-ReDRAFT®. Fonte: autores.

## **Tecnologias Sustentáveis para Descarga de Granéis Sólidos.**

- Figura 1** Painel antigo e novo controle integrados. Fonte: autores.
- Figura 2** Controle remoto e funções. Fonte: autores.
- Figura 3** Câmera posicionada na moega. Fonte: autores.
- Figura 4** Posição de trabalho antes do controle. Fonte: autores.
- Figura 5** Imagem do monitor com as câmeras em funcionamento. Fonte: autores.
- Figura 6** Luzes indicativas colocadas no interior da moega, vistas pelas câmeras. Fonte: autores.
- Figura 7** Luzes indicativas colocadas no interior da moega, vistas pelas câmeras. Fonte: autores.
- Figura 8** Luzes externas verde e vermelha para indicar moega aberta ou fechada. Fonte: autores.
- Figura 9** Luzes externas verde e vermelha para indicar moega aberta ou fechada. Fonte: autores.
- Figura 10** Totem experimental, estudos de design e novo totem em operação. Fonte: autores.
- Figura 11** Totem experimental, estudos de design e novo totem em operação. Fonte: autores.
- Figura 12** Totem experimental, estudos de design e novo totem em operação. Fonte: autores.
- Figura 13** Câmera superior instalada e projeto de seu posicionamento. Fonte: autores.
- Figura 14** Câmera superior instalada e projeto de seu posicionamento. Fonte: autores.
- Figura 15** Totem e controle em funcionamento. Fonte: autores.

- Figura 16** Treinamento a estivadores e arrumadores. Fonte: autores.
- Figura 17** Sensores e sistema de luzes para posicionamento dos caminhões na moega. Fonte: autores.
- Figura 18** Sensores e sistema de luzes para posicionamento dos caminhões na moega. Fonte: autores.
- Figura 19** Passarela de enlonar caminhões após reforma. Fonte: autores.
- Figura 20** Silenciador instalado - Antes: 89,9 Db e Depois: 77,6 Db. Fonte: autores.
- Figura 21** Silenciador instalado - Antes: 89,9 Db e Depois: 77,6 Db. Fonte: autores.
- Figura 22** Silenciador instalado - Antes: 89,9 Db e Depois: 77,6 Db. Fonte: autores.

## **Eletroímã nas Operações de Movimentação de Ferro-Gusa.**

- Foto 1** Área de armazenagem no Porto Triunfo. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 2** Pedras de gusa com recolhimento manual. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 3** Pedras de gusa com recolhimento por eletroímã. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 4** Recolhimento magnético de pedras e cascalhos de ferro. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 5** Adaptação de gerador de energia. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 6** Adaptação de quadro elétrico. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 7** Dispositivo criado para adaptação e mobilidade do ímã. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 8** Equipamento e pilha de armazenamento de pedras de gusa. Fonte: elaborado pelo autor.
- Foto 9** Recolhimento de pedras que caem das conchas. Fonte: elaborado pelo autor.

## **O Ciclo Fechado de um Processo de Tratamento de Efluente para Obtenção de Licenciamento de Água de Reúso.**

- Foto 1** Localização MultiRio. Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acesso em 08/03/2017.
- Foto 2** Vista panorâmica MultiRio. Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acessado em 08/03/2017.
- Foto 3** Atividade de embarque e desembarque de cargas por portêineres elétricos. Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acessado em 08/03/2017.
- Foto 4** Novas edificações sustentáveis. Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio> ace
- Foto 5** Ponto de mitigação de material particulado Fonte: autor, 2017.
- Foto 6** Demonstração de lavagem de equipamento. Água no piso. Fonte: autor, 2017.
- Foto 7** Torres de aeração. Fonte: autor, 2017.
- Foto 8** Recirculação Água no Tanque de Ozônio. Fonte: autor, 2017.
- Foto 9** Planta Aquatica Eichhornia crassipes, conhecida como Gigoga. Fonte: autor, 2017.
- Foto 10** Foto panorâmica da ETE. Fonte: autor, 2017.
- Foto 11** Elevatória. Fonte: autor (2017).
- Foto 12** Separador de água e óleo (SAO). Fonte: autor, 2017.



- Foto 13** Fossas sépticas com filtro anaeróbico. Fonte: autor, 2017.
- Foto 14** Caixa de equalização. Fonte: autor, 2017.
- Foto 15** Tanques pulmão. Fonte: autor, 2017.
- Foto 16** Tanques anaeróbicos. Fonte: autor, 2017.
- Foto 17** Torres e tanques de aeração com filtros de carvão ativado. Fonte: autor, 2017.
- Foto 18** Aquatica Eichhornia crassipes, conhecida gigoga. Fonte: autor, 2017.
- Foto 19** Concentradores de oxigênio e geradores de ozônio. Fonte: autor, 2017.
- Foto 20** Tanques de ozonização. Fonte: autor, 2017.
- Foto 21** Filtros de areia. Fonte: autor, 2017.
- Foto 22** Cisterna de armazenagem de água de reúso. Fonte: autor, 2017.
- Foto 23** Pressostatos e manômetro que controlam a pressão da rede de distribuição. Fonte: autor, 2017.
- Foto 24** Análise visual antes e após tratamento. Fonte: autor, 2017.
- Foto 25** Tubulação Aérea Prédio Administrativo. Fonte: autor, 2017.
- Foto 26** Tubulação banheiro anexo subestação de energia. Fonte: autor, 2017.
- Gráfico 1** Eficiência remoção de DBO. Fonte: autor, 2017.
- Gráfico 2** Eficiência remoção de DQO. Fonte: autor, 2017.
- Tabela 1** Gerenciamento de hidrômetros - pontos de monitoramento. Fonte: autor, 2017.
- Tabela 2** Gerenciamento de Hidrômetros - vazamentos x despesas. Fonte: autor, 2017.
- Tabela 3** Gerenciamento de hidrômetros - balanço hídrico detalhado, expurgando vazamentos e perdas. Fonte: autor, 2017.
- Tabela 4** Comparação antes e após implementação do reúso e modernização das edificações. Fonte: autor, 2017.

## **Projeto de Eletrificação dos Guindastes para Contêineres sobre Pneus - RTGS.**

- Figura 1** RTGs através de um braço coletor automático conectado à barra condutor. Fonte: autores.
- Figura 2** Estruturas de condução dos RTGs. Fonte: autor, 2017.
- Figura 3** Dispositivos utilizados para a adequação dos transtêineres - RTGs. Fonte: autor, 2017.
- Figura 4** Consumo mensal de óleo diesel pelos RTGs nos anos de 2015 e 2016. Fonte: autor, 2017.
- Figura 5** Disponibilidade dos RTGs nos anos de 2015 e 2016. Fonte: autor, 2017.
- Figura 6** Perfil das emissões anuais de gases estufa dos RTGs. Fonte: autor, 2017.
- Quadro 1** Descrição da aplicação dos dispositivos de eletrificação dos RTGs. Fonte: autor, 2017.

# COMISSÃO JULGADORA DO I PRÊMIO ANTAQ DE SUSTENTABILIDADE AQUAVIÁRIA

## Coordenação dos trabalhos

*Ygor Di Paula Juliano Silva da Costa*

Especialista em regulação de serviços de transportes aquaviários

*Márcia Alves Brito*

Especialista em políticas públicas e gestão governamental

## Comissão Julgadora da Categoria Artigo Técnico e Científico

### Presidente

*Carlos Eduardo Pini Leitão*

Especialista em regulação de serviços de transportes aquaviários

### Avaliadores dos artigos técnicos e científicos

*Ademar Dutra*

Doutor e mestre em engenharia de produção pela Universidade Federal de Santa Catarina  
com pós-doutorado pela Universidade de Valência - Espanha

*Carlos Henrique Marques da Rocha*

Doutor em economia pela Universidade de Liverpool

*Cláudio Alberto Eidelchtein*

Secretário-geral da Comissão de Direito Aduaneiro da OAB/SP

*Eliane Octaviano Martins*

Doutora em direito pela Universidade de São Paulo

*Joaquim Maia Neto*

Biólogo e consultor legislativo do Senado Federal na área de meio ambiente

*Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto*

Doutor em economia pela Universidade de Illinois

# Comissão Julgadora da Categoria Iniciativas Inovadoras

## Presidente

*Patrícia Póvoa Gravina*

Mestre em física pela Universidade de Brasília e especialista em regulação de serviços de transportes aquaviários

## Avaliadores dos relatórios de iniciativas inovadoras

*Cícero Rodrigues de Melo Filho*

Mestre em engenharia civil aeronáutica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica

*Eimair Bottega Ebeling*

Analista de infraestrutura do Ministério da Economia

*Eliezé Bulhões de Carvalho*

Doutor em transporte pela Universidade de Brasília

*Francisco Olavo Batista*

Servidor da Conab e analista da infraestrutura de escoamento da produção agrícola nacional

*Paulo Roberto Coelho de Godoy*

Engenheiro civil especializado em recursos hídricos, portos e hidrovias interiores

*Tito Lívio Pereira Queiroz e Silva*

Mestre em transportes pela Universidade de Brasília e especialista em regulação de serviços de transportes terrestres

# Sobre os autores dos artigos técnicos e científicos

*Gustavo Pacheco Tomas*

Doutor em engenharia de recursos hídricos e ambiental pela Universidade Federal do Paraná

*Hélio Gurgel Cavalcante*

Bacharel em Ciências Jurídicas e Sociais pela Faculdade de Direito do Recife

*Ilton Curty Leal Junior*

Doutor em engenharia dos transportes pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Joaquim José Guilherme de Aragão*

Doutor em engenharia de transportes pela Universidade de Dortmund

*José Matsuo Shimoishi*

Doutor em engenharia civil pela Universidade de Tóquio

*Lillian dos Santos Fontes Pereira Bracarense*

Doutora em transportes pela Universidade de Brasília

*Lucas Almeida*

Mestre em oceanografia física, química e geológica pela Universidade do Rio Grande

*Maria da Graça Zepka Baungarten*

Mestre em oceanologia biológica pela Universidade do Rio Grande

*Newton Narciso Pereir*

Doutor em engenharia naval e oceânica pela USP

*Tobias Bernward Bleninger*

Doutor em engenharia de recursos hídricos e ambiental no Karlsruhe Institute de Tecnologia

*Vanessa de Almeida Guimarães*

Mestre em engenharia de transportes pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

*Vivian Freitas Aguiar*

Graduada em oceanologia pela Universidade do Rio Grande

# **Sobre os autores das iniciativas inovadoras**

## **Argonáutica Engenharia e Pesquisas**

Fundada em 2012, a Argonáutica Engenharia e Pesquisas já conduziu mais de 130 projetos nas áreas de planejamento portuário e operações para a indústria offshore, incluindo comportamento em ondas, amarração, projetos de canal de acesso, quebra-mar, berços de atracação, manobrabilidade e atracação a contrabordo. A empresa possui expertise em análises numéricas e experimentais para aplicá-la na infraestrutura disponível no Brasil.

## **Praticagem do Estado de São Paulo**

Garante a agilidade e eficiência do tráfego do Porto de Santos, com total segurança para as embarcações. A Praticagem de São Paulo, com recursos próprios, conta com mais de cem funcionários para manter a estrutura necessária para realizar os serviços com a qualidade que o mercado exige e com a excelência que busca.

## **PRONAVE Agentes de Comércio Exterior Ltda.**

A Pronave executa serviços de carga e descarga e armazenamento de todo o tipo de mercadoria destinada aos projetos de óleo e gás, tais como tubos, equipamentos, máquinas, partes e peças, containers com provisões de bordo, para navios, supplyboats, plataformas, balsas e quaisquer outras embarcações de/para plataformas de petróleo, de forma ágil, competente e segura.

## **Triunfo Logística Ltda.**

Fundada em 1985, a Triunfo nasceu no Rio de Janeiro como uma Empresa Estivadora, contratando a execução de serviços de estivagem, fornecendo a mão-de-obra e os equipamentos necessários à execução de inúmeros tipos de operações portuárias no Porto do Rio de Janeiro. Era o primeiro passo de uma história marcada pela coragem e pelo sucesso. A Triunfo se destaca no mercado por sua inequívoca experiência no setor, mas ao mesmo tempo, por conseguir aliar essa experiência a uma gestão moderna, ética, transparente, preocupada no fator humano, na relação com seus colaboradores, com a sociedade e meio ambiente.

## **Multirio Operações Portuárias S.A**

A Multiterminais é uma empresa de logística integrada que implantou o primeiro Terminal Retroportuário Alfandegado no Brasil, em 1986, em área contígua ao Porto Público do Rio de Janeiro. A Multiterminais situa-se entre as maiores operadoras de terminais portuários e portos secos do Brasil e entre as mais importantes empresas de prestação de serviço ao comércio exterior. A Multiterminais é responsável pela operação de dois Terminais Marítimos no Porto do Rio de Janeiro: Terminal de Contêineres MultiRio e Terminal de Veículos MultiCar.

## **PORTONAVE S/A – Terminais Portuários de Navegantes**

Localizada na cidade de Navegantes, em Santa Catarina, a Portonave iniciou suas operações em outubro de 2007, como o primeiro terminal portuário privado do país. A empresa atua no escoamento da produção das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e de outros países da América do Sul e no recebimento de cargas de todo o mundo.



# Prefácio

Em nove de novembro de 2017, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ teve a honra de realizar o “Prêmio ANTAQ 2017 de Sustentabilidade Aquaviária”, com foco no reconhecimento de iniciativas que se destacaram por sua contribuição na melhoria da prestação de serviços de transportes aquaviários à sociedade; no fomento à pesquisa e à produção técnico-científica; e na disseminação de boas práticas na operação e gestão no setor aquaviário.

Para tanto, foram contempladas as categorias “Desempenho Ambiental”, “Iniciativas Inovadoras”, “Artigo Técnico e Científico” e “Qualidade de Atendimento ao Usuário”.

Com a presente publicação, a ANTAQ cumpre com o que prevê o regulamento da premiação, proporcionando aos autores dos melhores trabalhos submetidos na Categoria Artigo Técnico e Científico a devida publicidade, após rigorosamente analisados e aprovados por uma banca de examinadores de mais alta qualidade.

Na mesma publicação, trazemos a público os trabalhos classificados na Categoria Iniciativa Inovadora, com a expectativa de que, ao ganharem maior visibilidade, sirvam de incentivo para que outras empresas e profissionais, direta ou indiretamente dedicados ao setor de transporte aquaviário, repliquem essas iniciativas em seu âmbito de atuação e que se vejam estimuladas a concorrer nas próximas edições do Prêmio ANTAQ com suas próprias experiências e projetos inovadores.

Assim, o leitor encontrará os trabalhos dos cinco finalistas para as categorias Artigo Técnico e Científico e “Iniciativa Inovadora”, apresentados na ordem de sua classificação, incluindo as menções honrosas.

No caso das “Iniciativas Inovadoras”, vários trabalhos vieram acompanhados de vídeos, arquivos de apresentação e ilustrações, porém, devido às limitações técnicas, apenas o Relatório apresentado pelos autores foi publicado.

No ensejo, convidamos a todos a participarem da próxima edição do Prêmio ANTAQ, que será realizado no ano de 2019.

Mais uma vez, parabéns aos vencedores!

Tenham uma ótima leitura!

Diretoria Colegiada da Antaq



“

*O prêmio é fundamental como reconhecimento de trabalhos de excelência realizados nos setores portuário e de navegação. A questão da sustentabilidade é primordial para a Agência. Esse prêmio valoriza aqueles e aquelas que contribuem para uma logística eficiente e, acima de tudo, que vai ao encontro do meio ambiente.*

”

**Adalberto Tokarski**  
Diretor-Geral em 2017



“

*O prêmio é a materialização de projetos idealizados anos atrás no âmbito do Planejamento Estratégico da Agência. A ANTAQ, valendo-se de seu protagonismo setorial, consolida neste momento a instituição do Prêmio ANTAQ, prestigiando iniciativas inovadoras, eficiência e criatividade, bem como estimulando a produção de artigos do setor aquaviário.*

”

**Mário Povia**  
Diretor



“

*O Prêmio ANTAQ está vocacionado a encorajar a reflexão da sociedade em torno da importância do modal aquaviário para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. E também para identificar contribuições para a melhoria da efetividade das empresas que operam no setor regulado, seja especificamente na dimensão da sustentabilidade ambiental, seja no aperfeiçoamento da adequada prestação de serviços aos usuários, ou ainda fortalecendo mecanismos de gestão das empresas.*

”

**Francisval Mendes**  
Diretor

# Sumário

MODELO DE CONSOLIDAÇÃO COMERCIAL E ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE FISCAL APLICADO A PROJETOS HIDROVIÁRIOS. ....	29
1. INTRODUÇÃO .....	30
2. ESPAÇO FISCAL LIMITADO PARA O INVESTIMENTO PÚBLICO E OS RESULTADOS DAS CONCESSÕES ATUAIS E AS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS .....	30
3. A ESCOLHA DO INVESTIMENTO NAS ÁREAS DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA: A FILOSOFIA ATUAL .....	31
4. A PRÁTICA MUNDIAL DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FISCAL.....	32
5. ESPECIFICIDADES DO SETOR HIDROVIÁRIO E PANORAMA FRENTE A MODELOS DE CONCESSÃO ....	35
5.1. ESPECIFICIDADES DO SETOR HIDROVIÁRIO .....	35
5.2. PANORAMA INTERNACIONAL DAS CONCESSÕES AQUAVIÁRIAS .....	36
6. MODELO DE CONSOLIDAÇÃO ECONÔMICA E COMERCIAL DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA.....	38
6.1. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS .....	38
6.2. PROGRAMA DE CONSOLIDAÇÃO ECONÔMICA E COMERCIAL .....	39
6.3. ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE FISCAL .....	40
7. ESTUDO DE CASO .....	41
8. CONCLUSÃO .....	50
PORTO DO RIO GRANDE (ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS - RS): IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS NAS MARGENS.....	54
1. INTRODUÇÃO .....	55
2. METODOLOGIA.....	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	59
4. CONCLUSÕES.....	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	81
AVALIAÇÃO HIDROMORFOLÓGICA DO USO DE ESPIGÕES EM HIDROVIAS – ESTUDO DE CASO: PASSO DO JACARÉ. ....	84
1. INTRODUÇÃO .....	85
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	86
2.1. HIDRÁULICA FLUVIAL.....	86
2.2. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS .....	86
2.3. ESPIGÕES .....	88
2.4. MODELAGEM COM DELFT 3D.....	89

3. MODELO DELFT 3D .....	90
3.1. GRADE CURVILÍNEA E SISTEMA DE COORDENADAS $\Sigma$ .....	90
3.2. MÓDULO HIDRODINÂMICO (FLOW) .....	90
3.3. MÓDULO DE SEDIMENTOS (SED) E MORFOLÓGICO (MOR) .....	91
4. ÁREA DE ESTUDO .....	92
4.1. LEVANTAMENTOS FLUVIOMÉTRICOS .....	92
4.2. LEVANTAMENTOS GEOTÉCNICOS .....	93
4.3. DECLIVIDADE DA LINHA D'ÁGUA .....	93
4.4. BATIMETRIA .....	93
4.5. MEDIÇÃO DE CORRENTES COM ADCP .....	94
4.6. CANAL DE NAVEGAÇÃO .....	95
4.7. PONTE EURICO GASPAR DUTRA .....	95
4.8. ESTUDOS DE MODELAGEM ANTERIORES .....	95
5. MODELAGEM COMPUTACIONAL .....	96
5.1. MODELO GEOMÉTRICO .....	96
5.2. COEFICIENTE DE RUGOSIDADE .....	96
5.3. CONDIÇÃO DE CONTORNO HIDRODINÂMICA .....	96
5.4. CONDIÇÃO DE CONTORNO SEDIMORFOLÓGICA .....	97
5.5. VALIDAÇÃO DO MODELO .....	97
6. CENÁRIOS DE PROJETO .....	98
7. IMPLEMENTAÇÃO DOS ESPIGÕES .....	98
8. RESULTADOS .....	100
8.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	102
9. CONCLUSÃO .....	102
CONJUNTO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO SUSTENTÁVEL EM PORTOS. ....	105
1. INTRODUÇÃO .....	106
2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PORTOS E SUSTENTABILIDADE .....	106
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	111
4. APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS: AVALIAÇÃO ILUSTRATIVA .....	112
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	114

ASPECTOS JURÍDICOS AMBIENTAIS DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS PERIGOSAS NOS PORTOS DO BRASIL.....	120
1. INTRODUÇÃO .....	121
2. HISTÓRICO EVOLUTIVO: A ABERTURA DOS PORTOS.....	121
3. PORTOS E INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS .....	123
4. PRODUTOS PERIGOSOS: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO .....	124
4.1. POLUIÇÃO .....	125
5. ASPECTOS JURÍDICOS AMBIENTAIS DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS PERIGOSAS.....	125
5.1. DOCTRINA AMBIENTAL .....	125
5.2. EXEGESE DAS NORMAS LEGAIS - CONSTITUIÇÃO FEDERAL .....	126
5.3. PACTO FEDERATIVO E AUTONOMIA LEGISLATIVA DOS ENTES FEDERADOS; COMPETÊNCIAS NORMATIVAS LEGAIS .....	126
5.4. LEIS COMPLEMENTARES.....	126
5.5. LEIS ORDINÁRIAS .....	126
5.6. LEGISLAÇÃO EXTRAVAGANTE .....	127
5.7. CONVENÇÕES E TRATADOS INTERNACIONAIS.....	127
6. PODER PÚBLICO: ÓRGÃOS REGULADORES E ÓRGÃOS EXECUTORES .....	128
6.1. ATRIBUIÇÃO DE COMPETÊNCIA DE LICENCIAMENTO, AUTORIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO .....	129
6.2. CONAMA .....	129
6.3. ANTAQ .....	129
6.4. ABNT 130	
6.5. PRATICAGEM.....	130
7. PLANOS DE CONTINGÊNCIA.....	130
8. SANÇÕES APLICÁVEIS .....	131
9. EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	132
10. MINISTÉRIO PÚBLICO .....	132
11. COMPETÊNCIA JURISDICIONAL .....	132
12. JURISPRUDÊNCIA .....	133
13. VISÃO DE SUSTENTABILIDADE AQUAVIÁRIA: PROPOSTA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE REVISÃO NORMATIVA.....	133
13.1. COMPROMISSOS DAS MOVIMENTAÇÕES DE CARGAS PERIGOSAS COM O ACORDO DE PARIS.....	133
14. CONCLUSÃO .....	134



<b>CONTRIBUIÇÕES DO C3OT-REDRAFT® PARA A SEGURANÇA E EFICIÊNCIA OPERACIONAL DO PORTO DE SANTOS.....</b>	<b>137</b>
1. INTRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	138
2. OS OBJETIVOS DA INICIATIVA .....	141
3. O PÚBLICO-ALVO .....	142
4. A DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA .....	142
5. A SITUAÇÃO HOJE, RESULTADOS E/OU IMPACTOS DA INICIATIVA.....	149
6. PARCERIAS.....	153
7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS OU DA SOCIEDADE EM GERAL .....	153
8. GRAU DE REPLICABILIDADE .....	154
9. AS PRINCIPAIS BARREIRAS ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA INOVADORA E COMO FORAM SUPERADAS .....	154
10. OS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA O SUCESSO DA PRÁTICA INOVADORA INSCRITA.....	155
<b>TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA DESCARGA DE GRANÉIS SÓLIDOS.....</b>	<b>157</b>
1. INTRODUÇÃO .....	158
2. DESENVOLVIMENTO .....	158
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	165
<b>ELETROÍMÃ NAS OPERAÇÕES DE MOVIMENTAÇÃO DE FERRO-GUSA .....</b>	<b>166</b>
1. INTRODUÇÃO .....	167
2. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA .....	167
3. OBJETIVO DA INICIATIVA .....	168
4. PÚBLICO-ALVO .....	168
5. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA.....	169
6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E/OU IMPACTOS.....	169
7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS.....	170
8. GRAU DE REPLICABILIDADE .....	170
9. PRINCIPAIS BARREIRAS NO DESENVOLVIMENTO .....	170
10. RESOLUÇÃO DAS BARREIRAS.....	171
11. FATORES POSITIVOS DA PRÁTICA INOVADORA .....	172
<b>O CICLO FECHADO DE UM PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE PARA OBTENÇÃO DE LICENCIAMENTO DE ÁGUA DE REÚSO .....</b>	<b>173</b>
1. INTRODUÇÃO .....	174
2. A CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	174
2. 1.OS OBJETIVOS DA INICIATIVA.....	174
3. O PÚBLICO-ALVO .....	175
4. A DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA .....	175

4. 1.APRESENTAÇÃO DA EMPRESA.....	175
4. 2.BALANÇO HÍDRICO DO CONSUMO MENSAL ATUAL.....	177
4. 3.VAZAMENTOS.....	179
4. 4.CONSUMO POR ATIVIDADE.....	182
4. 5.IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E REÚSO.....	183
5. A SITUAÇÃO HOJE, RESULTADOS E/OU IMPACTOS DA INICIATIVA .....	189
5. 1.RESULTADOS.....	189
5. 2.CONCLUSÃO.....	192
6. PARCERIAS, SE EXISTENTES .....	192
7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS OU DA SOCIEDADE EM GERAL .....	192
8. GRAU DE REPLICABILIDADE .....	193
9. AS PRINCIPAIS BARREIRAS ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA INOVADORA ...	193
9. 1.DESAFIOS .....	193
10. AS BARREIRAS VENCIDAS E COMO.....	193
11. OS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA O SUCESSO DA PRÁTICA INOVADORA INSCRITA.....	194
PROJETO DE ELETRIFICAÇÃO DOS GUINDASTES PARA CONTÊINERES SOBRE PNEUS - RTGS.....	205
1. Introdução e Situação-Problema .....	206
2. Objetivo da Iniciativa.....	206
3. Público-Alvo .....	206
4. Etapas do Projeto .....	206
5. Empresas Envolvidas .....	210
6. Participação Stakeholders .....	211
7. Replicabilidade .....	211
8. Desafios do Projeto.....	211
9. Fatores de Sucesso.....	211

# **ARTIGOS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS**

# **1º Lugar**

**Modelo de Consolidação Comercial e Análise de Sustentabilidade Fiscal aplicado a Projetos Hidroviários.**

**Autores:**

Lílian dos Santos Fontes Pereira Bracarense  
Joaquim José Guilherme de Aragão  
José Matsuo Shimoishi

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem um grande potencial para a navegação fluvial, contando com cerca de 63 mil quilômetros de rios e lagos. Mais de 40.000 km desse total são potencialmente navegáveis. No entanto, o transporte comercial ocorre em cerca de 22.000 km, com uma concentração significativa na região amazônica (ANTAQ, 2015). Apesar do grande potencial de navegabilidade e das conhecidas vantagens de custo logístico e ambiental deste sistema, existem estrangulamentos na infraestrutura que exigem a conclusão de obras de intervenção caras e outras melhorias. Além disso, as externalidades sociais, técnicas, políticas e ambientais impediram que o transporte fluvial brasileiro fosse desenvolvido a um ritmo apropriado.

No Brasil, o investimento na hidrovia tem dependido quase exclusivamente de recursos fiscais (POMPERMAYER et al., 2014). No entanto, os investimentos em grandes projetos, como a infraestrutura, devem ser cuidadosamente projetados, de modo que sua implantação induza o desenvolvimento, garantindo a sustentabilidade fiscal. Caso contrário, o endividamento excessivo encurtará o espaço de investimento e criará outros problemas macroeconômicos como a aceleração dos níveis de inflação. Apesar dessa conexão óbvia, as práticas contábeis fiscais utilizadas atualmente nos estudos de viabilidade das infraestruturas de transporte no Brasil são muito limitadas, pois não consideram os efeitos indiretos e induzidos do investimento em infraestrutura no setor fiscal (BANCO MUNDIAL, 2009 apud ARAGÃO et al., 2014). Além disso, a área de influência correspondente não possui um método de delimitação estabelecido.

O objetivo do presente trabalho é desenvolver os elementos para um modelo de concessão que viabilize a implantação de grandes projetos de infraestrutura, preservando a sustentabilidade fiscal do investimento.

Como primeiro passo, foram estudados os diferentes guias de avaliação de projetos no Brasil e a filosofia geral de avaliação econômica atual da infraestrutura de transporte. Com base neste panorama, a experiência internacional na avaliação econômica e fiscal dos projetos foi revisada. Os principais documentos analisados foram: i) os manuais de estudo de viabilidade dos EUA relacionados aos investimentos federais em recursos hídricos (PRG-EUA); ii) os manuais de análise de custos e benefícios para projetos de investimento adotados na Europa (MCB-EU); iii) guias adotados pelo Banco Mundial (Manual de análise econômica de operações de investimento (HEA-WB); e iv) manual brasileiro para apresentação de viabilidade de Estudos de projetos de grande porte (MEV-BR).

Como resultado, é apresentado um modelo conceitual de consolidação comercial e de avaliação de viabilidade fiscal para projetos de grande porte, onde as despesas públicas e as receitas fiscais se opõem para avaliar se os projetos têm um saldo fiscal líquido positivo. À medida que o modelo de infraestrutura se mostra inviável financeiramente, o modelo contempla a possibilidade e até assume, como regra geral, que o investimento em infraestrutura deve estar financeiramente e fiscalmente relacionado a outros investimentos industriais privados ou públicos de valor agregado, bem como a facilitar os serviços públicos e políticas, que também podem ser executados pelo menos parcialmente pelo setor privado. Esta fusão de projetos relacionados internamente foi chamada de programa territorial e a disciplina para concebê-la e implementá-la, Engenharia Territorial.

O estudo verifica que o modelo é prático e que é possível calcular o retorno fiscal do investimento na infraestrutura fluvial do Tocantins, adotando uma estratégia para a consolidação comercial dos investimentos na hidrovia, que posteriormente é descrita e aplicada no estudo de caso do Rio Tocantins.

Este documento é dividido em seções, sendo que a próxima seção discute os limites das formas atuais de financiamento de infraestrutura (orçamento, dívida pública, concessões e PPPs). A Seção 3 traz um quadro conceitual da filosofia atual de avaliação econômica de projetos de infraestrutura. As práticas de avaliação fiscal mundial são apresentadas na quarta seção. A seção 5 aborda os desafios e tendências do setor hidroviário. A seção 6 destaca o modelo proposto para consolidação comercial e avaliação de sustentabilidade fiscal. O estudo de caso é apresentado na seção 7 e de forma conclusiva, os principais problemas e recomendações são sintetizados na seção 8.

## 2. ESPAÇO FISCAL LIMITADO PARA O INVESTIMENTO PÚBLICO E OS RESULTADOS DAS CONCESSÕES ATUAIS E AS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS

A partir da década de 1990, concessões têm sido amplamente utilizadas em muitos países, particularmente em projetos de infraestrutura. Desde 2004, os contratos de Parceria Público-Privadas (PPP) foram regulados através da Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, prevendo duas modalidades: uma "concessão patrocinada", quando a remuneração se dá por tarifas de utilização e pela Administração Pública; e uma "concessão adminis-



trativa", onde a Administração Pública, por si só, garante o equilíbrio do investimento privado. Estas modalidades complementam as concessões comuns e onerosas que são regidas pela Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995.

No entanto, as PPPs não devem ser reconhecidas como uma solução puramente financeira, uma vez que o principal objetivo das PPPs é garantir que o setor privado ofereça pontualidade, eficiência de custos e qualidade do projeto (AZEVEDO, 2014). Onde medidas prudenciais não estão incluídas, e o projeto é decidido unicamente por razões políticas, uma PPP pode trazer uma grande instabilidade para as finanças públicas e para os contribuintes. Por outro lado, a necessidade de investimentos públicos em infraestrutura no Brasil é notória, mas não deve ser levada a cabo a custas do equilíbrio fiscal (AFONSO; BIASOTO, 2007).

Os estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, mais conhecidos como EVTEA, são amplamente utilizados no Brasil e no mundo como uma ferramenta de avaliação aplicada antes da implementação do projeto, especialmente em projetos de grande porte (PGVs). Esses documentos visam "servir de plano de fundo para a decisão dos gerentes de projetos sobre uma melhor forma de execução das ações do projeto desejado" (BRASIL, 2015). Eles também orientam uma avaliação do desempenho da operação subsequente em relação aos efeitos diretos e indiretos resultantes do investimento no ambiente social e nos resultados financeiros.

As análises devem estar em concordância com o planejamento governamental, e, para esse fim, a inclusão da conjuntura fiscal é extremamente importante, uma vez que assegura melhor gerenciamento da dívida pública, preservando, por sua vez, a sustentabilidade fiscal, consequentemente o crescimento econômico.

De acordo com Aragão et al. (2014), uma vez que despesas e receitas fiscais são contrapostas, os projetos que resultam em um saldo líquido fiscal positivo são elencados muito mais facilmente e podem ser criadas regras de incentivo, reduzindo os investimentos excessivos e os riscos de má alocação de recursos, especialmente nas fases de expansão econômica. No entanto, a prática atual de avaliação de projetos é limitada, especialmente no que diz respeito ao planejamento estratégico de investimentos, ao controle de custos e a procedimentos de revisão de projetos durante e após a execução (BANCO MUNDIAL, 2009). A avaliação dos impactos fiscais e dos impactos na sustentabilidade fiscal global não está na agenda, como é apresentado na próxima seção.

### **3. A ESCOLHA DO INVESTIMENTO NAS ÁREAS DE INFRAESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA: A FILOSOFIA ATUAL**

Os governos são geralmente responsáveis pelo estabelecimento de um programa de investimento regional que combine os fatores de produção disponíveis para obter um retorno econômico ideal para a comunidade. Um aspecto importante é o investimento em infraestrutura.

O desenvolvimento, a manutenção e a renovação das infraestruturas exigem despesas consideráveis. Os proprietários da infraestrutura, isto é, o Estado, as autoridades locais e os municípios, cobrem os custos de duas maneiras: usando os subsídios que eles inscrevem no orçamento geral, ou seja, financiado em última instância por todos os contribuintes ou usando o produto de determinados impostos ou ainda tarifas cobradas dos usuários da infraestrutura.

Os problemas de escolha de investimento que as autoridades públicas devem enfrentar no campo da infraestrutura de transporte e logística estão essencialmente relacionados à sua justificativa econômica sob diferentes pressupostos:

- um quadro geral de planejamento com objetivos bem definidos e um programa de investimento subsequente;
- a conjuntura de curto prazo e o crescimento econômico prospectivo; e
- uma classificação e seleção subsequentes de diferentes variantes para um projeto de investimento de acordo com seu retorno social e financeiro e seu período de retorno.

A aplicação dos atuais critérios de avaliação, como taxa de desconto e período de retorno, aos projetos de infraestrutura é um desafio particular quase impossível de ser cumprido: as alternativas dependerão de diversos fatores políticos de decisão. Também devem ser levados em conta os riscos consideráveis, o que exige a especificação dos respectivos custos dos riscos.

Neste contexto, a análise de custo benefício social é geralmente colocada em prática, onde os custos e benefícios descontados para a sociedade são comparados e sua diferença ou razão é calculada. No entanto, os valores absolutos ou diferenciais podem variar consideravelmente ao longo de uma situação dinâmica, e o cálculo

enfrentará dificuldades adicionais quando se trata de bens que não são comercializados. Por exemplo, os custos que a sociedade gasta nos sistemas de transporte e nas plataformas logísticas incluem os investimentos, os custos operacionais, os custos de energia, os custos de manutenção e reparação, os custos de segurança relacionados ao tráfego, os custos causados por acidentes, custos de prevenção de acidentes, perdas e danos e similares. No topo disso, estão envolvidas diferentes esferas administrativas de infraestrutura, o que torna a tomada de decisões e os estudos de apoio muito mais complexos.

Alguns dos custos do projeto são suportados diretamente pelos clientes ou pelos usuários da infraestrutura, como juros sobre o capital vinculado aos produtos transportados, embalagem, custos de manuseio e custos de armazenamento, etc. Após a correção de algumas distorções e eliminação da dupla contagem, os custos acima devem ser totalmente considerados nos cálculos, especialmente aqueles que resultam em e de transferências fiscais. Todos esses custos estão abertos a uma avaliação monetária: seus elementos são resultados de transações que permitem fixar os preços.

Algumas externalidades como poluição também permitem um cálculo direto. Estes custos podem ser impostos a terceiros no momento da execução de um investimento, além de aos proprietários ou operadores de veículos e infraestrutura, bem como a seus clientes ou usuários: todos os fatores que deterioram o meio ambiente (ruído, vibrações, poluição do ar, elevação da temperatura da água, impacto sobre o nível das águas subterrâneas, etc.) podem ser avaliados ao nível das despesas para evitar ou removê-las, ou para corresponder a um cenário de despesas em que a poluição é eliminada; ou ainda ao nível das despesas para compensar as vítimas. Por outro lado, os preços a serem considerados como conceitualmente corretos correspondem a um cenário em que a oferta e a demanda são equilibradas em um mercado livre. Para alcançar esses preços, é utilizado o conceito de custo de oportunidade marginal, que simula os preços momentâneos dos fatores considerando usos alternativos.

Também deve ser verificado que, para a sociedade, impostos, taxas, pedágios e outros subsídios não são despesas nem receitas, mas canais de transferência de renda.

Os benefícios diretos que um investimento pode trazer para a sociedade podem ser, pelo menos parcialmente, derivados da receita geral de impostos ou específica das vendas de operações de transporte e logística, bem como de pedágios sobre o uso de infraestrutura e ainda de prêmios pagos às companhias de seguros em conexão com as atividades de transporte e logística. Todas essas receitas são sujeitas a transações diretas e responsáveis, já que são registradas nas contas públicas e privadas.

Outra forma atualmente usada para expressar benefícios é o valor de uso do preço da infraestrutura, que corresponde ao preço máximo que cada cliente está disposto a pagar para comprar o serviço em questão. Posteriormente, o valor social seria a soma dos valores de uso de todos os potenciais clientes, o que é expresso na demanda. Finalmente, o superávit social ou o excedente da comunidade de usuários é a diferença entre o valor do uso total e o valor do total de preços que os clientes realmente pagam.

A avaliação também pode incluir os efeitos indiretos, induzidos e catalíticos, que correspondem, respectivamente, ao investimento realizado nas cadeias de fornecimento e distribuição da infraestrutura; ao emprego criado na construção, gestão, operação e manutenção da infraestrutura e ao longo das cadeias de abastecimento e distribuição; e ao investimento em empreendimentos industriais por razões de vantagens locais resultantes produzidas pela infraestrutura. Esses efeitos são melhor explorados quando a infraestrutura está inserida na política de desenvolvimento regional e gestão territorial.

Existem, no entanto, preocupações comunitárias relevantes que não podem ser medidas nem em termos monetários diretos nem indiretos. Consequentemente, o cálculo deve transcender essa dimensão específica e levar em consideração os custos e benefícios expressos de diferentes maneiras. Para esse objetivo, pode-se aplicar uma análise multicriterial, que pode expressar de forma mais holística e multidimensional os diferentes interesses e objetivos dentro da sociedade. Esta técnica permite ao tomador de decisão, que estará sempre ativo nos procedimentos de avaliação, alcançar o melhor cenário possível de acordo com os objetivos estabelecidos. Aqui, o valor de um risco ou excedente, calculado em qualquer dimensão, é multiplicado pela sua probabilidade de ocorrência.

## 4. A PRÁTICA MUNDIAL DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FISCAL

Conforme discutido por Aragão e Yamashita (2013), em geral um processo ou política sustentável sugere sua manutenção por um longo período, sem mudanças. A solvência é o foco principal da discussão sobre sustentabilidade fiscal, que é basicamente a gestão da dívida pública.

De acordo com o Fundo Monetário Internacional (2002), os seguintes princípios e requisitos devem incorporar uma definição de sustentabilidade fiscal mais ampla, uma vez que todas as políticas econômicas devem ser levadas em consideração, não apenas a gestão correta das dívidas públicas e dos déficits:

- solvência: o valor presente líquido (VPL) do déficit primário atual e futuro não pode ser maior que o VPL de evolução da renda, sem qualquer dívida inicial;
- liquidez: independentemente da condição de solvência geral, em cada período, os ativos líquidos e o financiamento disponível devem ser suficientes para atender ou superar suas obrigações no prazo de validade;
- sustentabilidade: as condições acima mencionadas devem ser permanentemente satisfeitas, sem a necessidade de quaisquer correções importantes para garantir o saldo de receitas e despesas quando uma grande variabilidade nos custos financeiros for negociada no mercado; e
- vulnerabilidade: o risco de que as condições de liquidez e solvência sejam violadas.

A partir dessas definições, a condição de sustentabilidade impõe, mais do que conformidade com as decisões de solvência e liquidez, a suave continuidade das políticas, uma vez que a necessidade de correções importantes pode provocar distúrbios políticos que prejudicam a adoção das medidas corretivas necessárias, mas dolorosas. Levando em consideração a natureza estocástica dos fluxos de caixa a serem controlados, a documentação inclui também a vulnerabilidade nos componentes da sustentabilidade.

Portanto, o quadro do FMI sobre sustentabilidade fiscal não é apenas sobre a gestão da dívida governamental e considera também a saúde do setor financeiro, bem como a balança de pagamentos mais geral e a estabilidade da taxa de câmbio. Por conseguinte, esta instituição adota um quadro de avaliação muito abrangente, através do qual o diagnóstico da saúde fiscal de cada país é analisado por meio de uma extensa quantidade de dados e indicadores e também por registros específicos de casos sobre sua evolução histórica.

Apesar de ser bem utilizado na literatura internacional, a definição considerada não depende do princípio do nível máximo de endividamento sustentável, mas também inclui a avaliação da interação entre finanças públicas e economia geral essencial para o balanço mencionado (BALASSONE; FRANCO, 2002 apud ARAGÃO et al., 2014).

Nessa linha, Balassone e Franco (2002) e Polito e Wickens (2005) propuseram as condições iniciais subsequentes para a sustentabilidade fiscal:

- a evolução do quociente da dívida em relação ao PIB deve permanecer finita, convergindo eventualmente para o seu nível inicial; e
- o VPL do quociente do déficit primário (ou superávit) para o PIB deve ser igual ao valor negativo (ou positivo) do quociente do nível de dívida atual em relação ao PIB.

Embora o termo de sustentabilidade fiscal seja geralmente vinculado à quantidade de finanças públicas com alguma extensão à política econômica, Aragão e Yamashita (2013) afirmam que o termo pode ser usado para projetos finitos se eles contribuírem diretamente para a sustentabilidade fiscal como um todo, mesmo no caso de implicarem maiores custos do governo. Assim, os parâmetros a serem avaliados, de acordo com Moraes et al. (2014), são:

- A) solvência e liquidez de projetos, considerando efeitos diretos, indiretos e induzidos;
- B) o balanço fiscal geral não será severamente danificado no decurso da sua implementação; em particular, o endividamento público agregado deve cumprir regras estabelecidas e limites para o endividamento público em geral; e
- C) a gestão fiscal interna de cada projeto deve garantir resultados robustos em relação a diferentes vulnerabilidades, principalmente flutuações sobre juros e taxas de câmbio e crescimento.

Aragão e Yamashita (2013) destacam os procedimentos de cálculo para determinar as receitas fiscais associadas ao projeto, que são bastante complexos, pois envolvem o crescimento econômico associado ao projeto.

De forma complementar, foi feita uma pesquisa qualitativa, a fim de verificar a referência internacional para estudos de viabilidade fiscal de projetos de infraestrutura. Os documentos selecionados foram os seguintes:

- Manual de Estudos de Viabilidade dos Estados Unidos - Princípios e Requisitos para Investimentos Federais em Recursos Hídricos (EUA, 2013), aqui referido como PRG-USA;
- Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento (COMISSÃO EUROPEIA, 2003), aqui referido como MCB-EU;
- Manual sobre análise econômica de operações de investimento (Banco Mundial, 1998), aqui referido como HEA-WB; e
- Manual de Apresentação de Estudos de Viabilidade de Projetos de Grande Escala (BRASIL, 2009), aqui referido como MEV-BR.

No Brasil, a administração fiscal é exigida pela Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal - LRF), e é avaliada através do instrumento do Relatório de Gestão Fiscal. Este documento tem como objetivo assegurar uma maior transparência da gestão da dívida do país, compreendendo o controle, monitoramento e publicação do percentual de dívida em relação à receita líquida atual. A não divulgação do relatório constitui uma infração administrativa contra as leis de finanças públicas (BRASIL, 2015).

Não obstante, o MEV-BR não inclui uma análise obrigatória do impacto fiscal. No máximo, estão previstos análises de sensibilidade, análises de risco e monitoramento da implementação do projeto e de sua operação posterior.

Nos Estados Unidos, "desde a década de 1930, uma tradição de avaliar os resultados fiscais líquidos pode ser rastreada principalmente para justificar as reformas urbanas públicas, o zoneamento e outros grandes projetos de impacto" (BURCHELL et al., 1985). Inicialmente, os municípios norte-americanos compararam os custos médios por beneficiário e os custos marginais em projetos similares (KOTVAL; MULLIN, 2007; CMAP, 2014).

Para avaliar projetos específicos, no entanto, muitos manuais de avaliação fiscal de projetos urbanos têm disseminado técnicas mundiais que incluem os efeitos diretos gerados pela implementação do projeto. Com relação a outros efeitos, como os impactos indiretos e induzidos e também a dinâmica econômica, os procedimentos de avaliação respectivos devem ser obtidos na literatura mais ampla. Para esses efeitos, as seguintes definições são apresentadas (WEISBROD, 1997; KEANE, 1996; KOTVAL; MULLIN, 2007):

- efeitos diretos: incluem decisões de investimento e despesa, custos públicos e privados, bem como mudanças nas vantagens locais que podem atrair novos investimentos;
- efeitos indiretos: são medidos pelo faturamento das indústrias de fornecimento para os projetos;
- efeitos induzidos: pode ser derivado do poder de compra da força de trabalho contratada que implicará no consumo e na crescente demanda pelas respectivas cadeias; e
- efeitos econômicos dinâmicos: resultam das mudanças na população local e no nível das empresas; os efeitos também são denominados impactos catalíticos.

Por sua vez, a análise fiscal proposta pelo Manual PRG-EUA não prevê a avaliação de impactos fiscais concretos ou os efeitos resultantes do projeto dentro da área do projeto. Da mesma forma que o manual brasileiro, uma simples avaliação de risco e uma análise de sensibilidade devem seguir os estudos de viabilidade convencionais para cada alternativa de projeto.

Para cada estudo, a confiabilidade e os limites da informação disponível devem ser avaliados. Isso inclui a identificação, a probabilidade e as consequências dos riscos, bem como as incertezas associadas às avaliações de dados, projeções e alternativas. A possibilidade de redução de riscos e incertezas precisa ser considerada nos estudos das alternativas e do projeto final.

O método utilizado no Banco Mundial, que fornece um padrão internacional para estudos de viabilidade, é o único documento aqui mencionado que prevê avaliação de impacto fiscal. Esta avaliação deve incluir:

- políticas fiscais necessárias para a estabilidade macroeconômica;

- custos do projeto e sua recuperação pelos beneficiários;
- impactos nas despesas e receitas públicas decorrentes do projeto;
- efeitos líquidos para governos locais e centrais; e
- contabilização da parte não recuperável dos projetos.

## 5. ESPECIFICIDADES DO SETOR HIDROVIÁRIO E PANORAMA FRENTE A MODELOS DE CONCESSÃO

### 5.1. Especificidades do setor hidroviário

Em termos de infraestrutura e operação, o sistema hidroviário incorre em riscos específicos, distintos dos sistemas terrestres, como o risco de crise hídrica, por exemplo. Os custos de implantação e operação e previsão de receitas, diretamente associadas à demanda e perfil da carga transportada, também devem ser criteriosamente analisados. Na visão de Valente (2013), “o principal desafio do transporte hidroviário é a garantia de construção de eclusas nas represas e barragens para permitir a total navegabilidade nos rios mais importantes do país.” O autor aponta, ainda, a divergência de interesses com o setor elétrico, que se nega a arcar com os custos advindos da construção de eclusas que viabilizariam as hidrovias.

A implantação de infraestrutura hidroviária apresenta características muito específicas, distintas dos sistemas terrestres, já bem consolidados no país. Carvalho (2008) apresenta alguns possíveis impactos decorrentes das atividades de implantação. Em relação ao ambiente aquático, as operações de desmatamento, escavação e dragagem podem gerar afugentamento temporário ou definitivo de animais, ou ainda, morte por soterramento; possibilidade de suspensão de material sedimentar, o que provoca a turbidez das águas, reduzindo a penetração de luz; conseqüentemente, alterações sobre a biota aquática. A construção de barragens altera as condições de escoamento do rio e possibilidade de inundações de áreas adjacentes, com reflexos para a fauna e população ali instaladas. A correção do curso d'água e construção de canais pode provocar aumento da velocidade de escoamento das águas, maior desagregação de sedimentos, seja das margens ou do leito do rio, variações bruscas do volume de sedimentos transportados e elevação dos níveis de assoreamento e de turbidez. E ainda, o tráfego de embarcações revolve carga sedimentar, em suspensão, do fundo do canal fluvial e aumenta as taxas de erosão de margens nas áreas mais críticas, aumenta emissão de poluentes atmosféricos, e gera a possibilidade de contaminação do meio aquático com água de lastro, ou por falhas na movimentação de cargas.

Essa especificidade recai sobre a necessidade de envolver diferentes áreas de conhecimento na avaliação de projetos e aprofundamento das análises de apoio aos tomadores de decisão. Como reforçam Pompermayer et al. (2014), o setor hidroviário é relativamente pouco conhecido e explorado tanto pelo poder público quanto pela iniciativa privada e, com isso, não consegue sensibilizar as altas autoridades a decidir a seu favor, em termos de efetivação de políticas públicas e alocação de recursos.

Apesar de um cenário institucional conturbado, a comparação de fretes e custos do transporte hidroviário com o ferroviário e o rodoviário, desenvolvida no estudo de Pompermayer et al. (2014), demonstra ser aquele o modo mais adequado para receber recursos públicos para implantar sua infraestrutura, aproveitando as condições de navegação naturais dos rios e lagos brasileiros, ressaltando-se ainda que no Brasil, o transporte hidroviário depende quase que exclusivamente de recursos fiscais.

O panorama remete à necessidade de desenvolvimento de métodos de planejamento aplicados ao contexto hidroviário a partir do entendimento de suas peculiaridades. Dentre algumas dessas peculiaridades podem-se citar risco de crise hídrica (GOMES, 2015), conflitos em relação aos usos múltiplos da água (JUNQUEIRA, 2011) e conflitos com o setor elétrico para implantação e operação de eclusas em barragens (VALENTE, 2013), especificidades do regime tarifário e sua influência no custo do frete.

A crise hídrica traz consigo sérias consequências econômicas e sociais, impactando no abastecimento das cidades, na agricultura, na geração de energia elétrica e, também, no transporte hidroviário. Como exemplo dos impactos decorrentes de uma eventual crise hídrica, pode-se analisar o caso do estado de São Paulo, cuja crise hídrica afetou diretamente a hidrovia Tietê-Paraná, uma das mais importantes para o escoamento



da produção agrícola brasileira (ECKERT, 2016). A hidrovía foi paralisada por 20 meses, entre 2014 e 2016, e estima-se que os prejuízos, diretos e indiretos, somem R\$ 1 bilhão. Segundo a CNT (2014), a navegação chegou a ser interrompida devido à escassez de água somada à priorização para outros usos dos recursos hídricos, previstos na Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que trata do uso múltiplo das águas.

A Lei nº 9.433, de 1997, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e confere o direito de uso com diferentes finalidades, desde que não se configure situação de escassez. Nesse caso, é dada prioridade ao consumo humano e à dessedentação de animais. Para o transporte hidroviário, surge um importante entrave com o setor elétrico, em relação às barragens que são construídas sem previsão de eclusas. A Lei nº 13.081, de 2 de janeiro de 2015, promete melhorar essa questão, ao responsabilizar as hidrelétricas pela construção de eclusas em rios de potencial energético. Embora essa exigência deva estar prevista nos contratos entre o poder Concedente e a iniciativa privada para a exploração energética, existem algumas exceções previstas na legislação, referentes a barragens de baixo aproveitamento energético, às construídas ou as que estão em construção e as que já passaram pelo processo licitatório.

Em relação à tarifa, hoje no Brasil, as hidrovias são públicas e existe cobrança de tarifa apenas para realizar o transbordo nos terminais. Em outros países da América Latina já existem hidrovias concedidas, o que será tratado na próxima seção, com cobrança de pedágio pelo uso da hidrovía. O cálculo dessa tarifa pode variar, havendo exemplos de cobrança variável de acordo com a quantidade de carga transportada (Canal do Panamá) ou com o porte da embarcação (Argentina e Peru). Uma questão a ser considerada com relação a uma eventual tarifação nas hidrovias brasileiras diz respeito ao frete final. O baixo custo de transporte é um grande diferencial competitivo para o modal hidroviário. A cobrança de tarifas elevadas poderia aumentar esse custo, reduzindo a competitividade do transporte hidroviário frente aos outros modos. Essa situação deve ser analisada com cautela, considerando o sistema de transportes como um todo, buscando simular os impactos do aumento do custo na demanda potencial, principalmente nos casos de rios ainda não completamente navegáveis, mas potenciais futuras hidrovias, como o rio Tocantins e o rio Tapajós.

## 5.2. Panorama internacional das concessões aquaviárias

Como mencionado nas seções anteriores, uma das alternativas consideradas para alavancar os investimentos no setor hidroviário é a utilização de parcerias público-privadas. Buscando entender como esse modelo vem sendo adotado em outros países, foi feita uma análise de dois casos na América do Sul: hidrovía Amazônica, no Peru, e hidrovía Magdalena, na Colômbia.

O sistema fluvial transporta cerca de 90% de passageiros e cargas na região amazônica do Peru, constituindo o principal meio de transporte na região, favorecido por suas características naturais. Ao longo de seu trajeto existem restrições como limitação de profundidade na estação seca, alterações morfológicas e troncos cravados no leito, que acabam por elevar o custo do transporte e limitar sua expansão. O contrato de concessão com duração de vinte anos, publicado em 2015, busca investimentos para o desenvolvimento de obras de dragagem, medições de nível e monitoramento dos rios, e com isso possibilitará um novo corredor para interconectar os países do Pacífico Sul e o Atlântico.

A Colômbia é atravessada de sudoeste a norte pelo Rio Magdalena, principal rio do país, com aproximadamente 1.543 km de extensão. Como muitos países da América Latina, o desenvolvimento do país priorizou modos de transporte terrestre, com o crescimento de cidades interiores não atravessadas por esse rio, como Bogotá, Medellín e Cali. Porém, por meio de um grande projeto de infraestrutura, o governo Colombiano pretende recuperar a navegabilidade do rio.

Em setembro de 2014 foi assinado o contrato de parceria público-privada para restabelecer a navegabilidade de 908 quilômetros do rio Magdalena ao longo de um período de treze anos e meio. As obras de infraestrutura serão realizadas pelo consórcio colombiano-brasileiro Navalena com um investimento de o equivalente a aproximadamente 1,5 bilhão de reais.

De acordo com informações da Corporación Autónoma Regional Del Rio Grande de La Magdalena (CORMAGDALENA, 2017), estima-se que o transporte de mercadorias pelo rio beneficiará diretamente 57 municípios e diversos setores econômicos do país, com redução de até 40% dos custos de transportes, e redução dos tempos de viagem.

**O Quadro 1 apresenta as características gerais dos contratos de concessão de cada hidrovia.**

Item	Hidrovia Amazônica – Peru	Hidrovia Magdalena – Colômbia	
1	Concedente	Estado da República do Peru representado pelo Ministério de Transportes e Comunicações (MTC).	Corporación Autónoma Regional Del Rio Grande De La Magdalena (CORMAGDALENA)
2	Regulador	Agência de Supervisão de Investimento em Infraestrutura de Transporte de Uso Público (OSITRAN).	Não identificado.
3	Tipo de Concessão	Concessão Patrocinada	Concessão Patrocinada
4	Prazo da Concessão	20 anos.	13,5 anos.
5	Alocação de Riscos	A Concessionária é integral e exclusivamente responsável por todos os riscos relacionados à concessão, à exceção de casos de força maior ou caso fortuito regulados no contrato.	A Concessionária assume riscos relacionados ao projeto, execução e operação, além de riscos regulatórios, de financiamento e aqueles de força maior seguráveis. O poder público assume riscos de demanda, gestão de recursos e algumas especificidades de riscos regulatórios.
6	Remuneração	Tarifa fixa por Unidade de Arqueação Bruta (UAB) somada a impostos, Cofinanciamento e Receitas Extraordinárias.	Recursos da CORMAGDALENA, recursos de fontes terceiras e recursos provenientes da cobrança de tarifas aos usuários.
6.1	Unidade de Arqueação Bruta	Baseia-se em duas variáveis, o volume total do navio (V) e um multiplicador baseado no volume do navio (K).	A tarifa é definida pela CORMAGDALENA e cobrada por tonelada.kilômetro transportada.
6.2	Cofinanciamento	É a remuneração, por parte do poder Concedente, sempre que a coleta por tarifa se resulte insuficiente. É constituído pela soma do Pagamento Anual por Obras (PAO), Pagamento Anual por Manutenção e Operação (PAMO) e Pagamento por Manutenção Excepcional (PME) subtraído pela Coleta das Tarifas.	Não se aplica.
7	Critérios de desempenho	A descrição e o detalhamento das obras a serem executadas estão nos anexos do contrato.	A descrição e o detalhamento das obras a serem executadas estão nos anexos do contrato. O índice de cumprimento dos níveis de serviço estabelecidos em contrato impacta na remuneração do parceiro privado.
8	Penalidades	As infrações às cláusulas do contrato sujeitarão o infrator às sanções previstas, no quadro de penalidades, do contrato.	As infrações às cláusulas do contrato sujeitarão o infrator às sanções previstas, no quadro de penalidades, do contrato.

*Fonte: elaborado a partir de Eckert (2016) e Bracarense (2017).*

Embora cada hidrovia apresente suas peculiaridades e exija a elaboração de um modelo específico, conhecer como outros países estão abordando o tema e tratando problemas específicos pode ajudar a vislumbrar diferentes alternativas de soluções para casos semelhantes e evitar que erros sejam repetidos.

Nos dois casos estudados, Colômbia e Peru (CORMAGDALENA, 2017; ECKERT, 2016), observa-se que os modelos se assemelham ao que no Brasil corresponde a uma parceria público-privada, com necessidade de aporte financeiro do setor público, e inviabilidade financeira de implantação aos moldes de uma concessão comum.

Os contratos analisados divergem quanto à unidade de cobrança tarifária, variando em valor monetário por tonelada x quilômetro ou por volume, não parecendo haver vantagens de uma modalidade de cobrança sobre a outra.

A fixação de metas de desempenho é uma cláusula comum em ambos os contratos, com impacto na remuneração auferida pelo concessionário, convergindo para as tendências observadas também em contratos de concessão de infraestruturas no Brasil. O estabelecimento de metas de desempenho é um ponto importante do modelo proposto.

Em ambos os casos é prevista remuneração do poder público sempre que a receita tarifária não atingir as metas estabelecidas no contrato, caracterizando a assunção dos riscos de demanda pelo poder público. Esse fato remete à importância de estudos de previsão de demanda consistentes, caracterizando um dos fatores críticos dos contratos, e é um dos pontos de atenção do modelo proposto.

Embora não se tenha feito uma análise quantitativa exaustiva de contratos de concessão de hidrovias, sabe-se que não existem muitos casos na América Latina, e os existentes são recentes. Não foi possível observar nos contratos nenhuma referência à sustentabilidade fiscal, ou exigência de demonstração de resultados fiscais associados ao projeto, o que indica tratar-se de uma prática não adotada em contratos dessa natureza aplicados ao setor hidroviário. Por requererem aportes financeiros do setor público, trata-se de contratos cuja análise de sustentabilidade fiscal se mostra relevante para tomada de decisão do poder público.

Nos dois contratos o poder público assume riscos de demanda e a demanda é tratada como um fator externo ao projeto. Não é exigido do parceiro privado esforços de captação de demanda. A depender da qualidade dos estudos de previsão de fluxos, essa alocação de riscos pode onerar substancialmente o poder público. A vinculação de responsabilidade por geração de fluxos ao concessionário é uma estratégia que ajudaria a impulsionar investimentos produtivos na região, contribuindo para o crescimento econômico e desonerando o poder público. Essa abordagem, defendida pela Engenharia Territorial, e formulada no modelo de Consolidação Comercial, não foi observada nos contratos. Observa-se que embora estejam iniciando-se concessões no setor hidroviário, a estrutura dos contratos permanece seguindo modelos tradicionais de parcerias público-privadas, sem agregar, até o momento, maiores inovações. O modelo proposto apresentado neste trabalho visa preencher essas lacunas.

## **6. MODELO DE CONSOLIDAÇÃO ECONÔMICA E COMERCIAL DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA**

### **6.1. Fundamentos conceituais**

A base conceitual do modelo de consolidação comercial proposto é a Engenharia Territorial, que, de acordo com Aragão e Yamashita (2013), trata da concepção e execução de programas territoriais, que por sua vez, caracterizam-se por um conjunto integrado de intervenções com o objetivo de agilizar o planejamento estratégico e a elaboração de projetos de investimento público e privado viáveis. O campo de trabalho da Engenharia Territorial compreende a concepção de programas territoriais em conformidade com vários requisitos técnicos, políticos, legais e outros estabelecidos, a concepção e colocação a cargo de uma variedade de funções de gestão (gestão técnica); estratégia de convencimento político (gestão política); gestão financeira e fiscal; estruturação do contrato; reformas legais; e gerenciamento de informações e conhecimento.

A principal ideia do programa territorial é atrair e executar um conjunto coordenado de investimentos públicos e privados capazes de impulsionar o crescimento econômico e subsequentemente aumentar a receita fiscal em um determinado território. Normalmente, um Programa Territorial deve ser constituído por um conjunto de projetos (ARAGÃO; YAMASHITA, 2013):

- projetos produtivos motores: são diretamente responsáveis pela agregação do valor econômico;
- projetos produtivos complementares: são uma série de projetos de produção ou serviços relacionados aos primeiros, pertencentes à respectiva cadeia de fornecimento e distribuição;

- projetos integrativos: estes não pertencem diretamente às cadeias de produção dos projetos de produção motores e complementares, mas visam catalisar a agregação de valor e o processo de crescimento geral, que inclui incentivo ao empreendedorismo, educação, capacitação, saúde, habitação, atividades culturais, esportivas, de lazer, de segurança, de promoção social e de gestão ambiental; e
- projetos de infraestrutura: compreendem não apenas as infraestruturas de transporte, logística e outras infraestruturas técnicas, mas também a estrutura espacial e ambiental, que constituem uma condição essencial para os efeitos econômicos desejados.

## 6.2. Programa de Consolidação Econômica e Comercial

À semelhança das Operações Urbanas Consorciadas (OUC) regidas pelo Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001), em que o poder público adquire recursos para investir em infraestruturas apropriando-se da mais valia dos terrenos gerada por esses mesmos investimentos, Aragão e Yamashita (2017) propõem a Operação Territorial Consorciada (OTC). Porém, no caso da OTC, a arrecadação financeira não advém da venda de certificados de potencial adicional de construção (CEPACs) como na OUC, mas sim do orçamento público, cujas receitas serão incrementadas após a implantação dos projetos previstos em um Programa de Consolidação Comercial, “que visa montar uma estratégia para assegurar balanços fiscais positivos e a atratividade de investimentos privados.” (ARAGÃO; YAMASHITA, 2017).

O programa de consolidação comercial aplicado ao setor hidroviário consiste na associação de uma concessão de serviços relacionada à implantação, manutenção e/ou operação da infraestrutura de transportes, com uma concessão de direito real de uso do entorno dessa mesma infraestrutura. O cerne do modelo consiste na geração de receitas adicionais provenientes do uso otimizado do entorno, por meio da implantação de programas territoriais.

O programa de consolidação comercial e fiscal deve ser precedido de um planejamento estratégico do Governo (Plano Plurianual - PPA, PNL, Programa de Investimentos em Logística - PIL e Plano Hidroviário Estratégico - PHE), que determina a hidrovia a ser implantada. Em seguida o programa estabelece a estrutura de concessão da hidrovia e das concessões auxiliares, assim como as obrigações e responsabilidades das partes privadas e públicas (matriz de responsabilidade).

O tipo de concessão da infraestrutura hidroviária deve ser definido em função da capacidade de geração de receitas do projeto. No caso do setor hidroviário, particularmente relativo à Região Norte do Brasil, existe uma forte tendência ao modelo de parceria público-privada devido à necessidade de pagamentos de contraprestação por parte da Administração Pública. Essa previsão se deve aos altos custos dos investimentos necessários para viabilizar a navegação nos rios ainda não comercialmente navegáveis e aos baixos valores de tarifas em função do custo global de frete associados à baixa demanda inicial, gerando receitas insuficientes para cobrir os custos. Esses aspectos foram apresentados e discutidos na seção 5. Mas o caso de cada hidrovia deve ser estudado isoladamente a fim de verificar essa premissa.

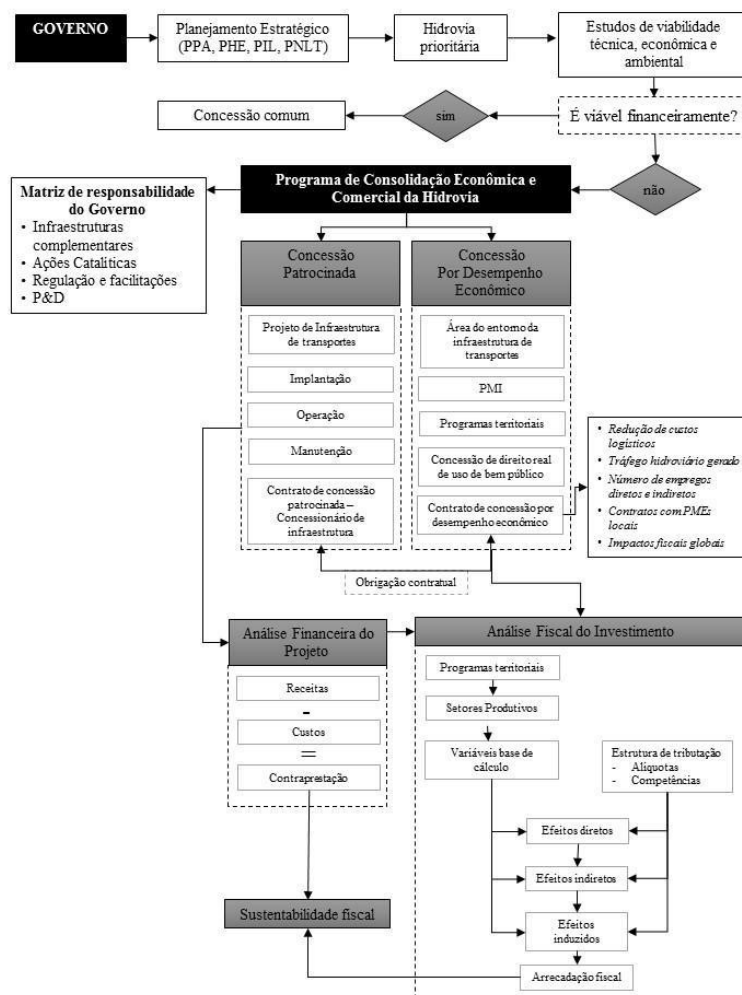
À concessionária da hidrovia caberá implementar os investimentos e explorar a infraestrutura durante o período de concessão, custeando também sua manutenção. A receita relativa à exploração é proveniente da cobrança de tarifa por uso da hidrovia, por eclusagem e taxas para implantação de terminais ao longo da via navegável. Eventualmente, sua receita é complementada por contraprestações por parte do poder público, modalidade concessão patrocinada, como explicado anteriormente.

Concomitantemente são lançadas as concessões por desempenho econômico, cujos parâmetros de desempenho são determinados pelo desenho de programas territoriais selecionados via Manifestação de Interesse. O programa selecionado deve estabelecer a receita fiscal mínima que o projeto deve gerar a fim de garantir sua sustentabilidade fiscal.

As concessionárias por desempenho econômico têm por função assegurar fluxos rentáveis e/ou garantir a sustentabilidade fiscal das contraprestações e outros investimentos públicos. Essa sustentabilidade fiscal é garantida pela produção dos efeitos multiplicadores fiscais das obras da hidrovia e de sua exploração; assim como das ações de mobilização econômica promovida pela concessionária por desempenho econômico. Sendo assim, a empresa ou consórcio ganhador da concessão deve demonstrar, por meio do modelo de cálculo proposto, a geração de empregos prevista, incremento de produção e demanda, e receita fiscal resultante considerando efeitos diretos, indiretos e induzidos pelo projeto. O projeto demonstrará ser sustentável fiscal-

mente se o total de receitas fiscais geradas for igual ou superior aos aportes de recursos públicos necessários para equilibrar financeiramente o projeto de infraestrutura. A Figura 1, apresentada por Bracarense (2017) resume as etapas descritas.

**Figura 1 - Processo de elaboração de um Programa de Consolidação Comercial.**



Fonte: Bracarense (2017).

### 6.3. Análise de sustentabilidade fiscal

Com o propósito de auxiliar na metodologia de análise fiscal de estudos de viabilidade de projetos, ferramentas e parâmetros de avaliação visando sua sustentabilidade são exploradas e desenvolvidas constantemente. O modelo proposto para avaliação da sustentabilidade fiscal se apoia em duas grandes fases.

A primeira fase corresponde à análise financeira do projeto de infraestrutura de transportes, descrita anteriormente, cujo método já é bastante conhecido pelos profissionais envolvidos em estudos de viabilidade. A partir do levantamento de custos de implantação, operação e manutenção e das receitas geradas é possível avaliar qual seria o aporte e recursos proveniente do setor público necessário para viabilizar o projeto, caso as receitas diretas não sejam suficientes para cobrir os custos. É esse montante que deverá ser destinado dos recursos fiscais.

A análise fiscal do investimento requer algumas etapas:

- identificação de setores produtivos relacionados ou impulsionados pela infraestrutura projetada;
- estudo da cadeia logística de suprimentos do setor produtivo, a fim de identificar atividades associadas aos efeitos diretos, indiretos e induzidos;



- análise da estrutura tributária da esfera de poder competente em relação ao projeto a ser implantado, a partir da qual é possível identificar, além das alíquotas ( $\alpha$ ) dos diferentes impostos ( $n$ ), quais são as variáveis utilizadas como base de cálculo ( $vm$ ) de cada tributo, tais como renda, massa salarial, e produção;
- cálculo das variáveis base de cálculo ( $vm$ ) para todos os setores produtivos, nos níveis diretos ( $d$ ), indiretos ( $i$ ) e induzidos ( $f$ ). Esses valores podem ser obtidos por meio de bases de dados secundários e cadastros municipais sobre as atividades identificadas nas etapas precedentes. Para estimativas futuras podem ser considerados coeficientes médios obtidos em séries históricas de atividades com os mesmos padrões;
- de posse desses valores, conhecendo-se a estrutura de arrecadação bem como as competências de cada tributo (municipal, estadual ou federal), pode-se fazer uma estimativa conservadora da arrecadação fiscal (RF), apresentada pela equação (1), que será comparada com o montante de investimento.

$$RF = \sum (\alpha_{n,d} \times v_{m,d}) + \sum (\alpha_{n,i} \times v_{m,i}) + \sum (\alpha_{n,f} \times v_{m,f}) \quad (1)$$

Posteriormente, os impactos fiscais serão obtidos a partir dos efeitos multiplicadores, que compreendem efeitos diretos, indiretos e induzidos. As interferências dinâmicas (os chamados efeitos catalíticos) serão ignoradas, uma vez que não estarão sob controle direto do gerenciamento do projeto (ARAGÃO et al., 2014). O resultado do cálculo é uma estimativa conservadora, uma vez que a inclusão de efeitos diretos e induzidos pode atingir muitos níveis, tornando a medida impraticável. Para fins de simplificação, apenas um ou dois níveis de análise (efeitos diretos e indiretos) são adotados de acordo com a precisão dos dados. Alguns exemplos de impactos a serem identificados são mencionados na HEA-WB: recuperação dos custos do projeto pelos seus beneficiários; mudanças nas despesas públicas incluídas previstas para o projeto; efeito líquido para o governo central e local; a distribuição de benefícios e custos entre as partes interessadas, entre outros.

## 7. ESTUDO DE CASO

O rio Tocantins é formado pela confluência dos rios Paranã, Maranhão e das Almas, na altura do município de Paranã, no sul do Tocantins, percorrendo uma distância de aproximadamente 2.400 km até desaguar na Baía do Marajó (PA). Drena uma área de 306.310 km<sup>2</sup> antes da confluência com o Araguaia e 764.996 km<sup>2</sup> na foz, incluída a área de drenagem do rio Araguaia. Apresenta características de rio de planície no trecho inferior-médio e de planalto no trecho médio-superior.

O rio tem extensão navegável de 1.152 km dividida em dois trechos não contínuos. O primeiro trecho tem 714 km e conecta a foz à cidade de Imperatriz (MA), sendo dividido em três subtrechos, foz – Tucuruí (PA) – Marabá (PA) - Imperatriz, e o segundo trecho tem 440 km e conecta as cidades de Estreito (MA) e Lajeado (TO). Ainda, há as ligações Imperatriz - Estreito e Peixe (TO) - Lajeado que são navegáveis apenas no período das cheias.

A implantação de uma hidrovia plenamente navegável depende da construção de eclusas e terminais, dragagens e derrocamentos em alguns trechos, sinalização. As receitas seriam provenientes da cobrança de tarifas por tonelada transportada, taxas para implantação e operação de terminais e tarifas de eclusagem.

No intuito de avaliar a aplicabilidade do modelo proposto, foi feita uma análise comparativa, considerando um cenário tendencial e um cenário alternativo (BRACARENSE, 2017).

O cenário tendencial considera os elementos básicos utilizados para a modelagem de uma concessão convencional. Os estudos necessários a uma avaliação prévia da viabilidade de concessão compreendem projeção de demanda, levantamento de custos de implantação e manutenção, estimativa de receitas e análise financeira. Os dados de demanda necessários para os cálculos relativos ao cenário tendencial foram obtidos a partir do Relatório Técnico da bacia do Tocantins-Araguaia, desenvolvido pela ANTAQ (ANTAQ, 2013a).

O cenário alternativo consiste na aplicação do modelo proposto para o caso da Hidrovia Tocantins. A fim de permitir a verificação da hipótese de sustentabilidade fiscal, foi proposto um Programa Territorial, desenhado com base nos princípios estabelecidos pela Engenharia Territorial, sem, no entanto, ser o único desenho possível.

Para comparação dos cenários foi aplicada uma avaliação financeira do projeto, visando determinar o retorno do investimento. Para tanto, é importante considerar o fluxo de caixa do projeto ao longo do tempo, partindo do pressuposto de que uma unidade monetária hoje vale mais do que outra que será recebida em uma data futura.

A partir da análise do resultado pode-se dizer que um ativo deve ser aceito se o  $VPL > 0$ , pois representa o quanto os fluxos de caixa futuros estão acima do investimento inicial. Quando o  $VPL < 0$ , deve-se avaliar formas de viabilização financeira, o que muitas vezes é feito pelo pagamento de contraprestação do setor público ao setor privado.

A análise foi aplicada ao projeto da Hidrovia Tocantins, considerando apenas a demanda tendencial. As receitas consideram a cobrança de uma tarifa de manutenção, que se refere a um valor fixo por tonelada de carga compreendido entre o custo operacional (EPL, 2014) e o frete praticado (ANTAQ, 2013), multiplicado pela distância compreendida entre trechos pré-determinados da hidrovia; receita proveniente do arrendamento de áreas nos terminais portuários para a movimentação de cargas, obtida a partir da ANTAQ (2016); e tarifa de eclusagem a ser cobrada pelos operadores das eclusas a partir de dados de cobrança praticada em Nova Avanhadava em 1996, atualizados conforme o IGP-M do período.

A análise fiscal aplicada ao cenário tendencial, considerando 30 anos de concessão, revelou os resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Receitas fiscais calculadas para o cenário tendencial.**

	<b>Imposto</b>	<b>Alíquota</b>		<b>Valor Presente</b>
<b>Efeitos diretos</b>			<b>R\$</b>	<b>1.539.333.554,84</b>
<b>Implantação da hidrovia</b>	ISS	5%	R\$	110.945.920,78
<b>Implantação das eclusas</b>	ISS	5%	R\$	84.718.682,54
<b>Operação do transportador</b>	ICMS	12%	R\$	925.786.323,03
	IRPJ	5%		
<b>Concessionário</b>			R\$	417.882.628,49
<b>Efeitos indiretos</b>			<b>R\$</b>	<b>81.029.456,33</b>
<b>Sinalização</b>	IPI	5%	R\$	8.673.210,73
<b>Concreto</b>	IPI, ISS, ICMS	24%	R\$	72.356.245,61
<b>TOTAL</b>			<b>R\$</b>	<b>1.620.363.011,17</b>

Fonte: Bracarense (2017).

Para análise financeira, seguindo o princípio da sustentabilidade fiscal, limitou-se o valor da contraprestação ao valor da arrecadação fiscal relacionada ao projeto. Na Tabela 2, apresenta-se o resultado do cenário tendencial.

**Tabela 2 - Resultados financeiros do cenário tendencial.**

	<b>Unidade</b>	<b>Valor Presente</b>
<b>CUSTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-232.222.862,23</b>
<b>Manutenção hidrovia</b>	R\$	-199.046.120,36
<b>Manutenção e operação da eclusa</b>	R\$	-37.157.950,89
<b>INVESTIMENTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-3.922.221.682,65</b>
<b>Projeto</b>	R\$	-47.789.142,19
<b>Dragagem</b>	R\$	-457.812.806,29
<b>Derrocagem</b>	R\$	-1.449.502.232,06



	<b>Unidade</b>	<b>Valor Presente</b>
<b>Sinalização</b>	R\$	-272.743.851,22
<b>Implantação das eclusas</b>	R\$	-1.694.373.650,90
<b>RECEITAS</b>	<b>R\$</b>	<b>707.750.421,56</b>
<b>Tarifa manutenção</b>	R\$	507.226.087,22
<b>Licença dos terminais</b>	R\$	173.909.951,12
<b>Tarifa eclusagem</b>	R\$	26.614.383,22
<b>CONTRAPRESTAÇÃO</b>	<b>R\$</b>	<b>1.620.363.011,17</b>
<b>IMPOSTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-575.347.399,19</b>
<b>PIS/PASEP</b>	1,65%	-38.413.871,64
<b>Cofins</b>	7,60%	-176.936.620,89
<b>IRPJ/ CSLL</b>	34,00%	-417.882.628,49
<b>Depreciação</b>		-625.791.587,27
<b>Crédito PIS/Cofins</b>		-57.885.721,82
<b>LAIR</b>		1.880.540.077,97
<b>ANÁLISE DO INVESTIMENTO</b>		
<b>Fluxo Líquido</b>	R\$	3.533.154.966
<b>Fluxo Líquido Descontado</b>	R\$	-2.401.678.511
<b>Custo de Capital</b>	%	12%
<b>VPL</b>	R\$	-2.401.678.511
<b>TIR</b>	%	4%
<b>Pay-back simples</b>	anos	22
<b>Pay-back descontado</b>	anos	31
<b>Taxa de rentabilidade</b>	%	- 0,54

Fonte: Bracarense (2017).

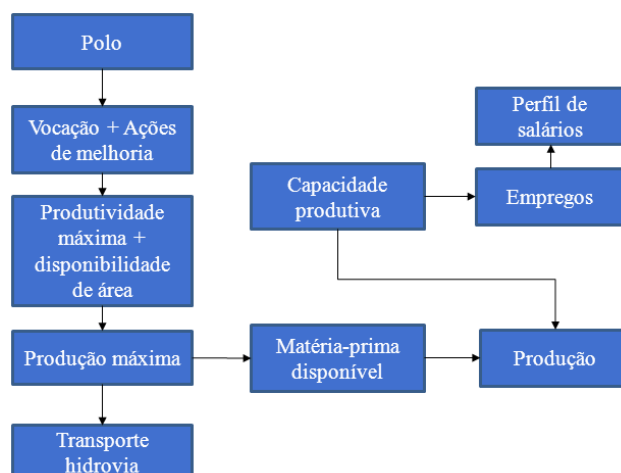
As receitas provenientes unicamente da demanda tendencial de transportes e instalações de terminais não viabilizam financeiramente a concessão de serviços em trinta anos. Observa-se que o equilíbrio financeiro requer o pagamento de contraprestação, cujo valor depende dos indicadores financeiros que se deseja atingir, preservando o equilíbrio fiscal. Limitando-se o valor da contraprestação às receitas fiscais, os indicadores financeiros não atingem níveis de atratividade para o investidor privado. Além disso, esses estudos indicam que apesar da previsão de crescimento da demanda para a hidrovía Tocantins, devem ser estudados e propostos mecanismos de incentivo à produção a fim de aumentar essa demanda, contribuindo para a viabilidade de investimento.

Nesse sentido, o modelo proposto, simulado no cenário alternativo, traz o conceito de Programa Territorial, advindo da Engenharia Territorial. De acordo com Aragão et al. (2012), um programa territorial se compõe de um conjunto integrado de projetos de iniciativa pública e privada em um determinado território que envolve investimentos em plantas produtivas e em infraestruturas. O programa territorial contribui no sentido de impulsionar o crescimento, visando equilíbrio econômico, financeiro e fiscal de investimentos em projetos de infraestruturas e políticas públicas.

A Figura 2 resume o processo necessário à proposta de um programa territorial. A partir da determinação do polo e suas vocações, deve-se determinar a produção máxima possível de ser alcançada, considerando disponibilidade de área e melhoria da produtividade por meio de ações específicas, previamente identificadas. A produção máxima é vista como meta a ser alcançada no horizonte de tempo da concessão. Uma parcela dessa

produção é comercializada para outras regiões, ou mesmo exportada do país, e é transportada pela hidrovía, incrementando a demanda tendencial. Outra parcela é utilizada como matéria-prima das atividades potenciais identificadas na fase anterior e a serem implantadas no programa territorial. De acordo com o perfil do setor produtivo, é possível calcular a geração de empregos e a massa salarial gerada para atingir essa produção. Esses dados serão utilizados posteriormente, na análise de arrecadação de recursos fiscais.

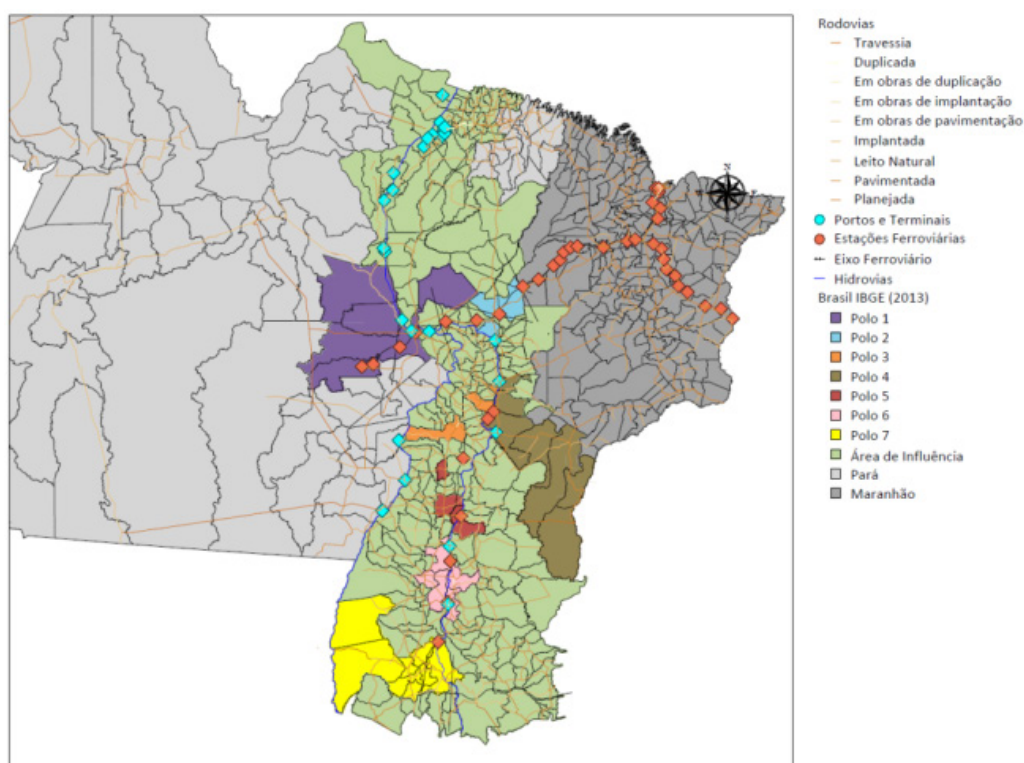
**Figura 2 - Dados necessários ao desenvolvimento do programa territorial.**



Fonte: Bracarense (2017).

No cenário alternativo, foram definidos sete polos ao todo, dos quais um é pertencente ao Pará, dois ao Maranhão, quatro ao Tocantins, apresentados na Figura 3.

**Figura 3 - Polos regionais.**



Fonte: Bracarense (2017).

Para cada um dos municípios pertencentes aos polos foram coletados, a partir do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) realizado pelo IBGE, dados de produção, rendimento médio, área colhida, área plantada e valor da produção das seguintes lavouras: soja, milho, cana-de-açúcar, algodão, mandioca e arroz. Os valores obtidos são referentes ao ano de 2014. Após a obtenção de todos os dados supracitados, seguiu-se para o levantamento das áreas potencialmente agricultáveis em cada um dos municípios componentes dos polos.

De posse dos valores de área máxima a ser ocupada por cada lavoura e do rendimento máximo para as culturas, a produção máxima foi estimada a partir da equação (2) abaixo:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{(A_{plantada} + A_{exp}) * R_{m\acute{a}x}}{1000} \quad (2)$$

Onde:

$P_{m\acute{a}x}$  representa a produção máxima por cultura por município, em toneladas; e

$R_{m\acute{a}x}$  equivale ao rendimento máximo da respectiva cultura, em kg/ha.

Semelhantemente ao procedimento realizado para a área plantada, também se efetuou o cálculo da taxa mínima de crescimento anual da produção para que em até trinta anos seja possível alcançar a produção máxima. A formulação adotada está explicitada na equação (3):

$$T_{prod} = \left( \frac{P_{m\acute{a}x}}{P_{atual}} \right)^{1/30} \quad (3)$$

Onde:

$P_{atual}$  é o valor da produção de cada cultura em cada município no ano de 2014

O atingimento da produção máxima das culturas e pecuária e consequente geração de empregos e fluxos de carga na hidrovia está condicionado a uma série de ações e investimentos a serem implementados naquilo que é conhecido como Programa Territorial, no qual elabora-se um plano de metas com o intuito de catalisar o crescimento de determinada região. No programa, tais alvos possuem prazos específicos para serem atingidos e as ações são bem delimitadas a fim de promover a eficiência de sua aplicação.

Dessa forma, buscou-se identificar, nos três estados que participam da área de influência da hidrovia, restrições / gargalos de diferentes naturezas (climáticos, de infraestrutura, tecnológicas, sociais e/ou culturais etc.) que se mostrem como focos potenciais do programa territorial. O detalhamento / comportamento de tais fatores na região de abrangência da hidrovia está apresentado abaixo, juntamente com algumas ações já previstas no planejamento agrícola e pecuário de cada estado e outras que ainda não foram contempladas, mas que exercem substancial influência sobre a promoção do desenvolvimento agropecuário nos polos considerados.

Após o levantamento da produção agrícola máxima em trinta anos e das taxas de crescimento necessárias para se alcançar tal meta nos municípios que compõem a área de abrangência da hidrovia Tocantins, seguiu-se para a estimativa de empregos gerados a partir do adensamento da cadeia produtiva de quatro produtos principais: soja, milho, cana-de-açúcar e carne bovina, sendo que para algumas atividades foram consideradas também outras vocações dos polos já comentadas anteriormente (arroz, algodão e mandioca). Decidiu-se incluir a cadeia produtiva da cana-de-açúcar nesta análise pois, apesar de inexistente no polo do Pará e incipiente nos do Maranhão, ela tem grande potencial de expansão no estado que mais contribui para a área de influência da hidrovia, o Tocantins, dado o destaque do município de Pedro Afonso na produção de cana-de-açúcar.

Para cada atividade das cadeias produtivas selecionadas, os empregos foram calculados a partir de informações de capacidade produtiva de empresas do ramo, estabelecendo relações de número médio de empregados por tonelada produzida. Foram considerados dois horizontes de implantação, sendo instalada

metade da capacidade produtiva até o ano 15, e a partir desse ano, plena capacidade. Os resultados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Resultados da produção máxima e empregos gerados**

Atividade	Produto	Polos	Produção	Empregos por Faixa				
				1ª	2ª	3ª	4ª	5ª
Fabricação de óleos e gorduras vegetais e animais	Toneladas de soja para a produção de óleo vegetal	2	12.536,54	5	0			
		3	25.717,45	10		1		
		4	994.830,55	408	13			
		5	151.027,55	60		4		
		6	173.923,43	69		4		
		7	654.670,72	260		17		
Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de alimentos para animais	Toneladas de soja para a produção de ração animal	2 e 4	2.350.523,21	1.171	155		39	45
		3 e 5	412.405,01	217	19	10	1	
		6	405.821,34	213	19	10	1	
		7	1.527.565,01	803	71	37	4	
Fabricação e refino de açúcar	Toneladas de cana-de-açúcar para a fabricação de açúcar	3, 5 e 7	4.889.930,11	1.527	443		40	
		4	22.134,18	531	154		14	
Fabricação de bebidas alcoólicas	Toneladas de cana-de-açúcar para a fabricação de álcool	3, 5 e 7	4.889.930,11	8.766	1.644	769	534	443
		4	22.134,18	40	7	2	2	2
Fabricação de bebidas não alcoólicas	Toneladas de açúcar	3, 5 e 7	461.609,40	956	60	21	9	5
		4	2.089,47	546	34	12	5	3
Abate e fabricação de produtos de carne	Quantidade de cabeças de gado abatidas para a fabricação de produtos cárneos	1	895.364	4042	139	41	8	16
		2	107.139	494	12	2		
		3, 5 e 6	247.779	1.113	44	10	7	1
		4	1.164.085	5362	133	27		
		7	254.010	1.141	45	10	7	1
Curtimento e outras preparações de couro	Unidades de couro (cada couro equivale a uma cabeça de gado abatida)	1	671.523	557	16			
		2 e 4	953.418	791	14	9		
		3, 5, 6 e 7	376.342	315	6			
Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária	N ú m e r o de tratores necessários para atender a área a ser explorada	1	75.803,20	33.293 3	7.136			
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	Toneladas de fertilizantes necessárias para atender a área plantada "máxima"	2 e 4	25.390.742,26	45	9	7	1	4
		3, 5, 6 e 7	25.919.496,47	51	15			2
Fabricação de defensivos agrícolas	Litros de defensivos agrícolas necessários para atender a área plantada "máxima"	2 e 4	1.091.324,25	296	166	98	43	533
		3, 5, 6 e 7	988.374,97	268	151	89	39	483
TOTAL				63.350	10.505	1.180	754	1.538

Fonte: elaboração própria.

Para efeito de demanda do transporte hidroviário, considerou-se que 35% da produção dos polos seria transportada pela hidrovía, acrescida à demanda tendencial, e 65% seria comercializada no próprio estado, de acordo com dados do relatório sobre o perfil competitivo do estado do Tocantins elaborado pelo SENAI (2006), sendo a mesma proporção adotada nos demais estados. A Tabela apresenta o total de demanda acrescida por polo.

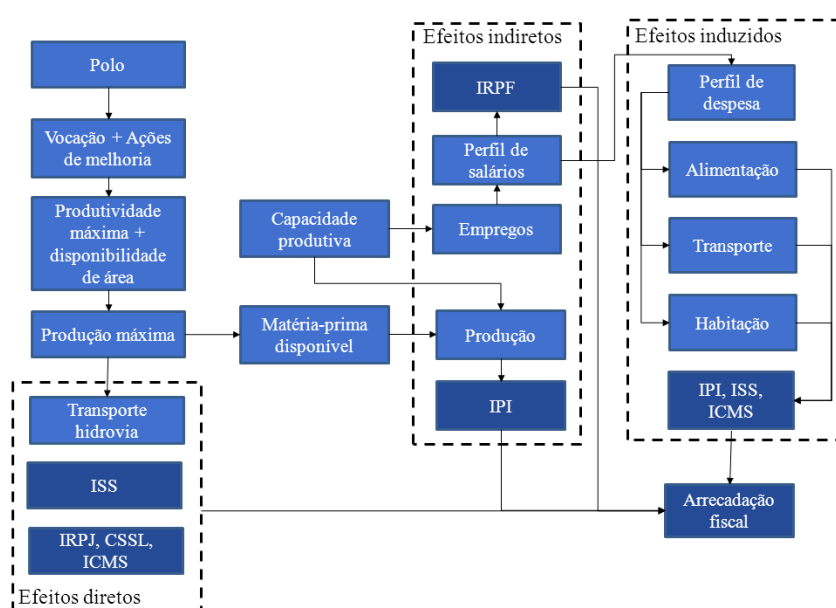
**Tabela 4 - Incremento de demanda gerada por polo no cenário alternativo.**

Polo	Produção (t)	Produção máx (t)	Taxa cresc. prod	Transp hidrovía atual	Transp hidrovía máx.
1	383.546,00	2.515.444,48	6,5%	134.241,10	880.405,57
2	39.859,00	222.126,56	5,9%	13.950,65	77.744,30
3	63.008,00	566.693,85	7,6%	22.052,80	198.342,85
4	2.019.052,00	11.580.588,24	6,0%	706.668,20	4.053.205,88
5	2.380.436,00	16.070.730,73	6,6%	833.152,60	5.624.755,75
6	183.121,00	1.658.153,63	7,6%	64.092,35	580.353,77
7	905.839,00	5.418.559,14	6,1%	317.043,65	1.896.495,70

Fonte: Bracarense (2017).

Parte-se então para o cálculo da arrecadação fiscal. Para a avaliação de projetos específicos, além dos efeitos diretos produzidos pela implantação do projeto, tem-se intensificado os estudos acerca da contabilização de outros efeitos, tais como os indiretos, induzidos e dinâmicos da economia. Nesse estudo de caso, foram contabilizados alguns efeitos diretos, indiretos e induzidos, de acordo com a estrutura tributária brasileira, conforme apresentado na Figura 4.

**Figura 4 - Processo de cálculo de arrecadação fiscal**



Fonte: Bracarense (2017)

Os resultados são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Arrecadação fiscal do cenário alternativo, ao término do período de concessão, em valor presente.**

	Imposto	Alíquota		Valor Presente
<b>Efeitos diretos</b>			<b>R\$</b>	<b>1.539.333.554,84</b>
<b>Implantação da hidrovía</b>	ISS	5%	R\$	110.945.920,78
<b>Implantação das eclusas</b>	ISS	5%	R\$	84.718.682,54
<b>Operação do transportador</b>	ICMS	12%	R\$	925.786.323,03
	IRPJ	5%		
<b>Concessionário</b>			R\$	417.882.628,49
<b>Efeitos indiretos</b>			<b>R\$</b>	<b>3.913.559.608,23</b>
<b>Imposto de renda sobre novos empregos</b>	IRPF	variável	R\$	114.454.700,88
<b>Sinalização</b>	IPI	5%	R\$	8.673.210,73
<b>Concreto</b>	IPI, ISS, ICMS	24%	R\$	72.356.245,61
<b>Produção bebidas alcóolicas</b>	IPI	40%	R\$	612.856.679,00
<b>Produção bebidas não alcóolicas</b>	IPI	27%	R\$	2.176.421.919,60
<b>Produção artigos de couro</b>	IPI	10%	R\$	928.796.852,41
<b>Efeitos indiretos</b>			<b>R\$</b>	<b>81.029.456,33</b>
<b>Sinalização</b>	IPI	5%	R\$	8.673.210,73
<b>Concreto</b>	IPI, ISS, ICMS	24%	R\$	72.356.245,61
<b>TOTAL</b>			R\$	1.620.363.011,17

Fonte: Bracarense (2017).

Realizados todos os cálculos anteriores é possível realizar a análise de sustentabilidade fiscal dos cenários propostos, verificando se a arrecadação fiscal gerada pelo projeto, considerando seus efeitos diretos, indiretos e induzidos é suficiente para equilibrar o valor da contraprestação. O modelo geral é apresentado na Figura 5.

**Figura 5 - Fluxograma da análise de sustentabilidade fiscal do investimento.**



Fonte: Bracarense (2017).

Os resultados da análise financeira do projeto, incluindo o pagamento de contraprestação são mostrados na Tabela 6.

**Tabela 6 - Resultados do modelo proposto no cenário Alternativo.**

	<b>Unidade</b>	<b>Valor Presente</b>
<b>CUSTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-232.222.862,23</b>
Manutenção hidrovía	R\$	-199.046.120,36
Manutenção e operação da eclusa	R\$	-37.157.950,89
<b>INVESTIMENTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-3.922.221.682,65</b>
Projeto	R\$	-47.789.142,19
Dragagem	R\$	-457.812.806,29
Derrocagem	R\$	-1.449.502.232,06
Sinalização	R\$	-272.743.851,22
Implantação das eclusas	R\$	-1.694.373.650,90
<b>RECEITAS</b>	<b>R\$</b>	<b>976.569.769,75</b>
Tarifa manutenção	R\$	776.045.435,41
Licença dos terminais	R\$	173.909.951,12
Tarifa eclusagem	R\$	26.614.383,22
<b>CONTRAPRESTAÇÃO</b>	<b>R\$</b>	<b>8.700.449.660,72</b>
<b>IMPOSTOS</b>	<b>R\$</b>	<b>-3.511.676.862,51</b>
PIS/PASEP	1,65%	-159.670.820,60
Cofins	7,60%	-735.453.476,72
IRPJ/ CSLL	34,00%	-2.674.438.287,02
Depreciação		-625.791.587,27
Crédito PIS/Cofins		-57.885.721,82
LAIR		8.549.672.270,92
<b>ANÁLISE DO INVESTIMENTO</b>		
Custo de Capital	%	12%
VPL	R\$	R\$ 2.010.898.023
TIR	%	17%
Pay-back simples	anos	10
Pay-back descontado	anos	16
Taxa de rentabilidade		0,45

Fonte: Bracarense (2017).

Observa-se que foi possível atingir uma TIR de 17% e um tempo de retorno de 16 anos, o que são considerados bons indicadores para investimentos no setor.



## 8. CONCLUSÃO

O trabalho de pesquisa subjacente a este documento começou pela necessidade de encontrar novas formas de financiar projetos de infraestrutura de grande escala. Como se argumenta, o aumento do investimento precisa esgotar progressivamente o espaço fiscal, e os modelos atuais de concessão e PPP não atenderão sozinhos a essas necessidades. Além disso, o esgotamento do espaço fiscal pode ocorrer não só por investimentos públicos maciços, mas também uma quantidade muito grande de pagamentos do governo a parceiros privados dentro de contratos PPP pode prejudicar consideravelmente a sustentabilidade fiscal global.

Um olhar atento à atual filosofia de avaliação de investimentos em infraestrutura, que é retomada em uma seção especial, leva à conclusão de que os métodos aplicados não se preocupam em verificar os impactos fiscais dos investimentos. Após uma breve revisão dos modelos de avaliação e da concepção da sustentabilidade fiscal, uma filosofia de projeto alternativa foi exposta, que foi chamada pelos autores de programa territorial. Este tipo de programa, cuja concepção e implementação é sujeita a uma nova disciplina de engenharia proposta (Engenharia Territorial), justapõe o investimento em infraestrutura com outros investimentos industriais agregadores de valor e políticas facilitadoras, pelo que as despesas fiscais são cobertas pelos efeitos econômicos e consequentes multiplicadores fiscais. Esses efeitos multiplicadores são adicionalmente produzidos se os projetos e políticas estiverem mutuamente relacionados tanto em termos de função quanto de espaço, de modo que a eficácia do sistema entre em vigor.

Isso explicado, um modelo de cálculo simplificado dos impactos econômicos e fiscais foi aplicado ao caso de estudo da hidrovia Tocantins, no Brasil. Neste estudo, assumiu-se que uma empresa privada assumiria a construção, a operação, bem como a manutenção da via navegável. Foi constatado que as receitas previstas, que seriam compostas por taxas para o uso da via navegável, exclusagem e uma taxa de concessão para a construção de terminais, não atenderiam as necessidades de retorno de uma empresa privada a uma taxa de mercado dentro do período de concessão de trinta anos. Os pagamentos governamentais devem complementar a receita para tornar o projeto atrativo para o investimento privado.

Com o paradigma da Engenharia Territorial, os pagamentos públicos devem ser cobertos pelos efeitos multiplicadores econômicos e fiscais de um programa territorial (programa de consolidação econômica e fiscal). Com este programa, foi construído um cenário onde a produção essencialmente agrícola da área de influência seria aumentada não apenas pelo crescimento tendencial previsto nos estudos iniciais já executados, mas também por um conjunto reforçador de programas industriais nesta área. Para esse objetivo, a área foi subdividida em sete distritos (territórios de consolidação) comandados por sete principais cidades selecionadas (polos).

Cada território de consolidação seria concedido a uma empresa privada (empresa de desenvolvimento territorial), cuja missão seria criar e explorar clusters industriais dentro desse território.

Para o modelo de crescimento econômico reforçado, foi estabelecido um conjunto de pressupostos (muito conservadores) em relação às perspectivas de crescimento e salários, retornos, receitas fiscais e tráfego de hidrovia gerado em cada um dos territórios de consolidação.

Os resultados financeiros mostraram que a companhia de navegação seria compensada pelo investimento e os custos operacionais, tornando o projeto atraente para o setor privado. Por isso, a abordagem do programa territorial mostrou seu valor prático em um contexto em que as necessidades de investimento em infraestrutura estão aumentando, onde o espaço fiscal está quase esgotado e onde os modelos atuais de concessão e PPP dificilmente irão cobrir todas as necessidades, dadas as características arriscadas de seu fluxo de caixa.

Pode-se concluir que o trabalho desenvolvido traz uma contribuição científica ao propor uma metodologia de análise fiscal considerando efeitos diretos, indiretos e induzidos, e ao demonstrar a importância dessa avaliação para a tomada de decisão de investimento. Além disso, o estudo permitiu testar os conceitos da Engenharia Territorial, desenvolvendo um modelo de análise sobre um caso real. Outra contribuição se refere à identificação de fatores críticos a partir de uma revisão sistemática da literatura.

O estudo contribui ainda tecnicamente para a sociedade, ao aplicar o modelo proposto a um problema real, que se refere à viabilização da hidrovia do rio Tocantins. Visando a aplicabilidade, a proposta foi formulada a partir dos dispositivos legais existentes, em conformidade com a legislação atual. O estudo de caso permite identificar uma alternativa de viabilização da hidrovia Tocantins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J; BIASOTO, R. Investimento Público no Brasil: Diagnósticos e Proposições. Revista do BNDES, v.14, n.27, p. 71-122, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Arrendamentos Portuários: leilões do bloco i – etapa 2. Brasília: ANTAQ, 2016. Disponível em: <[http://www.antaq.gov.br/Portal/PIL1\\_Etapa2\\_2016/](http://www.antaq.gov.br/Portal/PIL1_Etapa2_2016/)>. Acesso em: 09 set. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Vias interiores economicamente navegáveis. Mapa. Brasília: ANTAQ, 2015a. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/Imagens/InformacoesGeograficas/Original/MalhaHidroviariaVEN.png>>. Acesso em: 27 out. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Plano Nacional de Integração Hidroviária – Relatório Técnico da bacia do Tocantins-Araguaia. Brasília: ANTAQ, 2013. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/PNIH/BaciaTocantinsAraguaia.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

ARAGÃO, J. J. G. e YAMASHITA, Y. Promovendo projetos de Grande Vulto mediante novas Soluções Institucionais. In: BRASIL, Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão: Infraestrutura e Parcerias para o Desenvolvimento: As Alianças Público-Privadas. Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, 2017. Disponível em: <[http://www.planejamento.gov.br/publicacoes/assuntos-internacionais/SEAIN\\_Infraestrutura\\_PPP\\_web\\_8fev2017.pdf](http://www.planejamento.gov.br/publicacoes/assuntos-internacionais/SEAIN_Infraestrutura_PPP_web_8fev2017.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2019.

ARAGÃO, J; YAMASHITA, Y. COSTA, J. AND ALMEIDA, C. F. O esgotamento do modelo rodoviário e o papel potencial das hidrovias: Hidrovia Araguaia Tocantins. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE, 28, 2014, Curitiba. Anais... [S. l.]: ANPET, 2014.

ARAGÃO J. AND YAMASHITA, Y. Projeto de infraestrutura de transportes e seu financiamento: uma abordagem da Engenharia Territorial. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE, 27, 2013, Belém. Anais...[S.l.]Belém: ANPET, 2013.

AZEVEDO, S. PPP e o custo de um estado fraco: Toda a verdade sobre as parcerias público-privadas. Lisboa: Aletheia Editores, 2014.

BALASSONE F; FRANCO, D. Assessing Fiscal Sustainability: A Review of Methods with a View to EMU. SSRN Electronic Journal, 2000, p.21-60. DOI:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2109377>.

BRACARENSE, Lílian dos Santos Fontes Pereira. Elementos para um modelo inovador de parcerias público-privadas em infraestrutura de transportes: estudo aplicado à Hidrovia do Rio Tocantins. 2017. 218f. Tese (Doutorado em Transportes) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Transportes, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão de Monitoramento e Avaliação do Plano Plurianual. Câmara Técnica de Projetos de Grande Vulto. Manual de apresentação de estudos de viabilidade de projetos de grande vulto. Versão 2.0. Brasília: MP, 2009. 52p. Disponível em: <[http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/702/PPA\\_CMA\\_Manual\\_CTPGV.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/702/PPA_CMA_Manual_CTPGV.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 09 set. 2019.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Acórdão Nº 1787/2015. Brasília: TCU, 2015. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A15072571D0150815C28E70DEE>>. Acesso em: 09 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 13.081, de 2 de janeiro de 2015. Dispõe sobre a construção e a operação de eclusas ou de outros dispositivos de transposição hidroviária de níveis em vias navegáveis e potencialmente navegáveis; altera as Leis nos 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.984, de 17 de julho de 2000, 10.233, de 5 de junho de 2001, e 12.712,

de 30 de agosto de 2012; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 05 jan. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF, 31 dez. 2004.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF 11 jul. 2001 e retificado em 17 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 fev. 1995.

BURCHELL, R; LISTOKIN, D; DOLPHIN, W. The New Practitioner's Guide to Fiscal Impact Analysis. New Brunswick, N.J: Center for Urban Policy Research, 1985.

CARVALHO, F. S. Análise Multicritério de Projetos de Transporte Hidroviário Interior. 2008. 194 p. Tese. (Doutorado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Engenharia Oceânica. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE., 2008.

CHICAGO METROPOLITAN AGENCY FOR PLANNING(CMAP). Fiscal and Economic Impact Analysis of Local Development Decisions. Chicago: CMAP, 2014. Disponível em: <http://www.cmap.illinois.gov/documents/10180/82875/Fiscal+Econ+Impacts+Dev+FINAL.pdf/6fc7ed1c-aba7-4d6a-a057-8d251aa7fbdc>>. Acesso em: 09 set. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Plano CNT de transporte e logística 2014. Brasília: CNT, 2014. 752 p.

COMISSÃO EUROPEIA. Manual de análise de custos e benefícios dos projetos de investimento. Bruxelas: Comissão Europeia, 2003. Disponível em: < [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02\\_pt.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_pt.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2015c.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL RÍO GRANDE DE LA MAGDALENA (CORMAGDALENA.) Asociación Público Privada de Iniciativa Pública para el Proyecto de "Recuperación de la Navegabilidad en el Río Magdalena". Contrato de APP No. 001 de 2014. República de Colômbia, 2014.

ECKERT, R. V. Avaliação da aplicabilidade de modelos de concessões de ferrovias e rodovias para o sistema hidroviário brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil. em XX) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. Plano Nacional de Logística Integrada. Manual da Simulação dos Custos de Transporte e Transbordo de Cargas. Brasília: EPL, 2014.

GOMES, D. Retomada incerta. CNT Transporte Atual, Brasília, Ano XXI, n. 237, 2015, pp. 54-59.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Redes e Fluxos do Território Gestão do Território 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv86286.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. Assessing Sustainability. Washington, DC: IMF, 2002. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/np/pdr/sus/2002/eng/052802.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

JUNQUEIRA, Michele Aparecida Dela Ricci; SAIANI, Carlos César Santejo; PASSADOR, Claudia Souza. Apontamentos sobre a Lei Brasileira das Águas: a experiência do Estado de São Paulo, REGE - Revista de Gestão, v. 18, n.2, 2011, p. 159-175, DOI: <https://doi.org/10.5700/rege420>.

KEANE, T. The Economic Importance of the National Highway System. Public Roads, v. 59, n. 4, 1996. Disponível em: <<https://www.fhwa.dot.gov/publications/publicroads/96spring/p96sp16.cfm>>. Acesso em: 09 set. 2019.

KOTVAL, Z; MULLIN, J. Fiscal Impact Analysis: Methods, Cases, and Intellectual Debate. Cambridge, MA: Lincoln Institute, 2007. (Lincoln Institute of Land Policy Working Paper Working Paper). Disponível em: <<https://www.lincolnst.edu/publications/working-papers/fiscal-impact-analysis>>. Acesso em: 09 set. 2019.

BRASIL. Ministério dos Transportes. PNLT - Plano Nacional de Logística e Transportes. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/conteudo/56-acoes-e-programas/2814-pnlt-plano-nacional-de-logistica-e-transportes.html>>.

MORAIS, A; ARAGÃO, J; YAMASHITA, Y; ORRICO, R; BRASILEIRO, A. Analysing the fiscal sustainability of transit investment projects: The case of the metropolitan railway of Brasília. Research in Transportation Economics, v.48, dez. 2014, pp. 422 - 428. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.069>.

POLITO V; WICKENS, M. Measuring Fiscal Sustainability. Saint Andrews: Centre For Dynamic Macroeconomic Analysis Conference Papers, 2005. (CEPR Discussion Paper No. 5312).

POMPERMAYER, F. M; CAMPOS NETO, C. A. S; PAULA, J. M. P. Hidrovias no Brasil: Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade. Brasília: Rio de Janeiro Ipea, 2014. (Texto para discussão, 1931). Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2714/1/TD\\_1931.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2714/1/TD_1931.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MERCADO COMUM DO OESTE (MERCOSUL). Perfil Competitivo do Estado do Tocantins. Brasília-DF: SENAI, 2006. 320 p.

UNITED STATES OF AMERICA; EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT. OFFICE OF MANAGEMENT AND BUDGET; COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. Principles and Requirements for Federal Investments in Water Resources. Washington: EOP, 2013, 16p. Disponível em: <[https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/final\\_principles\\_and\\_requirements\\_march\\_2013.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/final_principles_and_requirements_march_2013.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2019.

WEISBROD, G; WEISBROD, B. Measuring Economic Impacts of Projects and Programs. Boston, MI: Economic Development Research Group, 1997. Disponível em: <<http://www.edrgroup.com/pdf/econ-impact-primer.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

WORLD BANK. Handbook on economic analysis of investment operations. Geneva: WBH. 1998, 209p. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/749061468740206498/pdf/207330REVISED.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019

VALENTE, J. A. (org.) Infraestrutura, transportes e mobilidade territorial. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2013. Disponível em: <[https://fpabramo.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/sites/5/2017/05/mioloValentefinal\\_28\\_01-1.pdf](https://fpabramo.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/sites/5/2017/05/mioloValentefinal_28_01-1.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2019.

# **2º Lugar**

**Porto do Rio Grande (Estuário da Lagoa dos Patos - RS): identificação e caracterização dos locais de lançamento de efluentes líquidos nas margens.**

**Autores:**

Maria da Graça Zepka Baumgarten  
Vivian Freitas Aguiar  
Lucas Almeida

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas portuários, em geral, estão localizados na interface de ecossistemas terrestres com aquáticos. Isso resulta em que, naturalmente, os portos sejam zonas de riscos ambientais, devido às características dos produtos e dos seus procedimentos operacionais.

Por isso, nas áreas de influência direta e indireta das atividades portuárias são importantes a execução de monitoramentos e a geração de diagnósticos do estado da qualidade ambiental. Estas estratégias permitem que sejam identificados os limites de responsabilidades técnicas e jurídicas das autoridades portuárias com relação a possíveis contaminações detectadas em algum compartimento.

Contemplando estes aspectos, o diagnóstico aqui apresentado foca o porto da cidade do Rio Grande (RS), principalmente as suas margens e águas. Apresenta uma metodologia inédita, sendo viabilizado pelo convênio firmado em 2014 entre a Superintendência do Porto do Rio Grande (SUPRG) e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) - contrato nº 668. Este contrato apresentou as seguintes justificativas descritas na sua Cláusula Primeira: - a necessidade do porto do Rio Grande de atender às recomendações ambientais feitas pelo IBAMA (2013), no parecer referente à renovação da sua Licença de Operação nº 03/1997 (PAR. 007077-COPAH/IBAMA); - a busca do porto pela adoção de uma ampla política de preservação das suas águas; - a proposta de usar este diagnóstico como uma etapa do seu Plano de Gestão Ambiental Integrada Portuária (PGAI).

Os objetivos técnicos deste diagnóstico somam-se a estas justificativas, sendo eles: - identificar, mapear e caracterizar os locais de lançamentos de efluentes líquidos nas margens do Porto do Rio Grande; - identificar os efluentes contaminados, para que eles sejam posteriormente monitorados quantitativamente e, então, ser avaliado o nível de conformidade das concentrações de seus constituintes, com o recomendado pela legislação referente a lançamento de efluentes (Resolução nº 430, Conama/2011).

Portanto, este diagnóstico é uma ferramenta para uma efetiva gestão e para a maior proteção das áreas do porto do Rio Grande, pois identifica aquelas mais impactadas e as mais críticas com aglomeração de lançamento de efluentes contaminados.

Vários estudos já foram realizados nos canais do porto do Rio Grande, identificando desequilíbrios na qualidade da água de algumas áreas. Dentre estes são citados alguns, como o de Baumgarten e Niencheski (1998), que evidenciaram a contaminação em compostos nitrogenados e fosfatados, óleos e graxas nas águas da margem da área portuária ao norte do Rio Grande. Constataram resíduos de escamas nos sedimentos superficiais dessa área, atribuídos aos efluentes oriundos de indústrias pesqueiras.

Barbosa et al. (2012) verificaram que, em regime de enchente nas águas do porto, com entrada de águas costeiras menos poluídas, as concentrações de metais originados pelos aportes antrópicos decresceram devido à diluição. Marreto et al. (2017) verificaram que os desequilíbrios tróficos (excesso de nutrientes e de produtores primários) são maiores nas margens das áreas portuárias de menor hidrodinâmica, onde são lançados efluentes. Estes trabalhos foram baseados em dados analíticos obtidos no programa de monitoramento ambiental do porto do Rio Grande (setor Hidroquímica). Neste monitoramento foram feitas coletas sazonais das águas dos eixos dos canais portuários, desde 2006 até 2012 (Convênio FURG/SUPRG), atendendo, na época, às demandas previstas no licenciamento ambiental do porto. A partir de 2012, este convênio não teve continuidade no que se refere ao monitoramento hidroquímico.

Além destes trabalhos, cita-se o de Costa e Wallner-Kersanach (2013), que detectou acréscimos de cobre e zinco em frações lábeis na água de áreas próximas aos estaleiros do porto do Rio Grande.

Segundo SEP e UFRJ (2014), existe a geração de efluentes no porto do Rio Grande, com variados fluxos e estruturas de tratamento. Alguns terminais locais enfrentam desafios na destinação de seus efluentes cloacais e na geração de efluentes pluviais potencialmente contaminados. Relataram que, onde existem tratamentos de efluentes, estes nem sempre são satisfatórios, sendo em muitos casos, apenas em nível primário. Foram constatadas falhas em alguns sistemas de gestão de efluentes oleosos, como exemplo, a geração de resíduos oleosos em áreas sem drenagem segregada.

Diante dessa realidade, a proposta do presente diagnóstico vem ao encontro do princípio de que para se tratar, remediar ou solucionar um problema ambiental é preciso antes conhecê-lo e caracterizá-lo tecnicamente.



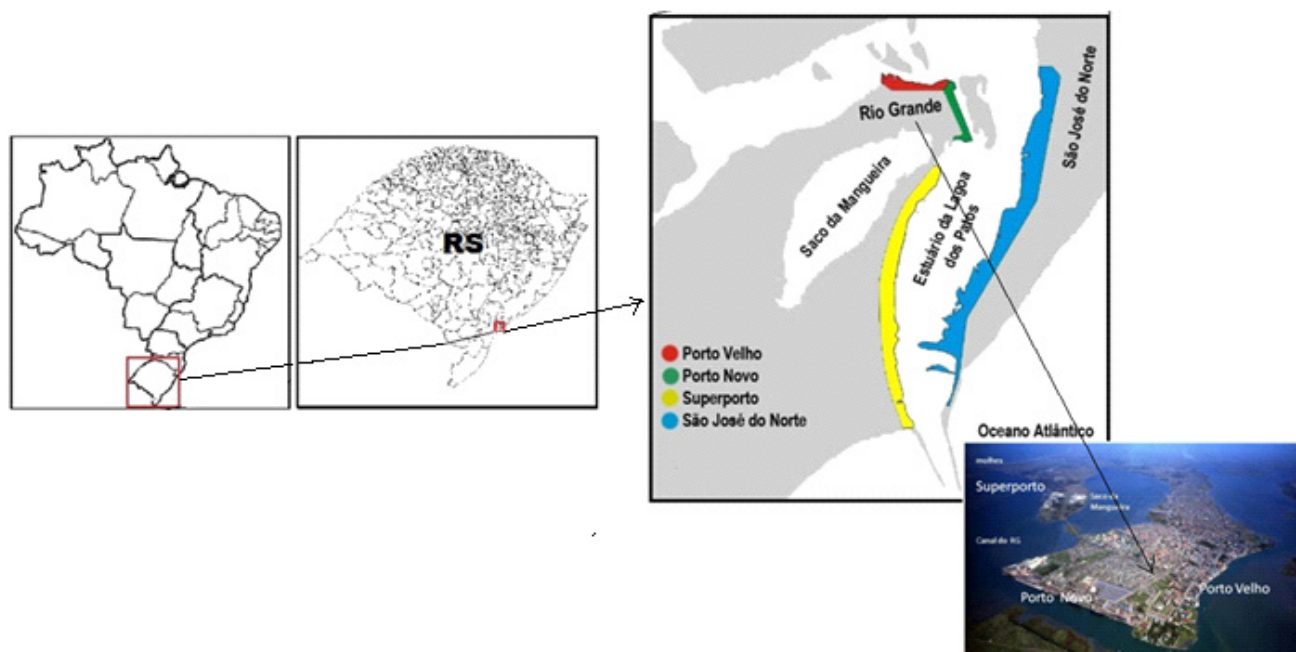
## A cidade do Rio Grande e sua área portuária

Esta cidade possui cerca de 200.000 habitantes, tendo uma forma peninsular e está situada ao sul do estuário da Lagoa dos Patos (RS) (Figura 1). Este estuário tem grande sensibilidade e complexidade ecológica, sendo criadouro de muitas espécies comercializáveis, que sustentam a importante atividade pesqueira da região.

No Rio Grande, apenas cerca de 46% dos efluentes são coletados e tratados, sob a responsabilidade da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), sendo que a rede de coleta está em expansão. Isso é problemático, porque o Rio Grande tem forma peninsular, o que facilita os lançamentos de efluentes clandestinos nas águas das margens. Muitos destes efluentes são lançados em áreas de pouca visibilidade, sendo ignorados até pelos órgãos oficiais ambientais fiscalizadores (ALMEIDA et al., 1993).

O porto do Rio Grande é o escoadouro natural da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos. Consolidou-se como o porto do Cone Sul, estando entre os mais importantes do continente americano em produtividade, oferecendo serviços ágeis e de qualidade. Dotado de uma boa infraestrutura operacional, é considerado o segundo mais importante do país para o desenvolvimento do comércio internacional brasileiro (SUPRG, 2011). Está dividido em quatro áreas ou zonas: Porto Velho, Porto Novo, Superporto, inseridas no município do Rio Grande. Inclui ainda, a área portuária da cidade São José do Norte, que fica na margem do estuário oposta ao Rio Grande (Figura 1), mas esta não foi investigada neste trabalho. O Canal do Rio Grande atravessa o Porto Novo e o Superporto. O canal do Norte, que é uma extensão lateral do canal do Rio Grande, circunda a área do Porto Velho, ao norte e nordeste da cidade.

Na área portuária do Rio Grande, ao sul da cidade, existe um importante distrito industrial e um polo naval, ambos concentrados no Superporto.



**Figura 1 - Sul do estuário da Lagoa dos Patos e as áreas portuárias do Rio Grande (RS).**

*Fonte: adaptado de (SUPRG, 2011).*

Este diagnóstico identificou os locais de lançamento de efluentes nas três áreas portuárias do Rio Grande (Figura 1).



## 2. METODOLOGIA

### Identificação e caracterização dos locais de lançamentos de efluentes

A partir de agosto de 2014, usando um pequeno barco, percorreu-se a margem do Porto Velho e do Porto Novo. Nas águas de maior profundidade do Superporto usaram-se duas embarcações, sendo uma maior e outra menor, rebocada, para permitir o acesso às margens. Cada local de lançamento de efluente visualizado foi georreferenciado com um GPS GARMIN digital portátil, fornecendo a latitude e a longitude para posterior mapeamento. Depois, cada local foi fotografado e as suas informações e características foram tabeladas.

Além do efluente, foi amostrada a água do seu deságue e a do estuário, numa distância de três metros da margem. Isso proporcionou a informação da magnitude preliminar do impacto do lançamento e no seu nível de dispersão.

Na frente de cada efluente fez-se a identificação do tipo de efluente lançado, segundo a seguinte caracterização (ALMEIDA et al., 1993):

- efluente doméstico: lançado em emissários colocados pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), concessionária que atende à cidade. Se o efluente não estiver tratado e sendo lançado clandestinamente por canos de concreto, de PVC, de ferro ou por valetas que desaguam no estuário, é considerado clandestino. Este último tipo de efluente tem aparência escura, presença de gorduras, detritos orgânicos como restos de comida ou de fezes e odor de gases fétidos reduzidos (sulfetos, metano ou amoníaco);
- efluente pluvial: lançado por emissários de concreto instalados como parte da rede de escoamento pluvial do município de Rio Grande, os quais não têm emissão em período de estiagem ou emitem água com característica pluvial em período de chuva. Se o efluente apresentar características de um esgoto, é identificado como pluvial com ligação clandestina de esgoto;
- efluente industrial: lançado na área de uma indústria. Se não for suficientemente tratado, ele tem resíduos ou produtos oriundos do processo industrial;
- efluente da indústria naval: lançado em emissários ou galerias instalados na área portuária do Polo Naval do Rio Grande. Se não tratado, pode conter óleos e graxas;
- efluente sem caracterização: canos ou emissários sem vazão.

As coletas de cada efluente e de sua água receptora foram feitas com um amostrador tipo “braço” de madeira, com dois metros de comprimento com um frasco coletor na extremidade. As amostras foram analisadas qualitativamente no próprio ambiente quanto ao seu nível de contaminação por matéria orgânica, com base na dosagem do fósforo. Assume-se que esse parâmetro pode ser usado como quimioindicador e traçador deste tipo de contaminação da água, considerando que o fósforo tem significativa presença em efluentes domésticos, de indústrias alimentícias e de fertilizantes, pois é um dos principais constituintes da matéria orgânica e é um nutriente.

Em cada amostra foram também medidos o pH e a salinidade e, no estuário foi medida a profundidade. A quantificação da salinidade e da profundidade informa o potencial de diluição ou autodepuração da água receptora do efluente.

### Produtos gráficos apresentados

Com o programa Arcgis foi realizado um sistema de informações geográficas (SIG). Foram demarcados os locais de lançamento de efluentes no Porto Velho, Porto Novo e Superporto, referenciando cada local à sua respectiva latitude e longitude.

O mapeamento foi gerado através de ferramentas de vetorização, marcando linhas de costa e as ruas. A rede de coleta de esgotos do Rio Grande foi digitalizada a partir de dados fornecidos pela CORSAN. Os mapas territoriais do Rio Grande do Sul foram obtidos no site do IBGE, no formato shapefile.

Nas figuras 4, 10, 14, 21 e 22, correspondentes respectivamente ao Porto Velho, ao Porto Novo, ao Superporto e ao conjunto destas áreas, cada efluente, seu deságue e a sua água receptora estão identificados com

um círculo colorido em tons de azul. Quanto mais escuro o tom, maior a contaminação. Nos mapas, os números colocados sobre as identificações dos efluentes repetem-se nas Tabelas 1, 2 e 3 (primeira coluna), associando as características de cada efluente com a sua posição no mapa.

## Métodos analíticos

Em cada amostra do efluente e da água estuarina, mediu-se a salinidade com condutivímetro digital USI, e o pH, com um potenciômetro Digimed DM-22. A profundidade da água do estuário foi medida com um cabo métrico.

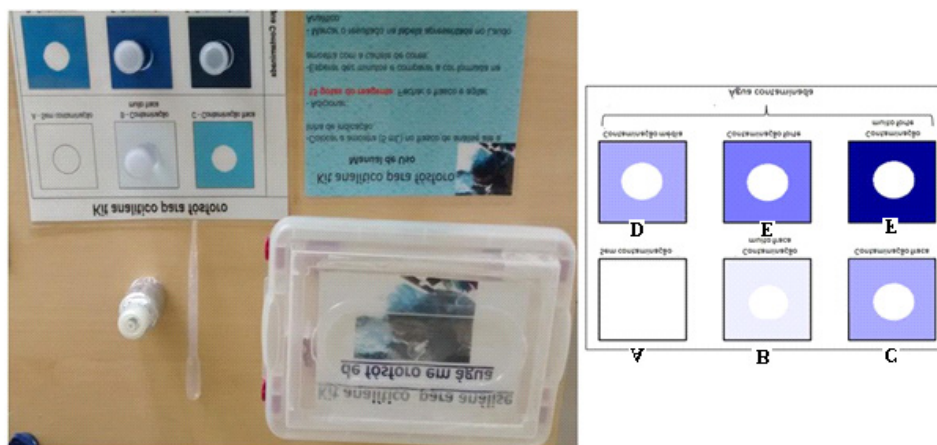
Para as avaliações qualitativas da contaminação por matéria orgânica do efluente e das águas receptoras, foi usado um kit analítico (Figura 2) baseado na dosagem colorimétrica do fósforo presente na amostra. O resultado do nível de contaminação da amostra é fornecido após dez minutos de reação.

O kit tem provetas transparentes (5 ml) para colocar as amostras. Em cada amostra são adicionadas quinze gotas de uma mistura de quatro reagentes químicos, previamente preparados em laboratório, seguindo protocolos descritos em Baumgarten et al. (2010), onde também consta o procedimento do preparo da mistura visando análise do fósforo. Os reagentes são molibdato de amônio (reagente básico desta colorimetria), ácido sulfúrico diluído, ácido ascórbico (redutor da reação) e tartarato de potássio e antimônio (catalisador). A mistura destes reagentes já deve estar disponível no kit durante a análise, e precisa ser preparada antes de cada expedição ao ambiente, pois se conserva por um dia. Os reagentes individuais são conservados no refrigerador, para que alíquotas deles sejam usadas para o posterior preparo da mistura.

Se a amostra tem muito fósforo, assume-se que está contaminada. Depois da reação, forma-se um composto azul (fosfomolibdato reduzido), cuja intensidade da cor é proporcional à concentração de fósforo na amostra e ao seu nível de contaminação. A partir disso, compara-se a amostra colorida com uma cartela impressa contendo uma tabela com tons de azul. Cada tom corresponde a um dos seis níveis de contaminação por fósforo (Figura 2). São eles: Nível A - sem contaminação; Nível B - contaminação muito fraca; Nível C - contaminação fraca; Nível D - contaminação média; Nível E - contaminação forte e Nível F - contaminação muito forte.

A cartela de cores do kit analítico foi montada com base em análises quantitativas de fósforo, feitas previamente no laboratório em vários padrões. As concentrações dos padrões variaram de zero (sem formação de cor após a reação) até 1,2 mg/l (azul muito forte, indicado na cartela como contaminação muito forte) (Figura 2).

Por recomendação na Resolução nº 357 do Conama (2005), as águas doces das classes 2 e 3 devem ter no máximo 0,15 mg/l de fósforo. Uma amostra com esta concentração, depois da reação, adquire um fraco tom de azul, que na cartela de cores equivale a contaminação fraca ou nível C. Dessa forma, concentrações maiores que 0,15 mg/l e crescentes são identificadas nesta cartela como contaminação média, forte e muito forte, respectivamente níveis D, E e F, todos indicados por tons de azul muito intensos, gradativos, mas com um limite de classificação no nível F, mesmo para as máximas concentrações. Portanto, a partir de concentrações de 1,2 mg/l, a contaminação identificada sempre será “muito forte”.



**Figura 2 – Kit analítico do fósforo contendo o frasco da mistura de reagentes, o manual de uso e a cartela com a tabela de cores de diferentes tons de azul (nos detalhes os seis níveis de contaminação). Sobre a cartela da foto estão amostras reagidas.**

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Porto Velho

É uma área com 640 metros de cais acostável. Uma parte de suas margens é ocupada por prédios antigos, alguns destinados a atividades portuárias e outros para fins comunitários (como os museus). A outra parte tem ocupações urbanas.

O Porto Velho tem sete setores (áreas) (Figura 3) de acordo com o zoneamento do porto (SUPRG, 2011), onde foram identificados dezenove locais de lançamentos de efluentes, denominados de Local 1 até Local 19 (Figura 4, Tabela 1).



Figura 3 - Porto Velho - Rio Grande (RS): setores (áreas) do atendimento à navegação

(Fonte: SUPRG, 2011)

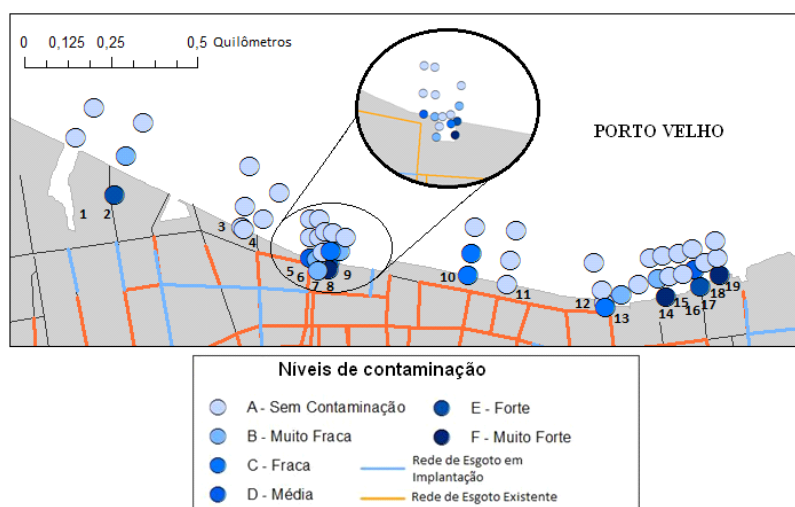


Figura 4 - Porto Velho - Rio Grande (RS): identificação dos dezenove locais de lançamento de efluentes. Obs.: ponto na margem: nível de contaminação de cada efluente; segundo ponto: água do seu deságue; terceiro ponto: água receptora, distante três metros do efluente.

**Tabela 1 – Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Porto Velho e das suas águas receptoras.**

Locais/datas/ ruas e setores portuários	Latitude	Longitude	Profundidade (m)			Salinidade			pH			Níveis de contaminação			Tipo de efluente
<b>1</b> (26/09/2014) Rua Gen. Canabarro. <b>Setor 2</b>	32° 01.651 S 32° 01.617 S	52° 06.207 W 52° 06.189 W	1,3	2		0,4	0,2	0,2	7,1	7,1	7,2	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	Doméstico. Valeta de 70 cm de profundidade e 3 m de largura.
<b>2</b> (26/09/2014) Rua Gen. Neto. <b>Setor 3</b>	32° 01.753 S	52° 05.851 W	0,6	0,9		0,1	0,2	0,2	7,1	6,9	7,0	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial, com ligação de esgoto. Emissário de 1 m de diâmetro.
<b>3</b> (26/09/2014) Rua Gen. Neto. <b>Setor 3</b>	32° 01.754 S	52° 05.843 W	0,6	1,0		0,1	0,2	0,2	6,7	6,9	7,0	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário de 1 m de diâmetro.
<b>4</b> (26/09/2014) Rua Gen. Neto. Lateral ao Mercado Público. <b>Setor 3</b>	32° 01.779 S	52° 05.828 W	0,4	0,4		0,2	0,2	0,2	6,7	6,7	6,9	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial, com provável ligação de esgoto. Não contínuo.
<b>5</b> (26/09/2014) Rua Gen. Neto. Lateral ao Mercado Público. <b>Setor 3</b>	32° 01.778 S	52° 05.809 W	0,4	0,4		0,7	0,2	0,2	6,9	6,8	6,8	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	Pluvial, com provável ligação clandestina de esgoto. Emissário com 30 cm de diâmetro.
<b>6</b> (26/09/2014) Rua Gen. Neto. Lateral ao Mercado Público. <b>Setor 3</b>	32° 01.760 S	52° 05.804 W	0,7	1,2		0,3	0,2	0,2	6,8	6,9	6,9	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	Pluvial, com provável ligação clandestina de esgoto. Emissário com 15 cm de diâmetro.
<b>7</b> (21/10/2014) Final da Travessa Afonso. <b>Setor 3</b>	32° 01.792 S	52° 05.499 W	2,3	4		0,2	0,2	0,2	7,0	6,9	6,9	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário com 50 cm de diâmetro.
<b>8</b> (21/10/2014) Final da Rua Almirante Barroso. <b>Setor 5</b>	32° 01.830 S	52° 05.296 W	0,2	0,4		0	0	0,1	5,8	5,7	6,8	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário com 50 cm de diâmetro.
<b>9</b> (21/10/2014) Final da Rua Almirante Barroso. <b>Setor 5</b>	32° 01.830 S	52° 05.296 W	0,2	0,4		0,1	0,1	0,1	7,0	6,8	6,8	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	Pluvial, com ligação clandestina de esgotos (deságue do canaleta pluvial).
<b>10</b> (14/10/2014) Entre o final da Rua João Pessoa e a Rua Bento Martins. <b>Setor 5</b>	32° 01.818 S	52° 05.191 W	6	6,3		2,4	0,1	0,1	7,2	7,6	7,3	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	Industrial. Pescal S/A. Efluente gerado pela lavagem de peixes desembarcados.



<b>11</b> (07/11/2014) Final da Rua Bento Martins. <u>Setor 5</u>	32° 01.805 S	52° 05.136 W	0,2	2	0,9	0,4	0,2	7,3	7,3	7,5	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	Pluvial, com ligação clandestina de esgotos urbanos e industriais. Fica sob um trapiche.
<b>12</b> (24/10/2014) Finalda Rua Bento Martins. <u>Setor 5</u>	32° 01.808 S	52° 05.132 W	8,0	—	SV	0,1	—	SV	7,1	—	SV	<b>A</b>	—	Industrial. Jáú Ind. e Com. de Pescados. Efluente gerado pela lavagem de peixes desembarcados.
<b>13</b> (24/10/2014) Entre o final da Rua Bento Martins e a Rua Alte Garnier. <u>Setor 5</u>	32° 01.789 S	52° 05.100 W	7	9	3,4	0,1	0,1	7,3	7,4	7,7	<b>F</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Industrial. Torquato Pontes Pescados S/A. Efluente gerado pela lavagem de peixes desembarcados.
<b>14</b> (13/03/2015) Rua Portinho. <u>Setor 1</u>	32° 01.703 S	52° 06.275 W	0,1	0,6	SV	16,9	15,2	SV	7,8	7,9	SV	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário de 1 m de diâmetro.
<b>15</b> (25/03/2015) Final da Rua Cons. Pinto Lima. <u>Setor 3</u>	32° 01.717 S	52° 05.953 W	3	3	17,9	18,5	18,4	7,7	7,6	7,7	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário de 1 m de diâmetro.
<b>16</b> (25/03/2015) Final da Rua Cons. Pinto Lima. <u>Setor 3</u>	32° 01.725 S	52° 05.928 W	2	3	18,5	18,3	18,1	7,6	7,7	7,7	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário de 1 m de diâmetro.
<b>17</b> (25/03/2015) Rua Benjamim Constant. <u>Setor 3</u>	32° 01.785 S	52° 05.555 W	4	4	14,8	14,4	18,2	7,3	7,1	7,7	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	Pluvial. Abertura no cais com 50 cm de largura.
<b>18</b> (24/03/2015) Entre o final da Rua João Pessoa e a Rua Bento Martins. <u>Setor 5</u>	32° 01.817 S	52° 05.160 W	0,3	1,5	SV	19,8	19,1	SV	7,6	7,6	SV	<b>A</b>	<b>A</b>	Indefinido. Cano de concreto com 20 cm de diâmetro.
<b>19</b> (25/03/2015) Entre o final da Rua João Pessoa e a Rua Bento Martins. <u>Setor 5</u>	32° 01.815 S	52° 05.149 W	0,2	2	SV	19,1	18,6	SV	7,6	7,6	SV	<b>A</b>	<b>A</b>	Indefinido. Cano de PVC com 10 cm de diâmetro.

**Legendas: Locais de amostragem:** a = efluente b = água receptora do seu deságue c = água distante cerca de 3 metros do deságue.

**Níveis de contaminação:** A - sem contaminação; B - contaminação muito fraca; C, fraca; **D**, média; **E**, forte; **F**, muito forte. SV - sem vazão.

O pH (acidez ou alcalinidade) dos efluentes no Porto Velho variou entre 5 e 9, estando em conformidade com a legislação (Tabela 1, coluna "a"), (Resoluções nº 357 de Conama, 2005, capítulo IV e nº 430 de Conama, 2011). A salinidade dos efluentes foi predominantemente nula (<0,4), embora nos Locais 15, 16 e 17 ela tenha variado de 14 a 18,5, sendo similar à da água receptora. Isso ocorreu porque a água mais salina do estuário adentrou o cano que estava emitindo o efluente. Os efluentes das indústrias de pescado estavam mais salinos em função de conter a água residual de lavagem do pescado desembarcado, que estava conservado com sal e gelo.

Dos dezenove locais de lançamentos de efluentes no Porto Velho, em sete os efluentes apresentaram contaminação (36,8% do total) (níveis D, E ou F, marcados em vermelho na Tabela 1).

Os dezenove locais de lançamento de efluentes são descritos a seguir:

- quatro emissários sem vazão de efluentes: Locais 14, 18 e 19, sendo que no Local 12 funciona uma indústria de processamento de pescados.
- um efluente aparentemente doméstico: Local 1 (Figura 5) - com nível E: contaminação forte. A rede de coleta de esgotos não atinge a última quadra da Rua Canabarro, onde está a valeta que recebe o efluente, mas isso não justifica o lançamento de contaminantes a céu aberto na direção do estuário.



**Figura 5 – Porto Velho (Rio Grande - RS): efluente doméstico (?) contaminado, desaguando numa valeta que desemboca no estuário.**

- doze efluentes pluviais: Locais 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15, 14, 16 e 17. Destes, em cinco locais estavam sendo lançados efluentes pluviais contaminados por ligações clandestinas de esgotos domésticos ou urbanos ou industriais: Locais 2, 5, 6, 9 e 11 (Figuras 6 e 7). A real origem do efluente do Local 11 precisa ser investigada, pois esse pode ter sido gerado nas indústrias pesqueiras das adjacências. No Local 8 havia vazamento irregular de água potável.



**Figura 6 – Porto Velho (Rio Grande - RS): Locais 2, 5, 6 e 9 possuem efluentes pluviais contaminados com provável ligação clandestina de esgoto.**



**Figura 7 - Porto Velho (Rio Grande - RS): emissário pluvial por onde escoava fracamente um efluente contaminado com esgoto, possivelmente industrial/urbano.**

- dois efluentes industriais: Locais 10 e 13 ficam no Terminal Pesqueiro Portuário (Figura 8 - Setor 5) e neles deságuam efluentes contaminados. Nessa área não há rede de coleta de esgotos. Estes efluentes são gerados nos trapiches que ficam nos fundos das indústrias de processamento de pescados, por ocasião do desembarque dos peixes. A vazão destes efluentes não é contínua e está na dependência da atracação de barcos pesqueiros. Portanto, não são efluentes do processo interno da indústria (filetagem, industrialização, entre outros), mas deveriam fluir para as estações de tratamento de esgotos (ETE) que cada indústria deveria ter para cumprir as exigências legais ambientais de licenciamento operacional.

Em uma das indústrias (Pescal – Local 10) foi constatado que uma canalização externa da sua ETE estava entupida (cheia), resultando em que o efluente gerado nas lavagens do peixe desembarcado no cais escorresse para o estuário. Nas indústrias Jahú e Torquato Pontes (Locais 12 e 13, Figura 8) não foi obtida a informação da existência de uma ETE funcionando no local.



**Figura 8 – Porto Velho (Rio Grande - RS): efluentes industriais não contínuos contaminados (vazamento da lavagem do pescado desembarcado), oriundos de duas indústrias do Terminal Pesqueiro, instaladas nos Locais 10 e 13 (Setor 5). No Local 12 o efluente não estava vazando.**

Quanto à água receptora dos efluentes lançados no Porto Velho, não foi constatada a sua contaminação. Apenas no Local 11 (Figura 7) a água junto ao deságue estava contaminada (Tabela 2), porque este local foi aterrado e é raso (0,2 m), retendo o efluente. Isso evidenciou a importância da alta hidrodinâmica do canal do Norte, que atravessa o Porto Velho, na autodepuração e na diluição dos efluentes nele lançados e inadequação em lançar efluentes em margens rasas.

## Porto Novo

É uma área com 1952 metros de cais acostável de atendimento à navegação, abriga a sede administrativa do porto e operações de cargas/descargas de grãos e mercadorias. O Porto Novo está dividido em 7 setores (áreas) (SUPRG, 2011).

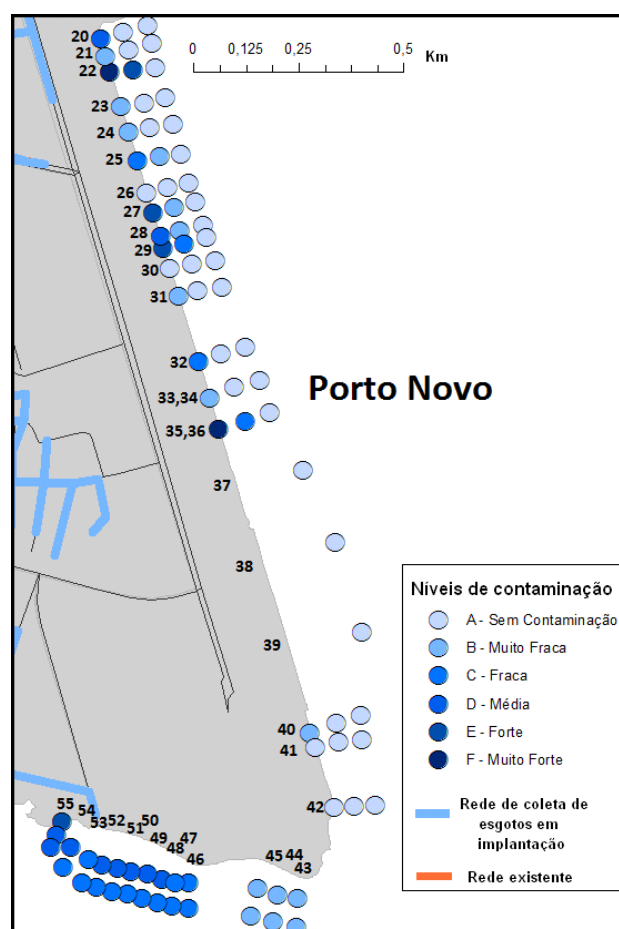




**Figura 9 - Porto Novo - Rio Grande (RS): setores de atendimento à navegação (Fonte: SUPRG, 2011).**

O Porto Novo fica ao leste de Rio Grande, onde está o cais sequencial ao do Porto Velho (norte da cidade). É banhado pelo canal do Rio Grande, com profundidade desde 5 metros até em torno de 15 metros, permitindo o acesso de navios de grande porte. Na área da extremidade do Porto Novo está incluída a margem da enseada Coroa do Boi. Esta enseada está na área de ligação do estuário com outra enseada, o Saco da Mangueira, que fica ao sul de Rio Grande. Na sequência do Porto Novo está o Superporto (Figura 1).

Os 36 locais de lançamento de efluentes identificados no Porto Novo estão numerados na sequência aos 19 do Porto Velho, ou seja: do Local 20 até o Local 55 (Figura 10, Tabela 2).



**Figura 10 – Porto Novo - Rio Grande (RS): identificação dos 36 locais de lançamento de efluentes. Obs.: ponto na margem: nível de contaminação de cada efluente; segundo ponto: água do seu deságue; terceiro ponto: água receptora, distante a 3 metros do efluente.**

**Tabela 2 - Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Porto Novo e das suas águas receptoras.**

Locais / datas / ruas e setores portuários	Latitude	Longitude	Profundidade (m)		Salinidade			pH			Níveis de contaminação			Tipo de efluente
<b>20</b> (07/11/2014) Final da Rua Alm. Anfilóquio Réis e da Av. Dom Pedro II. <u>Setor 3</u>	32° 02.108 S	52° 04.637 W	mais de 10	mais de 10	0,1	0,1	0,1	7,4	7,2	7,1	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	Pluvial. Emissário com abertura no concreto do cais de cerca de 1 m de diâmetro.
<b>21</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II. <u>Setor 3</u>	32° 02.179 S	52° 04.605 W	mais de 10	mais de 10	0,1	0,1	0,1	6,9	7,1	7,2	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	idem
<b>22</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II. <u>Setor 3</u>	32° 02.183 S	52° 04.604 W	mais de 10	mais de 10	1,6	1,7	1,8	7,2	7,0	6,7	<b>F</b>	<b>E</b>	<b>A</b>	idem
<b>23</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II. <u>Setor 3</u>	32° 02.183 S	52° 04.604 W	mais de 10	mais de 10	1,8	1,8	1,8	6,7	6,9	6,8	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	idem
<b>24</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II. <u>Setor 3</u>	32° 02.209 S	52° 04.593 W	mais de 10	mais de 10	0,1	0,1	0,1	7,3	7,1	7,1	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	idem
<b>25</b> (28/11/2014) Final da av. Dom Pedro II e da Rua Marciano Espindola. <u>Setor 4</u>	32° 02.265 S	52° 04.577 W	mais de 10	mais de 10	1,6	1,7	1,7	6,9	6,9	6,7	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	idem
<b>26</b> (28/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II e da Rua Marciano Espindola. <u>Setor 4</u>	32° 02.265 S	52° 04.577 W	mais de 10	mais de 10	1,7	1,7	1,7	6,7	6,7	6,8	<b>A</b>	<b>A</b>	<b>A</b>	idem
<b>27</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II e da Rua Marciano Espindola. <u>Setor 4</u>	32° 02.281 S	52° 04.571 W	mais de 10	mais de 10	0,0	1,6	1,6	7,3	7,0	6,9	<b>E</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	idem
<b>28</b> (07/11/2014) Final da Av. Dom Pedro II e da Rua Marciano Espindola. <u>Setor 4</u>	32° 02.347 S	52° 04.549 W	mais de 10	mais de 10	1,1	1,5	1,4	7,1	7,0	7,1	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	idem
<b>29</b> (07/11/2014)	32° 02.347 S	52° 04.549 W	mais de 10	mais de 10	1,4	0,0	1,5	7,2	7,0	7,1	<b>E</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	idem

[illegible]

<b>39</b> (14/11/2014) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 6</u>	32° 02.832 S	52° 04.371' W	—	mais de 10	SV	SV	SV	1,5	SV	7,1	SV	SV	A	idem
<b>40</b> (11/12/2014) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 6</u>	32° 02.886 S	52° 04.378' W	mais de 10	mais de 10	18,3	SV	SV	19,3	SV	7,6	SV	SV	A	idem
<b>41</b> (11/12/2014) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 6</u>	32° 02.904 S	52° 04.360' W	mais de 10	mais de 10	24,0	SV	SV	19,4	SV	7,7	SV	SV	A	idem
<b>42</b> (11/12/2014) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 6</u>	32° 02.990 S	52° 04.331' W	mais de 10	mais de 10	21,1	SV	SV	19,4	SV	7,7	SV	SV	A	idem
<b>43</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.086 S	52° 04.425' W	0,2	1	SV	SV	SV	19,6	SV	7,8	SV	SV	B	Industrial – QGI Brasil /Polo Naval. Cano de PVC com cerca de 20 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>44</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.080 S	52° 04.487' W	0,2	0,5	SV	SV	SV	19,4	SV	7,8	SV	SV	B	Industrial – QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com 10 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>45</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.086 S	52° 04.517' W	0,2	0,4	SV	SV	SV	19,5	SV	7,9	SV	SV	B	Industrial- QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com cerca de 10 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>46</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.062 S	52° 04.593' W	0,1	0,5	SV	SV	SV	19,1	SV	7,9	SV	SV	C	Industrial- QGI Brasil/Polo Naval. Emissário de concreto com 1 m de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>47</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.056 S	52° 04.600' W	0,2	0,5	SV	SV	SV	19,4	SV	8,0	SV	SV	C	Industrial - QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC. Enseada Coroa do Boi.



<b>48</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.052 S	52° 04.609' W	0,1	0,5	SV	19,7	19,2	SV	7,9	7,8	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial- QGI Brasil/Polo Naval Cano PVC com cerca de 10 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>49</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.052 S	52° 04.615' W	0,1	0,5	SV	19,7	19,4	SV	7,9	7,9	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial – QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com 15 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>50</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.045 S	52° 04.625' W	0,1	0,5	SV	19,5	19,3	SV	7,9	7,9	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial – QGI Brasil/Polo Naval. Emissário de concreto com 1 m de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>51</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.046 S	52° 04.638' W	0,2	0,5	SV	18,3	19,0	SV	8,0	8,0	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial- QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com cerca de 10 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>52</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.043 S	52° 04.647' W	0,1	0,4	SV	19,5	19,3	SV	7,9	8,0	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial - QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com 20 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>53</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.036 S	52° 04.651' W	0,1	0,5	SV	19,3	19,6	SV	8,0	8,0	SV	<b>C</b>	<b>C</b>	Industrial - QGI Brasil/Polo Naval. Cano de PVC com cerca de 20 cm de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>54</b> (24/03/2015) Final da Rua Heitor Barcelos e da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.036 S	52° 04.668' W	0,2	0,5	SV	18,7	19,4	SV	8,0	8,0	SV	<b>D</b>	<b>C</b>	Industrial- QGI Brasil/Polo Naval. Emissário de concreto com 1 m de largura. Enseada Coroa do Boi.
<b>55</b> (13/03/2015) Final da Rua Nilo C. Fonseca. <u>Sector 7</u>	32° 03.029 S	52° 04.690' W	0,1	0,2	0,1	14,2	14,1	6,8	7,9	8,1	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	Pluvial. Emissário de concreto com cerca de 1 m de largura. Enseada Coroa do Boi.

**Legendas: Locais de amostragem:** a = efluente b = água receptora do seu deságue c = água distante cerca de três metros do deságue.

**Níveis de contaminação:** A - sem contaminação; B - contaminação muito fraca; C, fraca; D, média; E, forte; F, muito forte. SV - sem vazão.

Repetindo o que foi constatado no Porto Velho, o pH dos efluentes do Porto Novo apresentou resultados em conformidade com a legislação (pH entre 5 e 9) (Tabela 2). A salinidade dos efluentes foi praticamente a mesma daquela da água estuarina receptora, que estava penetrando na maioria dos emissários, canos ou valetas, o que favorece a diluição do efluente antes do seu deságue.

Dos 36 locais de lançamento de efluentes no Porto Novo (Figura 10), 23 locais estão ao longo do cais banhado pelo canal do Rio Grande. Os outros treze locais ficam na área sequencial, banhada pelas águas rasas da enseada Coroa do Boi. Em oito locais estavam sendo lançados efluentes contaminados (22,2% do total) (Locais 20, 22, 27, 28, 29, 35, 36 e 55, com níveis de contaminação D, E e F, marcados em vermelho na Tabela 2).

Os 36 locais de lançamento de efluentes são descritos a seguir:

- 23 efluentes pluviais: Locais desde o 20 até o 42, onde existem emissários antigos inseridos no cais acostável ou expostos em margens aterradas. São integrantes da drenagem pluvial da área do Porto Novo. Dentre estes, em três locais não vazava efluente (Locais 37, 38 e 39). Esse número pode ser maior, porque foi construído um novo cais de cerca de um quilômetro na frente do antigo, deixando os emissários não visíveis ou acessíveis para amostragem nesse local. Entretanto, em sete locais o efluente escoava contaminado (30,4%) (Locais 20, 22, 27, 28, 29, 35 e 36) (Figura 11, Tabela 2), devido a ligações clandestinas de efluentes na rede pluvial. A origem destas ligações deve ser investigada: se vêm das instalações do Porto Novo (administrativas ou operacionais), ou das vilas adjacentes. No Local 22, o efluente contaminado contaminou a água junto ao seu deságue.



**Figura 11 - Porto Novo (Rio Grande - RS): detalhes de 3 efluentes pluviais contaminados com provável ligação clandestina de esgotos.**

- doze emissários industriais sem vazão de efluentes: Locais desde o 43 até o 54, situados na margem da Coroa do Boi. Nessa área há uma indústria pertencente ao Polo Naval: o Estaleiro do Consórcio Queiroz Galvão e IESA Óleo e Gás (QGI Brasil, antiga QUIP), cuja estrutura é destinada a construções navais e montagens de plataformas. Entretanto, as atividades desta empresa estão atualmente reduzidas, devido ao relativo declínio do Polo Naval, justificando a ausência de efluentes.
- um efluente misto (doméstico ligado oficialmente na rede pluvial): Local 55 (Figura 12), onde escoava constantemente o efluente para as águas da enseada Coroa do Boi.



**Figura 12 - Porto Novo (Rio Grande - RS): vista frontal do Local 55, onde há o lançamento do efluente misto na margem da enseada Coroa do Boi. Presença de habitações e uma indústria naval.**



O resultado é a contaminação generalizada das águas rasas desta enseada (Figura 12 e Tabela 2: Locais 43 até 54). Isso mostra a inadequação ambiental deste efluente, resultante de ligações oficiais de esgoto das casas na rede pluvial do Bairro Santa Teresa, que fica nas margens da enseada. Portanto, é necessário que sejam adotadas medidas pela Prefeitura do Rio Grande e pela CORSAN que culminem com a solução desta poluição causada pelo lançamento deste efluente, o que afeta intensamente a qualidade de vida dos moradores das margens desse local.

Quanto às águas mais profundas do eixo do canal do Rio Grande ao longo do Porto Novo, não ocorreram significativas contaminações causadas pelo lançamento dos efluentes contaminados, da mesma forma que o constatado para o canal do Norte no Porto Velho. Portanto, o impacto se concentra nas margens, e isso evidencia a grande capacidade de autodepuração das águas de maior profundidade dos canais portuários, pelo menos em superfície: Locais 20 a 41 com profundidade maior que dez metros e muita hidrodinâmica, com ondas batendo no cais e entrando nos emissários e os diluindo.

## Superporto

O Superporto também é banhado pelo canal do Rio Grande que atravessa o estuário, sendo contínuo ao Porto Novo. É uma área com intensa atividade industrial, naval e portuária. Inserido na área do Superporto está o “Molhes da Barra” (Figura 13), que são dois “braços” paralelos estruturados de grandes pedras de até dez toneladas. O molhe oeste tem 2,2 km. Os molhes fixam a barra do canal do Rio Grande e a protegem da ação das ondas e do assoreamento natural, garantindo a navegação segura nos canais portuários na direção do Oceano Atlântico.

Antes do início dos molhes está a Vila da Quarta Seção (Vila da Barra – Setor 11). Na extremidade norte do Superporto está a Vila Pontal da Mangueira (Setor 1), que fica nas proximidades do deságue da enseada Saco da Mangueira, ao sul do Rio Grande. Entre as duas vilas existem vários terminais (maioria privados), a Estação Naval (área militar próxima aos molhes), o Estaleiro Rio Grande (grande porte) e o Estaleiro Santos (menor porte), e mais alguns postos de abastecimento e pequenos reparos de embarcações, entre outras instalações portuárias, todas distribuídas em treze setores integrantes do Superporto (Figura 13).

Os 52 locais de lançamento de efluentes identificados no Superporto estão numerados na sequência: do Local 56 até o Local 107 (Figura 14, Tabela 3).

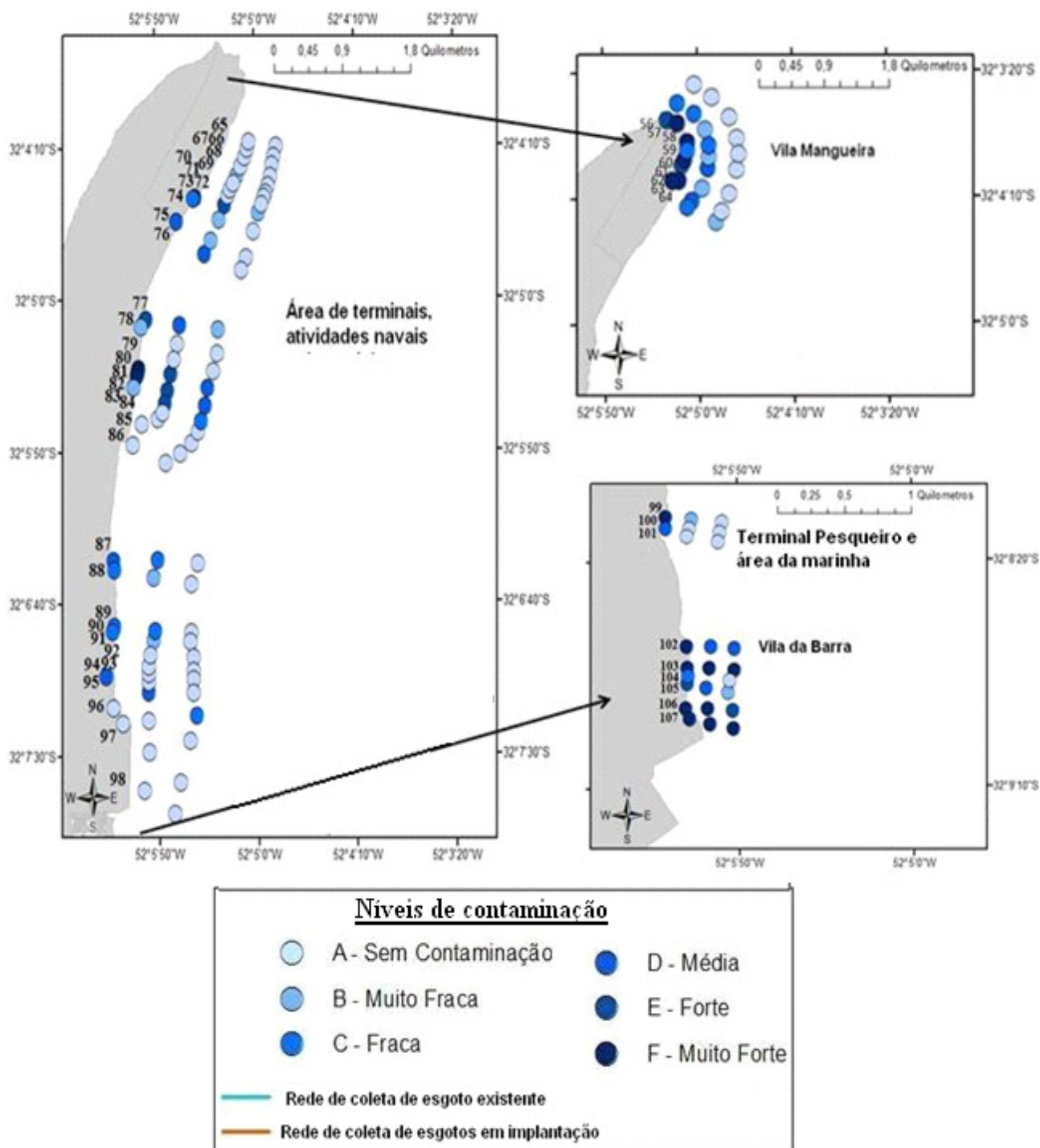


**Figura 13 - Superporto – Rio Grande (RS): setores (áreas) de atendimento à navegação**

Fonte: SUPRG, 2011.

O Estaleiro Rio Grande é um importante integrante do Polo Naval da região, possuindo um Dique Seco onde é feita a construção, conversão e reparo de emergência de plataformas de produção e de perfuração de petróleo. Atualmente este estaleiro está com as atividades em declínio.

Nas margens do Superporto há várias indústrias, e a maioria delas possui seus terminais de carga e descarga. Essa aglomeração industrial integra o Distrito Industrial do Rio Grande. Além disso, existem terminais retroportuários (Figura 13).



**Figura 14 - Superporto – Rio Grande (RS): identificação dos 52 locais de lançamento de efluentes.**

Obs.: ponto na margem: nível de contaminação de cada efluente; segundo ponto: água do seu deságue; terceiro ponto: água receptora, distante três metros do efluente.

**Tabela 3 - Localização, datas de caracterização e níveis de contaminação por fósforo dos efluentes identificados no Superporto e das suas águas receptoras.**

Locais / datas / ruas e setores portuários	Latitude	Longitude	Profundidade (m)			Salinidade			pH			Nível de contaminação			Tipo de efluente
Vila Manguieira															
56 (29/07/2015) Entre a Rua Dona França e a Av. Beira Mar. <b>Sector 1</b>	32° 03.642' S	52° 05.272' W	0,3	0,7	0,3	0,8	1,1	6,6	6,6	6,6	E	C	A	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Valeta de 1,5 m de largura.	
57 (29/07/2015) Entre a Rua Dona França e a Av. Beira Mar. <b>Sector 1</b>	32° 03.666' S	52° 05.178' W	0,3	0,7	1,1	1,1	1,1	6,5	6,6	6,6	F	C	A	Pluvial. Emissário de concreto com ligação clandestina de esgoto, com 30 cm de diâmetro.	
58 (29/07/2015) Entre Rua Manoel José e a Rua Maria Francisca. <b>Sector 1</b>	32° 03.794' S	52° 05.094' W	0,3	0,7	0,1	1,0	1,0	6,3	6,5	6,7	F	B	A	Doméstico. Cano de ferro de 20 cm de diâmetro.	
59 (29/07/2015) Rua Maria Francisca. <b>Sector 1</b>	32° 03.844' S	52° 05.089' W	0,3	0,7	1,0	1,0	1,0	6,7	6,7	6,7	C	C	A	Pluvial, com possível ligação clandestina de esgoto. Emissário pluvial de 40 cm de diâmetro.	
60 (29/07/2015) Rua Maria Francisca/ Rua Dona França. <b>Sector 1</b>	32° 03.910' S	52° 05.118' W	0,3	0,6	1,1	1,0	1,0	6,8	6,8	6,8	F	B	A	Doméstico. Valeta.	
61 (29/07/2015) Final da Rua Dona França. <b>Sector 1</b>	32° 03.945' S	52° 05.139' W	0,3	0,5	0,1	1,0	1,0	6,8	6,4	6,7	E	D	A	Pluvial. Valeta com ligação clandestina de esgoto contendo galeria de 40 cm de largura.	
62 (29/07/2015) Entre a Rua Dona França e a Av. Beira Mar. <b>Sector 1</b>	32° 04.050' S	52° 05.168' W	0,3	0,5	0,3	1,0	1,0	7,0	6,9	6,7	F	B	A	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Emissário de 40 cm de diâmetro.	
63 (30/07/2015) Entre a Rua Dona França e a Av. Beira Mar. <b>Sector 1</b>	32° 04.048 S	52° 05.227' W	0,3	0,5	0,3	0,9	1,0	6,4	6,5	6,6	F	D	A	Pluvial. Emissário de 40 cm de diâmetro.	
64 (30/07/2015) Entre a Rua Dona França e a Av. Beira Mar. <b>Sector 1</b>	32° 04.050' S	52° 05.227' W	0,3	0,5	SV	1,0	1,1	SV	6,2	6,4	SV	C	B	Pluvial. Emissário pluvial de 50 cm de diâmetro.	
Área de terminais e atividades navais															
65 (30/07/2015) Terminal Amoniasul-Copesul-Brasken. <b>Sector 2</b>	32° 04.178' S	52° 05.289' W	17	2	SV	1,1	1,0	SV	6,6	6,7	SV	A	A	Sem caracterização. Cano PVC de 20 cm de diâmetro.	
66 (30/07/2015) Terminal Amoniasul-Copesul-Brasken. <b>Sector 2</b>	32° 04.186' S	52° 05.287' W	1,7	2	SV	1,0	1,1	SV	6,7	6,8	SV	A	A	Sem caracterização. Cano PVC de 20 cm de diâmetro.	
67 (30/07/2015) Terminal Amoniasul-Copesul-Brasken. <b>Sector 2</b>	32° 04.186' S	52° 05.289' W	1,7	2	SV	1,1	1,1	SV	6,7	6,7	SV	A	A	Sem caracterização. Cano PVC de 15 cm de diâmetro.	
68 (30/07/2015) Terminal Amoniasul-Copesul-Brasken. <b>Sector 2</b>	32° 04.205' S	52° 05.308' W	1,7	2	SV	1,1	1,1	SV	6,6	6,7	SV	A	A	Pluvial. Galeria de 50cm de diâmetro.	
69 (30/07/2015) Terminais Amoniasul-Copesul-Brasken. <b>Sector 2</b>	32° 04.250' S	52° 05.351' W	2	2	SV	1,1	1,1	SV	6,7	6,2	SV	B	A	Pluvial. Emissário de 30 cm de diâmetro.	

70 (30/07/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.298'S	52° 05.381'W	2,5	2,5	SV	1,1	1,0	SV	6,7	6,6	SV	A	A	Pluvial. Galeria de 40cm de diâmetro.
71 (30/07/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.304'S	52° 05.388'W	2,5	2,5	SV	1,1	1,1	SV	6,6	6,6	SV	A	A	Pluvial. Galeria de 50 cm de diâmetro.
72 (30/07/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.420'S	52° 05.485'W	2,5	2,5	SV	1,0	1,0	SV	6,7	6,8	SV	A	A	Pluvial. Galeria de 40 cm de diâmetro.
73 (30/07/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.439 S	52° 05.502 W	2,5	2,5	0,3	0,5	1,0	6,7	6,6	6,7	F	E	B	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Emissário de concreto de 60 cm de diâmetro.
74 (30/07/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.449'S	52° 05.512'W	2,5	2,5	1,1	1,1	1,1	6,6	6,6	6,6	C	B	A	Pluvial. Emissário de concreto de 50 cm de diâmetro.
75 (07/08/2015)	Terminal da Petrobrás. <u>Setor 2</u>	32° 04.573'S	52° 05.555'W	0,5	1,0	0,6	1,0	1,0	6,7	6,6	6,7	D	B	A	Pluvial. Emissário de 60 cm de diâmetro.
76 (07/08/2015)	Área do Terminal Petrobrás e do Terminal Yara Brasil. <u>Setor 2</u>	32° 04.613'S	52° 05.690'W	0,5	1,0	SV	0,9	1,0	SV	6,5	6,6	SV	D	A	Pluvial. Emissário de concreto de 50 cm de diâmetro.
77 (07/08/2015)	Área entre o Terminal Yara e o Estaleiro RG. <u>Setor 2</u>	32° 05.105'S	52° 05.963'W	0,2	0,5	0,2	0,2	0,8	6,6	6,4	6,5	E	D	B	Pluvial. Valeta com ligação de esgoto ou de drenagem de um pântano.
78 (07/08/2015)	Área lateral do Est. RG. <u>Setor 3</u>	32° 05.148'S	52° 05.958'W	1,5	1,5	0,3	0,6	0,7	6,8	6,9	6,9	B	A	A	Pluvial. Galeria de concreto de 1 m de largura.
79 (07/08/2015)	Área lateral do Est. RG. <u>Setor 3</u>	32° 05.227'S	52° 05.981'W	0,3	0,5	SV	0,6	0,7	SV	6,8	6,7	SV	A	A	Indústria Naval. Cano de ferro de 50cm de diâmetro.
80 (07/08/2015)	Área lateral do Est. RG. <u>Setor 3</u>	32° 05.371'S	52° 06.025'W	0,4	0,7	0,4	0,5	0,5	6,8	6,7	6,7	F	E	D	Pluvial. Galeria de concreto com ligação clandestina de esgoto, com 1,5 m de largura.
81 (07/08/2015)	Área lateral do Est. RG. <u>Setor 3</u>	32° 05.371'S	52° 06.025'W	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5	6,9	6,7	6,7	F	E	D	Indústria Naval/doméstico. Cano PVC de 10 cm de diâmetro.
82 (07/08/2015)	Estaleiro Rio Grande. <u>Setor 3</u>	32° 05.380'S	52° 06.021'W	0,5	1,0	0,3	0,4	0,5	7,0	6,9	6,8	F	E	C	Pluvial. Emissário de concreto de 60 cm de diâmetro com ligação clandestina de esgoto.
83 (07/08/2015)	Estaleiro Rio Grande. <u>Setor 3</u>	32° 05.394'S	52° 06.027'W	1,5	1,5	SV	0,4	0,5	SV	6,7	6,7	SV	A	A	Indústria Naval. Cano PVC de 10 cm de diâmetro.
84 (07/08/2015)	Estaleiro Rio Grande. <u>Setor 3</u>	32° 05.469'S	52° 06.049'W	15	15	1,3	0,6	0,6	7,2	7,2	7,0	B	A	A	Indústria Naval. Cano de ferro de 40 cm de diâmetro.
85 (07/08/2015)	Estaleiro Rio Grande. <u>Setor 3</u>	32° 05.469'S	52° 06.049'W	15	15	SV	0,6	0,6	SV	6,8	6,8	SV	A	A	Indústria Naval. Três canos de ferro de 1 m de diâmetro, no calis do Estaleiro RG.
86 (14/08/2015)	Estaleiro Rio Grande. <u>Setor 3</u>	32° 05.747'S	52° 06.121'W	4	10	SV	0,3	0,2	SV	5,8	6,2	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 40 cm de diâmetro.
87 (14/08/2015)	Terminal da Tegrassa. <u>Setor 4</u>	32° 06.421'S	52° 06.264'W	2	3	0,3	0,3	0,4	6,9	6,8	6,9	D	C	A	Pluvial. Galeria de concreto de 70 cm de diâmetro.
88 (14/08/2015)	Terminal da Tegrassa. <u>Setor 4</u>	32° 06.421'S	52° 06.264'W	2	3	0,3	0,3	0,4	6,8	6,8	6,9	C	B	A	Pluvial. Galeria de concreto de 70 cm de diâmetro.
89 (14/08/2015)	Terminal da Tegrassa. <u>Setor 4</u>	32° 06.776' S	52° 06.251'W	1	2	0,3	0,3	0,4	6,7	6,8	6,7	C	C	A	Pluvial. Galeria de concreto de 60 cm de diâmetro.
90 (14/08/2015)	Terminal Tegrassa. <u>Setor 4</u>	32° 06.776'S	52° 06.251'W	1	2	0,3	0,4	0,4	6,8	7,0	6,7	C	B	A	Pluvial. Galeria de concreto de 60 cm de diâmetro.
91 (14/08/2015)	Área entre os Terminais Tegrassa e Termassa. <u>Setor 4</u>	32° 06.809'S	52° 06.272'W	2	2	SV	0,3	0,4	SV	6,9	6,9	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 50 cm de diâmetro.



92 (14/08/2015) Terminal Termassa. <b>Sector 4</b>	32° 06.868'S	52° 06.274'W	2	2	SV	0,3	0,3	SV	6,6	6,6	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 50 cm de diâmetro.
93 (14/08/2015) Terminal Termassa. <b>Sector 4</b>	32° 06.890'S	52° 06.274'W	1	1,5	SV	0,3	0,3	SV	6,6	6,6	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 30c m de diâmetro.
94 (14/08/2015) Terminal Termassa. <b>Sector 4</b>	32° 06.921'S	52° 06.274'W	1	1,5	SV	0,3	0,3	SV	6,5	6,5	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 40 cm de diâmetro.
95 (14/08/2015) Área entre os Terminais Termassa e o Tecon. <b>Sector 3</b>	32° 07.065'S	52° 06.270'W	1	1,5	0,3	0,3	0,3	6,4	6,5	6,5	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	Fluvial (indefinido). Vala de 1,5 m de largura podendo ser a drenagem de um pântano.
96 (14/08/2015) Área entre os Terminais Termassa e Tecon. <b>Sector 5</b>	32° 07.236'S	52° 06.283'W	1	1,5	SV	0,4	0,4	SV	6,4	6,6	A	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 30 cm de diâmetro.
97 (14/08/2015) Área entre os Terminais Termassa e Tecon. <b>Sector 5</b>	32° 07.236'S	52° 06.283'W	1	1,5	0,6	0,4	0,4	6,6	6,5	6,5	A	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 60 cm de diâmetro.
98 (14/08/2015) Lado do Tecon. <b>Sector 5</b>	32° 07.332'S	52° 06.177'W	1	1,5	SV	0,3	0,3	SV	6,6	6,5	SV	A	A	Pluvial. Emissário de concreto de 50 cm de diâmetro.
99 (25/08/2015) Estaleiro Santos. <b>Sector 7</b>	32° 08.214'S	52° 06.252'W	-	-	0,3	13,4	14,0	6,9	6,8	6,8	<b>F</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	Indústria Naval. Canaleta para o escoamento de 20 cm de largura.
<b>Terminal Pesqueiro, área de atividades da marinha e Vila da Barra</b>														
100 (27/08/2015) Terminal Pesqueiro. <b>Sector 8</b>	32° 08.239'S	52° 06.216'W	1	1	SV	3,5	3,7	SV	6,5	6,5	SV	A	A	Industrial. Leal Santos Pescados S/A. Cano PVC de 15 cm de diâmetro.
101 (27/08/2015) Terminal Pesqueiro. <b>Sector 8</b>	32° 08.273'S	52° 06.213'W	1	1,2	0,1	3,6	3,6	5,9	6,2	6,5	<b>D</b>	A	A	Industrial. Leal Santos pescado S/A. Cano de concreto de 40 cm de diâmetro.
102 (27/08/2015) Entre a Rua 5 e a Rua 11. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.649'S	52° 06.162'W	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	7,1	6,9	6,9	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>D</b>	Industrial. Processamento de pescados. Abertura no muro com 15 cm de diâmetro.
103 (04/08/2015) Final da Rua 15. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.732'S	52° 06.156'W	0,2	0,4	0,9	0,9	0,6	7,2	7,1	7,1	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	Industrial. Processamento de pescados. Canaleta de concreto para escoamento do efluente.
104 (04/08/2015) Final da Rua 15. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.743'S	52° 06.164'W	0,2	0,4	0,6	SV	0,5	6,9	SV	6,9	C	SV	A	Pluvial. Emissário de 50 cm de diâmetro.
105 (04/08/2015) Final da Rua 13. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.770'S	52° 06.161'W	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	7,0	7,0	7,0	<b>E</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Presença de 2 emissários pluviais de 50 cm de diâmetro cada um.
106 (04/08/2015) Entre a Rua Rádio Farol e a continuação da Rua Bloco dezenove. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.887'S	52° 06.173'W	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	6,9	7,0	7,0	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>E</b>	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Valeta que finaliza num emissário de 60 cm de diâmetro.
107 (04/08/2015) Entre a Rua Rádio Farol e a continuação da Rua Bloco 19. <b>Sectores 10 e 11</b>	32° 08.916'S	52° 06.159'W	0,2	0,3	0,6	0,6	0,6	6,8	6,8	6,9	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	Pluvial, com ligação clandestina de esgoto. Valeta que finaliza num emissário de 60 cm de diâmetro.

legendas: Locais de amostragem: a = efluente b = água receptora do seu deságue c = água distante de cerca de 3 metros do deságue.

níveis de contaminação: A - sem contaminação; B - contaminação muito fraca; C, fraca; D, média; E, forte; F, muito forte. SV - sem vazão.

Repetindo o que foi constatado nas outras áreas portuárias, os valores do pH dos efluentes e da água receptora do Superporto estão em conformidade com a legislação (pH entre 5 e 9) (Tabela 3), caracterizando leve acidez.

As insignificantes salinidades dos efluentes também não se diferenciaram daquelas da água receptora. Essa condição salina é consequência da dominância de águas continentais no estuário durante as amostragens (regime de vazante), entrando nos emissários/canos e diluindo os efluentes. A exceção foi no Local 99, junto ao Estaleiro Santos, onde a água do estuário estava mixohalina por estar represada pontualmente, com salinidade entre 13 e 14

Dos 52 locais de lançamento de efluentes identificados ao longo do Superporto (descritos a seguir para cada uma das suas quatro áreas), em 22 locais havia lançamento de efluentes contaminados (42,3%), que estão registrados em vermelho na Tabela 3 (níveis de contaminação D, E e F).

## Superporto - Vila Mangueira

Esta vila está situada no Setor 1 - área de prestação de serviços às atividades marítimas e portuárias (Figura 13). É ocupada por construções simples de pequeno e médio porte, residenciais e comerciais, em ruas que terminam junto às margens da enseada Coroa do Boi.

Do total de nove locais de lançamento de efluentes na Vila Mangueira (Local 56 até o Local 64), em sete locais havia efluentes contaminados (Tabela 3). Isso é motivado pela ausência de rede de coleta de esgotos e proximidade das construções ao estuário.

Os nove locais de lançamento de efluentes na Vila Mangueira são descritos a seguir:

- sete efluentes aparentemente pluviais: Locais 56, 57, 59, 61, 62, 63 e 64. Dentre estes locais, em cinco havia lançamento de efluentes contaminados por ligações clandestinas de esgotos (Locais 56, 57, 61, 62 e 63) (Figura 15).



**Figura 15 – Superporto (Rio Grande - RS): locais de lançamento de efluentes pluviais com ligação clandestina de esgotos na Vila Mangueira.**



- dois efluentes domésticos: Locais 58 e 60, onde os efluentes contaminados escoam com baixa vazão (Figura 16), a partir de construções na margem da água.



**Figura 16 - Superporto (Rio Grande - RS): efluentes domésticos clandestinos lançados contaminados na margem da Vila Mangueira.**

## **Superporto - área de terminais portuários e área de atividades navais.**

Esta área está nos Setores 2 a 7, sendo contínua à Vila Mangueira. É a mais extensa do porto, com 3.520 metros de cais acostável (Figura 13).

Dos 35 locais de lançamento de efluentes identificados nesta área (Local 65 até o Local 99), em nove locais os efluentes estavam contaminados.

Descrevendo os 35 locais, tem-se:

- três efluentes sem caracterização e sem vazão: Locais 65, 66 e 67.
- três efluentes não avaliados: Locais 96, 97 e 98, que ficam na área do Terminal Tecon (movimentação comercial de contêineres), sob pilares de concreto. Por falta de acesso, não puderam ser amostrados. Entretanto, se espera que não estejam contaminados e sejam pluviais, porque foi obtida a informação no local de que há uma política ambiental neste terminal e uma estação de tratamento mecânico e químico (ETE) da água usada nas lavagens diárias das máquinas operacionais, sendo esta água reutilizada (reúso). Há também captação de água da chuva para economizar água potável e gerar menos efluentes (Programa Água Limpa).
- 22 efluentes aparentemente pluviais: Locais 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93 e 94, evidenciando a ampla rede de drenagem pluvial no Superporto. Dentre estes locais, em seis os efluentes estavam contaminados (24%) (Locais 73, 75, 77, 80, 82 e 87). Na maioria dos outros o efluente não estava vazando. O destaque foi para o Local 80 (Figura 17), situado na margem do Estaleiro Rio Grande, onde existe uma galeria de concreto, teoricamente usada para escoamento pluvial, mas por ela escoava um efluente contaminado.
- seis efluentes da indústria naval: Locais 79, 81, 83, 84, 85 e 99. Somente no Local 81 o efluente estava contaminado, apresentando cheiro de resíduos cloacais e cor esbranquiçada. Escoava por um cano de PVC suspenso numa parede construída junto à margem. A situação se agrava porque ele fica ao lado do efluente do Local 80 (Figura 17). As origens destes efluentes contaminados devem ser investigadas, e ser avaliada a possível existência de uma inadequada ligação clandestina de esgoto, seja a partir do estaleiro ou da indústria Yara Fertilizantes, que fica na área lateral.



**Figura 17 - Superporto (Rio Grande - RS): efluentes contaminados lançados na margem da área entre o Estaleiro Rio Grande e a Yara Brasil Fertilizantes.**

No Local 99 está situado o Estaleiro Santos (Figura 18), de menor porte que o Estaleiro Rio Grande, mas aí foi constatada a geração de um efluente contaminado migrando para o estuário.



**Figura 18 - Superporto (Rio Grande - RS): efluente contaminado oriundo do Estaleiro Santos.**

- um efluente aparentemente fluvial: Local 95, na divisa entre o Terminal Graneleiro Termasa e o Terminal Tecon. Apesar da cor escura do córrego que escoava livremente nesse local, há a possibilidade de que a contaminação nele detectada seja de origem natural, a partir da decomposição de matéria orgânica de pântanos locais. Nesse processo, há liberação de ácidos húmicos e fúlvicos, que escurecem a água e aumentam os níveis de fósforo, que foram identificados nesse diagnóstico.
- Superporto - área do Terminal Pesqueiro, área de atividades da Marinha e a da Vila da Barra: Esta área localiza-se na interface entre a área dos terminais portuários, terminando na Vila da Barra. Foram identificados oito locais de lançamento de efluentes, sendo eles numerados desde o Local 100 até o Local 107, dos quais seis apresentaram efluentes contaminados. Os oito locais de lançamento de efluentes nestas áreas são descritos a seguir:
- quatro efluentes industriais de processamento de pescado: Locais 100, 101, 102 e 103. Nos Locais 100 e 101 está a Indústria Leal Santos (processamento de pescados) (Figura 19), na área que precede a Vila da Barra. No Local 100 não havia lançamento de efluentes durante a amostragem, possivelmente porque não estavam sendo desembarcados os pescados. No Local 101 o efluente contaminado estava vazando com pouco fluxo, possivelmente oriundo do processo desta indústria, embora tenha sido informado que nela os efluentes são tratados numa ETE particular.



**Figura 19 - Superporto (Rio Grande - RS): emissários da Indústria Leal Santos Pescados. Área do Terminal Pesqueiro. No Local 101 escoava um efluente contaminado. No Local 100 o efluente não estava vazando, pois não se estava desembarcando pescados durante a amostragem.**

Nos Locais 102 e 103 são lançados efluentes contaminados originados em duas indústrias de pequeno porte que processam pescados, sendo que no Local 103 o efluente vazava por uma canaleta de concreto que termina no estuário (Figura 20).



**Figura 20 – Superporto (Rio Grande - RS): efluentes de indústrias de processamento de pescados de pequeno porte instaladas na Vila da Barra.**

- quatro efluentes pluviais na Vila da Barra: Locais 104, 105, 106 e 107. Dentre eles, em três locais o efluente estava contaminado (Locais 105, 106 e 107).

Considerando todas as áreas do Superporto, foi constatada a contaminação das águas junto aos deságues dos efluentes contaminados nos seguintes locais: na Vila Mangueira: Locais 61 e 63; na Vila da Barra: Locais 102, 103, 105, 106 e 107; na margem do Estaleiro Rio Grande: Locais 80, 81 e 82; na margem do Terminal da Petrobrás: Local 73; na margem entre o Terminal da Indústria Yara Brasil e o Estaleiro Rio Grande: Local 77. Em todos estes locais, o efluente se acumulou na margem, onde a profundidade estava baixa (menos de 0,5 m, com exceção do Local 73, Tabela 3) e a hidrodinâmica era muito fraca, em comparação com o eixo do canal, onde a diluição é favorecida. São, portanto, locais não adequados para receber efluentes contaminados.

No caso da contaminação das águas das margens das vilas, grande parte da rede de drenagem pluvial é constituída por valetas estreitas que percorrem as ruas, a maioria não asfaltada. Essa estrutura precária de escoamento pluvial facilita as ligações clandestinas dos esgotos das casas nestas valetas, culminando com o deságue no estuário.

Nos outros locais do Superporto, onde não foi identificada significativa contaminação da água receptora de efluentes contaminados, em geral existem cais de atracação e a profundidade é alta. Isso resulta em menor diluição dos efluentes e na sua maior dispersão.

## 4. CONCLUSÕES

### Locais de lançamento de efluentes no Porto Velho, Porto Novo e Superporto

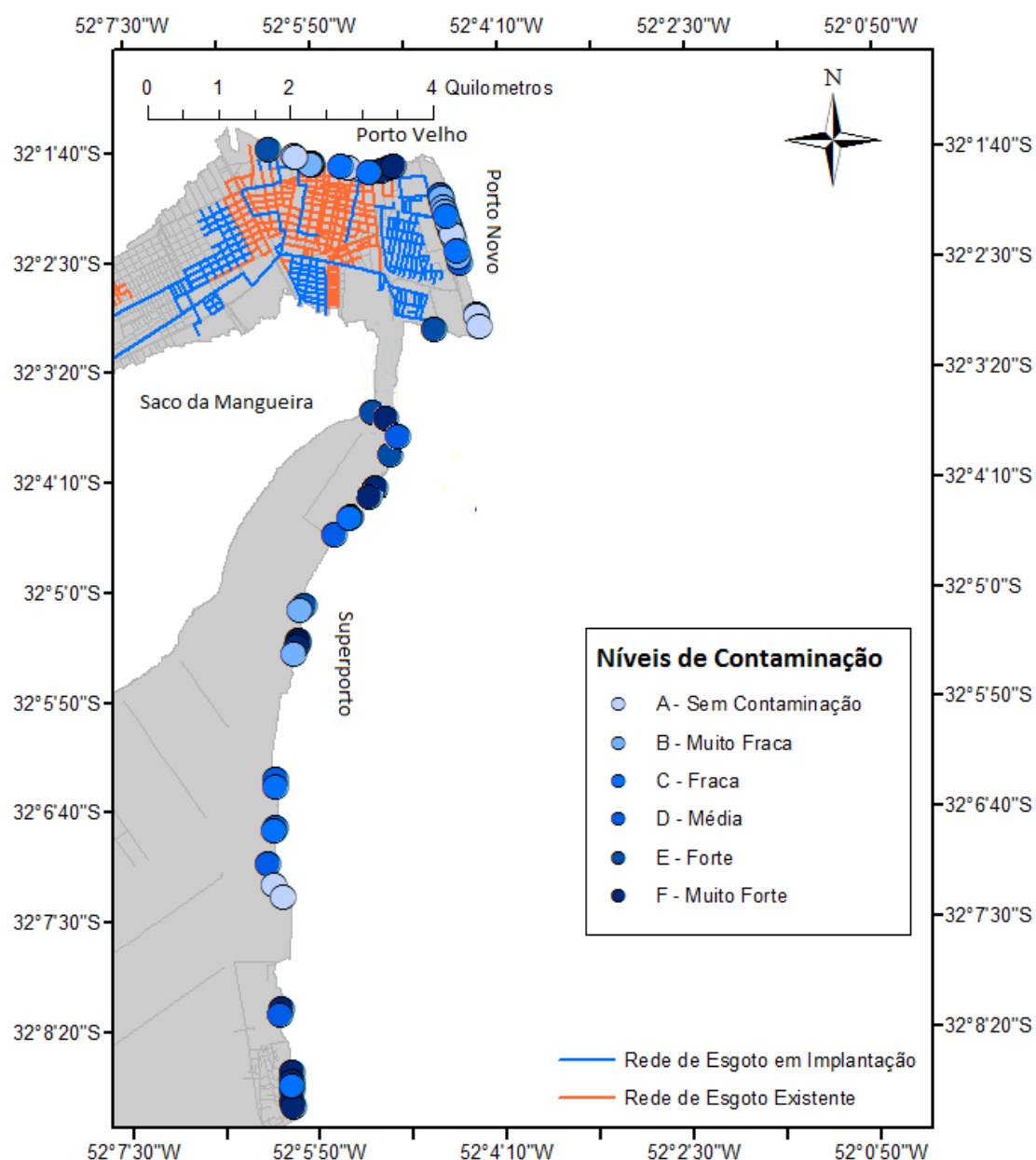
Nestas três áreas do porto do Rio Grande foram caracterizados 107 locais de lançamento de efluentes. Dentre estes, em 39 locais o efluente não estava vazando (36% do total) por canos ou emissários ou valetas, que estavam secos, sendo quatro no Porto Velho, quinze no Porto Novo e vinte no Superporto. Obviamente, a maioria destes tem origem pluvial e não flui em épocas de estiagem.

Portanto, em 68 locais no porto do Rio Grande foi identificado o lançamento de efluentes (Figura 21) e, dentre estes, em 37 locais (54,4%) havia lançamento de efluentes contaminados (Figura 22, detalhados nas Tabelas 1, 2 e 3), ou seja, mais da metade dos efluentes que escoam para o estuário estão contaminados, o que é bastante grave, sendo eles:

- Porto Velho: dos 19 locais onde há lançamento de efluentes, em sete os efluentes estavam contaminados (36,8%): Local 1 (doméstico); Locais 2, 5, 6, 11 (pluviais com ligação clandestina de esgoto) e Locais 10 e 13 (industriais).

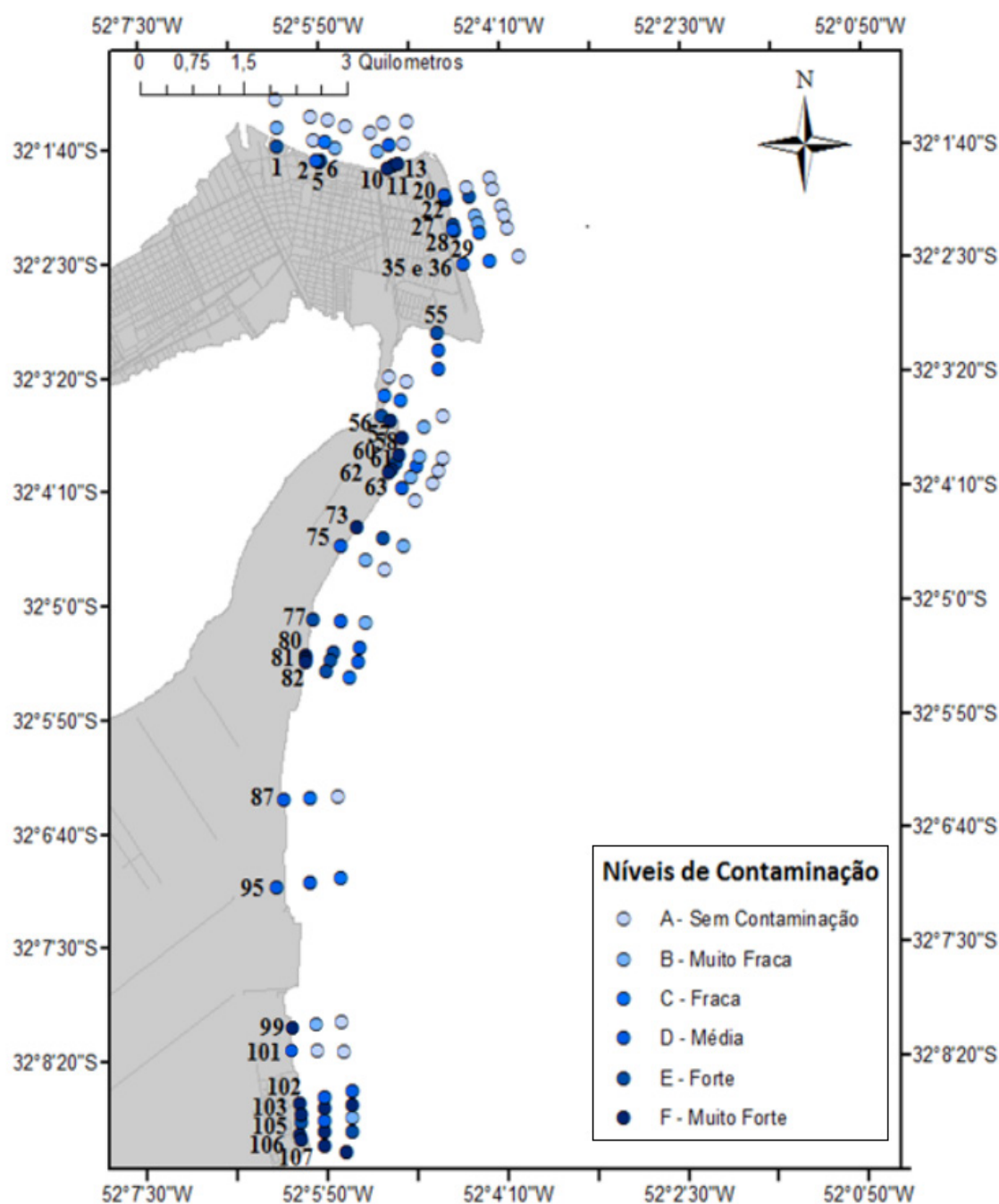


- Porto Novo: dos 36 locais onde há o lançamento de efluentes, em oito locais os efluentes estavam contaminados (22,2%): Locais 20, 22, 27, 28, 29, 35, 36 e 55.
- Superporto: dos 52 locais onde há o lançamento de efluentes, em 22 os efluentes estavam contaminados (42,3%), sendo assim distribuídos:
- sete locais na Vila Mangueira: Locais 56, 57, 58, 60, 61, 62 e 63.
- nove locais na área de terminais e de atividades navais: Locais 73, 75, 77, 82, 87 e 99, se destacando os Locais 80 e 81 e o Local 95.
- três locais no Terminal Pesqueiro e de atividades da Marinha: Locais 101, 102 e 103.
- três locais na Vila da Barra: Locais 105, 106 e 107.



**Figura 21 – Porto do Rio Grande (RS): caracterização dos 68 locais onde são lançados efluentes no Estuário da Lagoa dos Patos, com os respectivos níveis qualitativos de contaminação. O total de locais identificados foi 107, mas em 39 os efluentes não estavam vazando (possivelmente pluviais, em época de estiagem).**

Obs.: Na área urbana do Rio Grande consta a rede de coleta de esgotos.



**Figura 22 - Porto do Rio Grande (RS): identificação dos 37 locais de lançamento de efluentes contaminados e seus níveis qualitativos de contaminação.**

Obs.: primeiro ponto na margem: efluente; segundo ponto: deságue; terceiro ponto: água receptora.

Dos 37 locais onde foram identificados efluentes contaminados, em 17 locais (45,9%) a água junto ao deságue se contaminou, sendo um no Porto Velho, dois locais no Porto Novo e 14 no Superporto, principalmente nas duas vilas (Tabelas 1, 2 e 3). Essa contaminação da água receptora dos efluentes ocorreu em locais com águas de baixa profundidade e fraca hidrodinâmica, como as que margeiam as vilas implantadas nas áreas portuárias. Estas condições diminuem a capacidade de autodepuração dos efluentes lançados, acumulando o efluente e tornando o impacto antrópico maior. Mas o problema se agrava porque são exatamente estas águas as mais usadas pela população, que sofre com essa contaminação, principalmente os moradores que vivem da pesca. Isso gera um sério problema de saneamento básico para a comunidade local. Há necessidade de uma maior fiscalização na construção das casas e exigência de fossas adequadas e maior rigor na liberação da licença de habitação, o que poderia amenizar este problema.

No eixo do canal do Norte e do canal do Rio Grande se constatou o contrário, pois a alta profundidade, a alta vazão dos canais e a hidrodinâmica acentuada (baixo tempo de residência da água) resultou em que, dos 37 locais que recebem efluentes contaminados, na maioria os efluentes já chegaram diluídos nas águas distanciadas de três metros do deságue.

A partir da identificação qualitativa dos níveis de contaminação dos efluentes lançados na margem do porto do Rio Grande e daqueles que impactam a água receptora, é necessário que os 37 efluentes contaminados (sete no Porto Velho, oito no Porto Novo e 22 no Superporto) sejam submetidos a programas de avaliações químicas quantitativas de suas composições e de seus níveis de conformidade com a legislação referente a lançamentos de efluentes (monitoramentos).

A grande incidência de ligações clandestinas de esgotos na rede pluvial é consequência da insuficiente rede de coleta de esgotos do Rio Grande em termos de áreas portuárias e da proximidade com o estuário das edificações e casas construídas nas margens dessas áreas. Entretanto, no Porto Velho, estas ligações clandestinas são ainda mais inaceitáveis, porque a maior parte da sua área fica no centro da cidade, onde há rede de coleta de esgotos.

No Porto Novo e no Superporto, onde não há rede de coleta de esgotos na maioria da área, é necessário que sejam avaliados os atuais destinos que estão sendo dados aos esgotos gerados em cada construção – administrativa, operacional ou naval. Os prédios presentes no Porto Novo são muito antigos e avizinados por vilas e bairro de relativamente baixo poder aquisitivo, com visível rotina de construções de pequenas casas sem fossas.

Outra possível causa de contaminação da rede pluvial da área portuária são as perdas de materiais durante as atividades de carga e descarga. Devem ser evitados os acúmulos e descartes dessas cargas perdidas no solo das áreas portuárias, pois nas épocas de chuvas, eles serão carreados para a rede pluvial, contaminando as águas com posterior migração para o estuário.

Nas vilas inseridas nas áreas portuárias e adjacências e nas áreas ocupadas por prédios da marinha e de atividades administrativas portuárias (sem rede de coleta de esgotos, pelo menos sem previsão de ampliação), seria necessária a exigência legal de fossas adequadas, para que os esgotos não sejam descartados na rede pluvial que atravessa a área do Porto Novo e Superporto e deságua no estuário. Este problema de frequentes ligações clandestinas de esgotos na rede pluvial da cidade precisa ser administrado, revisado e, dentro do possível, corrigido pelos órgãos públicos a ele relacionados, como a CORSAN e a Prefeitura do Rio Grande. A rede de coleta de esgotos da cidade prevista para expansão na cidade precisa ser concluída e, ainda, ser ampliada para as áreas periféricas da cidade, incluindo as portuárias.

Quanto às indústrias e terminais portuários, é importante considerar o fato de que eles também não estão instalados em áreas com rede de coleta de esgotos. Citam-se assim as dos terminais pesqueiros do Porto Velho e do Superporto; as de fertilizantes e as de processamento de grãos vegetais no Superporto, entre outras, incluindo os terminais de grande porte. Por isso, é importante que os órgãos ambientais, como a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM/RS), reforcem a avaliação e a fiscalização de como está sendo feito o tratamento dos efluentes gerados em todas as etapas industriais e operacionais, antes do seu descarte no estuário.

Estas indústrias e terminais precisam ter uma estação de tratamento de esgoto (ETE) individual ou comunitária planejada para o tratamento integral dos efluentes gerados, com incentivo a programas de reúso de água tratada. Nos casos de indústrias que já tenham sua ETE, é necessário o incremento da fiscalização para as avaliações das condições de manutenção, conservação e de operacionalidade do sistema de tratamento. O resultado desta sugerida avaliação deveria ser considerado nas renovações e nas liberações de licenças ambientais emitidas pela FEPAM para a instalação e a continuidade da operação e do funcionamento de cada indústria/terminal.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Quanto à geração do diagnóstico

Foi louvável a iniciativa dos gestores do porto do Rio Grande, em especial da Divisão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança (DMASS), em viabilizar e incentivar a aplicação do conhecimento acadêmico da universidade local, na busca da melhor qualidade ambiental do Estuário da Lagoa dos Patos. A preservação desse estuário é fundamental para a região, em especial, para a comunidade que vive às suas margens, que o usa para atividades pesqueiras, de navegação, turísticas, para deslocamentos, entre outros usos.



A geração de um diagnóstico descritivo como esse é o início dessa busca, porque ele não soluciona o problema: ele o identifica e o caracteriza tecnicamente. É conhecendo o problema, que se pode tratá-lo adequadamente. Este diagnóstico foi entregue para a direção do porto, que disponibilizou publicamente o resumo dos resultados no site para consulta: <http://www.portoriogrande.com.br/site>, link: responsabilidade ambiental (links devem ser acessados 2 vezes), seguindo para o link: monitoramento de efluentes.

A entrega desse diagnóstico para o IBAMA pela direção do porto resultou no Parecer nº 2.719/2016-76 CO-PAH (IBAMA, 2016), no qual está descrito que foi atendido o item "Monitoramento dos Efluentes", requerido para a renovação da Licença de Operação do Porto do Rio Grande. O texto deste parecer é: "O relatório recomenda que os efluentes sejam averiguados e fiscalizados pelos órgãos ambientais competentes, de forma a estabelecer as responsabilidades quanto às irregularidades apontadas. Considerando que a qualidade da água é matéria ambiental de competência local ou estadual, sugerimos oficializar a FEPAM e a Prefeitura do Rio Grande quanto aos resultados obtidos, solicitando providências".

Diante disso, ficou evidente que este diagnóstico cumpriu sua meta de revelar, tecnicamente e bem documentadamente, a localização e o nível de contaminação dos efluentes líquidos lançados na área portuária. Foram revelados os locais de lançamentos de efluentes camuflados, escondidos, clandestinos e irregulares/ilegais.

Mas convém ressaltar que a fonte geradora de cada efluente não foi comprovada, ficando em hipóteses. Além disso, não foi investigada a presença ou não de fossas ou de ETE nas instalações industriais, portuárias ou navais e nos terminais, porque este estudo não foi feito por terra e sim por mar com uso de barcos. Entretanto, a maioria dos efluentes que deságua no estuário por canos ou emissários, não é vista por terra. Fica assim a indicação da necessidade de ações sequenciais a esse diagnóstico, com relação ao aumento da fiscalização e da investigação sobre a origem dos efluentes lançados contaminados no estuário.

Resta à comunidade do Rio Grande aguardar que estas providências sejam efetivamente viabilizadas pelos órgãos públicos e/ou pelos responsáveis pela geração de efluentes contaminados não tratados, na busca da preservação da qualidade ambiental mínima necessária para as águas do estuário.

Por fim, entende-se que este diagnóstico representa uma ferramenta para a otimização da execução de programas de gestão ambiental, voltados para as soluções dos problemas gerados pelos lançamentos de efluentes contaminados.

## **Quanto à metodologia usada neste diagnóstico**

A inédita estratégia de mapeamento georreferenciado dos efluentes lançados num ambiente aquático (percorrendo a margem com um barco, metro a metro), com a caracterização e a avaliação do nível de contaminação do efluente, do seu deságue e da sua água receptora mostrou-se necessária. Pode servir de modelo para ações similares (geração de diagnósticos descritivos) em outros portos ou áreas industrializadas ou urbanizadas que margeiam ambientes aquáticos, principalmente em áreas com deficiência de rede de coleta de esgotos.

Em termos de análises químicas, o uso de um kit analítico para a identificação dos níveis de contaminação dos efluentes e das suas águas receptoras foi bastante satisfatório, apesar de fornecer resultados apenas qualitativos. É de baixo custo, de fácil manuseio e fornece resultados no local e em poucos minutos. Entretanto, ele indica apenas os níveis de contaminação por matéria orgânica, fertilizantes ou outros contaminantes que tenham fósforo. Não identifica quantitativamente contaminações por metais, óleos, pesticidas, hidrocarbonetos. No caso de interessados em reproduzir este kit analítico, o procedimento para o preparo e mistura dos reagentes para a dosagem colorimétrica do fósforo (na forma de ortofosfato) estão descritos em Baumgarten et al. (2010). Mais detalhes podem ser obtidos através de contato com os autores desse diagnóstico.

A grande vantagem para a gestão ambiental do uso deste kit é a possibilidade da seleção dos efluentes que realmente precisam de posterior monitoramento, por serem problemáticos ou potencialmente contaminantes da água estuarina receptora. Isso resulta na otimização de recursos orçamentários e de mão de obra técnica e operacional. Essa etapa sequencial a este diagnóstico foi intensamente recomendada para ser agilizada pelas autoridades que receberam esses dados, por ocasião da entrega deste diagnóstico em 2015, mas isso não foi efetivado até o momento. A obtenção das concentrações quantitativas dos constituintes de cada efluente forneceria uma mais definida indicação do processo que o originou (fonte geradora), ajudando a identificar os responsáveis pela sua geração e tentar buscar soluções ou ações mitigadoras. Além disso, estas concentrações avaliadas no efluente e na sua água receptora permitem avaliar o nível de conformidade legal do lançamento e de seu impacto na água estuarina, ou seja, se estas concentrações não ultrapassam o valor máximo permitido (CONAMA, Resolução nº 547/2005 e Resolução nº 430/2011).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. T. A; BAUMGARTEN, M. G. Z; RODRIGUES, R. M. S. Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a cidade do Rio Grande – RS. Rio Grande: Editora da FURG, 1993. 36 p. (Série Documentos Técnicos 06 – Oceanografia).

BAUMGARTEN, MGZ; NIENCHESKI, LFH. Avaliação da qualidade hidroquímica da área portuária da cidade do Rio Grande – RS. Rio Grande : FURG, 1998. 66 p. (Série Documentos Técnicos 09 – Oceanografia).

BAUMGARTEN, M. G. Z; WALLNER-KERSANACH, M; NIENCHESKI, L. F. H. Manual de Análises em Oceanografia Química. 2 ed. Rio Grande: Editora da FURG, 2010. 160p.

BARBOSA, F; WALLNER-KERSANACH; BAUMGARTEN, MGZ. Metais traço nas águas portuárias do Estuário da Lagoa dos Patos. Braz. J. Aquat. Technol., v. 16, n. 2, p: 27-36. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430/13 de maio 2011. Complementa a Resolução Conama nº 357 de 2005. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357/17 de março. Revoga a Resolução nº 20/1986. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. 2005.

COSTA, L; WALLNER-KERSANACH, M. Assessment of the labile fractions of copper and zinc in marinas and port areas in Southern Brazil. Environ. Monit. Assess. v. 185, n. 8, p. 6767-6781, mar. 2013. DOI: 10.1007/s10661-013-3063-0.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. 2013. Parecer nº 7.077/2013 COPAH/IBAMA. Atendimento às Condicionantes Específicas da Licença de Operação nº 03/1997-Renovação. 36p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Parecer nº 2.719/2016-76 COPAH/IBAMA. Atendimento às Condicionantes Específicas da Licença de Operação nº03/1997. Renovação. 26p. 2016.

MARRETO, Rafela Neves; BAUMGARTEN, Maria da Graça Zepka; WALLNER-KERSANACH, Mônica. Trophic quality of waters in the Patos Lagoon estuary: a comparison between its margins and the port channel located in Rio Grande, RS, Brazil. Acta Limnol. Bras., Rio Claro , v. 29, e11, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2179-975X2017000100309&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2017000100309&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 09 set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x10716>.

SECRETARIA ESPECIAL DOS PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Manual de boas práticas portuárias: Porto do Rio Grande. Programa de conformidade de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos nos portos marítimos brasileiros. Cap. 2: Panorama e boas práticas de efluentes líquidos. Governo Federal – PAC II. Brasília, Rio de Janeiro: SEPPIR, UFRJ, 2014. 117p.

SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DO RIO GRANDE. Plano de zoneamento das áreas do porto organizado de Rio Grande. Vol. 2. Rio Grande: SUPR, 2011. Disponível em: <[http://www.portoriogrande.com.br/site/estrutura\\_zoneamento\\_do\\_porto.php](http://www.portoriogrande.com.br/site/estrutura_zoneamento_do_porto.php)>.

# **3º Lugar**

## **Avaliação Hidromorfológica do uso de Espigões em Hidrovias – Estudo de Caso: Passo do Jacaré.**

### **Autores:**

Gustavo Pacheco Tomas

Tobias Bernward Bleninger

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar de o transporte hidroviário ser o sistema de locomoção mais barato e o que menos agride o meio ambiente, a navegação fluvial no Brasil é o sistema de menor participação no transporte de mercadorias e passageiros, tendo passado por longos períodos sem investimentos. Contudo, nos últimos anos, várias obras têm sido realizadas com o intuito de tornar os rios brasileiros navegáveis.

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), apresentado pelo governo brasileiro no ano de 2006, visa dobrar a participação da malha hidroviária no país até o ano de 2025. Para atingir essa meta, o governo pretende investir mais de doze bilhões de reais em melhorias no setor hidroviário. De acordo com o PNL, uma parte do investimento visa revigorar trechos de hidrovias existentes que apresentam problemas de profundidade relativos à sedimentação. A sedimentação reduz a profundidade, podendo assim, restringir a navegação de embarcações de grande porte na via.

Não existe um meio que impeça o transporte de sedimentos dentro da via. O que é realizado são mecanismos para evitar e reduzir o assoreamento. A dragagem é a principal intervenção realizada na maioria dos casos, entretanto essa é uma solução considerada de curto prazo, uma vez que é uma ação aplicada principalmente às consequências do problema (sedimentação) e não às causas. A retirada de sedimentos do fundo do rio não altera a dinâmica do escoamento no trecho passível de assoreamento, consequentemente, resultando numa provável redução de profundidade no local, em um futuro próximo.

Além disso, a cada dragagem realizada, pode ocorrer uma série de impactos ambientais, como alteração da qualidade da água (aumento na turbidez, e na concentração de nutrientes e compostos químicos) e a alteração no habitat de diversos organismos (Soares, 2008). Os impactos podem refletir também sobre o aspecto social da região, principalmente na população que provém sua subsistência oriunda do rio. Essa realidade vincula as hidrovias do país a um ciclo de manutenção curto e oneroso. Com o intuito de prolongar esse ciclo, propõe-se a utilização de espigões ao longo do trecho passível de sedimentação.

Espigões são estruturas que partem das margens em direção ao centro do rio, fazendo com que as correntes com velocidades elevadas sejam desviadas para longe das margens. A utilização de uma série de espigões é um dos meios mais comuns e eficazes para estabilização das margens de rios (Kuhnle et al., 2008). Entretanto, os espigões podem ter outras aplicações, mais direcionadas para navegação, tendo como finalidade o aumento da profundidade, o realinhamento das margens e a elevação da taxa de transporte de sedimentos. As estruturas reduzem a área de passagem do escoamento, modificando a velocidade e a tensão responsável pelo transporte de sedimentos. Esse tipo de aplicação é utilizado em outros países, como na Alemanha (rio Reno) e nos Estados Unidos (rio Mississippi) (Azinfar, 2010). No Brasil, o emprego de espigões, com essas finalidades, é pouco usual, tendo como principais dificuldades os baixos investimentos no transporte fluvial, a grande largura dos rios e a rígida legislação ambiental do país. Neste estudo pretende-se avaliar essa intervenção, tendo como sua principal finalidade a manutenção da profundidade da hidrovia.

A avaliação da utilização dos espigões será realizada por meio de um estudo de caso, num trecho do rio Paraguai, passível de efeitos de assoreamento, denominado passo do Jacaré. A região de estudo selecionada recentemente passou por um estudo de dragagem, realizado pelo Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura (ITTI), da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

A realização dos projetos, como os de dragagens e de espigões, engloba estudos hidrológicos, hidrodinâmicos, geotécnicos e ambientais. Para o emprego dos espigões, os estudos hidrodinâmicos são extremamente importantes, uma vez que os espigões devem alterar a hidrodinâmica da hidrovia. Os efeitos resultantes da implantação dos espigões devem ser amplificados durante o período de estiagem do rio e minimizados durante o período de cheias, reduzindo o risco da elevação dos níveis d'água nas inundações.

Para realizar esse tipo de avaliação, os estudos hidrodinâmicos podem ser realizados por meio de modelos físicos ou matemáticos, que têm a capacidade de avaliar o comportamento do escoamento na área de estudo com cenários diferenciados. Devido ao elevado tempo necessário para a elaboração de um modelo físico, foi aplicado um modelo matemático para representar a área de estudo, obtendo resultados mais rápidos e com custos menores. A maioria dos modelos matemáticos avalia somente a hidrodinâmica do escoamento, entretanto, alguns modelos conseguem incorporar os processos decorrentes da presença de obras hidráulicas e de transporte de sedimentos, como o modelo, Delft3D, aplicado nesse estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Hidráulica fluvial

A avaliação das características do escoamento e do comportamento geomorfológico dos rios, na sua forma natural ou causada por ações antrópicas, é chamada de Hidráulica Fluvial. Os conceitos da hidráulica fluvial, como a classificação dos escoamentos, as equações dominantes, a distribuição de tensões para escoamentos permanentes, a distribuição de velocidades para os escoamentos turbulentos e a resistência ao escoamento são apresentados em diversas bibliografias, como Chow (1959) e Cardoso (1998).

O movimento tridimensional do escoamento pode ser descrito matematicamente, utilizando as equações da conservação da massa (Equação 1) e da equação da quantidade de movimento (Equações 2 e 3). No caso de escoamentos fluviais, as equações podem incorporar algumas aproximações, como o pressuposto da água como um fluido incompressível e que a aceleração de Coriolis, devido à rotação do planeta, pode ser desprezada. A hipótese da pressão hidrostática (Equação 4), que considera as velocidades verticais do escoamento baixas e as acelerações verticais desprezíveis, também pode ser incorporada, estabelecendo um modelo de águas rasas, como descrito em Daily e Harleman (1966).

$$\partial u / \partial x + \partial v / \partial y + \partial w / \partial z = 0 \quad (1)$$

$$\partial u / \partial t + u \partial u / \partial x + v \partial u / \partial y + w \partial u / \partial z + g \partial H / \partial x + (-1) / \rho (\partial \tau_{xz}) / \partial z = 0 \quad (2)$$

$$\partial v / \partial t + u \partial v / \partial x + v \partial v / \partial y + w \partial v / \partial z + g \partial H / \partial y + (-1) / \rho (\partial \tau_{yz}) / \partial z = 0 \quad (3)$$

$$\partial P / \partial z = \rho(x, y, z) g \quad (4)$$

Onde:

$x, y, z$  = eixos das coordenadas cartesianas;

$u, v, w$  = componentes da velocidade média nas direções  $x, y$  e  $z$ , respectivamente;

$\rho$  = massa específica da água ( $\text{kg/m}^3$ );

$g$  = aceleração da gravidade ( $\text{m/s}^2$ );

$H$  = profundidade total do escoamento (m);

$P$  = pressão hidrostática ( $\text{N/m}^2$ ); e

$[\tau_{xz}, \tau_{yz}]$  = tensões de Reynolds ( $\text{N/m}^2$ ).

A resistência ao escoamento pode ser caracterizada por diversos fatores como: rugosidade superficial, vegetação, irregularidades do canal, erosão e assoreamento, formas de fundo, profundidade e largura da seção molhada, expansões e contrações da calha fluvial (CHOW, 1959). A resistência é simbolizada através de um coeficiente de resistência, que representa a influência de qualquer elemento que origine tensões de cisalhamento e turbulência devido às suas saliências, sendo os coeficientes mais aplicados de Chézy ( $C$ ) e de Manning ( $n$ ). As publicações de Du Buat (1786), Graf (1984) e Rijn (1993) apresentam a relação dos coeficientes de rugosidade com a variação dos escoamentos fluviais turbulentos.

### 2.2. Transporte de sedimentos

O entendimento e formulação do transporte de partículas sólidas imersas em corpos líquidos representam uma importante questão dentro do campo da hidráulica, da geomorfologia fluvial e outras ciências (GRAF, 1984). O processo de transporte de sedimentos pode resultar em fenômenos chamados de erosão e sedimentação. O escoamento da água em um canal pode erodir os materiais disponíveis nas margens e no leito até que o escoamento esteja "carregado" com tantas partículas de sedimento quanto a energia do escoamento o permita carregar (RIJN, 1993).

O transporte e deposição dos sedimentos não dependem somente de características do escoamento envolvido, mas também das propriedades dos sedimentos. Entre as propriedades mais importantes dos sedimentos pode-se citar o tamanho da partícula, sua velocidade de sedimentação e seu efeito de concentração, como descrito em Rijn, 1993 e Jansen et al., 1979.

O transporte de sólidos no meio aquoso, também chamado de vazão sólida, pode ser classificado de duas formas: vazão sólida do leito (*bed load*) e vazão sólida em suspensão (*suspended load*). A primeira, também co-

nhedida como descarga sólida de arraste, corresponde ao transporte de partículas consideradas mais pesadas, que chegam a tocar o leito, sendo necessária uma tensão maior para transportá-las. A segunda é a quantidade de sedimento transportada na região principal do escoamento, não tocando no leito do curso d'água, sendo geralmente partículas com baixa granulometria (GRAF, 1984).

Diversos pesquisadores publicaram fórmulas que descrevem o transporte de sedimentos pelo leito, como descrito em Rijn (1993). As equações podem apresentar diferentes resultados, sendo necessária uma verificação para resolver qual das equações de transporte de leito se adequa melhor à situação.

Seguindo os estudos de Bagnold (1966), que adota que o principal movimento de transporte pelo leito seja a saltitação, Rijn (1993) elaborou uma equação de transporte de sedimentos pelo leito ( $q_b$ ), representada pelas Equações 5 e 6. As equações foram desenvolvidas com partículas que variam entre 0,2 mm e 2,0 mm (RIJN; WALSTRA, 2003).

$$q_b = 0,053((s_s - 1)g)^{0,5} [d_{50}]^{1,5} D_*^{-0,3} T^{2,1} \quad \text{para } T < 3 \quad (5)$$

$$q_b = 0,1((s_s - 1)g)^{0,5} [d_{50}]^{1,5} D_*^{-0,3} T^{1,5} \quad \text{para } T \geq 3 \quad (6)$$

Onde:

$q_b$  = transporte de sedimentos pelo leito por unidade de largura ( $m^3/s/m$ );

$d_{50}$  = diâmetro da partícula correspondente a 50% da amostra passante numa análise granulométrica (m);

$s_s$  = densidade relativa (adm), para areia igual a 2,65;

$D_*$  = diâmetro da partícula adimensional;

$T$  = Parâmetro da etapa do escoamento (adm).

O transporte de sedimentos em suspensão pode ser calculado utilizando a equação da advecção-difusão (Equação 7) na sua forma tridimensional, da mesma forma que constituintes conservativos, como um traçador ou o calor (RIJN, 1993).

$$\left( \frac{\partial [c_s]^l}{\partial t} + \frac{\partial [u c_s]^l}{\partial x} + \frac{\partial [v c_s]^l}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s^l) [c_s]^l}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial x} (\epsilon_{(s,x)}^l) \left( \frac{\partial [c_s]^l}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} (\epsilon_{(s,y)}^l) \left( \frac{\partial [c_s]^l}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (\epsilon_{(s,z)}^l) \left( \frac{\partial [c_s]^l}{\partial z} \right) \right) = 0 \quad (7)$$

Onde:

$[c_s]^l$  = concentração da fração do sedimento  $l$  ( $kg/m^3$ );

$u, v, w$  = componentes médios do vetor velocidade ( $m/s$ );

$\epsilon_{(s,x)}^l, \epsilon_{(s,y)}^l, \epsilon_{(s,z)}^l$  = coeficientes de difusão turbulenta da fração de sedimento  $l$  ( $m^2/s$ );

$w_s^l$  = velocidade de queda da fração de sedimento  $l$  em suspensão ( $m/s$ ).

Porém apresentam algumas diferenças como o fluxo de sedimento entre o fundo e a coluna de água e a velocidade de queda do sedimento sob a ação da gravidade. Também podem ser citados outros efeitos, como a influência do sedimento na densidade da água e a consequente redução da turbulência. Como consequência, um fluxo preferencial de sedimentos, quer seja de deposição, quer seja de ressuspensão, acarreta uma variação na batimetria, a qual reflete na hidrodinâmica (RIJN; WALSTRA, 2003).

A seleção e aplicação de modelos morfológicos estão fortemente relacionadas com o tipo e escala do problema a ser estudado. A utilização de modelos tridimensionais pode ser relevante nos casos em que as variações geradas pelas correntes secundárias (correlacionadas com os fenômenos associados às direções transversais do escoamento principal) afetam as intensidades turbulentas existentes nas correntes principais (na direção do escoamento principal), as quais se dissipam até a turbulência gerada pelas rugosidades dos contornos fixos. Este fato faz com que os modelos 1D e 2D não sejam capazes de estimar adequadamente aspectos particulares do escoamento, como a distribuição vertical e transversal de tensões tangenciais, assim como aspectos mais globais, como a curva chave de uma seção composta (TIAGO, 2011).



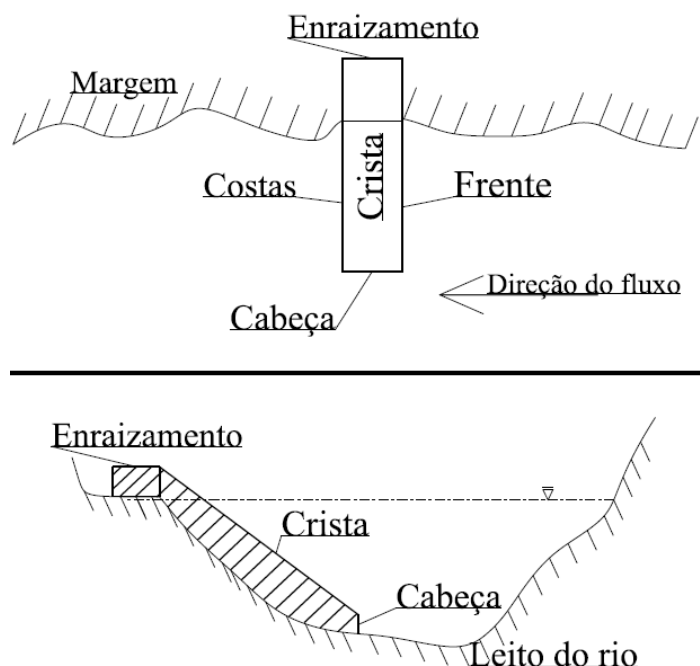
## 2.3. Espigões

Os espigões são obras transversais que avançam desde a margem em direção ao eixo do escoamento, até o limite adequado para exercer sua proteção, ou até a nova linha da margem desejada. As estruturas são compostas de cinco partes (BRIGHETTI; MARTINS, 2001):

- ancoragem ou enraizamento: une o espigão com a margem. Deve ser perfeitamente ancorado à margem natural a fim de evitar sua destruição caso seja contornada pelas águas durante a enchente;
- frente: região voltada para montante do rio, com um talude que varia de 1:1 a 1:3;
- costas: região voltada para jusante do rio, que deve ter uma declividade suave para que a inclinação não produza um desgaste no pé da face de jusante. O talude varia de acordo com o material empregado;
- cabeça: ponta do espigão, com um talude que vai de 1:4 a 1:5, até 1:10. É uma parte muito sujeita a ação das correntes e, por isso deve ser construída à prova de erosões.
- crista: plataforma na parte superior do espigão. Se a crista está abaixo do nível de estiagem, diz-se que o espigão é submerso.

Já quanto à sua orientação em relação à corrente líquida, os espigões podem ser normais à margem ou inclinados, para montante ou para jusante. A orientação do espigão se mede pelo ângulo que forma o seu eixo longitudinal com a direção, para jusante, da tangente à margem, no ponto de ancoragem.

Existem algumas bibliografias e normas que descrevem o dimensionamento dos espigões. Com a exceção da publicação de Brighetti e Martins (2001), a maioria dessas bibliografias é estrangeira, se destacando as publicações Copeland (1983) e Klump e Baird (1992). Ambas as publicações são americanas e junto com a publicação brasileira serviram como base do critério de dimensionamento dos espigões.



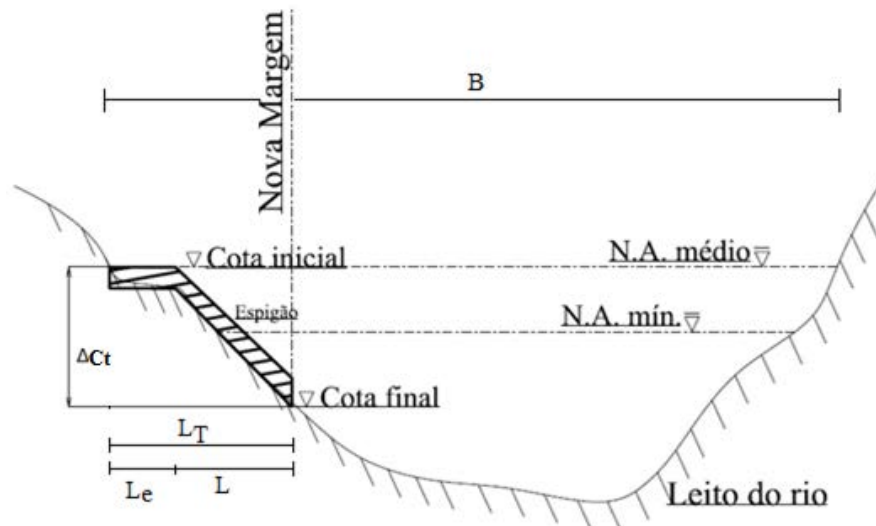
**Figura 1 - Estruturas do espigão em planta (superior) e em corte (inferior).**

Utilizando as publicações como base, os espigões devem ser dimensionados a partir das seguintes etapas:

- posicionamento em planta: traça-se uma nova margem em planta, uma linha paralela ao eixo do canal principal do rio a uma distância mínima escolhida, à qual chegarão os extremos dos espigões. A distância entre o eixo do canal principal e a nova margem depende da experiência do projetista e a finalidade do espigão. Para proteção de margens é recomendado o valor no máximo de  $B/4$ , onde  $B$  é a largura da seção do rio com nível d'água médio (COPELAND, 1983).

- elevação da crista: as cristas devem ficar submersas nas situações de cheias, caracterizando o espigão como uma estrutura de contenções descontínuas. As cristas podem ser constantes ou inclinadas, sendo válida a implantação em forma de degraus. Recomenda-se manter a elevação da raiz ( $C_{t\text{inicial}}$ ) no nível médio do rio ( $C_{t\text{méd}}$ ) e a cota da cabeça ( $C_{t\text{final}}$ ) inferior ao nível de estiagem ( $C_{t\text{mín}}$ ) (KLUMP; BAIRD, 1992), como ilustrado na Figura 2.

- comprimento: o comprimento total de um espigão ( $L_T$ ) se divide em comprimento de enraizamento ( $L_e$ ) ou cravação e comprimento efetivo ( $L$ ). A primeira parte é a que está dentro da margem e a segunda a que está dentro da corrente. Seu comprimento varia de acordo com a distância entre a cota de raiz ( $C_{t\text{inicial}}$ ) e a cota da cabeça ( $C_{t\text{final}}$ ), que se encontra sobre a nova margem



**Figura 2 - Dimensionamento espigão, corte transversal.**

- espaçamento: o espaçamento ( $s$ ) entre os espigões tem sido geralmente relacionado aos respectivos comprimentos efetivos ( $L$ ). Recomenda-se que a relação ( $s/L$ ) esteja contida no intervalo de 1,5 a 5. A proporção de comprimento do espigão em relação ao espaçamento necessário para promover a proteção das margens é menor do que o requerido para os canais de navegação (BRIGHETTI; MARTINS, 2001).
- orientação: não há provas conclusivas feitas em laboratório ou no campo, que deem favorecimento a uma orientação a montante ou a jusante. Os espigões deveriam ser orientados perpendicularmente ao escoamento, pois orientados em diferentes ângulos custariam mais caro, além de aumentar o tempo necessário para construí-los (COPELAND, 1983). Para este estudo todos os espigões terão orientação perpendicular ao escoamento.

## 2.4. Modelagem com Delft 3D

O modelo Delft3D, por ter sido empregado neste estudo, será descrito no capítulo seguinte. Para realizar este estudo foram consultadas algumas referências de estudos utilizando este modelo.

Romero e Vargas (2007) utilizaram o modelo Delft3D para avaliar as taxas de erosão e a variação batimétrica do leito, de longo prazo, através de diferentes cenários de modelagem do escoamento. Quatro cenários distintos de simulação foram implementados para avaliar a eficácia das proteções das margens do rio por meio de espigões e diques. O estudo foi realizado no rio Viloma, de 6,5km de extensão, um rio de montanha, com alta declividade, e localizado 20km a oeste da cidade de Cochabamba, na Bolívia. Foram feitos levantamentos de campo para validação do modelo. A porcentagem absoluta de erros (APE) para as velocidades nas seções foi de aproximadamente 5,66%, enquanto para níveis, foi de 13,63%. O cenário com espigões e diques em conjunto apresentou os melhores resultados.

Para investigar a influência hidrodinâmica e de salinidade devido à implantação de um canal de navegação, no estuário de Yangtze, na China, um modelo no Delft3D foi implementado. O canal projetado tem aproximadamente 400m de largura e uma profundidade mínima de 12,5m. Ao longo do canal, foram implementados vários

espigões, com as cotas de coroamento vinte centímetros acima do nível médio do mar na região, correspondente à vazão média mensal, 40 mil m<sup>3</sup>/s. A grade computacional criada para o modelo foi curvilínea, de acordo com o canal. Verticalmente, o modelo foi dividido em 14  $\sigma$ -layers. Os espigões foram considerados no modelo como paredes de deflexão das correntes do escoamento (CDW). A validação do modelo se deu pela verificação do nível, velocidade e salinidade obtidos em campo em dois pontos na área de estudo. Os resultados mostraram que a divisão do escoamento no local foi reduzida em cerca de dez por cento, e o padrão de escoamento entre os espigões foi alterado a partir de fluxos de rotação (HU; DING, 2009).

Após esse projeto, utilizando a mesma área de estudo, Chu et al. (2010) verificaram a implementação do modelo Delft3D com transporte de sedimentos e variação morfológica. Foram considerados dois tipos de sedimento, um coesivo com baixa granulometria, geralmente transportado por suspensão. O transporte pelo leito é realizado por sedimentos não coesivos e com granulometria equivalente à areia fina. Para os sedimentos coesivos foi utilizada a fórmula de transporte de Van Rijn (1993), e para os sedimentos não coesivos, a fórmula de Partheniades-Krone. Os resultados do modelo foram validados por meio de comparações de níveis, velocidade e direção das correntes, além da concentração de sedimentos e salinidade, em diferentes pontos. O cenário com a construção do canal de navegação e espigões manteve uma profundidade aceitável dentro do canal de navegação.

### 3. MODELO DELFT 3D

O Sistema de Modelagem Delft3D foi desenvolvido pelo WL Delft Hydraulics, localizado na Holanda. Compõem o sistema os módulos hidrodinâmicos (FLOW), de onda (WAVE), transporte de sedimentos (SED), morfologia (MOR), qualidade da água (WAQ), monitoramento da partícula (PART) e eutrofização (ECO). Os módulos FLOW, SED e MOR podem trabalhar acoplados. Esse sistema atualiza, a cada passo de tempo, as cotas batimétricas decorrentes de alterações geomorfológicas de fundo (erosão e deposição de sedimentos), além do transporte de sedimentos (de fundo e em suspensão na coluna d'água). Estes módulos possuem ferramentas de pré-processamento (RGFGRID – gerador de grade e QUICKIN – gerador de batimetria), processamento e pós-processamento (GPP e QUICKPLOT).

O módulo hidrodinâmico (FLOW) é capaz de simular escoamento não permanente em duas ou três dimensões, fenômenos de transporte resultantes de marés, descarga de água e efeitos meteorológicos, incluindo o efeito de diferenças de densidade devido a gradientes horizontais dos campos de temperatura e salinidade. Este módulo pode ser aplicado em mares, regiões costeiras, estuários, reservatórios e rios.

#### 3.1. Grade curvilínea e sistema de coordenadas $\sigma$

Contornos de rios e estuários são naturalmente curvos, dificultando sua representação por grades retangulares. A representação de forma inadequada pode gerar erros de discretização significantes. Para redução destes erros é utilizada a grade ortogonal curvilínea. No sistema de coordenadas curvilíneas, os elementos (superfície livre, batimetria) são referenciados em relação a um plano horizontal.

O eixo vertical consiste em camadas limitadas por planos sigma ( $\sigma$ ), os quais não são exatamente horizontais, no entanto, seguem a batimetria e o nível d'água.

#### 3.2. Módulo Hidrodinâmico (FLOW)

O módulo hidrodinâmico resolve as equações de águas rasas transientes, ou seja, um sistema de equações formado pelos balanços de massa e quantidade de movimento para o cálculo de escoamentos com superfície livre. Ele assume distribuição hidrostática de pressões, ou seja, as acelerações na direção vertical são negligenciáveis. As demais hipóteses adotadas na formulação matemática do modelo são hipótese do contínuo, escoamento incompressível e a hipótese de Boussinesq. Esta hipótese consiste em considerar a aceleração do fluxo menor que a da gravidade e, portanto, as variações de densidade só são importantes quando afetam os termos gravitacionais, e não os termos de inércia. A turbulência é resolvida através da decomposição de Reynolds e conta com quatro modelos de fechamento para cálculos tridimensionais: coeficiente constante, método algébrico, modelo  $k$ -L e modelo  $k$ - $\epsilon$ .

No modelo é possível fazer simulações hidrodinâmicas e de transporte em duas ou três dimensões. A modelagem bidimensional considera apenas uma camada, e assim não reproduz o perfil vertical das velocidades; a modelagem tridimensional resolve as equações em diferentes camadas horizontais e reproduz assim não somente o perfil vertical das velocidades horizontais, mas também as velocidades verticais por meio da equação de continuidade.

As formulações matemáticas do programa levam em consideração os seguintes fenômenos físicos que ocorrem em reservatórios (DELTARES, 2012):

- gradientes da superfície livre (efeitos barotrópicos);
- efeitos da rotação da terra;
- variabilidade da densidade da água (equação de estado);
- efeitos baroclínicos (estratificação e correntes de densidade);
- turbulência induzida por introdução de fluxos de massa e quantidade de movimento;
- transporte de sal, calor e outros constituintes;
- variabilidade espacial e temporal da tensão de cisalhamento gerada pelo vento sobre a superfície da água modelada por uma lei de atrito quadrática;
- variabilidade espacial da tensão de cisalhamento exercida pelo fluxo turbulento no fundo baseado em uma fórmula quadrática Chézy ou Manning;
- variabilidade espacial e temporal da pressão atmosférica na superfície da água;
- variação temporal de fontes e sumidouros;
- tensão de cisalhamento nas paredes laterais; e
- troca vertical de quantidade de movimento devido a ondas internas.

O modelo foi validado com vários estudos em laboratório e campo (GERRITSEN et al., 2007).

### 3.3. Módulo de sedimentos (SED) e morfológico (MOR)

Para os cálculos de transporte de sedimentos e de mudanças morfológicas, a modelagem adotada analisa as características do leito, assim como a concentração de sedimentos em suspensão. Estes sedimentos podem ser coesivos, não coesivos, ou a combinação de ambos.

O modelo numérico comporta uma completa realimentação das alterações morfológicas de fundo durante o cálculo hidrodinâmico. Uma das complicações intrínsecas nesse processo é a variação da escala temporal. A variação do escoamento hidrodinâmico associado a uma escala de tempo de dias ou meses, enquanto as alterações na morfologia no leito podem ter escalas de anos. O procedimento utilizado para fazer essa alteração é o emprego de um fator temporal na escala morfológica. Este processo permite acelerar os impactos das mudanças morfológicas para serem dinamicamente incorporadas aos cálculos hidrodinâmicos (RIJN; WALSTRA, 2003).

A equação da advecção-difusão (balanço de massa) é empregada no transporte de sedimentos em suspensão.

O modelo SED apresenta como metodologia básica de transporte de leito a equação de Rijn (1993), apresentado nas Equações 5 e 6. A magnitude do vetor de transporte de carga do leito é multiplicada por um fator de calibração (se desprezado vale 1,0) que é incluído para permitir o ajuste dos resultados do transporte total da carga de sedimentos do leito.

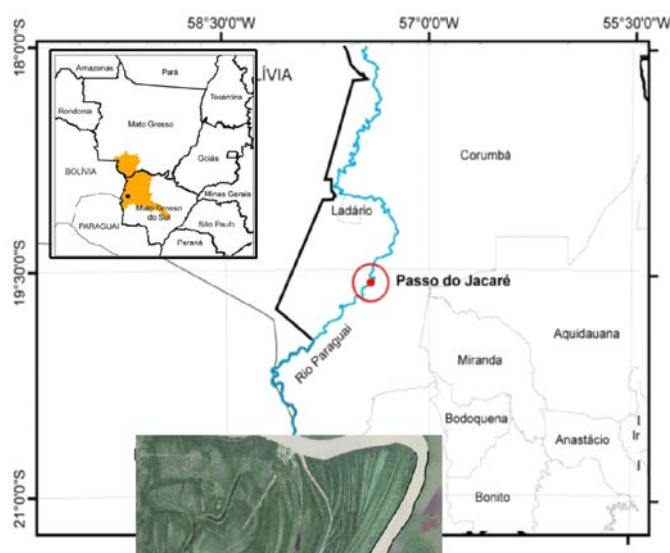
O módulo Mor faz com que em cada passo de tempo seja calculada a mudança na massa de sedimentos no leito. Esta mudança na massa é traduzida em uma mudança na espessura da camada de sedimentos do fundo usando a mesma expressão para a densidade de material do leito. A implementação de um fator de escala de tempo morfológico (MORFAC) é obtida simplesmente multiplicando os fluxos de erosão e deposição do leito ao escoamento e vice-versa pelo fator, em cada passo de tempo computacional. Isto permite que as mudanças aceleradas do nível do leito sejam incorporadas dinamicamente nos cálculos hidrodinâmicos do escoamento (DELTARES, 2012).

## 4. ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo é um canal de navegação pertencente à hidrovia Paraguai-Paraná. No ano de 2010, foi realizado um estudo pelo Instituto Tecnológico de Transporte e Infraestrutura da Universidade Federal do Paraná (ITTI). O instituto elaborou um plano de dragagem para hidrovia (ITTI, 2012) e realizou toda a caracterização da região, assim como estudos hidrológicos e medições de campo. Todos esses dados foram cedidos para elaboração do estudo.

Outros estudos foram realizados no local, como o realizado pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), cujo objetivo era a verificação dos impactos erosivos e deposição nos pilares da ponte ferroviária Eurico Gaspar Dutra (IPH, 1967). O relatório do IPH apresentou dados medidos de campo, além de relatar o forte controle do escoamento que ocorre por conta da ponte. O relatório da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) foi outra fonte importante para caracterizar a região (ANTAQ, 2010).

O trecho em estudo para implementação das possíveis obras de dragagem localiza-se no passo do Jacaré, na hidrovia Paraguai-Paraná, e está situado a noroeste do estado do Mato Grosso do Sul e na microrregião do Baixo Pantanal. O passo do Jacaré localiza-se nas proximidades do distrito de Porto Esperança, no município de Corumbá, no estado do Mato Grosso do Sul, no km 1.391 do rio Paraguai. A Figura 3 ilustra a localização da região de estudo (ITTI, 2012).



**Figura 3 - Localização da área de estudo**

O rio Paraguai, em seu estado natural, pode ser considerado como bastante satisfatório para a navegação, necessitando, todavia, ser melhorado em alguns trechos para ter condições ótimas de navegabilidade (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2010).

Atualmente, em decorrência da pouca profundidade em alguns trechos do canal de navegação, os comboios, em épocas de estiagem, entre novembro e fevereiro, não trafegam com sua capacidade plena de carregamento (ITTI, 2012).

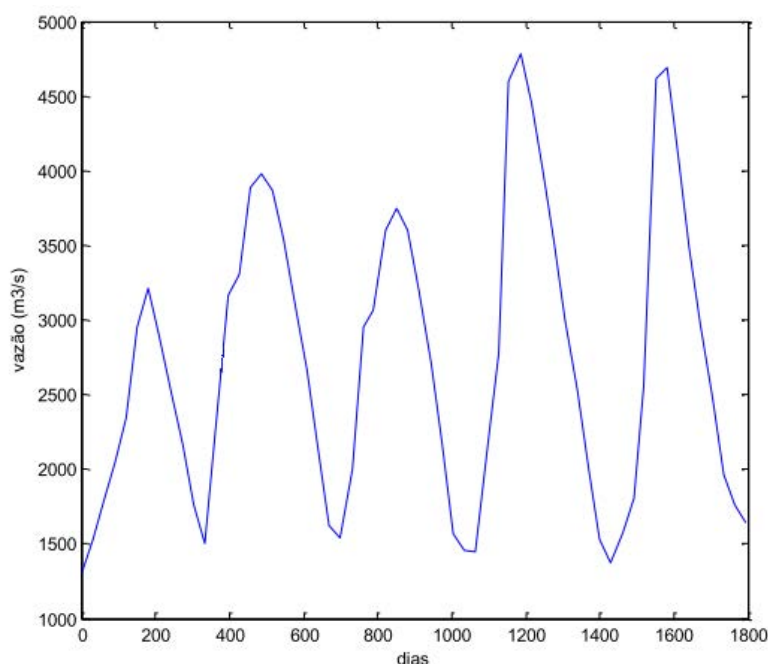
### 4.1. Levantamentos fluviométricos

Visando à obtenção de dados consistentes e que refletissem ao máximo a realidade de campo, foram consultados os dados de estações pluviométricas no site da Agência Nacional de Águas (ANA). Dentre as estações selecionou-se a mais próxima à área de estudo, a estação 6696.0008 de Porto Esperança, localizada dentro da área de estudo.

Com o intuito de verificar as vazões relevantes para o projeto, calculou-se a vazão de longo termo da série histórica (média de todas as vazões diárias) disponibilizada na estação de Porto Esperança, obtendo um valor igual a 1.888m<sup>3</sup>/s. O estudo realizado pelo IPH (1967) relatou que a vazão de transbordamento da calha natural do rio é aproximadamente 3.500m<sup>3</sup>/s, para a leitura 4,5m (cota 84,6m) na régua da estação de Porto Esperança.

O ITTI (2012) realizou um estudo hidrológico com as estações de Ladário e Porto Esperança, por meio do qual foi obtido um hidrograma de cheias de projeto para a região de estudo (Figura 4). O tempo de recorrência considerado pelo estudo é de cinco anos.





**Figura 4 - Hidrograma característico de 5 anos para área de estudo**

## 4.2. Levantamentos geotécnicos

Para caracterização do transporte de sedimentos na área de estudo foram utilizados dados disponíveis em ITTI (2012), de valores de concentração de sedimentos. Para o sedimento não coesivo, o valor da medição de volume de transporte de fundo resulta em uma concentração de  $0,000547 \text{ kg/m}^3$ . Os sedimentos coesivos apresentaram uma concentração de  $0,1081 \text{ kg/m}^3$ , correspondente à medição de volume de transporte em suspensão.

Na realização de análises sedimentológicas, descritas em ITTI (2012), foram definidos onze pontos de coleta para as amostras de sedimentos ao longo da área de estudo. Os resultados obtidos por meio das análises de caracterização física foram semelhantes em todos os pontos, determinando a homogeneidade da predominância de sedimentos classificados como areia fina. O estudo granulométrico descrito no relatório do IPH (1967) foi referente a vinte amostras, sendo doze a montante da ponte, quatro no eixo da ponte e quatro a jusante da ponte. As diferenças apresentadas nas análises dos diferentes locais foram desprezíveis, sendo classificado como areia fina, com um  $d_{50}$  de  $0,16 \text{ mm}$ . O peso específico do material foi de  $2,67 \text{ g/cm}^3$ .

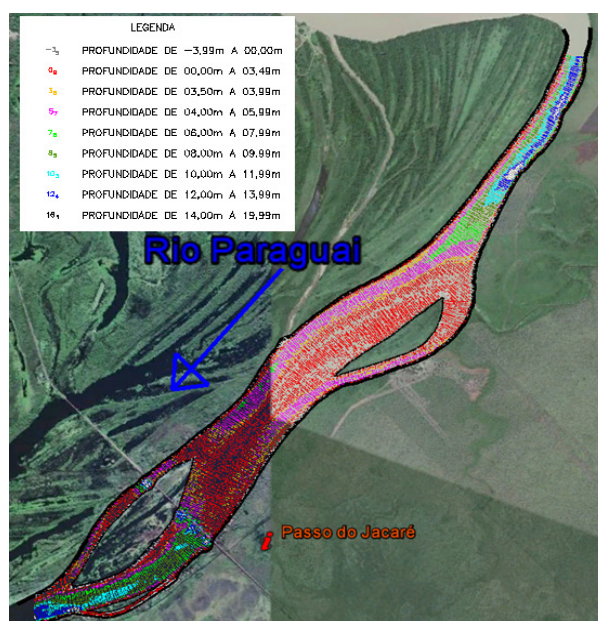
## 4.3. Declividade da linha d'água

Para o cálculo da declividade do nível d'água do rio, foram implantados marcos em quatro localidades dentro da região de estudo. Determinando as altitudes ortométricas dos marcos pertencentes à rede geodésica implantada foi realizado o nivelamento para a determinação da altitude da lâmina d'água nesses pontos. Os resultados obtidos estabeleceram uma declividade média do trecho igual a  $30 \text{ mm/km}$ , exatamente o mesmo resultado descrito no relatório do IPH (1967).

## 4.4. Batimetria

Foram realizadas 420 seções batimétricas, paralelas entre si e transversais ao eixo do rio Paraguai, ao longo do trecho, cobrindo um total de  $8,4 \text{ km}$  de rio. Os braços de rio nas duas ilhas formadas no trecho pesquisado também foram levantados, com 195 seções (ITTI, 2012).

As coordenadas das posições sondadas foram determinadas no sistema UTM, Datum WGS-84, Meridiano Central  $45^\circ$ . O nível de referência para as profundidades lançadas nas plantas batimétricas foi o nível de  $0,48 \text{ m}$  da régua da Estação Linimétrica de Porto Esperança. A cota zero para batimetria foi estabelecida na cota  $80,555 \text{ m}$  (ITTI, 2012).



**Figura 5 - Levantamentos batimétricos**

#### 4.5. Medição de correntes com ADCP

O perfilador acústico de corrente por efeito Doppler (ADCP) é um equipamento acústico desenvolvido para medição de vazão e bastante eficiente para medição de velocidades de escoamentos permitindo a determinação dos componentes da velocidade do fluxo.

Para o projeto de dragagem do ITTI (2012), foram realizadas quinze seções transversais do rio com o principal objetivo de gerar informações sobre o campo de velocidades e de vazão. Essas informações foram geradas com o uso de um ADP SONTEK que opera na frequência de 1.000kHz. A campanha teve duração de dois dias, sendo medidas no primeiro dia (22/05/2011) as seções 1 a 7 e o restante das seções no dia seguinte (23/05/2011).



**Figura 6 - Locais das seções de ADCP**

Dentre todas medições com ADCP, apenas as seções 1, 14 e 15 foram utilizadas no estudo, devido a variação de vazão medida nas demais seções. A Figura 6 mostra a localização das 15 seções medidas com ADCP

#### 4.6. Canal de navegação

O projeto de dragagem elaborado pela ITTI (2012) contemplou um canal de navegação com 105,6m de largura. A Tabela 1 mostra as coordenadas do ponto inicial e final do canal de navegação.

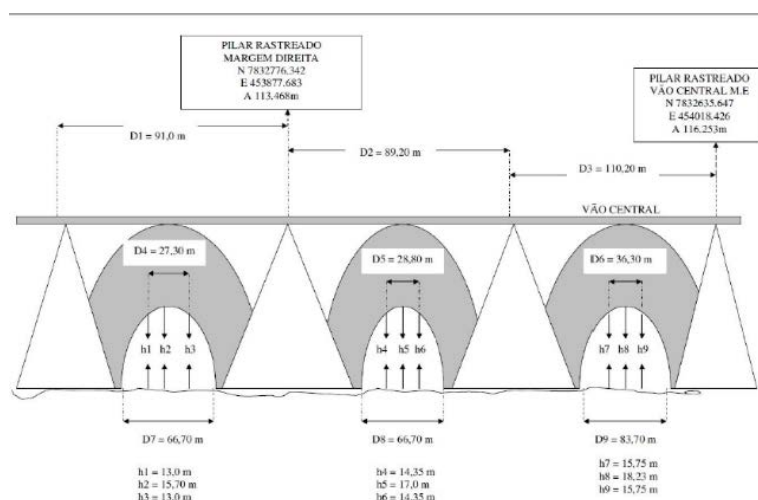
**Tabela 1 - Localização do canal de navegação**

	Ponto de partida	Ponto final
<b>Latitude</b>	-19° 36' 11"	-19° 34' 27"
<b>Longitude</b>	-57° 26' 30"	-57° 25' 00"
<b>Datum</b>	WGS84	WGS84

O traçado do canal foi elaborado seguindo a publicação do PIANC et al. (1997) e apresenta uma extensão de 4.200 metros. Foi estabelecido um comboio base para o dimensionamento do traçado, com configuração 4x4, chatas de 60m x 12m e empurrador com 50m de comprimento. Para permitir o trânsito durante todo o período anual calculou-se uma profundidade de 3,5 metros abaixo do nível de referência, correspondente à cota 80,555m (ITTI, 2012).

#### 4.7. Ponte Eurico Gaspar Dutra

A ponte Eurico Gaspar Dutra desempenha um importante papel de desenvolvimento na região noroeste do país, além de garantir o intercâmbio dessa região com outros países, em especial com a Bolívia. Esta obra ostenta dois quilômetros de extensão, vencidos por arcos que chegam a atingir um vão máximo de 110m entre o leito menor, situado na margem esquerda (visão jusante para montante).



**Figura 7 - Croqui da ponte ferroviária Eurico Gaspar Dutra (ITTI, 2012)**

#### 4.8. Estudos de modelagem anteriores

Com a finalidade de embasar o projeto de dragagem, foi realizada uma modelagem hidrodinâmica e morfológica da aplicação das alternativas dos canais de navegação, no local de estudo. Além da descrição presente no relatório do ITTI (2012), a modelagem foi descrita em mais dois artigos: Ratton et al., (2011a) e Ratton et al., (2011b).

O modelo hidrodinâmico e morfológico usado nas publicações é o pacote do sistema de modelagem CCHE (Universidade do Mississippi). O modelo usa métodos de solução de equações diferenciais (métodos de elementos finitos) e utiliza as equações de Navier-Stokes/Reynolds médias, de forma bidimensional (ITTI, 2012). O modelo

foi implementado e calibrado com os dados oriundos de levantamentos de campo de vazão/velocidade, granulometria dos sedimentos e batimetria.

A comparação entre os estudos realizados e os registros históricos de erosão/sedimentação nas imediações do passo do Jacaré permitiu constatar que o problema de assoreamento do rio Paraguai está associado à existência da ponte ferroviária, que diminuiu a capacidade hidráulica de escoamento do rio neste local (RATTON et al., 2011b). A simulação de evolução sem intervenção confirma a atual situação de passagem crítica do passo do Jacaré, já que demonstra uma tendência de assoreamento na parte central do rio. Como resultado, a simulação da alternativa 3 (canal de 105,6m de largura e 3,5m de profundidade) foi considerada a melhor alternativa do projeto.

## 5. MODELAGEM COMPUTACIONAL

Utilizando os dados descritos no item 4, foi realizado um modelo para a área de estudo. A elaboração do modelo é realizada em três etapas: geométrica, hidrodinâmica e sedimorfológica. Na parte final, os resultados obtidos pelo modelo são comparados aos resultados medidos em campo.

### 5.1. Modelo geométrico

Utilizando uma foto por satélite e os dados batimétricos, foram criados os contornos terrestres do trecho do rio Paraguai em questão. Dentro desses contornos, foi criada uma grade numérica com ajuda do módulo RGFRID, presente no Delft3D. A grade obtida acompanha os contornos, sendo caracterizada como curvilínea, de forma que as linhas de grade na direção longitudinal acompanham a direção dos fluxos mais intensos, para minimizar erros numéricos. A grade é constituída por 109 linhas na direção horizontal à margem do rio (M) e 102 linhas na direção longitudinal (N). Verticalmente, a grade pode ser dividida em layers (camadas  $\sigma$ ) com diferentes porcentagens de espessura. No modelo foram aplicadas dez camadas  $\sigma$ , com a seguinte distribuição de espessura: 2%, 3%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 15%, 20% e 20%. A grade apresenta um total de 111.180 células.

Após a elaboração da grade, examinou-se a sua qualidade. A verificação é realizada dentro do próprio módulo RGFRID. Isso permitiu que a grade atingisse um patamar de qualidade exigido pelo modelo Delft3D, quanto à ortogonalidade, suavidade e resolução dos elementos.

A reprodução da ponte ferroviária Eurico Gaspar Dutra dentro do modelo é realizada pela locação de seus pilares. Para a representação dos pilares da ponte, foram incluídas linhas secas, que impedem a troca de fluxo entre as duas células computacionais adjacentes, sem a redução da superfície molhada total do modelo (DELTARES, 2012). No total foram implementadas dez linhas secas, com dimensões próximas aos pilares, conforme o croqui apresentado no item 4.

### 5.2. Coeficiente de Rugosidade

A definição de um valor inicial do coeficiente de rugosidade empregado no modelo foi precedida de uma análise de sensibilidade que utilizou os dados medidos em campo e os valores atribuídos em outros estudos, sendo  $0,025 \text{ sm}^{-1/3}$  o valor inicial escolhido para ser implementado no leito do rio. Nas margens foi atribuído um valor superior, de  $0,030 \text{ sm}^{-1/3}$ .

### 5.3. Condição de contorno hidrodinâmica

O modelo apresenta duas condições de contorno abertas. Pode-se atribuir diferentes tipos de dados de entrada a esses contornos, de acordo com os dados medidos em campo. No estudo atual optou-se por atribuir uma vazão total na condição de montante e um nível d'água relacionado para a condição de jusante.

A validação do modelo foi realizada com condições de escoamento permanente e utilizando os dados medidos em campo. Os valores correspondentes para a condição de contorno para a validação foram uma vazão de  $3.760 \text{ m}^3/\text{s}$  a montante e o nível d'água de 4,84m a jusante.

Posteriormente, para os cenários de projeto, foram utilizadas três condições específicas, resumidas na Tabela 2. Para as simulações no estado não permanente, o escoamento deve variar em função do tempo. Os valores dos dados de entrada são referentes ao ano de 1978, um dos anos dentro do hidrograma aplicado no estudo realizado pelo ITTI (2012).

Tabela 2 - Condições dos cenários de projeto

Condição	Vazão	Nível d'água (m)
Cheia	3,764	4,84
Média	1.888	1,92
Não permanente	Ano 1978	Ano 1978

#### 5.4. Condição de contorno sedimorfológica

Foram incorporados às condições de contorno hidrodinâmicas valores de concentração referentes aos dois tipos de sedimentos implementados. Os valores de concentração foram calculados em função das medições de volumes de transporte descritos no estudo do ITTI (2012). Para o sedimento não coesivo foi considerado um valor da medição de volume de transporte de fundo, resultando em uma concentração de  $0,000547 \text{ kg/m}^3$ . Os sedimentos coesivos apresentaram uma concentração de  $0,1081 \text{ kg/m}^3$ , correspondente à medição de volume de transporte em suspensão. A velocidade de queda estimada foi de  $0,25 \text{ mm/s}$ , conforme a publicação de Rijn (1993).

#### 5.5. Validação do modelo

Finalizada a implementação do modelo, realizaram-se verificações dos resultados obtidos com os dados medidos em campo. Essas verificações foram realizadas por meio de comparações de nível d'água, declividade e velocidade. Os dados de níveis d'água e de velocidades são dados referentes a medições instantâneas, enquanto a declividade é um dado correspondente ao valor médio obtido na área de estudo.

Os níveis d'água obtidos na simulação hidrodinâmica apresentaram pequenas variações, obtendo uma variação máxima de três centímetros, com os dados medidos em campo (ver Figura 8). A declividade da linha d'água resultante foi de  $27 \text{ mm/km}$ .

A velocidade média nas seções de ADCP selecionadas convergiram com as resultantes do modelo, como apresentada na Tabela 3. Também foram comparados os perfis de velocidades, considerando a média vertical, como apresentada na Figura 9.

Analisando o transporte de sedimentos, foi verificado o volume de sedimentos transportados pelo leito, em seções localizadas com a mesma distância descrita no relatório do IPH (1967); obtém-se assim o volume total de  $255,27 \text{ m}^3/\text{dia}$ , valor muito próximo a  $250 \text{ m}^3/\text{dia}$  descrito no relatório.

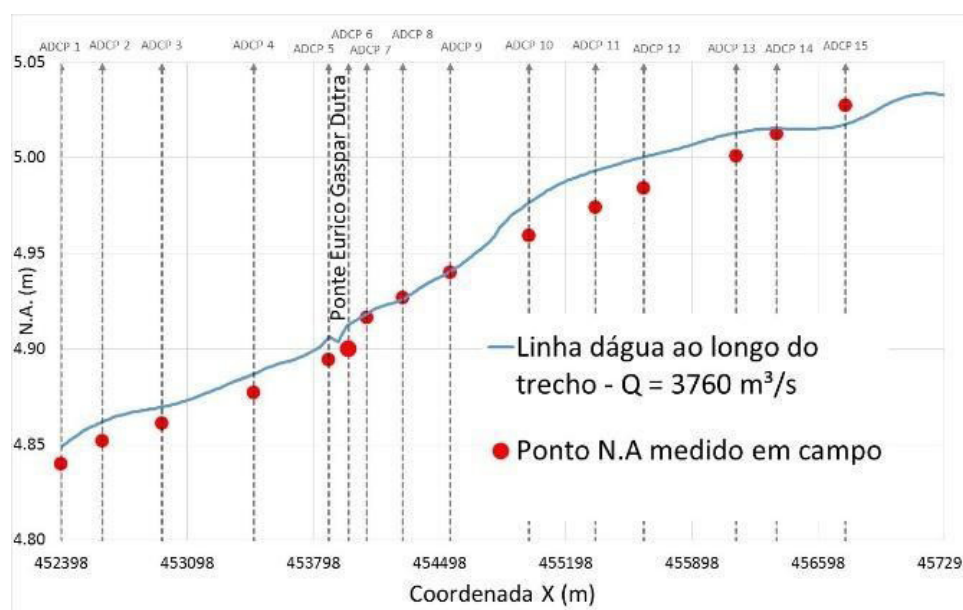


Figura 8 - Locais das seções de ADCP



**Tabela 3 - Comparação da velocidade média**

Seção	Vazão (m <sup>2</sup> /s)		Velocidade média na seção (m/s)	
	Medição	Medição	Model	Erro%
1	3.764	0,93	0,88	5%
14	3.774	0,76	0,69	9%
15	3.726	0,90	0,83	8%

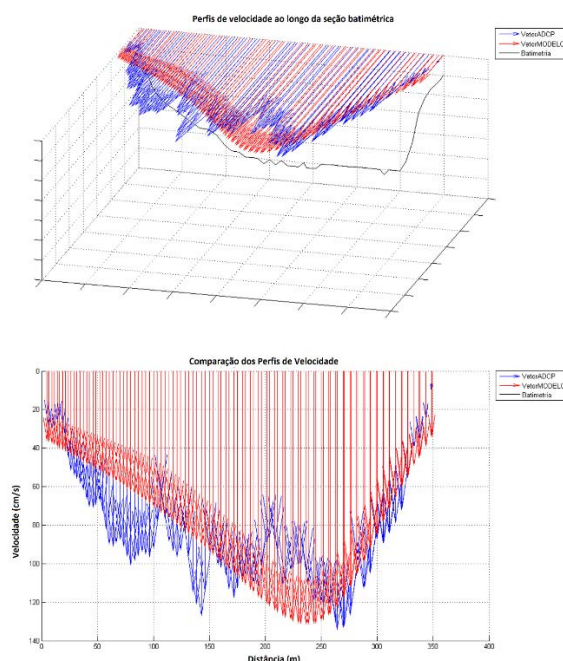


Figura 9 - Comparação do perfil de velocidade na seção 15

## 6. CENÁRIOS DE PROJETO

Foram simulados três cenários distintos no modelo computacional para o estudo de caso. As principais características de cada cenário estão descritas abaixo:

- A) cenário natural: modelo hidrodinâmico (permanente e não permanente), com transporte de sedimentos e alterações morfológicas, utilizando a malha batimétrica medida em campo sem alterações;
- B) cenário com espigões retos: modelo hidrodinâmico (permanente e não permanente), com transporte de sedimentos e alterações morfológicas, com a implantação do canal de navegação e bota-fora na malha batimétrica e com a presença de espigões de crista reta; e
- C) cenário com espigões variáveis: modelo hidrodinâmico (permanente e não permanente), com transporte de sedimentos e alterações morfológicas, com a implantação do canal de navegação e bota-fora na malha batimétrica e com a presença de espigões de crista variável.

## 7. IMPLEMENTAÇÃO DOS ESPIGÕES

O Delft 3D permite a implementação de obras de arte especiais em sua grade computacional. Entretanto, a largura das células dentro da grade computacional é variável, podendo não representar corretamente a largura

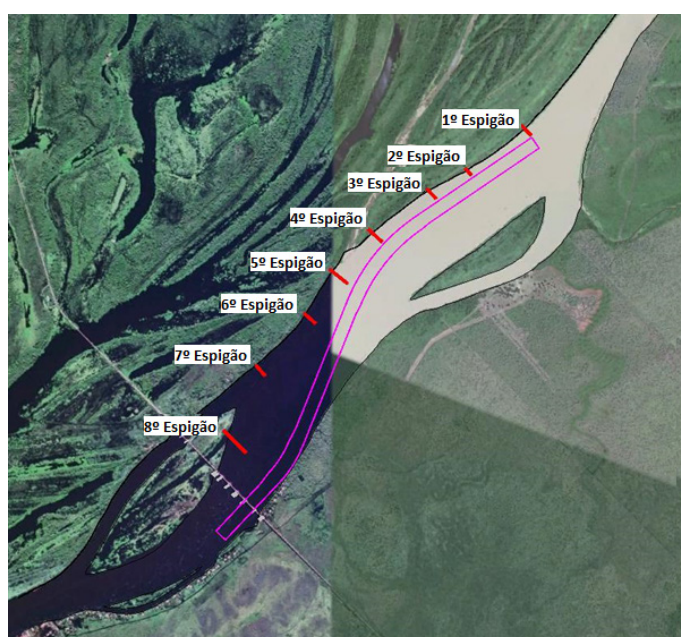
dos espigões. Por esse motivo, os espigões foram considerados, dentro do modelo, como estruturas fixas e finas, inseridas sobre as linhas da grade computacional. O modelo tem a opção de inserir essas estruturas como placas verticais que boqueiam o escoamento em uma direção, denominadas de “Filcdw”. A estrutura bloqueia o escoamento nas camadas  $\sigma$ , até a sua cota de coroamento, permitindo a passagem d’água nas camadas  $\sigma$  superiores à estrutura. Deve-se atribuir uma célula inicial e uma final, além de sua cota de coroamento e um coeficiente de descarga para estrutura (DELTARES, 2012).

Seguindo a metodologia descrita em (COPELAND, 1983) foi adotada uma premissa na qual as cabeças dos espigões devem localizar-se sob o traçado da nova margem. A nova linha da margem tem como base a linha do canal de navegação, sendo deslocados vinte metros em direção à margem. À medida que o canal foi se afastando da margem direita, os espigões aumentaram de comprimento significativamente. Por conta desse efeito foi aplicado como critério que a cabeça dos espigões da região central deveriam estar alinhadas.

Devido à variação da distância entre as margens, a relação entre o comprimento do espigão e o espaçamento foi considerada variável. Para evitar a redução de passagem do escoamento pela ponte foi inserido um espigão localizado na ilha do Jacaré, com a premissa de que a cabeça do espigão fique na linha do sexto pilar da ponte. A Tabela 4 mostra a configuração adotada no estudo e ilustrada na Figura 10.

**Tabela 4 - Dimensionamento dos Espigões**

Espigão	Comprimento (L)	Relação s/L	Espaçamento (s)
1	116 m	5	580 m
2	78 m	5	390 m
3	116 m	5	580 m
4	166 m	3	498 m
5	250 m	2	410 m
6	141 m	4	564 m
7	124 m	-	-
8	270 m	-	-



**Figura 10 - Localização dos espigões**

No segundo cenário, os espigões inseridos possuem uma crista constante (cota da raiz é igual à cota da cabeça do espigão), estabelecida na cota 82,555m. Os espigões do terceiro cenário têm as mesmas dimensões dos apresentados no segundo cenário, entretanto sua crista foi considerada variável (espigões escada). Todos os espigões partem da cota de raiz ( $C_{t\text{inicial}}$ ) e atingem a cota da cabeça ( $C_{t\text{final}}$ ) por meio de degraus. Cada espigão apresenta número e altura de degraus diferentes, uma vez que a cota da cabeça é individual para cada espigão, dependendo da profundidade na qual o espigão está inserido. Cada espigão do terceiro cenário apresenta uma altura de degrau fixa e o número de degraus não pode ser superior a dez (número de camadas  $\sigma$ ). A Tabela 5 mostra os valores adotados para cada espigão. A Figura 11 ilustra uma seção com o espigão de crista variável dentro do modelo.

Tabela 5 - Dimensionamento dos degraus

Espigão	Número de degraus (un.)	Altura degrau (m)
1	8	0,80
2	10	0,60
3	7	0,94
4	7	0,89
5	7	0,82
6	10	0,68
7	10	0,58
8	7	0,75

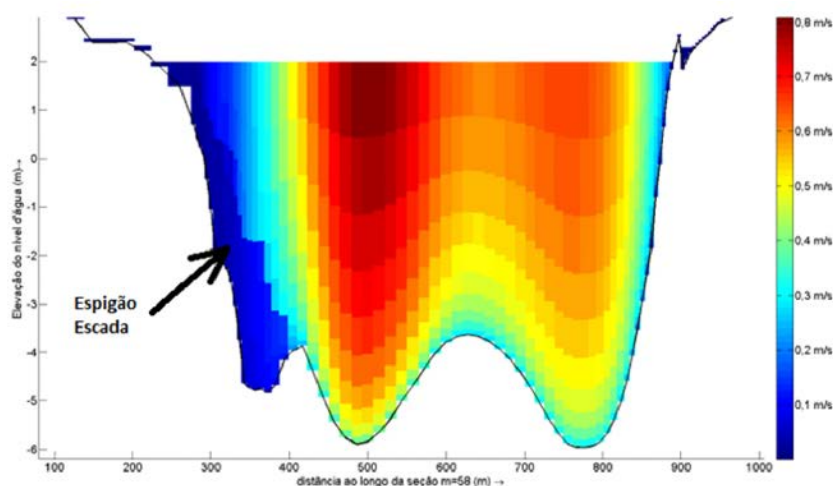
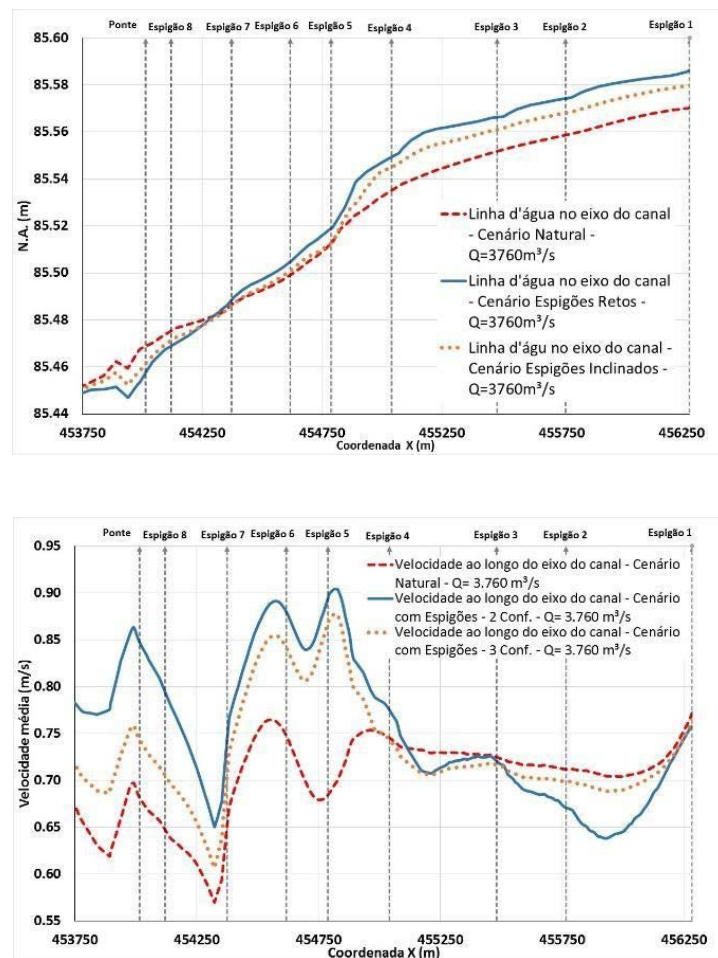


Figura 11 - Seção com espigão inclinado

## 8. RESULTADOS

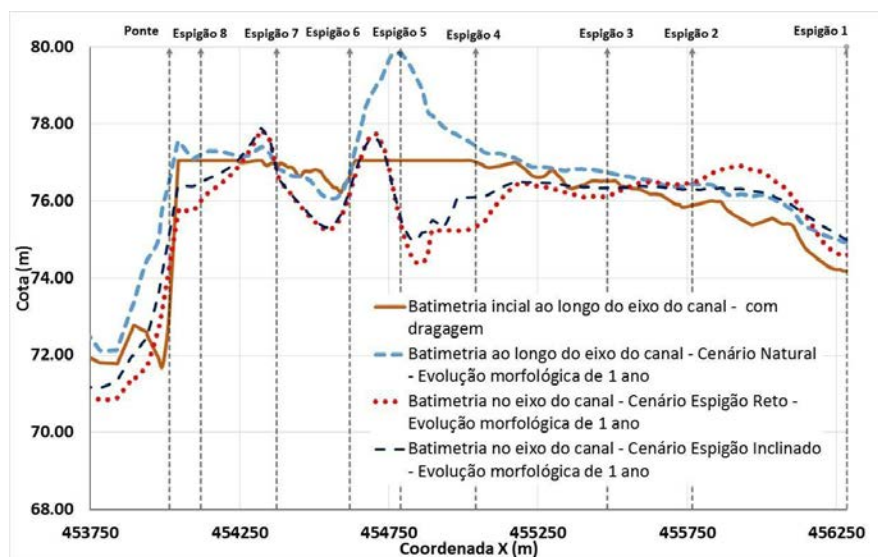
Os resultados obtidos entre as simulações foram comparados em função do nível d'água, da velocidade, da evolução morfológica e da condição de navegabilidade.

As variações de nível d'água e velocidade, ao longo do canal de navegação, para condição de cheia, são apresentadas na Figura 12.



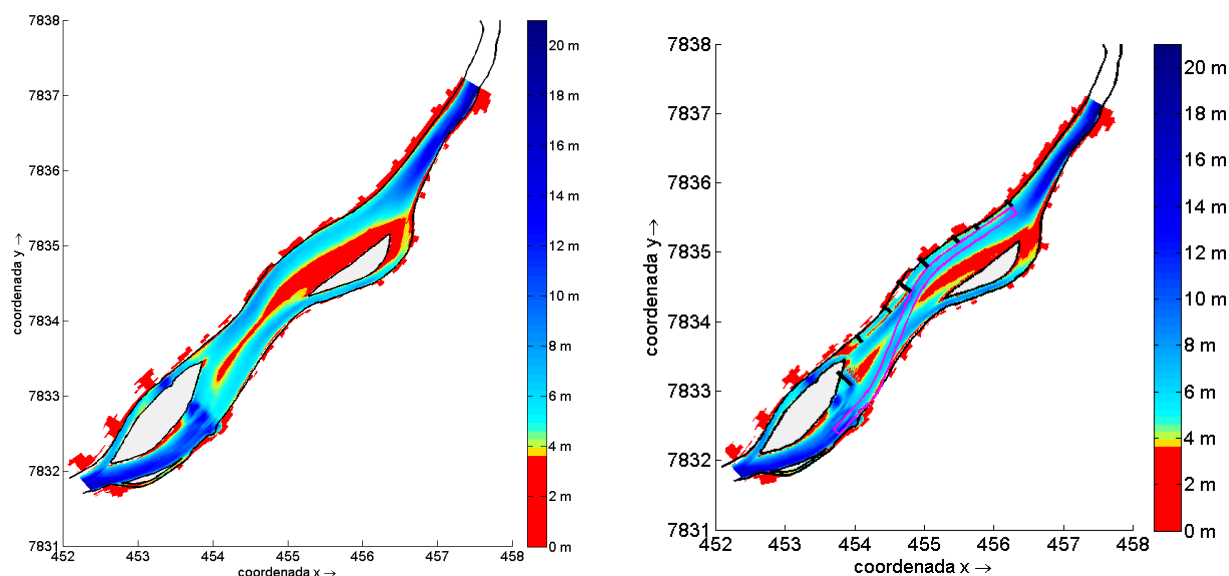
**Figura 12 - Variação dos níveis e velocidades na condição hidrológica de cheia ( $Q=3.760\text{m}^3/\text{s}$ )**

A simulação da evolução morfológica representa variações no leito do rio ao longo de um ano. A comparação entres os cenários, ao longo do eixo do canal, são apresentados na Figura 13.



**Figura 13 - Variação morfológica da batimetria, após um ano no regime não permanente**

A Figura 14 mostra a possibilidade de navegação na área de estudo, após a evolução morfológica de um ano, para o cenário natural e o cenário com espigões retos.



**Figura 14 - Verificação da navegabilidade ao longo da área de estudo, para um calado de 3,5 m, no (a) cenário natural e no (b) cenário com espigões, após a evolução morfológica de um ano**

### 8.1. Análise dos resultados

Após a obtenção dos resultados das simulações pode-se realizar uma análise global do estudo.

O cenário com espigões retos foi elaborado tendo como premissa principal o comprimento máximo do espigão, gerando seu dimensionamento mais adequado. Os resultados alcançados mostram que além de obter uma redução do assoreamento ao longo do canal de navegação, a implantação dos espigões não gerou grandes elevações do nível d'água durante a passagem de uma cheia. Apesar do afastamento do traçado do canal de navegação, o cenário conseguiu alterar as velocidades ao longo do canal. Também foram observadas zonas de erosões, fora do traçado do canal de navegação, possibilitando uma possível revisão do traçado sugerido pelo ITTI (2012).

Utilizando espigões com cristas inclinadas, o terceiro cenário apresentou uma abordagem diferente. Seu conceito não se dirigia à evolução do dimensionamento, e sim à alteração do próprio espigão. A concepção de espigões em escada provém da necessidade de redução de custos e da facilidade de execução. O cenário permitiu a verificação das alterações que esse tipo de espigão pode apresentar frente a um espigão com crista constante. Os resultados obtidos apresentaram variações de nível e velocidade baixas. A evolução morfológica apresentou efeitos semelhantes aos do cenário de espigões retos, entretanto com intensidade inferior. De modo geral, as variações de níveis, velocidade e evolução morfológica foram baixas, indicando que os espigões com crista inclinada apresentam uma relação custo-benefício melhor que os de crista fixa.

## 9. CONCLUSÃO

A verificação da implementação de espigões com o intuito de manter a profundidade e consequentemente reduzir o número de dragagens ao longo da vida útil da hidrovía foi descrita no atual trabalho. O estudo utilizou um modelo matemático hidrodinâmico em conjunto com as medições de campo para reproduzir resultados mais fidedignos. Com os resultados da calibração do modelo pode-se concluir que ele representa bem a hidrodinâmica local, com um erro de aproximadamente três centímetros. A dinâmica dos transportes de sedimentos no local também é representada de forma adequada, tendo um volume de transporte próximo ao medido em campo.

A comparação entre os resultados dos cenários mostra que a implementação dos espigões pode ser eficaz para manutenção e até aumento da profundidade ao longo do canal de navegação, sendo necessário um estudo prévio com diferentes configurações dos espigões. Sem esse devido cuidado, a aplicação do modelo pode produzir alterações significativas de velocidade e nível d'água, gerando prejuízos ambientais e sociais.



A área de estudo não contempla somente a área do canal a montante da ponte. Analisando todo o domínio do modelo na região a jusante da ponte, os resultados provenientes dos cenários com espigões apresentaram um aumento do assoreamento. Esse fato relembra a necessidade de se observar não somente a principal região de estudo, mas também seu entorno.

Outras recomendações podem ser sugeridas para pesquisas futuramente como:

- o refinamento da grade na região dos espigões, a ponto de eles serem considerados parte da batimetria e não estruturas separadas;
- variação do material dos espigões, assim como sua permeabilidade; e
- a cotação de custos e análise financeira geral do empreendimento com espigões.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras: Hidrovia do Paraguai. Brasília: ANTAQ, 2010. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Hidrovia-do-Paraguai.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

AZINFAR, H. Flow Resistance and Associated Backwater Effect Due to Spur Dikes in Open Channels. 2010. Thesis (Ph.D. in Civil Hydrotechnical Engineering) - University of Saskatchewan, Department of Civil and Geological Engineering, [Saskatoon], 2010. Disponível em: <[https://primo-pmtna02.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/fbi72i/TN\\_proquest756248783](https://primo-pmtna02.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/fbi72i/TN_proquest756248783)>. Acesso em: 09 set. 2019.

BAGNOLD, R. A. An Approach to the Sediment Transport Problem from General Physics. Washington: United States Department of the Interior, 1966. (Physiographic and Hydraulic Studies of Rivers -

Geological Survey Professional Paper 422-I). Disponível em: <<https://pubs.usgs.gov/pp/0422i/report.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

BRIGHETTI, G. e MARTINS, J. R. S. Estabilização e Proteção de Margens – PHD 5023 - Obras Hidráulicas. São Paulo: Escola Politécnica / Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2001. 77 p.

CARDOSO, A. H. Hidráulica Fluvial. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1998.

CHOW, V. T. Open Channel Hydraulics. New York: McGraw-Hill, 1959.

CHU, A; WANG, Z. B; DE VRIEND, H. J; STIVE, M. J. F. A Process-Based Approach to Sediment Transport in the Yangtze Estuary. In: International Conference on Coastal Engineering, ICCE 2010, 32, June 30 – July 5 2010, Shanghai, China. Proceedings... Disponível em: <<http://resolver.tudelft.nl/uuid:db31899c-ca91-47a1-879e-4f4fa1d004e8>>. Acesso em: 09 set. 2019.

COPELAND, R. R. Bank Protection Techniques Using Spur Dikes - Final Report. [Washington]: Office, Chief of Engineers, 1983. (Miscellaneous Paper HL-83-1) Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a125156.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

DAILY, J. W; HARLEMAN, D. R. F. Fluid Dynamics. London: Addison-Wesley Pub. Co., 1966.

DELTARES. o. WL | Delft Hydraulics, 2012.

DU BUAT, Pierre Louis Georges. Principes D'Hydraulique Principes d'hydraulique: vérifiés par un grand nombre d'expériences faites para ordee du government. Paris: De l'imprimerie de Monsieur, 1786.

GERRITSEN, H et al. Validation Document Delft3d-Flow : A Software System for 3D Flow Simulations. [S. l.]: Delft Hydraulics, 2007. Disponível em: [https://oss.deltares.nl/c/document\\_library/get\\_file?uuid=39169f8f-4ab0-4f7b-9771-c3f7d0ddd61f&groupId=183920](https://oss.deltares.nl/c/document_library/get_file?uuid=39169f8f-4ab0-4f7b-9771-c3f7d0ddd61f&groupId=183920)>. Acesso em: 09 set. 2019.

GRAF, W. H. Hydraulics of Sediment Transport. Highlands Ranch, CO: Water Resources Publications, 1984.

HU, K; DING, P. The Effect of Deep Waterway Constructions on Hydrodynamics and Salinities in Yangtze Estuary, China. Journal of Coastal Research, Special Issue 56, 2009. p. 961-965

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Ponte Presidente Dutra em Porto Esperança - Estado de Mato Grosso. [Porto Alegre]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1967.

INSTITUTO DE TECNOLÓGICO DE TRANSPORTES E INFRAESTRUTURA. Dragagem do Passo do Jacaré. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012.

JANSEN, P. P; BENDEGOM, L. V; BERG, J. V; VRIES M; Zanen, A. Principles of River Engineering. London ; San Francisco: Pitman Publishing Limited, 1979.

KLUMP, C; BAIRD, D. Recent Criteria for Design of Groins. [Reston, VA]: American Society of Civil Engineers, 1992. (U.S. Bureau of Land Management Papers. 29). Disponível em: <<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1031&context=usblmpub>>. Acesso em: 09 set. 2019.

KUHNLE, R. A; JIA, Y; ALONSO, C. V. Measured and Simulated Flow Near a Submerged Spur Dike. Journal of Hydraulic Engineering, v. 134, Issue 7 - July 2008. DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134:7\(916\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:7(916)).

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES. "Approach Channels – A guide for design". Final Report of the Joint Working Group II-30. Supplement to Bulletin 95. Brussels and Tokyo: PIANC, 1997.

RATTON, E; GOBBI, M. F; GODOY, P. R. C; RATTON, P. Modelagem Hidromorfológica do Trecho Passo do Jacaré da Hidrovia Paraguai-Paraná. In: Seminário de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior, SOBENA HIDROVIÁRIO, 7, Porto Alegre, 2011a. Anais...Porto Alegre: SOBENA, 2011.

RATTON, P; RATTON, E; BLASI, G. F; GODOY, P. R. C; GOBBI, M. F. Aplicação de Estudos Prévios de Modelagem para a Definição da Geometria Estrutural de Pontes. In: Congresso Nacional de Pesquisas e Ensino em Transporte – ANPET, 26, Belo Horizonte, 2011b. Anais... [S.l.]: Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes (ANPET), 2011.

RIJN, L. C. VAN. Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas. [California]: Aqua Publications, 1993.

RIJN, L. C. Van; WALSTRA, D. J. R. Modelling of Sand Transport in Delft3D. [S. l.]: Deltares (WL), 2003. (Report). Disponível em: <<http://resolver.tudelft.nl/uuid:0fa70cf3-e4d2-4436-a3e3-4d2d331e5f50>>. Acesso em: 09 set. 2019.

ROMERO, M; VARGAS, A. Assessment of River Bank Protection Measures at a Steep Mountain River in Bolivia. Hydraulics Lab. Bolivia: San Simon University , 2007.

SOARES, C. Dragagens: Limitações Técnicas e Ambientais Inerentes à Atividade. [S.l.]: Centro de Estudos do Mar (CEM) – UFPR, 2008. (Apresentação)

TIAGO, D. R. F. Simulação Tridimensional de Escoamentos Fluviais. Dissertação Faculdade de Ciências e Tecnologia Departamento de Engenharia Civil. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2011. Disponível em: <<https://run.unl.pt/handle/10362/5603>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

# **Menção Honrosa**

**Conjunto de Indicadores para Avaliação do  
Desempenho Sustentável em Portos.**

**Autores:**

Vanessa de Almeida Guimarães  
Ilton Curty Leal Júnior  
Newton Narciso Pereira

## 1. INTRODUÇÃO

As atividades portuárias são essenciais para o desenvolvimento econômico dos países (ou regiões específicas), uma vez que movimentam cerca de 90% do volume do comércio mundial (SMITH et al., 2015). No Brasil, a movimentação de mercadorias atingiu cerca de 970 milhões de toneladas em 2014, representando um aumento de 9,4% desde 2011 (mesmo considerando a crise brasileira) (ANTAQ, 2012 e 2015).

Apesar da sua relevância econômica, os portos podem causar impactos negativos no meio ambiente, tais como: (i) a emissão de gases do efeito estufa - GEE e poluentes atmosféricos (LEAL JUNIOR; GUIMARÃES, 2013) oriunda, por exemplo, da queima de combustíveis fósseis pelos navios e veículos terrestres; (ii) os ruídos provenientes da operação portuária (seja de navios, de veículos terrestres ou de equipamentos de movimentação); (iii) a poluição da água (e.g. água de lastro e bioinvasão, incrustação, vazamentos, derramamentos de petróleo e derivados); (iv) a potencial contaminação e dispersão atmosférica advinda da movimentação e do armazenamento de cargas perigosas; e (v) problemas associados à remoção e disposição do material dragado (BAILEY et al., 2004; DABRA et al., 2005; BAILEY; SOLOMON, 2004).

Podem-se citar, ainda, os transtornos associados ao uso e à ocupação do solo, além de congestionamentos nos acessos portuários e circulação de veículos pesados pelas cidades. Assim, para lidar com tais impactos, os governos têm criado medidas de controle visando minimizar os potenciais efeitos negativos decorrentes das operações marítimas, terrestres e portuárias. Neste contexto, torna-se fundamental a atuação das agências reguladoras, como da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ no caso do transporte marítimo.

Além dos problemas ambientais, a atividade portuária também pode gerar diferentes níveis de impacto sociais - como desemprego ou desintegração social e violência (LEMOS; GUIMARÃES; LEAL JR, 2014), além de problemas de saúde e impacto na qualidade de vida das pessoas no entorno.

No entanto, embora a atividade portuária possa impactar (negativa ou positivamente) os diferentes atores, regiões e demais envolvidos na operação sob variadas perspectivas, a avaliação do desempenho deste setor considera, de forma separada, os aspectos econômicos, ambientais e sociais. Markovich e Lukas (2011) destacam, ainda, que a dimensão social não costuma ser considerada relevante neste tipo de avaliação. Contudo, enfatiza-se que, para se alcançar a sustentabilidade, é necessário considerá-las em conjunto como recomenda a World Commission on Environment and Development - WCED (1987).

Nesse contexto, este trabalho busca compreender: como avaliar o desempenho dos portos considerando o conceito de sustentabilidade? Dessa forma, o objetivo deste artigo é propor um conjunto de indicadores que permitam avaliar o desempenho sustentável dos terminais portuários (ou dos portos, como um todo)<sup>1</sup>.

Além disso, foram avaliados os cinco terminais com maior volume de contêineres movimentados no ano de 2011, considerando um indicador para cada aspecto que compreende o conceito de sustentabilidade. O objetivo dessa análise foi demonstrar como a avaliação de desempenho dita sustentável poderia ser conduzida a partir dos indicadores propostos. Assim, para estabelecer o ranking de sustentabilidade desses terminais foi aplicada uma técnica multicritério conhecida como Análise Relacional Grey – GRA.

A partir desta introdução, o artigo foi estruturado em quatro seções: (i) avaliação de desempenho em portos e sustentabilidade; (ii) procedimentos metodológicos, (iii) aplicação de indicadores selecionados: avaliação ilustrativa; e (iv) considerações finais.

## 2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM PORTOS E SUSTENTABILIDADE

A avaliação de desempenho no setor de transporte compreende um conjunto de procedimentos que permite analisar se os requisitos da movimentação (de pessoas e/ou de bens) estão sendo atendidos. Baseia-se, para tanto, em critérios predefinidos, buscando a melhoria do serviço (MANHEIM, 1980; MORLOK, 1980; LEAL JR, 2010).

De acordo com Leal Jr. (2010), existem cinco tipos de variáveis usadas para avaliar o desempenho do transporte (categorias, aspectos, atributos, indicadores e medidas) que são interdependentes, sendo que a “categoria” guia os demais. A estrutura proposta pelo autor é apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1 - Variáveis usadas na avaliação de desempenho no transporte**

Elementos	Descrição	Exemplos
Categorias	Determinam o foco da avaliação, portanto, é considerada para definir outras variáveis.	Eficácia, eficiência, efetividade, ecoeficiência e sustentabilidade
Aspectos	Conduzem a perspectiva da avaliação	Econômico, financeiro, ambiental, social, entre outros
Atributos	Referem-se a características relacionadas a alguns elementos (rede, meio de transporte, tipo de operação). Estão relacionados aos aspectos e condução da criação de indicadores.	Custo, velocidade, segurança, nível de serviços, poluição atmosférica, consumo de energia etc.
Indicadores	Eles representam, preferencialmente quantitativamente, os atributos.	Quantidade de carga movimentada por ano (t), quantidade de energia consumida (kWh), custos operacionais (R\$), receita líquida (R\$).

Leal Jr. (2010) destaca que a avaliação de desempenho no setor de transporte, normalmente, considera os aspectos econômico-financeiro e ambiental. No que diz respeito à avaliação de desempenho em portos, a pesquisa bibliográfica mostra que o enfoque principal está na dimensão econômica, visando: (i) otimizar o desempenho da operação de movimentação de cargas (incluindo carregamento e descarga) nos portos (YUN; CHOI, 1999; LEGATO; MAZZA, 2001; KIA et al., 2002; BARROS et al., 2011; CARIS; MACHARIS; JANSSENS, 2011; CHEN et al., 2013; UMANG et al., 2013); (ii) dar suporte à gestão operacional do terminal portuário (DEMIRCI, 2003; PAROLA; SCIAMACHEN, 2005; BIELLI et al., 2006; CORTÉS et al., 2007; GOERLANDT; KUJALA, 2010; ARANGO et al., 2011; ALMAZ; ALTIOK, 2012; DACHYAR, 2012); e (iii) promover de forma racional e eficiente o uso de recursos (DEMIRCI, 2003; ESMER et al., 2010; ARANGO et al., 2011; JA et al., 2012).

A dimensão ambiental também é considerada, embora em menor proporção que a econômica. Entretanto, no contexto portuário, restringe-se especialmente a emissão de GGE e poluentes atmosféricos (como em BAILEY; SOLOMON, 2004; SAXE; LARSEN, 2004; GEERLINGS; VAN DUIN, 2011; CHANG; WANG, 2012; LINDSTAD et al., 2012; CHEN; GOVINDAN; GOLIAS, 2013; FU et al., 2013; ADAMO et al., 2014; GIBBS et al., 2014; SONG, 2014; VIANA et al., 2014). A preocupação com a emissão de GEE pode ser justificada pelo fato do transporte marítimo ter sido responsável por, aproximadamente, três por cento das emissões globais de CO<sub>2</sub> (LINDSTAD et al., 2011).

Em relação à dimensão social, foram encontrados somente cinco artigos abordando este tópico (CUNHA, 2003; QUINTO JUNIOR; COUTINHO, 2011; BERGQVIST; EGELS-ZANDÉN, 2012; OLIVEIRA et al., 2013; LEMOS; GUIMARÃES; LEAL JR, 2014). Bichou (2007) explica que, geralmente, as influências ambientais e sociais são avaliadas por meio de critérios associados aos impactos econômicos (o que justificaria o menor volume de trabalhos científicos encontrados). A constatação do autor é corroborada no estudo de Lemos, Guimarães e Leal Jr. (2014).

Nesse sentido, Markovich e Lucas (2011) reforçam que o aspecto social recebe menos atenção que os ambientais e econômicos, ressaltando a importância da avaliação proposta neste artigo. Assim, acredita-se que as atividades portuárias devem satisfazer a necessidade por movimentação de carga (nacional e internacional), mas com impacto positivo nas dimensões econômica, ambiental e social. Nesse contexto, destaca-se o conceito de sustentabilidade.

De acordo com o Relatório Brundtland (WCED, 1987), o desenvolvimento sustentável significa encontrar as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras. Assim, o desenvolvimento sustentável implica a aceitação de padrões de consumo e uso dos recursos naturais dentro dos limites da capacidade do ecossistema. Isto é entendido como um processo de mudança, em que o uso de recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e institucional devem focar-se nas necessidades atuais e futuras (WALDICHUK, 1991). A legitimação do termo ocorreu durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, no Rio de Janeiro (VEIGA, 2010).

Neste contexto, Steg e Gifford (2005) explicam que alcançar o transporte sustentável implica em encontrar o balanço (atual e futuro) entre os aspectos econômico, ambiental e social. Assim, com base na pesquisa bibliográfica (PRODAT, 2000; WBCSD, 2000, 2006; Ottoni, 2006; LEAL JR, 2010; LEAL JR; GARCIA; D'AGOSTO, 2012; LEAL JR; GUIMARÃES, 2013; LEAL JR; GUIMARÃES; FONSECA, 2013; GUIMARÃES; LEAL JR; GARCIA, 2014; LEMOS; GUIMARÃES; LEAL JR, 2014; IBGE, 2015; JIANG et al., 2015; MOHAMED-CHÉRIF; DUCRUET, 2016; ONU, 2015), foi proposto um conjunto de indicadores para avaliar a sustentabilidade das operações portuárias, conforme Quadro 2.

Para melhor contextualização da aplicação do conceito de sustentabilidade no setor de transportes, recomenda-



-se a leitura de Guimarães e Leal Jr. (2017). Destaca-se que, raramente, os pesquisadores poderão formar medidas de sustentabilidade (considerando indicadores dos três aspectos, em conjunto) como é feito quando se aplica o conceito de ecoeficiência (o qual considera apenas aspectos econômicos e ambientais). Entretanto, salienta-se a importância de usar um conjunto de indicadores de cada aspecto para avaliar o desempenho sustentável de portos (ou terminais). Assim, recomenda-se a aplicação de técnicas multicritério que permitam combinar indicadores na avaliação de desempenho, como a Análise Relacional Grey. Essa técnica será apresentada na Seção 3.

**Quadro 2: Conjunto de indicadores para avaliação do desempenho sustentável em portos**

Aspectos	Atributos	Indicadores	Unidade
Econômico	Capacidade	Quantidade máxima de carga movimentada	TEUs, t ou m³
		Quantidade máxima de mercadoria carregada no porto	TEUs, t ou m³
		Quantidade máxima de mercadoria descarregada	TEUs, t ou m³
		Quantidade máxima de carga no armazém do porto (capacidade estática)	TEUs, t ou m³
	Valor monetário	Quantidade máxima de carga movimentada por equipamento de carga ou veículo	TEUs, t ou m³
		Valor monetário associado ao volume de carga movimentada	US\$
		Receita líquida do porto (ou terminal)	US\$
		Custos operacionais	US\$
	Confiabilidade	Custos totais relacionados à operação do porto (ou terminal)	US\$
		Quantidade de carga danificada	t, TEUs ou m³
		Custos relacionados a perdas e danos	US\$
		Flutuação no tempo de movimentação, de carregamento e/ou descarga	h
	Recursos utilizados <sup>2</sup>	Número de portêineres	Qt
		Número de guindastes móveis portuários - MHCs	Qt
		Número de caminhões-trator	Qt
		Número de semirreboques	Qt
		Número de reach stackers	Qt
		Número de empilhadeiras	Qt
		Número de rubber tyred gantry crane - RTGs	Qt
		Número de transtêineres ferroviários	Qt
Ambiental	Serviço produzido	Número de berços	Qt
		Número de funcionários	Qt
		Número de contêineres movimentado no porto (ou terminal)	TEUs
		Volume de carga movimentado no porto (ou terminal)	m³
	Tempo	Quantidade de carga movimentada no porto (ou terminal)	t
		Tempo total de carregamento	h
		Tempo total de descarga	h
		Tempo total de movimentação da carga	h
		Tempo total de liberação de carga no porto	h
		Emissão de hidrocarbonetos	t
	Poluição atmosférica	Emissão de aldeídos	t
		Emissão de CO	t
		Emissão de gases acidificantes (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> )	t
		Emissão de materiais particulados	t
	Energia consumida	Quantidade total de energia consumida	MJ
		Quantidade total de energia renovável consumida <sup>3</sup>	MJ

	Emissão de GHG (GEE)	Emissão de CO <sub>2</sub>	t
		Emissão de vapor de água	t
		Emissão de metano	t
		Emissão de CFCs	t
		Emissão de N <sub>2</sub> O	t
	Consumo de material	Quantidade de peças sobressalentes descartadas	t
		Quantidade de aço, plástico, madeira e/ou papel consumido na operação do porto (ou terminal) ou descarregado durante as atividades	t
		Intensidade total de ruído emitido por equipamento de movimentação, caminhões e/ou trens dentro do porto (ou terminal)	Db
		Intensidade de ruído emitido por equipamento de movimentação dentro do porto (ou terminal)	Db
	Poluição sonora	Intensidade de ruído emitido por trens dentro do porto (ou terminal)	Db
		Intensidade de ruído emitido por caminhões dentro do porto (ou terminal)	Db
		Intensidade total de ruído emitido por navios dentro do porto (ou terminal)	Db
	Segurança	Número de acidentes durante a movimentação de contêineres/carga	Qt
		Custo total de acidentes <sup>4</sup>	US\$
	Poluição térmica	Quantidade de calor liberado durante as operações	MJ
		Volume de efluentes superaquecidos liberado dentro do ambiente aquático	m³
	Poluição visual	Área total ocupada pelas instalações do porto	km²
		Área total ocupada por um terminal no porto	km²
		Área total ocupada pelo sistema de transporte (interno e de acesso)	km²
Social	Poluição da água e do solo	Quantidade de óleo descartado por equipamento de movimentação	l
		Descarte de lubrificantes	l
		Derramamento/vazamento de produtos químicos	l
		Geração de resíduos sólidos	t
		Geração de água cinza / água de lastro (navios)	l
	Consumo de água	Geração de esgoto	l
		Quantidade total de água consumida no porto (ou terminal)	l
		Quantidade de água consumida no terminal (ou porto) durante a operação	l
		Volume de água reaproveitada	l
	Educação	Escolaridade média da população no entorno do porto/terminal	Anos
		Número de analfabetos no entorno do porto/terminal	Qt
	Emprego	Evasão escolar da população no entorno do porto/terminal	Qt
		Número de empregos formais e/ou diretos	Qt
		Número de empregos informais e/ou indiretos	Qt
		Número de desempregados	Qt
	Habitação	Número de pessoas que já viviam no local em que o porto foi instalado	Qt
		Número de imigrantes relacionados à operação ou instalação do porto	Qt
		Número de emigrantes relacionados à operação ou instalação do porto	Qt

	Número de sem-teto vivendo no entorno do porto	Qt
	Número de comunicações de acidente de trabalho	Qt
Saúde e segurança dos empregados no trabalho	Número de mortes relacionadas a acidente de trabalho	Qt
	Número de empregados licenciados	Qt
	Renda <i>per capita</i>	US\$
Renda	Número de aposentados	Qt
	Número de pensionistas da Seguridade Social	Qt
	Número mulheres contratadas	Qt
Relações de trabalho <sup>5</sup>	Número de idosos contratados	Qt
	Número de jovens contratados <sup>6</sup>	Qt
	Produto Interno Bruto – PIB <i>per capita</i> de uma região/cidade em que o porto está inserido	US\$
Desenvolvimento regional	Número de patentes tecnológicas registradas que tenham interação com o porto	Qt
	Quantidade total de impostos cobrados pelo governo	US\$
	Quantidade total gasta em investimentos sociais	US\$
	Número de contribuintes	Qt
	Área total da cidade (ou sob a influência do porto)	m²
Favelas	Número de pessoas (ou casas) que vivem em áreas de risco	Qt
	Número de pessoas (ou casas) que vivem em áreas sem saneamento básico	Qt
	Número de habitantes da cidade ou região limítrofe ao porto	Qt
	Número de veículos	Qt
Tráfego	Número de pessoas que viajam para trabalhar	Qt
	Distância percorrida entre a casa e o trabalho	Qt
	Número de pessoas que viajam em cada meio de transporte	Qt
	Número de homicídios ou outros crimes relacionados na área de influência do porto/cidade ou região	Qt
	Número de roubos, furtos ou outros crimes relacionados	Qt
	Número de suicídios	Qt
Violência e marginalização em áreas de influência dos portos (direta e indiretamente)	Número de vítimas de acidente de trânsito	Qt
	Número de incidentes de tráfico de drogas registrados	Qt
	Número de usuário de drogas ou dependentes	Qt
	Número de usuário de álcool ou dependentes	Qt
	Número de mendigos	Qt
	Número de prostitutas	Qt
	Número de incidentes sexuais registrados	Qt

É importante salientar que, dentre os indicadores apresentados no Quadro 2, a vertente social é a mais difícil de ser monitorada pelos terminais portuários, pois muitos aspectos ultrapassam sua atuação direta. Isso também demanda uma integração entre o governo e outras instituições das cidades e/ou regiões em que estão inseridos.

Por vezes, os dados necessários para elaboração dos indicadores não são contabilizados pelas cidades ou são de difícil mensuração. Por isso, a interação com as áreas de assistência social, saúde, segurança pública é fundamental para que se possa avaliar o impacto do terminal portuário. Cabe salientar que a hinterlândia dos portos e terminais, muitas vezes, ultrapassa sua área de influência direta o que dificulta ainda mais uma integração das informações sociais.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com intuito de compreender os principais conceitos relacionados a este estudo bem como identificar, selecionar e propor um conjunto de indicadores que permitam a avaliação sustentável de terminais portuários (ou portos), foram feitas pesquisas bibliográfica e documental. Além disso, tais pesquisas embasaram a seleção dos terminais de contêineres que seriam avaliados, bem como a coleta dos dados necessários.

Assim, a fim de mostrar como os indicadores propostos podem ser usados para avaliar o desempenho dos portos (ou terminais), foram selecionados três indicadores (um para cada dimensão da sustentabilidade) para uma avaliação ilustrativa. Os indicadores selecionados foram: “número de contêineres movimentados” para o aspecto econômico; “quantidade total de energia consumida” para a dimensão ambiental e “número de empregos diretos e formais” para o aspecto social. Considerando que eles envolvem diferentes unidades e escalas, foi necessário aplicar uma técnica de agregação para avaliar o desempenho dos terminais.

Assim, aplicou-se a técnica multicritério conhecida como Análise Relacional Grey (GRA). De acordo com Deng (1989), o modelo matemático GRA é baseado em um grupo de observações  $\{x_0(o), x_1(o), \dots, x_m(o)\}$ , onde  $x_0(o)$  é a observação de referência e  $x_1(o), x_2(o), \dots, x_m(o)$  são as observações originais a serem comparadas. Cada observação  $x_i$  inclui  $n$  medidas que são descritas na sequência de termos  $x_i(o) = \{x_i(o)(k), \dots, x_i(o)(n)\}$ , onde cada componente dessa sequência é normalizado, antes de qualquer operação (de acordo com as Equações 1 e 2).

Quanto maior o valor da observação, melhor:

$$x'_i(k) = \frac{x_i^{(o)}(k) - \min_{\forall i}(x_i^{(o)}(k))}{\max_{\forall i}(x_i^{(o)}(k)) - \min_{\forall i}(x_i^{(o)}(k))}$$

para  $i: 0 \dots m, k: 1 \dots n$  (1)

Quanto menor o valor da observação, melhor:

$$x'_i(k) = \frac{\max_{\forall i}(x_i^{(o)}(k)) - x_i^{(o)}(k)}{\max_{\forall i}(x_i^{(o)}(k)) - \min_{\forall i}(x_i^{(o)}(k))}$$

para  $i: 0 \dots m, k: 1 \dots n$  (2)

Onde:  $x'_1(k)x'_1(k)$  é o valor normalizado da medida  $k$  para a observação original  $x_i(o)$ .

A sequência na qual os atributos normalizados são os maiores possíveis, (representando um “estado desejado” para qualquer sequência), é representada por  $x_0$  (que assume valor igual a 1). Essa abordagem oferece uma diretriz para todos os casos em que um padrão de referência não é facilmente encontrado (ou calculado).

Depois de normalizar os dados de cada série, os coeficientes relacionais grey © são calculados (Equação 3).

$$\gamma(x'_0(k), x'_i(k)) = \frac{\min_{\forall i} \min_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)| + \zeta \max_{\forall i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|}{x_0(k) - x_i(k) + \zeta \max_{\forall i} \max_{\forall k} |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (3)$$

Onde  $\zeta \in [0,1]$  assume, em geral, 0,5 como valor. Isso ajuda somente a distinguir os elementos da sequência, não influenciando a ordem final do ranking (Deng, 1989).

Depois de estabelecer o coeficiente relacional grey, os graus relacionais grey devem ser estabelecidos ( $\Gamma_i$ ) para cada sequência de dados, de acordo com a Equação 4 (Deng, 1989).

$$\Gamma_i = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma_i(x'_0(k), x'_i(k)) \quad (4)$$

Onde  $\beta_k$  é o peso de cada medida e  $\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$ .

Aplicando a GRA foi possível avaliar o desempenho dos terminais e desenvolver o ranking sustentável baseado nos indicadores selecionados, conforme apresentado na Seção 4.

## 4. APLICAÇÃO DOS INDICADORES SELECIONADOS: AVALIAÇÃO ILUSTRATIVA

Considerando os indicadores selecionados e apresentados na seção anterior, foram coletadas informações sobre os cinco terminais com maior volume de contêineres movimentados em 2011 (conforme Tabela 1).

**Tabela 1: Valor dos indicadores para os portos selecionados**

Terminais	Ambiental	Econômico	Social
	Consumo de Energia [MJ]	Quantidade de contêineres movimentados [CTN]	Número de empregos formais e diretos [Qt]
<b>Tecon Santos</b>	164.328.426	968,834	2,500
<b>Libra Santos</b>	106,461,398	408,200	894
<b>Ecoporto (Tecondi)</b>	89.388.436	380.070	862
<b>Tecon Rio Grande</b>	87.496.280	394,923	806
<b>TCP</b>	55.974.753	413.245	360

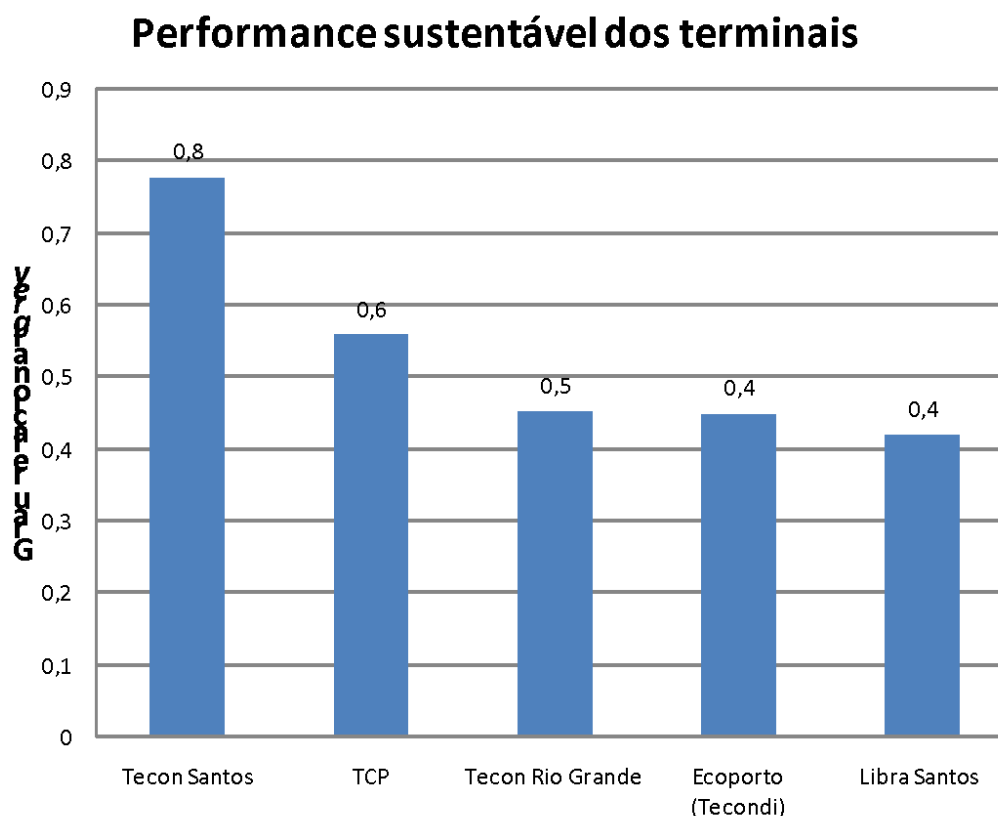
Nota: Optou-se por adotar como ano base 2011 (e não considerar a movimentação de 2016), tendo em vista que não foram encontrados dados disponíveis para atualização dos demais indicadores nos sites das agências reguladoras e dos terminais portuários.

*Fonte: baseado em Guimarães, Leal Jr e Garcia (2014), Leal Jr, Guimarães e Fonseca (2013) e ABRATEC (2015)*

Os indicadores econômico e social foram normalizados aplicando a Equação 1 (quanto maior, o melhor), enquanto a Equação 2 foi usada para o indicador ambiental, tendo em vista que se deseja o menor nível de con-



sumo de energia possível (quanto menor, melhor). Em seguida, foi calculado o coeficiente relacional grey (Equação 3) assumindo  $\lambda = 0,5$  e, então, o grau relacional grey (Equação 4). Foram considerados pesos iguais para cada indicador (0.33) tendo em vista que as três dimensões têm a mesma importância no conceito de sustentabilidade. Os resultados estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1: Ranking dos terminais de acordo com o seu desempenho sustentável**

De acordo com a Figura 1, Tecon Santos é o terminal com o melhor desempenho considerando os indicadores sustentáveis, seguido por TCP e Tecon Rio Grande. Ecoporto e Libra Santos estão empatados na última posição. Destaca-se que, apesar do Tecon Santos ter o maior volume de movimentação de contêineres (duas vezes superior ao segundo maior volume), esse terminal não registra a maior quantidade de energia consumida. Este fato influenciou diretamente nos resultados do Tecon Santos, uma vez que este terminal obteve os melhores resultados nos indicadores econômico e social.

Além disso, é possível notar que a quantidade de contêineres movimentados não está diretamente relacionada ao consumo de energia (uma vez que depende do tipo de equipamento de movimentação e dos veículos usados na operação) e ao número de empregos formais (este depende do grau de tecnologia empregado na operação de portos/terminais, da posição estratégica do terminal e de eventuais ações de responsabilidade social junto à comunidade local).

Apesar de o TCP ter registrado o pior resultado no indicador social, ele alcançou a segunda posição no ranking de sustentabilidade por ser o melhor terminal em termos ambientais: a quantidade de energia consumida pelo TCP é 50% menor que a do Tecon Rio Grande – terminal com o segundo menor consumo – e 190% menor que a do Tecon Santos – o terminal com maior consumo. Além disso, salienta-se que o TCP registrou, em 2011, o segundo maior volume de movimentação de contêineres.

É importante mencionar que nenhum terminal atingiu um grau de sustentabilidade superior a 0,8 (80%). Além disso, somente Tecon Santos e TCP alcançaram desempenho superior a 50%, sugerindo que ações de melhorias podem ser necessárias (como o uso de equipamentos com maior eficiência energética na operação) em todos os terminais avaliados, visando a melhoria de seus respectivos desempenhos.

Salienta-se, também, que a seleção de somente três indicadores (um para cada dimensão de sustentabilidade) pode ter influenciado os resultados. Contudo, enfatiza-se que a avaliação apresentada visou apenas ilustrar como os indicadores propostos poderiam ser usados para avaliar o desempenho dos portos (ou terminais). Apesar disso, foi possível verificar em que dimensão cada terminal precisa direcionar ações de melhoria.

Por fim, é importante ressaltar que a aplicação de uma metodologia quantitativa reduz a subjetividade associada à interpretação dos dados. Contudo, é preciso ser cuidadoso para que as informações coletadas não sejam manipuladas em função da conveniência de algum terminal. Em alguns casos, especialmente para determinação de indicadores sociais, pode ser necessário coletar a opinião de especialistas, assim, deve-se ter cautela em relação ao grau de subjetividade e à clareza no instrumento de coleta de dados para que haja acurácia na avaliação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do conceito de sustentabilidade estar ocupando papel de destaque em conferências internacionais, a avaliação de desempenho em portos geralmente considera apenas os aspectos econômicos e ambientais (esta dimensão em menor proporção). Além disso, a pesquisa bibliográfica mostra que existe uma confusão conceitual em relação às próprias variáveis que podem ser usadas na avaliação de desempenho. Então, foi proposta a aplicação da estrutura desenvolvida por Leal Jr (2010) que se baseia em categorias, aspectos, atributos, indicadores e medidas.

Assim, acredita-se que o principal objetivo desse artigo tenha sido alcançado uma vez que foi proposto um conjunto de indicadores considerando os aspectos econômico, social e ambiental relacionados à operação portuária. Além disso, foi avaliado o desempenho dos cinco terminais que registraram o maior nível de movimentação de contêineres no ano de 2011. Esta avaliação teve como objetivo demonstrar como os indicadores propostos poderiam ser usados para avaliar o desempenho sustentável de terminais (ou portos). Considerando a confusão conceitual mencionada e a dificuldade de encontrar artigos envolvendo aspectos sociais em portos, enfatiza-se a relevância desse trabalho.

Acredita-se que a proposta presente neste artigo possa auxiliar, inclusive, as inovações desenvolvidas pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. Verifica-se que a agência já propõe indicadores para avaliação do desempenho portuário, embora estes sejam muito focados, ainda, em questões ambientais. Dentre os 38 indicadores propostos pelo Índice de Desempenho Ambiental Portuário, apenas três tangenciam a questão social (sendo, promoção de ações de educação ambiental; ações de promoção da saúde; e, plano de contingência de saúde no porto). Assim, entende-se que a presente pesquisa possa contribuir para eventuais melhorias e propostas de monitoramento feitas pela agência.

A escassez de dados pode ser mencionada como limitação do artigo, o que impediu a aplicação de um maior número de indicadores. Não foi possível atualizar as informações dos terminais uma vez que não foram encontrados dados disponíveis nos sites das agências reguladoras e dos portos. Além disso, a avaliação de desempenho considerando apenas três indicadores pode ter restringido os resultados.

Contudo, ressalta-se que a utilização dos indicadores propostos pode trazer mais transparência às operações dos portos e terminais, no que se refere à sustentabilidade de suas operações (e sua atuação). O princípio da transparência é fundamental para que as agências reguladoras possam atuar e direcionar os esforços nas soluções de problemas que visem garantir a sustentabilidade do ambiente portuário.

Neste contexto, apontam-se como sugestões para novos estudos: (i) a avaliação de maior quantidade de terminais de contêineres (ou outros tipos de terminais); (ii) a avaliação que compreenda o porto, como um todo (considerando todos os terminais que o compõem); (iii) uma nova aplicação dos indicadores propostos (elegendo, pelo menos, dois para cada aspecto); (iv) pesquisa com especialistas a fim de levantar quais dos indicadores propostos são mais relevantes para avaliação do contexto portuário (nacional e internacionalmente); (v) a aplicação de outras técnicas multicritério para ranquear os portos (ou terminais); (vi) a aplicação da simulação de Monte Carlo para incorporar as incertezas associadas à análise, bem como verificar a probabilidade de um terminal apresentar desempenho superior aos demais, entre outras.

Por fim, acredita-se que a ANTAQ possa utilizar este estudo para ampliar a sua base de monitoramento dos indicadores de desempenho ambiental portuário no Brasil, tanto para portos públicos quanto para terminais de uso privativo. Inclusive, a base de monitoramento poderia ser estendida para as outras dimensões (econômica e social), visando alcançar a sustentabilidade nas operações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAZILIAN ASSOCIATION OF CONTAINER TERMINALS OF PUBLIC USE (ABRATEC). Estatísticas. Rio de Janeiro, ABRATEC, 2015. [Online] Disponível em: <<https://abratec.terminais.org.br/estatisticas>>. Acesso em 27 abr. 2015. [in Portuguese].
- ADAMO, F. et al. Estimation of ship emissions in the port of Taranto. *Measurement*, v. 47, p. 982-988, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.09.012>.
- ALMAZ, O. A; ALTIOK, T. Simulation modeling of the vessel traffic in Delaware River: impact of deepening on port performance. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 22, p. 146-165, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2011.12.004>.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO (ANTAQ). Informative report about ports 4th Quarter / 2011. Brasília, DF: ANTAQ, 2012. Disponível em: <<http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/Boletim-Portu%C3%A1rio-correspondente-ao-quarto-trimestre-de-movimenta%C3%A7%C3%A3o-de-carga.-1-1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015. [in Portuguese].
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO (ANTAQ). Statistical waterway yearbook 2014. Brasília/DF: ANTAQ, 2015. [Online] Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/anuario/>>. Acesso em: 27 abr. 2015. [in Portuguese].
- ARANGO, C; CORTÉS, P; MUÑUZURI, L. O. J. Berth allocation planning in Seville inland port by simulation and optimization. *Advanced Engineering Informatics*, v. 25, n. 3, p. 452-461, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aei.2011.05.001>.
- BAILEY, D; SOLOMON, G. Pollution prevention at ports: clearing the air. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 24, Issues 7-8, October-November 2004, p. 749-774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.06.005>.
- BAILEY, D. et al. Harboring pollution - Strategies to Clean Up U.S. Ports. California: Natural Resources Defense Council, ©2004. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/sites/default/files/ports2.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.
- BARROS, V. H; COSTA, T. S; OLIVEIRA, A. C. M; LORENA, L. A. N. Model and heuristic for berth allocation in tidal bulk ports with stock level constraints. *Computers & Industrial Engineering*, v. 60, issue 4, p. 606-613, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.12.018>.
- BERGQVIST, Rickard; EGELS-ZANDÉN, Niklas. Green port dues - The case of hinterland transport. *Research in Transportation Business & Management*, v. 5, p. 85-91, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.10.002>.
- BICHOU, Khalid. Review of Port Performance Approaches and a Supply Chain Framework to Port Performance Benchmarking. *Research in Transportation Economics*, v. 17, p. 567-598, 2006. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0739-8859\(06\)17024-9](https://doi.org/10.1016/S0739-8859(06)17024-9).
- BIELLI, M; BOULMAKOUL, A; RIDA, M. Object oriented model for container terminal distributed simulation. *European Journal of Operational Research*, v. 175, issue 3, p. 1731-1751, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.02.037>.
- CARIS, A; MACHARIS, C; JANSSENS, G. K. Network analysis of container barge transport in the port of Antwerp by means of simulation. *Journal of Transport Geography*, v. 19, issue 1, p. 125-133, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2009.12.002>.
- CHANG, C. C; WANG, C. M. Evaluating the effects of green port policy: Case study of Kaohsiung harbor in Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 17, issue 3, p. 185-189, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.11.006>.
- CHEN, L; LANGEVIN, A; LU, Z. Integrated scheduling of crane handling and truck transportation on a maritime

container terminal. *European Journal of Operational Research*, v. 225, issue 1, p. 142-152, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.09.019>.

CHEN, G; GOVINDAN, K; GOLIAS, M. M. Reducing truck emissions at container terminals in a low carbon economy: Proposal of a queueing-based bi-objective model for optimizing truck arrival pattern. *Transportation Research Part E*, v. 55, August 2013, Pages 3-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.03.008>.

CORTÉS, P; MUÑOZURI, J; IBÁÑEZ, N; GUADIX, J. Simulation of freight traffic in the Seville inland port. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 15, issue 3, p. 256-271, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2006.11.004>.

CUNHA, Ícaro. Environmental conflict in coastal waters: Port-City Relationship in São Sebastião Channel. *Environment & Society, Campinas*, v. 6, n. 2, p. 83-98, dez. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2003000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2003000300006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300006>.

DACHYAR, M. Simulation and optimization of services at port in Indonesia. *International Journal of Advanced Science and Technology*, v. 44, p. 25-31, Jul. 2012.

DARBRA, R. M. et al. A procedure for identifying significant environmental aspects in sea ports. *Marine Pollution Bulletin*, n. 50, issue 8, p. 866-874, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.037>.

DEMIRCI, E. Simulation modelling and analysis of a port investment. *Simulation*, v. 79, n. 2, p. 94-105, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1177/0037549703254523>.

DENG, J. Introduction to grey theory. *Journal of Grey Systems*, v. 1, issue 1, p. 1-24, 1989.

ESMER, S; CETI, I. B; TUNA, O. A simulation for optimum terminal truck number in a Turkish port based on lean and green concept. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, v. 26, n. 2, p. 277-296, 2010. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2092-5212\(10\)80006-9](https://doi.org/10.1016/S2092-5212(10)80006-9).

FU, M. et al. Real-world emissions of inland ships on the Grand Canal, China. *Atmospheric Environment*, v. 81, p. 222-229, Dec. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.08.046>.

GEERLINGS, H; DUIN, R. V. A new method for assessing CO<sub>2</sub>-emissions from container terminals: a promising approach applied in Rotterdam. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, issues 6-7, p. 657-666, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.10.012>.

GIBBS, D; RIGOT-MULLER, P; MANGAN, J; LALWANI, C. The role of sea ports in end-to-end maritime transport chain emissions. *Energy Policy*, v. 64, p. 337-348, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.024>.

GOERLANDT, F; KUJALA, P. Traffic simulation based ship collision probability modeling. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 96, issue 1, p. 91-107, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.res.2010.09.003>.

GUIMARÃES, V. A; LEAL JR, I. C. Performance assessment and evaluation method for passenger transportation : a step toward sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, part. 1, p. 297-307, Jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.071>.

GUIMARÃES, V. A; LEAL JR, I. C; Garcia, P. A. A. Environmental performance of Brazilian container terminals: a data envelopment analysis approach. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, v. 160, issue 19, p. 178-187, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.129>.

IBGE (2015). IPEA. Social: Regional Information. Brazilian Institute of Geography and Statistics. Rio de Janeiro, Brasil. [Online] available from: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (accessed 27 april 2015) [in Portuguese].

JA, A. H; CHO, S; PAK, M. Fuel consumption within cargo operations at the port industry - A simulation analysis on the case of S Port company in the UK. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, v. 28, n. 2, p. 227-254, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2012.08.005>.

JIANG, Y; YANG, Z; ZHU, H; YAO, B; YU, B. The equilibrium location of industrial manufacturing and laborers working in the pan-Pearl River Delta of China. *Journal of Transportation Research*, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1179/1942787514Y.0000000028>.

KIA, M; SHAYAN, E; GHOTB, F. Investigation of port capacity under a new approach by computer simulation. *Computers & Industrial Engineering*, v. 42, issues 2-4, p. 533-540, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(02\)00051-7](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00051-7).

LEAL Jr., I. C. Modal choice method for transporting hazardous products based on eco-efficiency measures. 2010. Doctoral Thesis (Doctoral programs Program in Transport Engineering) - Federal University of Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro, 2010. [in Portuguese].

LEAL Jr, I. C; GARCIA, P. A, D'AGOSTO, M. A. A data envelopment analysis approach to choose transport modes based on eco-efficiency. *Environment, Development and Sustainability*, v. 14, n. 5, p. 767-183, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-012-9352-x>.

LEAL JR, I. C; GUIMARÃES, V. A. Analysis of eco-efficiency in port terminal operations with the application of multi-criteria decision aid technique. *Revista Transportes*, v. 21, n. 3, p. 40-47, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4237/transportes.v21i3.688>. [in Portuguese]

LEAL JR, I. C; GUIMARÃES, V. A; FONSECA, R. R. Performance evaluation of container terminals under the economic-financial and environmental focus. In: National Association for Research and Education in Transportation Meeting (ANPET), 27, Belém, Brasil, 2013. Proceedings...[S.l.]: ANPET, 2013. [in Portuguese]

LEGATO, P; MAZZA, R. M. Berth planning and resources optimization at a container terminal via discrete event simulation. *European Journal of Operational Research*, v. 133, issue 3, p. 537-547, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00200-9](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00200-9).

LEMOS, V. C. L; GUIMARÃES, V. A; LEAL JR, I. C. Aspects to study social impacts in ports. In: National Association for Research and Education in Transportation Meeting (ANPET), 28, Curitiba, Brasil, 2014. Proceedings...[S.l.]: ANPET, 2014. [in Portuguese].

LINDSTAD, H; ASBJØRNSLETT, B. E; STRØMMAN, A. H. The Importance of economies of scale for reductions in greenhouse gas emissions from shipping. *Energy Policy*, v. 46, p. 386-398, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.077>.

LINDSTAD, H; ASBJØRNSLETT, B. E; STRØMMAN, A. H. Reductions in greenhouse gas emissions and cost by shipping at lower speeds. *Energy Policy*, v. 39, issue 6, p. 3456-3464, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.03.044>.

MANHEIN, L. M. Understanding Supply in Transportation Systems. *Transportation Research*, Great Britain, v. 14A, issue 2, Apr. 1980, p.119-135. DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(80\)90111-9](https://doi.org/10.1016/0191-2607(80)90111-9).

MARKOVICH, Julia; LUKAS, Karen.. The Social and Distributional Impacts of Transport: A Literature Review. Oxford, UK: Transport Studies Unit/Oxford University, 2011. (Working Paper N° 1055) . Disponível em: <https://www.tsu.ox.ac.uk/pubs/1055-markovich-lucas.pdf>. Acesso em: 09 set. 2019.

MOHAMED-CHÉRIF, F; DUCRUET, C. Regional integration and maritime connectivity across the Maghreb sea-port system. *Journal of Transport Geography*, v. 51, p. 280-293, Feb. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.013>.



MORLOK, Edward. K. Types of Transportation Supply Functions and Their Applications. *Transportation Research*, Great Britain, v. 14B, issues 1-2, p. 9-27, March-June 1980. DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(80\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0191-2615(80)90030-2).

OLIVEIRA, D. S. et al. Expansão Portuária, Desenvolvimento Municipal e Alterações Ambientais no Brasil: Desafios para a gestão costeira. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, Lisboa, v. 13, n. 1, p. 79-87, mar. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-88722013000100006&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-88722013000100006&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 11 set. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5894/rgci356>.

UNITED NATIONS ORGANIZATION. MDGs Dynamic reports. [S. l.]: ONU, 2016. [Disponível em: <http://rd.portalods.com.br/>. Acesso em: 27 abr. 2015. [in Portuguese]

OTTONI, C. Social indicators in the formulation of Brazilian federal public policy: Theory and Practice. 2006. 181 f. Masters Dissertation - Universidade de Brasília, FACE - Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência de Informação e Documentação, 2006. [in Portuguese]

PAROLA, F; SCIOMACHEN, A. Intermodal container flows in a port system network: Analysis of possible growths via simulation models. *Int. J. Production Economics*, v. 97, n. 1, p. 75-88, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.051>. Volume 97, Issue 1.

PROGRAMA NACIONAL DE MELHORIA DE INFORMAÇÃO E ESTATÍSTICAS SOBRE DOENÇAS E ACIDENTES DO TRABALHO (PRODAT). Statistics on illnesses and work accidents in Brazil: situation and prospects. São Paulo: PRODAT, 2000. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/700/784/00001034.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2015.

QUINTO JUNIOR, Luiz de Pinedo; RANGEL COUTINHO, Roger; OSORIO, Giselle Andrea. Evaluación de la sustentabilidad ambiental del entorno del complejo portuario industrial de Açú: Las comunidades frente a las transformaciones socio ambientales oriundas del emprendimiento. *Bitácora Urbano Territorial*, [S.l.], v. 2, n. 19, p. 9-20, jul. 2011. ISSN 2027-145X. Disponível em: <<https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/27972>>. Acesso em: 11 set. 2019.

SAXE, H; LARSEN, T. Air pollution from ships in three Danish ports. *Atmospheric Environment*, v. 38, n. 24, p. 4057-4067, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.03.055>.

SMITH, T. W. P. et al. Third IMO GHG Study 2014. London: International Maritime Organization - IMO, England, 2015. Disponível em: < <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

SONG, S. Ship emissions inventory, social cost and eco-efficiency in Shanghai Yangshan port. *Atmospheric Environment*, v. 82, p. 288-297, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.10.006>.

STEG, L; GIFFORD, R. Sustainable transportation and quality of life. *Journal Of Transport Geography*, v. 13, n. 1, p. 59-69, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.003>.

UMANG, N; BIERLAIRE, M; VACCA, I. Exact and heuristic methods to solve the berth allocation problem in bulk ports. *Transportation Research Part E*, v. 54, p. 14-31, ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2013.03.003>.

VEIGA, J.E. Sustentabilidade a legitimação de um novo valor. Editora Senac, 2010.

VIANA, M. et al. Impact of maritime transport emissions on coastal air quality in Europe. *Atmospheric Environment*, v. 90, p. 96-105, jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.03.046>.

WALDICHUK, M. Sustainable development in the marine context. *Marine Pollution Bulletin*, v. 22, Issue 3, March 1991, p. 110-111. DOI: [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(91\)90177-T](https://doi.org/10.1016/0025-326X(91)90177-T)

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENTW(WBCSD). Measuring Eco-Efficiency: A Guide to Reporting Company Performance. Genebra, Suíça: WBCSD, 2000. Disponível em: < <http://www.gdrc.org/sustbiz/measuring.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2019.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENTW(WBCSD). Eco-efficiency learning module. Alemanha: WBCSD, 2006. Disponível em: <http://www.wbcsd.org/pages/EDocument/EDocumentDetails.aspx?ID=13593&NoSearchContextKey=true>. Acesso em: 25 abr. 2015.

World Commission on Environment and Development (WCDE). Our common future. Oxford: WCED, Oxford University Press, 1987.

YUN, W. Y; CHOI, Y. S. A simulation model for container-terminal operation analysis using an object-oriented approach. International Journal of Production Economics, v. 59, n. 1, p. 221-230, 1999.

## Notas

1 Somente o transporte de carga está envolvido no escopo deste artigo.

2 Foram considerados equipamentos e veículos em operação ou parados para manutenção.

3 No Brasil, a energia elétrica é considerada uma fonte renovável porque é proveniente, na maioria das vezes, de usinas hidrelétricas.

4 É considerado um indicador ambiental porque os custos associados aos acidentes podem representar sua gravidade/severidade.

5 As relações de trabalho podem ser avaliadas considerando apenas o porto (ou terminal) em avaliação ou na região onde ele está localizado.

6 No Brasil existe um programa conhecido como “Jovem Aprendiz” destinado a jovens estudantes, entre 14 e 24 anos que querem “aprender uma profissão” (é diferente dos programas de estágio e trainee). Para maiores detalhes, consultar as Leis dos Direitos Trabalhistas do Brasil - Consolidação das Leis do Trabalho - CLT.

# **Menção Honrosa**

**Aspectos Jurídicos Ambientais da Movimentação  
de Cargas Perigosas nos Portos do Brasil.**

**Autor:**

Hélio Gurgel Cavalcanti

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é tratar dos aspectos jurídicos ambientais que envolvem a movimentação de cargas perigosas nos portos nacionais. É assim desenvolvido com vistas à valoração da sustentabilidade desse complexo e a sua inter-relação com as normas que o regem. Busca, ao final, encontrar alternativas legais para o aperfeiçoamento da regulamentação da matéria, tanto no Direito Material quanto no Direito Formal, considerando a sustentabilidade sob os seus três aspectos fundamentais: o social, o ambiental e o econômico.

Ao admitir o tema socioambiental diante de questões críticas que se verificam nas operações das instalações portuárias e seus riscos operacionais, é enunciado o conceito de hinterlândia à espécie. Procura-se entender que a operação localizada da movimentação de cargas perigosas extrapola a área sob o controle da administração portuária e se transforma também em matéria de interesse socioambiental coletivo.

Dessa forma, é aqui avaliada a amplitude da atividade, que se estende requerendo participação direta e indireta de diversas esferas do poder público e de sua necessária presença reguladora e regulamentadora. A cadeia produtiva de todo o sistema público e privado relacionada às cargas perigosas é vista como inserida na coletividade, concentrando responsabilidades administrativas, civis e penais tanto na execução pelo Poder Executivo, como requerendo a normatização pelo Poder Legislativo e demandando o Poder Judiciário para dirimir conflitos.

No plano global, a evolução da questão ambiental, a consciência nacional e a expectativa internacional, contemplam mecanismos de prevenção e controle de emissão de poluentes no âmbito das mudanças climáticas. Registre-se com a sua recente vigência, portanto, a ampliação das responsabilidades do Estado e das atribuições e competências atuais dos operadores da área.

A busca pela sustentabilidade das atividades humanas tem encontrado razões suficientes para determinar a urgência de medidas nesse sentido. Por um lado, a escassez crescente de recursos, exaurimento de reservas naturais, a destruição de ambientes que acolhem a vida têm levado à obrigatoriedade de respeito a procedimentos para a coexistência com a natureza como condição de sobrevivência.

Nesse contexto, obstáculos e dificuldades se impõem na mesma medida em que se avolumam as necessidades de decisão. As variações climáticas, as intolerâncias político-religiosas, instabilidade social e econômica e desgovernos, agravadas pelo crescente êxodo de refugiados ambientais e políticos, pressionam para tomada de atitude solucionadora dessas questões, que encontram no Direito Aplicado uma alternativa imediata.

Buscando entender, portanto, o pretérito dessas atividades de movimentação de cargas perigosas no contexto dos portos brasileiros, a sua posição dentro da cadeia produtiva e as normas que regem a matéria, são analisadas a sua existência e eficácia sob os aspectos jurídicos ambientais. Por fim, serão consideradas as alternativas técnico - científicas de aperfeiçoamento da norma jurídica aplicada.

O presente trabalho se desenvolve, pois, sob a orientação da Teoria Pura do Direito, a partir do legado de HANS Kelsen. ,

Assim, o método de abordagem do tema focou-se em três norteadores: conhecimento histórico da questão; conhecimento técnico e situação do problema; análise de normas vigentes, instituições, agentes e operadores, e propostas para a solução de conflitos.

## 2. HISTÓRICO EVOLUTIVO: A ABERTURA DOS PORTOS

A movimentação das cargas perigosas nos portos do Brasil remonta aos primórdios da colonização. Substâncias de alta periculosidade à vida e à propriedade, sempre foram transportadas pelo meio aquaviário.

Desde o final do século 14, Lisboa se constituía numa das mais populosas capitais e sede do porto mais movimentado de toda a Europa. Com o advento da era das grandes navegações no século 16, o novo mundo passou a integrar a rota transoceânica desses deslocamentos marítimos. Então, toda a colonização européia nas Américas teve por berço o oceano.

A chegada pelo mar, que descortinou na natureza as baías, enseadas e rios, foi pontuando com fundeios e atracções nos pontos estratégicos da costa brasileira. A vocação natural dos portos emergiu através das condições geopolíticas que se apresentavam, visando aos pontos de domínio com movimento de áreas de interesse comercial, na busca de matérias primas e movimentação de suprimentos. Essa definição foi limitada

pelos elementos existentes nas vias aquáticas; a profundidade apropriada à navegação, a existência de obstáculos e correntes, os ventos condicionantes da propulsão das embarcações e o acesso à terra, buscando a consolidação da sua fixação.

Pelo século 16, a bandeira portuguesa navegava pela costa da nova terra. Pretendia monopolizar a produção das riquezas, conduzindo os seus pertences, arrecadando seus haveres. Mas não estava solitária. Disputavam a cobiça outras bandeiras europeias que mantinham acesso beligerante - distinto e independente - desonerando-se de impostos à coroa lusa. Os produtos brasileiros, então submetidos ao chamado Pacto Colonial, garantiam o monopólio português. Embarcados diretamente para Lisboa, eram re-exportados para outros portos após o pagamento dos impostos alfandegários à Coroa. Os portos da colônia estavam fechados às outras nações.

Predominava um sistema de feitorias, onde a mercadoria mais valiosa era acumulada nas praias e dali embarcada para as naus em batelões. Com a frequência rotineira, molhes e trapiches foram sendo improvisados para facilitar o embarque.

Era utilizado no Brasil Colônia o mesmo sistema jurídico existente em Portugal. Na origem do Direito Português é identificado o ano de 1210, quando do surgimento do Direito escrito, as Leis Gerais, que eram informadas pelo antigo Direito Romano, pelo Direito Régio e pelo Direito Canônico.

Na evolução histórica, advieram Ordenações, que consistiam mais da Consolidação das Leis em vigor que da inovação legislativa. Vigeu, ao tempo, desde as Ordenações Afonsinas, iniciadas em 1446, que foram sequenciadas pelas Ordenações Manuelinas, de 1521, até as Ordenações Filipinas em 1603. Essas configuravam sucessivamente uma reunião das Leis extravagantes e consolidavam a base do ordenamento geral, algumas das quais informam até a atualidade os princípios que norteiam o Direito Brasileiro. Registre-se que as normas relativas ao Direito Civil das Ordenações Filipinas, notadamente as contidas no Livro IV, só foram definitivamente revogadas com o advento do Código Civil Brasileiro de 1916.

Entretanto, aos súditos de cada nação eram aplicadas as Leis de cada qual. O Tratado de Tordesilhas, que repartia o novo mundo entre Portugal e a Espanha, não era reconhecido por muitos. E as expedições marítimas exploratórias iam e vinham disputadas com inimigos. Significativas invasões estrangeiras se sucederam, como quando de 1555 até 1567, os franceses fundaram a França Antártica, no Rio de Janeiro. Retornaram e ocuparam o Maranhão, de 1612 a 1615 onde fundaram a França Equinocial. Episódios como a Captura do Recife, também conhecida como a Expedição Pernambucana de Lancaster em 1595, durante a Guerra Anglo Espanhola, no porto do Recife, em Pernambuco, Brasil Colônia, comandada pelo almirante inglês James Lancaster, encadeavam as tentativas.

Na sequência, as invasões holandesas se constituíram no maior conflito político-militar da colônia. Na primeira expedição dominaram a capital do Estado do Brasil, Salvador, em 1624 onde estabeleceram um governo que durou até 1625. Foram expulsos no ano seguinte quando chegaram reforços da Espanha. Em nova tentativa em 1630, frota batava invadia pelo porto do Recife com 67 navios, iniciando um domínio que se estenderia à região nordeste do Brasil e seguiria por 24 anos, até 1654.

Em 1710 ocorreu a fracassada aventura de invasão ao Rio de Janeiro, chefiada pelo Capitão de fragata francês Jean-François Duclerc. Em 1711, uma frota de guerra de mais de 18 navios armados comandada pelo corsário e almirante francês René Duguay Trouin iniciou a invasão da Cidade do Rio de Janeiro. Confiscaram o ouro e a prata da população, esvaziaram os armazéns dos portos e receberam dos portugueses um alto resgate para a sua libertação.

A imensa costa a patrulhar para a garantia do domínio deixava escapar incursões que se acercavam do litoral, em seus diferentes teatros de operações. Por séculos perdurou uma rotina entremeada de guerras e escaramuças, que traziam instabilidade à implantação de empreendimentos duradouros. Entretanto, se utilizavam, cada um à sua vez, quase sempre nos mesmos locais, dos portos e atracadouros mais ou menos sob seus domínios. Todos sempre através do mar, movimentando cargas perigosas em suas beligerantes missões.

Em 1808, diante da ameaça militar napoleônica, ocorreu a evacuação da corte do reino pelo porto de Lisboa, com destino aos portos do Brasil. Na sequência de transformações, a colônia Estado do Brasil, submetida à metrópole, foi elevada à categoria de sede do Reino do Brasil, parte do Reino Unido de Portugal, Brasil e Algarves.

Em decorrência de acordo com a Inglaterra, que escoltou a frota naval lusa ao novo continente, em 28 de janeiro de 1808, foi promulgado o Decreto de Abertura dos Portos às Nações Amigas. O ato foi formalizado em Salvador, na Capitania da Baía de Todos os Santos. Através desse decreto, era encerrado,



depois de três séculos, o monopólio português, e os produtos estrangeiros podiam entrar pelos portos do Brasil, com taxas alfandegárias diferenciadas. Na prática, a Inglaterra se beneficiava mais que quaisquer outros. Somente em 1815, com o fim das guerras napoleônicas, é que os demais países vão começar a manter comércio com o Brasil.

A partir desse período até a sua independência, em 1822, houve no Brasil um progresso nas atividades aquaviárias nos transportes de materiais diversos. Em todas as fases e momentos das atividades portuárias pré-coloniais, coloniais, do reinado e do império, das guerras e movimentos militares, foi presente o que se poderia considerar uma das cargas mais perigosas a ser transportada por embarcações e movimentadas em terra, desde a sua invenção: a pólvora.

Com o aumento do volume das cargas perigosas, cresceram na mesma proporção os riscos. Os sinistros passaram a provocar consequências gradativas, trazendo prejuízos de monta. Por muito tempo a avaliação do dano ambiental, por si, não representava prioridade.

Os interesses do Estado, presentes nas instalações portuárias através das alfândegas, priorizava a arrecadação de impostos. Ao afastar prejuízos, as questões de segurança e integridade física cabiam à administração da área portuária, que estabelecia regramentos de acordo com as leis vigentes.

Com o aumento do volume das cargas perigosas, cresceram na mesma proporção os riscos. Os sinistros passaram a provocar consequências gradativas, trazendo prejuízos de monta. Por muito tempo a avaliação do dano ambiental por si não chegava a despertar prioridade.

### 3. PORTOS E INSTALAÇÕES PORTUÁRIAS

No dizer do art. 22, X, da Constituição de 1988, porto é definido como bem público e de titularidade da União, podendo essa explorar direta ou mediante autorização, e com a competência de legislar privativamente sobre o seu regime. Este trabalho se cinge a portos marítimos e fluviais, não adentrando na apreciação de atividades de portos secos, ou estação aduaneira interior - EADI, que são terminais alfandegados.

A Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013, conceitua como porto organizado o bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária; e instalação portuária, a instalação localizada dentro ou fora da área do porto organizado e utilizada em movimentação, de passageiros, em movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário.

A abordagem aqui desenvolvida trata do porto organizado, mas também considera as Instalações Portuárias e seu território imediato, dentro do conceito de hinterlândia. Essas áreas contíguas ao espaço de movimentação de cargas perigosas nos portos brasileiros, sofrem considerável vulnerabilidade às consequências das cargas perigosas em razão de sua proximidade.

As instalações portuárias, estruturas vinculadas à prestação de serviço público de titularidade da União, dividem-se em instalações portuárias públicas e instalações de uso privado. São sujeitas à delegação por meio de concessão e ou arrendamento; e instalações autorizadas, entre essas as de uso privado.

As áreas restritas, destinadas à movimentação das cargas perigosas, são acessadas por meios de transportes que as movimentam. Nesse trajeto é potencializada a sua periculosidade, agravada na aproximação de instalações suscetíveis de contaminação ou reação a possíveis acidentes. A emissão de partículas atmosféricas, gases ou vazamentos transcende à área específica destinada à movimentação das cargas perigosas, abrangendo eventualmente, pela necessária circulação pelo meio antrópico, as áreas imediatas.

Há riscos de ocorrências de despejos indevidos de produtos ou efluentes originados dos equipamentos envolvidos nas operações, de derramamentos de óleo e substâncias perigosas, com a possibilidade de causar significativos impactos ambientais nos ecossistemas atingidos e, com consideráveis perdas sociais, ambientais e econômicas.

A vizinhança dessas instalações se constitui de agrupamentos sociais mais ou menos informais, surgidas da temporalidade inerente à frequência por tripulações esporádicas, acumulando povoamento de estabelecimentos de interesse mercantil, agregando fortuitamente moradias. Essas ocupações evoluíram ao arrepio do rigor da norma de segurança, por conseguinte, sujeitas a sofrer os efeitos do movimento portuário, recebendo seus reflexos sobre seu bioma, população e estrutura.

## 4. PRODUTOS PERIGOSOS: CONCEITO, CLASSIFICAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO

Constituem produtos perigosos aqueles que podem, de alguma forma, oferecer riscos à saúde, à segurança, ao meio ambiente e à propriedade. A sua classificação depende não somente dos elementos materiais que compõem a carga perigosa, mas sobretudo das formas utilizadas para transportá-la e estocá-la com segurança. Deve ser previsível o estado da carga em diferentes estágios de movimentação e estocagem, sua evolução e reação ao ambiente, e sobretudo, a sua possibilidade de ocasionar risco.

Essas cargas perigosas se constituem na base dos insumos e seus resíduos que são utilizados na elaboração e transformação de substâncias das quais dependem os processos de atividades produtivas conhecidas. Tornam-se imprescindíveis na medida em que são essenciais para determinado objetivo na cadeia produtiva. Milhares de itens manipulados pelas atividades humanas são relacionados como perigosos na regulamentação que rege a movimentação desse tipo de carga.

No Brasil é adotado o Código Marítimo Internacional de Produtos Perigosos, o International Maritime Dangerous Goods (IMDG Code), que será abordado mais adiante, que define como Cargas Perigosas: “Qualquer substância que em condições normais tenha alguma instabilidade inerente, que sozinha ou combinada com outras cargas, possa causar incêndio, explosão, corrosão de outros materiais, ou ainda, que seja suficientemente tóxica para ameaçar a vida ou a saúde pública se não for adequadamente controlada.”

O IMDG Code define os produtos perigosos em sequência de nove classes, as quais incluem: explosivos em geral; gases comprimidos, liquefeitos, ou dissolvidos sob pressão; líquidos inflamáveis, sólidos inflamáveis, substâncias sujeitas à combustão espontânea e substâncias que em contato com a água emitem gases inflamáveis; substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos; substâncias venenosas (tóxicas), substâncias infectantes; materiais radioativos; substâncias corrosivas, e substâncias perigosas diversas.

O transporte desses produtos foi regulamentado através do Decreto nº 88.821, de 6 de outubro de 1983, que aprova o Regulamento para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos, do Decreto-lei nº 2.063, de 6 de outubro de 1983 que dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para a execução do serviço de transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos e do Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988, que aprova o Regulamento para o transporte de produtos perigosos. O transporte rodoviário de produtos perigosos realizado pelas Forças Armadas obedece a legislação específica.

Para fins de transporte, por via pública, considera-se produto perigoso a substância encontrada na natureza ou produzida por qualquer processo que tenha propriedades físico-químicas, biológicas ou radioativas que representem risco para a saúde de pessoas, para a segurança pública ou para o meio ambiente.

A Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, através da Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004, aprovou as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos, que definem em nove classes os produtos perigosos que constam da lista de artigos perigosos do IMDG Code.

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ editou a Resolução nº 2.239, de 15 de setembro de 2011, que aprova os procedimentos para o Trânsito Seguro de Produtos Perigosos por instalações portuárias situadas dentro ou fora da área do Porto Organizado. Essa disposição normativa estabelece nove classes de produtos perigosos que constam da lista de produtos perigosos do IMDG Code.

Para a movimentação, na forma do art. 8º, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, a Autorização Ambiental para Transporte de Produtos Perigosos é obrigatória para o exercício da atividade, regulamentada pela Instrução Normativa Ibama nº 5, de 9 de maio de 2012 (IN 05/2012). Quando do transporte a ser realizado nos limites de única unidade federada, o licenciamento ou a autorização é da competência do órgão licenciador de meio ambiente do respectivo estado ou município.

Casos específicos requerem medidas especiais, a exemplo de produtos radioativos, nucleares ou controlados pelo Exército. A prioridade é dada à pólvora, que deve ser o primeiro produto a embarcar e o primeiro a desembarcar.

Além de substâncias de valor mercantil, no transporte aquaviário, embarcações podem utilizar cargas de água como lastro de peso, bombeando-a para seu interior e esvaziando para o exterior em outros locais. Esse procedimento eleva o risco de disseminar contaminação química ou biológica, através de parasitas, larvas de organismos, bactérias, espécies planctônicas e invertebrados, constituindo-se em sério risco ambiental. Ao integrar bioma diferente, muitos desses organismos evoluem sob condições de reprodução propícias, como a ausência de predadores e clima favorável.

Verifica-se que espécies introduzidas, acidentalmente ou não, são a segunda maior causa de perda de biodiversidade no planeta e que esse tipo de carga de lastro pode se constituir perigo letal à biodiversidade.

Anota-se o caso sul-americano da contaminação por molusco aquático, quando determinado mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), nativo do sul da Ásia, chegou à América do Sul e ao Brasil em 1998 a bordo de navios, em carga de lastro. Como espécie exótica, passou a se expandir se tornando uma praga invasora. Inicialmente instalado em rios e lagos no Rio Grande do Sul, esse organismo se fixa às estruturas de concreto e de metal, se agrega ao casco e hélices das embarcações e nas estruturas fixas, causando permanentes demandas de manutenção adicional; compromete o funcionamento de tubulações proliferando sem controle. Expandiu-se nas bacias do Paraná, Paraguai, Uruguai e Bacia Jacuí. Atualmente causa preocupações na área sul do Brasil, com presença constatada na Usina Hidrelétrica de Itaipu, das maiores do mundo.

A questão foi objeto de Portaria Ministerial nº 494, de 22 de dezembro de 2003, do Ministério do Meio Ambiente, que institui uma Força-Tarefa Nacional para tratar do assunto, considerando as consequências ambientais e socioeconômicas causadas pela invasão mexilhão-dourado, que se espalha pelas águas interiores nacionais, com resultados imprevisíveis.

#### **4.1. Poluição**

A descarga de poluentes no ambiente de uma área portuária provém da movimentação frequente de embarcações de diferentes portes e capacidades, propulsionadas por motores que consomem combustíveis fósseis e expõem gases e partículas. Essas fontes incluem também a maquinaria, borra de combustível, óleo dos porões, máquinas auxiliares e lastro oleoso utilizados nas instalações.

O entorno e sua população ficam afetados, com situação agravada quando verificada em áreas que dispõem de condições precárias para o enfrentamento das contingências.

Dispersões atmosféricas de gases, vapores, partículas e odores podem atingir e colocar em risco a vida humana, animal e vegetal em diversas formas. A ameaça ao meio ambiente é aumentada na medida em que volumes significativos desses produtos saem do controle e põem em risco todo um bioma. Comprometem a saúde ambiental chegando a possibilidades de evacuação forçada de áreas afetadas por contaminação.

O manejo inadequado pode causar acidentes envolvendo substâncias perigosas, explosões ou mau uso dessas, exigem atuação local e imediata, que recomenda um planejamento anterior e uma normatização que previna a sua ocorrência e preveja os procedimentos a serem adotados na precaução e na sua contingência.

### **5. ASPECTOS JURÍDICOS AMBIENTAIS DA MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS PERIGOSAS**

Entre as fontes do Direito estão a lei, os costumes, a jurisprudência, a doutrina, os tratados e convenções internacionais e os princípios jurídicos. Na abordagem sob enfoque jurídico da matéria, são elencados a Doutrina Ambiental, a norma que regula, os processos legislativos que a originam e a norma infralegal que regulamenta. São abordados também a judicialização das matérias controversas, a jurisprudência firmada pelos pretórios pátrios diante da solução de conflitos decorrentes e a atuação do Ministério Público.

#### **5.1. Doutrina Ambiental**

Na aplicação do Direito Ambiental e das suas relações com as demais classes do Direito, podem ser identificadas insuficiências da norma vigente, possibilitando choques de atribuições, duplicidade de conceitos, conduzindo a eventuais conflitos de competência na esfera do poder público, de que resulta insegurança jurídica para os operadores da atividade.

Essas disposições trazem limitações às operações de movimentação de cargas perigosas nos portos e no seu transporte. Requerem, portanto, atualizações e apropriação de tecnologia que inovem no processo disruptivo desejado na busca pela eficácia da norma.

"Começou, então, o legislador a transfundir em normas os valores da convivência harmoniosa do homem com a natureza, ensejando o aparecimento de uma nova disciplina jurídica – o Direito ambiental – nascida do inquestionável direito subjetivo a um ambiente ecologicamente equilibrado e de um direito objetivo cujos passos, ainda titubeantes, urge afirmar e acelerar"

A conotação de desastre ambiental veio assumindo espaço, na medida em que a consciência ambiental avaliou as consequências.

A prevenção é um dos princípios que fundamentam o Direito Ambiental e tem presença marcante na formulação das Políticas Públicas Ambientais e em toda a legislação ambiental com presença em instrumentos análogos.

PAULO AFFONSO LEME MACHADO conceitua a prevenção como princípio pétreo do Direito Ambiental. ANTÔNIO HERMAN DE VASCONCELLOS E BENJAMIN destaca que a prevenção é mais importante do que a responsabilização do dano ambiental.

## **5.2. Exegese das normas legais - Constituição Federal**

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 expressa os princípios relevantes para regular a relação entre meio ambiente, Estado e sociedade. A aplicação material do ordenamento normativo que preside a movimentação de cargas perigosas resulta dos mandamentos constitucionais. A extensão do art. 225 traz os desdobramentos que inter-relaciona dispositivos constantes da própria Constituição na efetivação da norma legal e infralegal.

## **5.3. Pacto Federativo e Autonomia Legislativa dos Entes Federados; Competências normativas legais**

A Constituição garante, no art. 23, o Pacto Federativo e a autonomia dos seus entes federados nas proporções da União, Estados e Municípios. O princípio da competência territorial somente é flexibilizado quando de especificidades, como a transterritorialidade das ocorrências e empreendimentos especiais, e nos casos específicos regulados em Lei Complementar.

Na Carta Magna, são definidas as competências suplementar e complementar. Delega aos entes federados Estados e Municípios autonomia para legislar em todas as matérias de interesse local em que não contrariem as normas superiores hierarquicamente, desde a Constituição Federal, as Leis Complementares e as Leis Ordinárias Federais, de alcance nacional, sob a competência da União.

Na hierarquia das leis decorrentes da Constituição Federal, no entanto, em jurisdição própria, situam-se as Constituições Estaduais e as Leis Orgânicas dos Municípios, essas tendo semelhança de uma Constituição para o Município. As disposições da legislação estadual e municipal podem contemplar, no âmbito de sua territorialidade, a movimentação de cargas perigosas, observando, no entanto, as suas limitações para a edição de normas mais restritivas. A competência legislativa em direito ambiental é concorrente, de modo que todos os entes federados podem legislar sobre o assunto e na forma dos §§ 2º e 3º do art. 24, e no inciso II do art. 30, da Constituição Federal, suplementar, dispondo da faculdade de complementar os princípios e normas gerais ou de suprir a omissão desses.

A amplitude do conceito se espelha nas normas infralegais que passam a regulamentar a movimentação das substâncias e a classificá-las de acordo com a sua periculosidade e nocividade ao ser humano e ao ambiente.

## **5.4. Leis Complementares**

São as leis destinadas a complementar matéria específica. A Lei Complementar nº 140, de 2011, regulamenta, na forma do artigo 23 da Constituição Federal, as competências dos entes federados para a atuação no licenciamento, fiscalização e monitoramento de empreendimentos e consequências ambientais. São especificadas em seus artigos disposições que se direcionam aos portos organizados e sua hinterlândia. Passa a definir conceitos e estabelecer limites que norteiam a legislação infralegal.

## **5.5. Leis Ordinárias**

A Lei nº 12.815, de 2013, que dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre atividades desempenhadas pelos operadores portuários; a Lei nº 9.432, de 8 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a ordenação do transporte aquaviário; a Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e a ordenação do transporte aquaviário; a Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre o transporte multimodal de cargas; a Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, que dispõe sobre prevenção, controle e fiscalização da poluição por óleo e outras substâncias perigosas; e a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, que cria a ANTT e a ANTAQ, despontam como os importantes diplomas que balizam o marco legal da atividade de movimentação de cargas perigosas.

Com o advento da Lei nº 12.815, de 2013, regulamentada pelo Decreto nº 8.033, de 27 de junho de 2013, o marco regulatório do setor portuário foi aprimorado, conferindo maior segurança jurídica, ao redefinir as competências institucionais da ANTAQ.

## 5.6. Legislação extravagante

No intuito de prover a segurança da navegação aquaviária, a Autoridade Marítima se reveste de poderes através da Marinha do Brasil, que, conforme a Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, tem a atribuição de atuar em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, federal ou estadual, quando se fizer necessário, em razão de suas competências específicas.

## 5.7. Convenções e Tratados Internacionais

Os tratados, enquanto acordos internacionais formais, regidos pelo Direito Internacional Público e expressos entre Estados, concertam os princípios que objetivam produzir efeitos jurídicos no âmbito internacional. As convenções são tratados multilaterais revestidos dos mesmos requisitos jurídicos, que estabelecem normas gerais a todos os participantes.

Desde a Convenção de Viena sobre o Direito dos Tratados, em 1969, esses atos foram reconhecidos como fonte do Direito Internacional. São acordos firmados expressamente por Estados soberanos, tornando-se juridicamente obrigatórios e vinculantes. Através do Direito interno no Brasil, seus termos são validados pelo Congresso Nacional, e aprovados através de decreto legislativo, ratificados junto às outras partes contratantes, e depositado junto ao órgão multilateral depositário.

Com referência ao tema abordado neste trabalho, a Organização das Nações Unidas - ONU realizou em Estocolmo, em 1972, a reunião das nações que gerou a Declaração sobre o Meio Ambiente, reputada tão relevante quanto a Declaração Universal dos Direitos do Homem adotada em 1945.

O Brasil é signatário e se obriga às convenções relacionadas à prevenção de poluição como a Convenção Internacional para Prevenção da Poluição do Mar por Óleo, de 1954 (OILPOL, 1954), que foi a primeira convenção internacional sobre prevenção da poluição do mar, a Convenção Internacional Relacionada à Intervenção em Alto-mar em Incidentes de Poluição por Óleo, de 1969 (INTERVENTION 69) conferindo direitos aos Estados costeiros de atuar extra limites territoriais para medidas de controle de poluição incidentais; Convenção para a Prevenção da Poluição Proveniente de Navios, de 1973, Modificada pelo Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78), reputada como a principal Convenção relacionada à prevenção da poluição por navios; Convenções Relacionadas à Compensação por Danos de Poluição, Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil em Danos Causados por Poluição por Óleo, de 1969 (CLC 69), garantindo direitos indenizatórios a quem sofrer danos resultantes de acidentes marítimos envolvendo navios transportadores de óleo; e Protocolos Relacionados, Convenção Internacional para o Estabelecimento de um Fundo Internacional para a Compensação de Danos Provenientes de Poluição por Óleo (FUND 71).

É também signatário de Convenções Relacionadas ao Combate à Poluição como a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, de 1990 (OPRC 90), que objetiva o aperfeiçoamento de planos de emergência de poluição por óleo em navios; e se obriga a outros Instrumentos e Convenções Relacionados à Poluição Marinha, como a Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias, de 1972 (LC 72) visando ao controle de contaminação do meio marinho por alijamento de substâncias despejadas no mar; Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar - UNCLOS, Agenda 21, Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar, 1974 - SOLAS, Protocolo sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Casos de Poluição por Substâncias Nocivas e Perigosas (HNS 2000), Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Provenientes de Poluição de Óleo Utilizado na Movimentação de Navios, de 2001 (BUNKER 2001).

Do conteúdo dessas normas internacionais se abstrai a legítima atenção à obrigatoriedade de normas formais e materiais. O enfoque demonstra a preocupação com as ocorrências e seus efeitos. Percebe-se pela sua exegese que contêm rigoroso ordenamento de procedimentos. No plano dos efeitos, avança e se moderniza. No entanto, na consideração às causas, lega um enunciado que assume importância na norma jurídica aplicada. O valor agregado às equações consideradas na formatação da norma não parece situar devidamente o fato social como origem, como conceitua a Teoria da Norma Jurídica Aplicada.

De fato, condições diferenciadas se sobrepõem e determinam a eficácia da norma desde a sua origem. Na aplicação do Direito Ambiental, a presença do fator natureza é única, vez que toda a riqueza humana provém da natureza. No contexto social mais se prioriza a preservação de uma forma universalizada que as considerações sobre a sua heterogeneidade de biomas e o acesso dos estratos sociais ao acúmulo de riqueza econômica deles decorrente.

Na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco 92, houve a assinatura da Convenção sobre as Mudanças Climáticas e sobre Diversidade Biológica, que entrou em vigor em 1992. Foi



adotada, então, a Agenda 21, que apresenta: recomendações e diretrizes relativas à poluição do ambiente marinho por várias fontes. Propõe-se a funcionar como diretivas para os Estados desenvolverem medidas de proteção ao ambiente nos níveis nacional, regional e internacional. Em seu capítulo 17, define a necessidade de enfoque integrado nas áreas costeiras e marítimas.

A Conferência das Partes promoveu a reunião em Berlim em 1995, em Genebra em 1996 e em Quioto em 1997, quando foi adotado o protocolo objetivando a redução das emissões de gases do efeito estufa. A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar - UNCLOS, que vigora desde 1994, é um tratado que, segundo autores (SOUZA FILHO 2006), é a Constituição do mar. Estabelece direitos e obrigações relacionadas à proteção do ambiente marinho.

A Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar - SOLAS, adotada internacionalmente em 1974, foi promulgada no Brasil pelo Decreto nº 87.186, de 18 de maio de 1982. Trata da segurança da navegação, abordando aspectos como equipamentos de comunicação, aberturas de porão, portos de refúgio.

A Convenção de Basiléia de 1989, trata do controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos. Tais resíduos, como o chumbo e pneus usados, têm utilização na cadeia produtiva nacional. Aprovada no Brasil pelo Decreto Legislativo nº 34, de 16 de junho de 1992, vigora desde então com objetivo de estabelecer mecanismos para o controle e acompanhamento de resíduos perigosos. A importação de resíduos perigosos foi disciplinada pela Resolução nº 23, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, de 12 de dezembro de 1996.

A Organização Marítima Internacional, International Maritime Organization - IMO, instituída em 1948, em Genebra e baseada em Londres, é a agência especializada das Nações Unidas com 169 Estados-Membros e três membros associados, com a responsabilidade pela proteção e segurança da navegação e a prevenção da poluição marinha por navios.

A IMO adota a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar - SOLAS, tido como o mais importante de todos os tratados internacionais relativos à segurança marítima.

O Acordo de Viña del Mar, de 1992, estabelece as bases para uma colaboração mais estreita entre as Autoridades Marítimas no âmbito latino americano. O objetivo do acordo é manter um sistema eficaz e harmonizado de inspeção em navios com os padrões de segurança prescrito nos convênios da IMO, MARPOL 73/78, Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, visa introduzir regras específicas para estender a prevenção da poluição do mar às cargas perigosas ou equivalentes às dos hidrocarbonetos.

Instrumentos como a Resolução A.851 (20) IMO, que estabelece princípios a serem seguidos em sistemas de notificação de embarcações, envolvendo incidentes com produtos perigosos e contaminantes e a Resolução (A).857 (20) da IMO, que aprovam diretrizes para o estabelecimento do Sistema de Tráfego de Embarcações (STE). The Safety and Security of Shipping and the Prevention of Marine Pollution by Ships, reforçam a normatização e demonstram sintonia com os dispositivos internacionais.

Considerando as deficiências de material e equipamentos, a idade das frotas mercantes, a carência de tripulações experientes e o alcance das normas de segurança pertinentes, os riscos se multiplicam e as normas regulamentadoras exigem atualizações constantes.

## 6. PODER PÚBLICO: ÓRGÃOS REGULADORES E ÓRGÃOS EXECUTORES

As resoluções são atos administrativos normativos, ou seja, enquadram-se na categoria daqueles atos administrativos “que contêm um comando geral do Executivo, visando à correta aplicação da lei. O objetivo imediato de tais atos é explicitar a norma legal a ser observada pela Administração e pelos administrados. Esses atos se expressam em minúcia o mandamento abstrato da lei, e o fazem com a mesma normatividade da regra legislativa, embora sejam manifestações tipicamente administrativas.”

Dada sua natureza jurídica de ato administrativo normativo não podem inovar no mundo jurídico, tampouco poderão limitar a competência legislativa, seja federal, estadual ou municipal. São, pois, atos subalternos à lei e dela dependentes. Nesse condão, Resoluções e Portarias além de outros atos delegados, passam a se revestir de obrigatoriedade erga omnes, de validade para cumprimento geral em todo o território nacional, com poderes conferidos e limitados pela lei.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente - Sisnama, instituído pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, compõe-se de duas esferas, a de formulação da Política Nacional do Meio Ambiente e articulação interinstitucional e a de execução de ações de conservação do meio ambiente e de melhoria da qualidade ambiental.

Nos Estados e Municípios prevalece a concepção de órgãos formuladores da política ambiental local e órgãos executores dessa política.

## 6.1. Atribuição de competência de licenciamento, autorização e fiscalização

A presença do poder público atuante nos portos organizados e instalações portuárias se distribui em competências que tratam da operação dos portos brasileiros. São, a autoridade portuária; a ANTAQ; a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa; o Ministério do Trabalho e Emprego - MTE; a Marinha do Brasil - MB; a Polícia Federal - DPF/MJ; a Receita Federal - RFB/MF; o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Essas entidades, ora integradas ora dissociadas nas suas atribuições, interagem representando o poder do Estado na área de cargas perigosas. Outros organismos públicos podem eventualmente ter atuação junto às operações. Organismos de Direito Privado participam integrando a execução.

A Legislação Extravagante eventualmente atribui competências de participações ocasionais a outros organismos do Estado, em casos específicos.

Os complexos meandros da presença estatal na atividade produtiva no Brasil têm início quando do pedido de licença ambiental para a instalação de um empreendimento. Pretendida determinada tipologia de atividade, são estabelecidas as condicionantes do processo legal que levará ao resultado desejado pela atividade.

O Decreto nº 8.437, de 22 de abril de 2015, define os empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União. Dessa forma, a análise se inicia pela verificação da competência ambiental. É basilar a anuência da unidade federativa municipal onde se localize o empreendimento a ser licenciado, que considera sob seu ordenamento territorial e possíveis vedações as exigências para a atividade.

## 6.2. Conama

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, instituído pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e regulamentado pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos estados, do Distrito Federal, dos municípios e pelas Fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, com a participação de representações de segmentos da sociedade civil e classes produtoras. Edita normas que regulamentam as disposições legais ambientais. Como órgão colegiado, o Conama decide aprovação de Resoluções, que passam a vigorar no território nacional. Através das resoluções há regulamentação ordinária, na limitação da constitucionalidade, legalidade e técnica jurídica da norma e naquilo que não conflitar com a norma superior.

A composição paritária colegiada do Conama inclui instituições vinculadas aos interesses que envolvem movimentação de cargas perigosas, contando com membros representantes da Confederação Nacional do Transporte - CNT, Confederação Nacional da Indústria - CNI, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, Conselho Nacional de Comandantes Gerais das Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares - CNCG, entre outros.

Essas representações têm prerrogativas de encaminhar e apresentar dentro do devido processo, propostas que aperfeiçoem entendimentos na regulamentação das matérias ambientais. As Resoluções Conama, após a sua publicação no Diário Oficial da União, têm alcance erga omnes e passam a integrar o ordenamento da regulamentação ambiental no Brasil.

Admitida a proposição, dependendo da complexidade da discussão que deverá embasar a regulamentação, essa será enviada para discussão em suas câmaras técnicas. Nessa etapa, são debatidos os detalhes técnicos, com a participação dos interessados, inclusive de especialistas convidados. A derradeira dessas câmaras pelas quais tramita o processo é a Câmara Técnica de Assuntos Jurídicos, que examina a constitucionalidade, a legalidade e a técnica jurídica da proposta, encaminhando-a em seguida para a votação plenário.

## 6.3. ANTAQ

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, criada pela Lei nº 10.233, de 2001, é vinculada ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Integra a Administração Federal indireta, de regime autárquico especial, com personalidade jurídica de direito público, independência administrativa, autonomia financeira e funcional. A mesma lei cria a ANTT.

Nessa lei, é estabelecido que são objetivos das Agências ANTT e ANTAQ regular ou supervisionar, em suas respectivas esferas e atribuições, as atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes, exercidas por terceiros, com vistas a garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas.

No escopo da ANTT, a Lei nº 10.233, de 2001, no artigo 22, inciso VII, estabelece que “constitui esfera de atuação da ANTT o transporte de produtos perigosos em rodovias e ferrovias”. Ainda na mesma lei, no artigo 24, inciso XIV, determina que “cabe à ANTT, em sua esfera de atuação, como atribuição geral, estabelecer padrões e normas técnicas complementares relativas às operações de transporte terrestre de produtos perigosos”.

A competência de regulamentação da ANTAQ decorre dessa Lei, na forma do art. 23: “Constituem a esfera de atuação da ANTAQ: IV - o transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas”, e no art. 27: “Cabe à ANTAQ, em sua esfera de atuação: XIX - estabelecer padrões e normas técnicas relativos às operações de transporte aquaviário de cargas especiais e perigosas”.

A ANTAQ aprovou, por meio da Resolução nº 5.464, de 23 de junho de 2017, o Manual de Análise de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA, publicado no Diário Oficial da União em 29.07.2017. O aperfeiçoamento da norma é verificado pela inclusão da preocupação ambiental.

#### **6.4. ABNT**

Embora não esteja classificada como pessoa jurídica de Direito Público, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT é referencial balizador na composição das políticas públicas que regem a atividade de movimentação de cargas perigosas nos portos do Brasil. É uma entidade privada, sem fins lucrativos, reconhecida como Fórum Nacional de Normalização – ÚNICO – através da Resolução nº 07 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, de 24 de agosto de 1992.

A ABNT padroniza as exigências para o transporte de cargas perigosas através de um conjunto de normas técnicas. Essas normas, embora, por si, não tenham força de obrigatoriedade legal, são contidas em normas legais que as adotam como parâmetro e paradigma para estabelecimento de conformidades técnicas obrigatórias.

A validação de um Documento Técnico ABNT se dá pela sua homologação e publicação. As normas se enumeram NBR. A relação das Normas Brasileiras em vigor está disponível para consulta no ABNT Catálogo.

#### **6.5. Praticagem**

Constata-se a ocorrência da expressiva maioria de acidentes marítimos em locais perigosos dentro da zona de praticagem e em operações nas proximidades portuárias o que requer a participação do prático em exercício no contexto, em momentos críticos, sob condições imprevisíveis.

As movimentações de atracação das embarcações transportando cargas perigosas contam com a participação da praticagem. A Lei nº 9.537, de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências define, que: “o serviço de praticagem consiste no conjunto de atividades profissionais de assessoria ao Comandante requeridas por força de peculiaridades locais que dificultem a livre e segura movimentação da embarcação”.

### **7. PLANOS DE CONTINGÊNCIA.**

A Resolução Conama nº 398, de 11 de junho de 2008, “Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração”.

O Plano de Emergência Individual (PEI) se constitui em instrumento essencial para o controle de acidentes, sendo elaborado para utilização de acordo com as condições locais específicas de cada instalação. Passa a ser acionado quando das ocorrências emergenciais como incêndio, vazamento de produtos perigosos e atendimentos de primeiros socorros a vítimas acidentadas.

Deve ser apresentado pelo empreendedor quando do licenciamento ambiental e prever ações conjuntas com órgãos oficiais como o Corpo de Bombeiros, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU, Defesa Civil. O seu início se dá com o acionamento da Estrutura Organizacional de Resposta - EOR, envolvendo diferentes participações institucionais.

Outros planos exigíveis como o Plano de Controle de Emergência - PCE e o Plano de Ajuda Mútua - PAM, estão previstos na NR29 – Norma Regulamentadora de Saúde e Segurança Portuária, tem o texto aprovado pela Portaria 53/97 da Secretaria de Segurança e Saúde do Ministério do Trabalho.

O Plano de Área é previsto pela Lei nº 9.966, de 2000, e regulamentado pelo Decreto nº 4.871 de 6 de novembro de 2003, alterado pelo decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013, que dispõe sobre a sua elaboração, sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional. Define que, nas áreas onde se concentrem portos organizados, instalações portuárias ou plataformas, os planos de emergência individuais serão consolidados na forma de um único plano de emergência para toda a área sujeita ao risco de poluição, o qual deverá estabelecer os mecanismos de ação conjunta a serem implementados.

Na prevenção, o monitoramento se faz presente também na exigência para que a atracação de um navio que transporta qualquer tipo de produto perigoso seja autorizada, deve ser entregue às autoridades Portuária e Aduaneira, o “Manifesto de Carga Perigosa” no prazo de até 48 horas antecedentes à chegada da embarcação. Essa declaração é obrigatória mesmo se a carga estiver contida na embarcação ainda que apenas em trânsito, sem previsão para desembarcar do navio.

Constitui motivo de atenção o transporte, manobra e estocagem das substâncias da classe dos hidrocarbonetos. Em suas variadas formas de apresentação, os hidrocarbonetos vão desde o petróleo bruto transportado e estocado em forma líquida até os seus derivados que assumem diversas formas e graus de periculosidade. A expansão dessas substâncias para o exterior do que é contido nas cargas se transforma em inconvenientes e perigosos resíduos que podem se alastrar na ausência de controle adequado durante a sua movimentação.

## 8. SANÇÕES APLICÁVEIS

A Lei Maior determina que “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano.” (artigo 225, § 3º). De acordo com esse dispositivo, há duas modalidades de imposições: sanções penais e administrativas, e a obrigação de reparar o dano.

Ao teor do art. 3º, do Decreto-lei nº 4.657, de 4 de setembro de 1942, a Lei de Introdução às Normas do Direito Brasileiro, é estabelecido de forma meridiana: “Ninguém se escusa de cumprir a lei, alegando que não a conhece.”

A Lei de Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, no seu artigo 3º, inciso IV, define o poluidor como “a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental”.

É previsto na Lei nº 6.938, de 1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, que todo aquele que deu causa, responde pelo dano ambiental, bastando para isso ser provado o nexo causal entre a ação produzida e o dano efetivo. Trata-se de responsabilidade objetiva, independente de elemento subjetivo, ou seja, a culpa.

Assim, com o advento dessa lei, se tornou desnecessário provar a culpa do causador de dano ambiental, restando em caso concreto, estabelecer o nexo causal.

Na hipótese de descumprimento da legislação que trata da movimentação de cargas perigosas, o infrator poderá ser incurso na lei penal e punido com a aplicação de sanções penais, além das civis e administrativas.

No que tange ao aspecto do impacto pecuniário de um inadequado transporte de produto perigoso, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências define em seu art. 75, que trata de infrações administrativas, que o valor da multa de que trata o capítulo será fixado no regulamento e corrigido periodicamente, com base nos índices estabelecidos na legislação pertinente, sendo o mínimo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) e o máximo de R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais), que podem ser acumulativas em razão do tipo infracional.

Convém anotar também o contido no Art. 66, do Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008: “Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar estabelecimentos, atividades, obras ou serviços utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, em desacordo com a licença obtida ou contrariando as normas legais e regulamentos pertinentes, tipos que ensejam multas significativas variáveis de R\$ 500,00 (quinhentos reais) a R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais).”

A Lei nº 9.605, de 1998, de crimes ambientais define sanções específicas em seu art. 56: “Produzir, processar, embalar, importar, exportar, comercializar, fornecer, transportar, armazenar, guardar, ter em depósito ou usar produto ou substância tóxica, perigosa ou nociva à saúde humana ou ao meio ambiente, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou nos seus regulamentos: Pena: reclusão, de um a quatro anos, e multa.”

No mesmo diploma legal, com a redação dada pela Lei nº 12.305, de 2010, incorre em seus tipos quem abandona os produtos ou substâncias perigosos ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança, bem como quem manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento. E agrava se o produto ou a substância for nuclear ou radioativa, quando a pena é aumentada de um sexto a um terço. Comina se o crime culposos com detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Além de penas restritivas de liberdade e multas vultosas, os infratores podem arcar com interrupção de produção, embargo de bens e equipamentos, confisco de instrumentos utilizados para a prática da infração.

## 9. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A contribuição da Academia, a evolução dos processos pedagógicos e os esforços científicos da pesquisa e monitoramento visando a gerar conhecimento de riscos resultam em benefícios à segurança desejada para a atividade. Os mecanismos de capacitação, além dos cursos e treinamentos dispendidos aos operadores da área, ensejam a efetiva utilização na atividade da Educação Ambiental.

A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências estabelece os princípios legais e se transforma em instrumento de apoio à preservação ambiental.

Define, em seu art.3º que, como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à educação ambiental, incumbindo: “V - às empresas, entidades de classe, instituições públicas e privadas, promover programas destinados à capacitação dos trabalhadores, visando à melhoria e ao controle efetivo sobre o ambiente de trabalho, bem como sobre as repercussões do processo produtivo no meio ambiente.” (gn)

## 10. MINISTÉRIO PÚBLICO

Como agente necessário na complementação da atuação do poder público, o Ministério Público, exercendo o seu papel de fiscal da lei na atividade portuária perigosa, influencia em operações portuárias na prevenção de perigos. Nesse contexto, o compromisso de utilização racional de recursos naturais se beneficia da utilização do modal regulamentador a serviço da coletividade, buscando prevenir ocorrências e mitigar resultados negativos.

Por essa razão, o Ministério Público, tanto o federal como o estadual, tem atuado na área portuária com interesses ambientais, provocando investigações e instituindo inquéritos civis para apurações. Com frequência, essas constatações preliminares resultam em judicializações, mormente através de Ação Civil Pública. No entanto, percebe-se uma evolução em proposições de acordos, quando se adotam providências para sanear irregularidades ou para aperfeiçoar procedimentos operacionais que possam ter levado ao cometimento de infrações, bem como para atualizar métodos anacrônicos. Trazem, assim, entendimentos que muitas vezes se incorporam a procedimentos e resultam em fonte para o aperfeiçoamento da norma infralegal.

Através dos instrumentos de termos de acordo, percebe-se que resultados positivos têm sido conseguidos. Em sede de conciliação de infratores com a Lei, são conduzidas negociações para correções, frequentemente apropriando, através de introduções tecnológicas nos procedimentos e flexibilizando prazos e parcelamento bem assim a implantação de procedimentos corretos.

Em casos de contumácia do infrator, ainda se pode contar com a alternativa de celebração de termos de ajustamento de conduta, trazendo a responsabilidade do empreendimento à regularidade legal. Esses instrumentos, homologados judicialmente, passam a ter força de sentença.

## 11. COMPETÊNCIA JURISDICIONAL

O foro apropriado para dirimir dúvidas e questões jurídicas demandadas de decisão pelo Poder Judiciário é aquele da área onde se cometeu a infração, e em sede de instância definida pelo ordenamento da justiça no Brasil.

Varas federais conhecem da demanda, que podem ser recorridas aos tribunais federais. Nos casos especiais, para o Superior Tribunal de Justiça – STJ, e em demandas que envolvem a discussão da



constitucionalidade, ao Supremo Tribunal Federal - STF.

As varas estaduais admitem ações que envolvem entes estaduais e têm recurso ao Tribunal de Justiça do respectivo estado, com recursos ainda cabíveis no STJ e STF.

## 12. JURISPRUDÊNCIA

Os julgados têm-se multiplicado, firmando entendimentos predominantes sobre as matérias judicializadas, e os pronunciamentos se transformando em referência. Desde juízes monocráticos aos tribunais, vêm-se acumulando decisões que orientam e informam as questões correlatas.

Entre centenas de julgados, podemos citar: STJ - Recurso Ordinário em habeas corpus rhc 35306 ba 2013/0012006-8 (STJ), sobre responsabilidade de sócio de empresa por transporte de produtos perigosos sem licença ambiental, TJ-RS - Agravo de Instrumento AI 70052403375 RS (TJ-RS) sobre gravidade de circulação de produtos perigosos, TJ-RS - Apelação Crime ACR 70051842573 RS (TJ-RS), no entendimento que para a configuração do delito, basta a potencialidade de risco à saúde humana.

## 13. VISÃO DE SUSTENTABILIDADE AQUAVIÁRIA: PROPOSTA PARA SISTEMATIZAÇÃO DE REVISÃO NORMATIVA.

A Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável como "O desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais."

No conceito amplo de sustentabilidade, é considerado o seu assentamento sobre três pilares: social, ambiental e econômico. Os aspectos ambientais que são regidos pela norma ambiental, menos que conflitar com os ditames legais das normas civis e penais, a eles deve se integrar em busca da sustentabilidade. A expedição de uma norma infralegal, a exemplo de uma resolução, buscaria evitar conflito desde que observando não somente a finalidade a que se destina, como também a sua origem e inserção no ordenamento jurídico como um todo.

Na esfera da gestão portuária, as estratégias podem buscar promover o desenvolvimento sustentável e da criação de uma economia de baixo carbono ao longo prazo. As metas sincronizadas aos princípios da baixa emissão devem buscar a reforma das disposições normativas contidas nas normas infralegais.

No universo legal, a vigência de leis e suas derivações infralegais, através de decretos, regulamentos, portarias, resoluções, têm apresentado alguns conflitos. A utilização da Legística, enquanto ciência do Direito, se constitui ferramenta essencial na elaboração da norma, determinando de forma direta a sua eficácia.

O princípio da hierarquia da norma impede a contrariedade da lei superior pela norma inferior. A alternativa da subsidiariedade na normatização mais restritiva permite, no entanto, ao normatizador infralegal, amparar de respaldo jurídico a matéria normatizada, conferindo a segurança desejada.

Decorre dessa inteligência uma eficácia desejada à manutenção da integridade. Como as normas, notadamente as ambientais, foram sendo editadas ao longo da formação do processo legislativo, muitas se superpõem, se repetem, conflitam e tratam do mesmo objeto duplicadamente.

### 13.1. Compromissos das movimentações de cargas perigosas com o Acordo de Paris.

Como visto anteriormente, o processo de internalização da norma estrangeira no ordenamento legal pátrio necessita de processo de ratificação parlamentar e culmina com a promulgação do decreto do legislativo que o valida.

O acordo internacional firmado por 195 países na 21ª Conferência das Partes, a COP21 da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), em dezembro de 2015 em Paris, que ficou conhecido como o Acordo de Paris, tem por meta reduzir as emissões de gases de efeito estufa e assim limitar o aumento da temperatura da Terra em até 1,5°C até 2100.

O Brasil o validou, como signatário, após a aprovação pelo Congresso Nacional, quando o Senado brasileiro

editou, em 11 de agosto de 2016, o Decreto Legislativo nº 116, que valida a adesão brasileira. Concluiu, em 12 de setembro de 2016, o processo de ratificação e, em 21 de setembro, o instrumento foi entregue às Nações Unidas. Com recepção daquelas normas no ordenamento legislativo brasileiro, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e tornaram-se compromissos oficiais. Em decorrência, a aplicação de normas nacionais passou a seguir os termos do acordo.

A atividade portuária produz significativa emissão de poluentes em larga escala. A movimentação de cargas, embarcações, guindastes, caminhões, esteiras, geram poluentes de significativo impacto ambiental. A movimentação de cargas que desprendem partículas de dispersão atmosférica, como o coque, contribui para o aumento de emissões; pátios de estocagem sem a observação dos preceitos legais multiplicam os riscos. A adequação da norma infralegal aos princípios que atendam à baixa emissão, com o incentivo à utilização de mecanismos de desenvolvimento limpo, se faz necessária.

A Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências, estabelece que:

Art. 6º São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima:

*XII - as medidas existentes, ou a serem criadas, que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais o estabelecimento de critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas, compreendidas aí as parcerias público-privadas e a autorização, permissão, outorga e concessão para exploração de serviços públicos e recursos naturais, para as propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos.*

O Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010, regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei que institui a PNMC.

## 14. CONCLUSÃO

Pelo exposto ao longo do presente trabalho, se tem como constatado o complexo sistema existente que é regido pelas normas e demais disposições da atividade de movimentação de cargas perigosas nos portos brasileiros. Desde um modelo com ordenamento colonial rudimentar, ao ajustamento aos atuais tratados internacionais que regulam a matéria, muito evoluiu. O desafio atual consiste na continuação dessa evolução, objetivando o estado da arte.

Ao seu lado, a ascensão do Direito Ambiental trouxe na sua essência a atenção para com o meio ambiente, o que não era presente há poucas décadas. A segurança a que se referia a regulamentação mais priorizou instalações patrimoniais e integridade física de pessoas e animais do que a defesa da natureza. A evolução das questões ambientais trouxe uma preocupação presente, e a vigência dos tratados internacionais e o aperfeiçoamento da legislação ambiental consolidam uma obrigação permanente incorporada no ordenamento legal, em busca dos resultados globais.

O aperfeiçoamento de normas ambientais trouxe no seu bojo um regramento que obriga o sistema de movimentação de cargas perigosas em portos brasileiros. Inexoravelmente, as regras existentes absorverão os dispositivos, pelo caminho da hierarquia da norma legislativa.

Os aspectos econômicos financeiros que dão origem e mantêm as atividades portuárias carecem dos necessários cuidados ambientais, considerando não somente a instalação portuária, mas também toda a hinterlândia junto à qual se localiza.

A atividade portuária quando em operação atinge múltiplas ações simultâneas que exigem precisão e procedimentos planejados, quando não criatividade e soluções inteligentes para os atos que se faz necessário imprimir. A legislação conflitante pode gerar insegurança jurídica, o que reflete diretamente no aumento de riscos da atividade. O aperfeiçoamento do marco legal, contextualizando com a legislação existente, se coloca como oportunidade para o aprimoramento de novas normas, incorporando-se a um sistema que objetive eficiência e eficácia na prevenção de riscos, almejando conferir segurança jurídica.

Nesse propósito, a técnica da Legística, recém-incorporada ao universo do Direito, consiste na aplicação de conhecimento que se ocupa da elaboração das normas, visando a dar eficácia e eficiência aos atos normativos. Atua, no aspecto material, no sentido de eficácia da legislação, assim também como no aspecto formal, possibilitando eficiência de alcance na aplicação dos textos legais. As utilizações adequadas da Legística se propõem a agregar tecnologia jurídica ao universo legal normativo do complexo sistema que rege a matéria da movimentação de cargas perigosas nos portos do Brasil.

A técnica utilizada na construção da norma terá, portanto, o condão de flexibilizar seu conteúdo, abrangendo os princípios internacionais sem, no entanto, perder as suas características de limites locais, em busca de soluções adequadas ao Brasil. O respeito ao pacto federativo, entendido como fiador do Estado Democrático de Direito, trará reflexos positivos à normatização. A conformidade da legislação local tenderia a seguir, a partir da

limitação da hierarquização legal, o conteúdo dos princípios que regem o Direito, na obediência à Lei Maior. A regulamentação adequada servirá assim, desde a base, para o aperfeiçoamento de toda a cadeia legal normativa.

O respeito ao pacto federativo afiança a disseminação das boas práticas sob o comando da norma erga omnes, buscando consolidar a aplicação dos princípios legais na prática operacional quanto às movimentações de cargas perigosas nos portos do Brasil.

A ampliação dos conceitos contidos no artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil tem reflexo direto no ordenamento através da legislação e normas infralegais. Essa conjuntura poderá projetar, com a inteligência dos termos e cláusulas pétreas da Constituição, resultados positivos ao complexo sistema vigente.

Como de resto, na sequência de todo o ordenamento jurídico brasileiro, há que se atentar para a busca da eliminação de práticas impactantes à natureza e de impunidade nas infrações cometidas, para o Direito Comparado, com fonte no ordenamento estrangeiro, assimilando exemplos que devam ser analisados, o que nivela comandos quando dos tratados.

A metodização através da utilização das tecnologias jurídicas, como a Legística, nos aspectos jurídicos ambientais da movimentação de cargas perigosas nos portos do Brasil tenderá a inovar no aperfeiçoamento de eficácia e eficiência da norma.

A sistematização, com a utilização das ferramentas técnicas científicas jurídicas aplicadas, haverá de trazer, em prazos e agilidade razoáveis, uma maior efetividade da norma, cumprindo seu desígnio maior de ordenar, a serviço do Direito que tem a norma como objetivo.

A execução desse processo é tarefa comum, desde a Carta Magna que explicita a responsabilidade de todos, notadamente da responsabilidade do poder público, como insculpido no § 1º, do art. 225, da Constituição Federal e definido no artigo 37.

Por fim, a visão geral que o cenário ocupa no contexto jurídico legal, mesmo padecendo das interferências e dificuldades do momento, recebe influências positivas, uma vez inserida no desenvolvimento de novas alternativas do ordenamento jurídico brasileiro e a par da evolução internacional que rege a matéria.

A proposta deste artigo consiste, então, em eliminar a superposição de normas regradoras da movimentação de cargas perigosas nos portos brasileiros, mediante a utilização da Legística, especificamente: (i) absorção de todas as normas administrativas, de todas as agências acima mencionadas, por regra superior e consolidada pelo Conama, com observância do princípio da baixa emissão de carbono, em obediência ao Acordo de Paris; e (ii) enquanto isso não ocorre, a observância do princípio da baixa emissão de carbono, em obediência ao Acordo de Paris, nas normas pulverizadas de todas as agências que tratam do assunto, acima exaustivamente relacionadas.

As proporções limitadas de um pretensioso artigo técnico e científico estão mais para provocar reflexão que para esgotar a complexidade do tema, mas afirmam a carência de análise a ser aprofundada, a partir da inclusão do tema na agenda da sustentabilidade portuária no contexto da normatização da movimentação de cargas perigosas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELTRÃO, Antonio F.G. Aspectos jurídicos do estudo de impacto ambiental. São Paulo: MP, 2008.
- CARVALHO, Kildare Gonçalves. Técnica legislativa. 3. ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2003.
- DUPAS, Gilberto (org.). Meio ambiente e crescimento econômico: tensões estruturais. São Paulo: Editora Unesp, 2008.
- FARIAS, Talden. Licenciamento ambiental: aspectos teóricos e práticos. 4. ed. Belo Horizonte: Forum, 2013.
- FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. Curso de direito ambiental brasileiro. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- KELSEN, Hans. Teoria geral das normas. Porto Alegre: Fabris, 1986.
- KELSEN, Hans. Teoria pura do direito. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. Direito ambiental brasileiro. 9. ed. São Paulo: Malheiros, 2001.
- MILARÉ, Edis. Direito do ambiente. 5. ed. São Paulo: RT, 2011.
- TRENNEPOHL, Curt. Licenciamento ambiental. 2. ed. Niterói, RJ: Impetrus, 2008.

# **INICIATIVAS INOVADORAS**

# **1º Lugar**

**Contribuições do C3OT-ReDRAFT® para a  
Segurança e Eficiência Operacional do Porto  
de Santos.**

**Autores:**

Argonáutica Engenharia e Pesquisas  
Praticagem do Estado de São Paulo



## 1. INTRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

O modal marítimo é responsável por mais de 90% da movimentação de carga transacionada pelo Brasil com seus parceiros comerciais, promovendo o desenvolvimento econômico e social ao longo de toda a costa brasileira, com uma tendência de crescimento de movimentação de cargas nos portos brasileiros, conforme ilustrado na Figura 1 (ANTAQ, 2015).

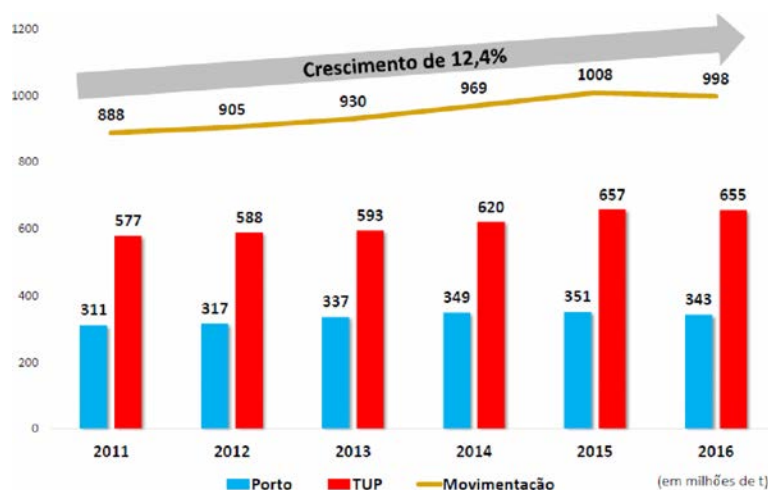


Figura 1 - Evolução histórica de movimentação de cargas no Brasil.

Fonte: (ANTAQ, 2015)

Apesar da situação econômica desafiadora pela qual o país vem passando desde 2012, a tendência projetada para o mercado nos próximos anos permanece positiva, na medida em que o país expande sua produção e comércio. As projeções apresentadas pela ANTAQ são de um aumento total de 150% na movimentação de cargas até o ano de 2030, conforme apresentado na Figura 2 (ANTAQ, 2015), considerando como premissas para este crescimento os seguintes drivers: granel sólido (ex: minério de ferro, soja etc.), granel líquido (ex: petróleo e seus derivados), carga geral (veículos, chapas de ferro etc.) e contêineres.

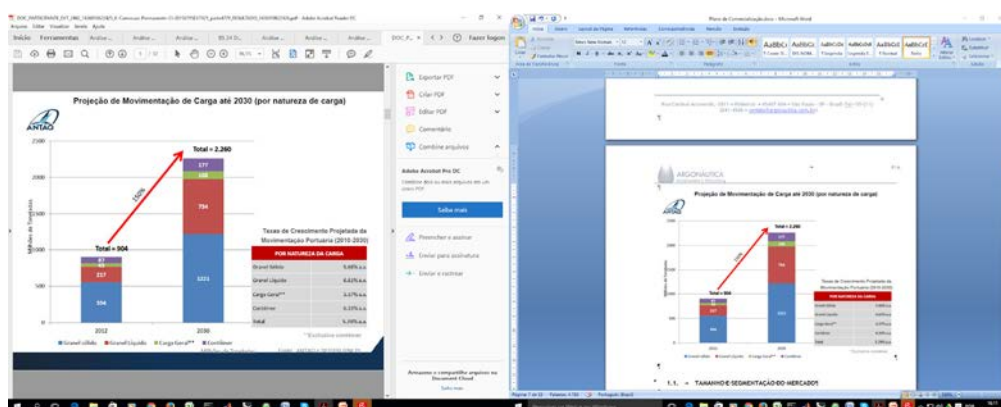


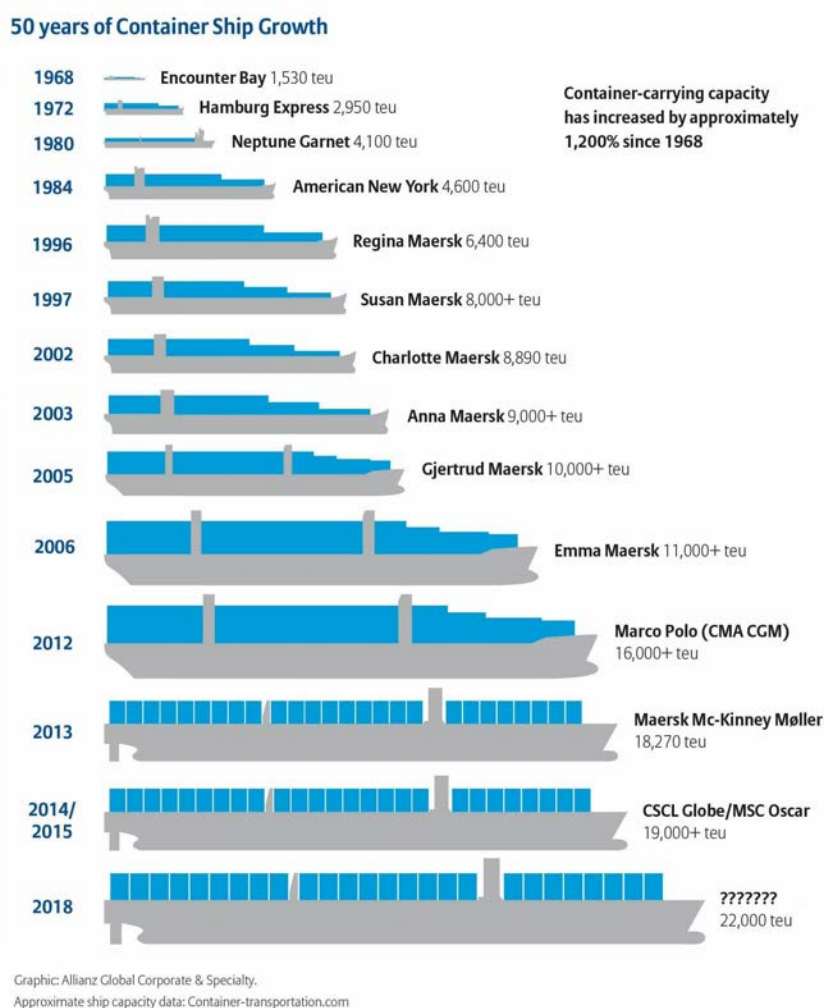
Figura 2 - Projeção de movimentação de carga até 2030.

Fonte: (ANTAQ, 2015)

Os portos brasileiros se desenvolveram historicamente em regiões de profundidade natural adequadas aos navios da época, incluindo estuários e baías, que hoje não atendem às embarcações modernas sem a realização de obras/intervenções, notadamente as dragagens/derrocagens de aprofundamento e manutenção. Essas intervenções são essenciais para a viabilidade técnico-econômica (competitividade) dos portos, já que os navios

de transporte são frequentemente projetados para rotas internacionais, abrangendo portos com infraestrutura superior à brasileira em busca de ganhos de escala.

O transporte mundial de contêineres e commodities se destaca com relação ao aumento das dimensões dos navios, com os armadores investindo na construção de navios cada vez maiores, conduzindo os portos ao redor do mundo a se adaptarem ao porte dos navios ou permanecerem fora das principais rotas do comércio mundial. Um exemplo do aumento do porte de navios porta-contêineres pode ser visto na Figura 3, na qual se nota que os navios da década de 1960 tinham 1.530 TEUs de capacidade de carga, ante 19.000 TEUs em 2015, existindo projetos em estudo para navios de até 22.000 TEUs de capacidade.



**Figura 3 - Aumento das dimensões de navios porta-contêineres ao longo dos anos.**

Fonte: (Allianz Global Corporate & Specialty, 2015)

Essa necessidade motivou o governo federal a criar os planos/programas nacionais de dragagem (PND) 1 e 2 visando a preparar os portos brasileiros para o recebimento de embarcações de dimensões cada vez maiores. No entanto, parte desses planos não atingiu os objetivos almejados devido a diversas dificuldades encontradas, não viabilizando em diversos casos a entrada de navios de maior porte. A situação se complica ainda mais devido ao fenômeno de assoreamento, que tende a retornar os canais dragados à situação de equilíbrio antes da obra realizada, ou seja, com menor profundidade. Essa necessidade faz com que alguns dos mais importantes portos brasileiros precisem de dragagem constante de manutenção, por exemplo, o porto de Santos, responsável por quase 25% do comércio internacional brasileiro.

Evidentemente, investimentos relevantes em infraestrutura neste setor montam grandes valores, cujo retorno é geralmente auferido em longo prazo. A atual conjuntura no Brasil implica dificuldades no financiamento

e execução desses investimentos. Neste sentido os desafios mais urgentes para muitos portos brasileiros são as obras de dragagem para facilitar o acesso dos navios, com destaque para o porto de Santos, Paranaguá, Itaguaí, Rio de Janeiro, Recife e Salvador, além do porto fluvial de Parintins, no Rio Amazonas.

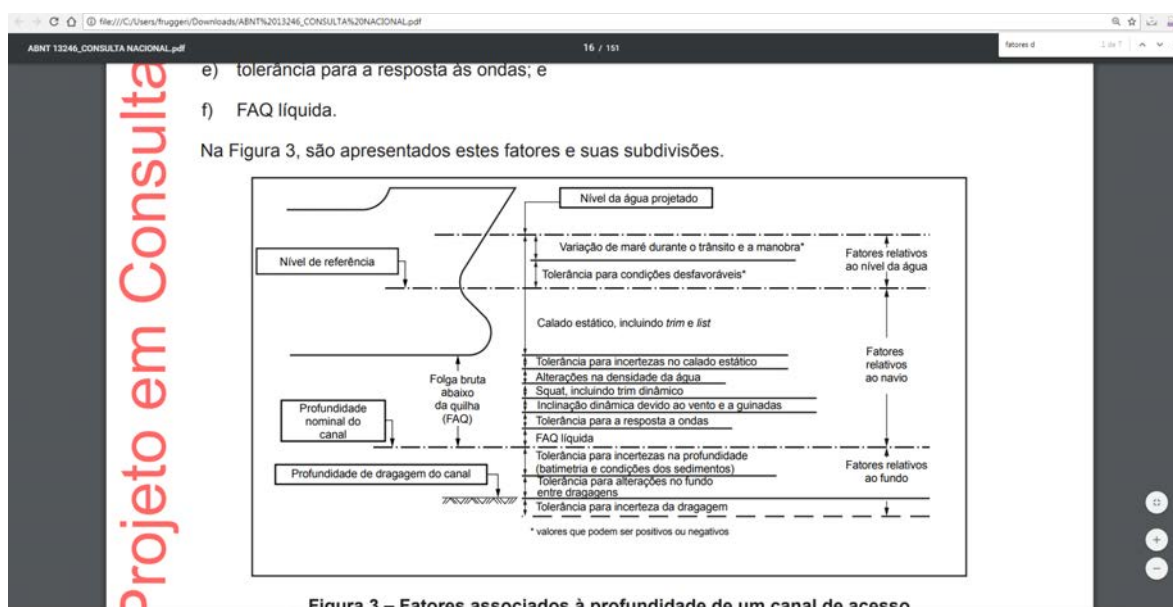
Esses elementos permitem vislumbrar um impasse no setor portuário brasileiro, de um lado a crescente demanda por este modal em função da crescente produção brasileira e comércio exterior e, por outro lado, a insuficiência de investimento continuado em infraestrutura.

Em busca de ampliar os limites operacionais da atual infraestrutura portuária brasileira sem recorrer a vultosos investimentos de longo prazo, buscam-se inovações tecnológicas que visem ao aumento da eficiência e capacidade de movimentação de cargas nos portos. Em particular, este trabalho trata do desenvolvimento e aplicação de sistemas modernos de monitoramento de tráfego marítimo e de cálculo de calado máximo seguro no acesso ao porto de Santos.

O calado é um importante parâmetro operacional dos portos uma vez que está diretamente relacionado à quantidade de carga transportada pela embarcação, sendo sua definição uma obrigação legal da Autoridade Portuária coordenada pela Autoridade Marítima, esta sendo sempre assessorada pela Praticagem visando a garantir a segurança da navegação. A folga sob a quilha (underkeel clearance) durante a navegação deve ser suficiente para evitar que a embarcação esteja exposta a um risco inaceitável de tocar o fundo, o que poderia danificar o casco ou produzir um encalhe. Adicionalmente, a folga sob a quilha pode comprometer a capacidade de governo do navio devido à modificação do escoamento ao redor do casco, que aumenta sensivelmente a massa adicional e o arrasto produzido pela corrente. O primeiro fenômeno torna as respostas dinâmicas do navio mais lentas, tornando difícil a manobra de parada ou mudança de rumo da embarcação, enquanto que o segundo pode amplificar em mais de quatro vezes as forças de corrente quando comparado aos esforços em águas profundas.

Os acréscimos/reduções de calado da embarcação produzem impacto significativo dentro da operação dos navios, sendo que para os navios atualmente operando no porto de Santos cada dez centímetros podem representar até mil toneladas a mais de carga a granel transportada ou 65 contêineres.

No entanto, o cálculo preciso do calado máximo seguro em cada manobra é bastante complexo, uma vez que depende dos diversos fatores resumidos na Figura 4, adaptada de (PIANC, 2014).



**Figura 4 - Fatores para cálculo do calado máximo seguro**

*Adaptado de (PIANC, 2014).*

Esses fatores variam em função da condição ambiental atuante (ex: maré, onda, corrente e vento), das características específicas de cada navio (tipo de casco, comprimento, boca, pontal, altura do centro de gravidade, deslocamento etc.), do tipo de manobra (entrada ou saída) e do assoreamento acumulado no canal, sendo bastante complexa a definição de uma regra customizada para cada manobra.

Dessa forma, os calados máximos permitidos nos portos brasileiros são geralmente definidos de forma estática e genérica cujo objetivo é abranger todas as embarcações que acessam o porto e considerando condições ambientais severas durante a manobra. Essas regras estáticas consideram geralmente margens de segurança arbitrárias já que se trata de um compromisso entre segurança da navegação, acessibilidade do porto e impacto ambiental devido à dragagem. Se a regra for muito restritiva, a acessibilidade do porto poderá ser comprometida, ou a dragagem requerida produzirá grande impacto ambiental. Por outro lado, se a regra for muito otimista, podem surgir situações de risco indesejado à navegação.

Na prática, esse procedimento faz com que as manobras tenham nível de segurança variável e que, em média, adotem-se resultados conservadores, às vezes de forma excessiva diante de condições ambientais amenas. Entretanto, estas mesmas regras podem produzir casos em que a conjunção de fatores ambientais, hidrodinâmicos e dinâmicos da embarcação torne as manobras inseguras diante de condições adversas.

A Praticagem do Estado de São Paulo vem investindo continuamente em iniciativas inovadoras e o estabelecimento de parcerias estratégicas com empresas e universidades visando a ampliar os limites operacionais do porto de Santos e melhorar a segurança/eficiência das manobras. Um dos marcos dessa iniciativa foi a implantação do inovador Centro de Coordenação, Comunicações e Operações de Tráfego (C3OT), um centro que integra o sistema AIS (Automatic Identification System) às cartas de navegação eletrônicas, a um sistema de obtenção automático de características dos navios, a um conjunto de câmeras de monitoramento e equipamentos de medição de dados ambientais (maré, altura e período de ondas, vento, visibilidade, temperatura, pressão, precipitação etc.) espalhados em diversos pontos do canal de navegação, garantindo assim ainda mais eficiência, celeridade e segurança na tomada de decisão através do monitoramento contínuo do tráfego de embarcações. Esse investimento pioneiro tornou possível o desenvolvimento do primeiro sistema de calado dinâmico nacional, o sistema ReDRAFT®, desenvolvido pela empresa Argonáutica Engenharia & Pesquisas.

O sistema ReDRAFT® visa a servir de ferramenta de auxílio à tomada de decisão, calculando a folga sob a quilha e o calado máximo seguro de forma customizada para cada manobra. Estas iniciativas vêm demonstrando grande impacto na eficiência do porto de Santos desde sua implantação, servindo também de base para novos desenvolvimentos e aumento da eficiência para outros portos brasileiros.

Deve-se ressaltar que o desenvolvimento de sistemas de automação e auxílio às operações portuárias é assunto bastante explorado nos principais portos do exterior, principalmente os da Europa (notadamente Holanda e Bélgica), EUA e Austrália, em que diversas ferramentas estão disponíveis para auxiliar a Autoridade Portuária e Praticagem. Dessa forma, esse desenvolvimento insere o porto de Santos e o Brasil como um local de excelência e inovação dentro do contexto mundial.

Neste documento são apresentados os objetivos dessas iniciativas, as etapas dos desenvolvimentos, os resultados alcançados até o momento e a continuidade dos desenvolvimentos.

## 2. OS OBJETIVOS DA INICIATIVA

O objetivo dessa iniciativa foi desenvolver no Brasil um sistema operacional de calado dinâmico para auxílio à tomada de decisão em manobras de navios de grandes dimensões no porto de Santos, visando a promover maior eficiência, agilidade e segurança para essas operações.

A ferramenta desenvolvida permite o cálculo em tempo real e previsão dos calados máximos seguros integrando as condições meteorológicas (onda, vento, corrente e maré) atuantes no momento da manobra, as especificidades de cada navio (tipo, comprimento total, boca, pontal, porte bruto etc.), os levantamentos batimétricos atualizados (profundidades e assoreamento previsto no canal) e o tipo de manobra (entrada/saída). Esse cálculo é realizado integrando o modelo numérico-computacional do estuário de Santos com o modelo computacional dos navios, tornando os valores de calado customizados para cada condição de manobra. Para garantir fidedignidade dos cálculos, a Praticagem mantém um sistema de sensores para medição das condições ambientais em tempo real constantemente calibrado e atualizado. Dessa forma, na maioria das vezes, a ferramenta tende a flexibilizar o calado em condições ambientais favoráveis, melhorando o planejamento das manobras de forma que as embarcações aguardem menos, provendo assim um melhor balanço entre segurança e eficiência.

Esse desenvolvimento visa a permitir que o porto mais importante da América Latina se prepare para o recebimento de embarcações cada vez maiores, acompanhando as tendências do mercado marítimo.

Além disso, os dados ambientais e das manobras são monitorados constantemente e armazenados, servindo como fonte de dados para diversos estudos ambientais realizados por universidades brasileiras para maior compreensão sobre a dinâmica do estuário. Os dados das manobras e calados máximos servirão de fonte de informação para o planejamento de obras de expansão do porto (ex: profundidade requerida do canal de acesso, acessibilidade etc.), provendo maior assertividade nas tomadas de decisão pelos planejadores, que poderão utilizar modelos econométricos para comparar o custo das obras/intervenções e os benefícios esperados destas a fim de encontrar o ponto de equilíbrio.

O resumo dos objetivos do desenvolvimento pode ser visto abaixo:

- adequar-se à tendência mundial de expansão do tráfego marítimo;
- aumentar a eficiência e agilidade, mantendo os níveis de segurança, nas manobras no porto de Santos através do cálculo racional do calado máximo dos navios, levando em consideração as condições ambientais atuantes no momento da manobra, as características específicas dos navios manobrados e as profundidades e assoreamentos dos canais de acesso;
- disponibilizar ferramentas tecnológicas para as atividades de praticagem, contribuindo para incrementar a agilidade e segurança da navegação;
- reduzir custos em infraestrutura atrelados às obras de dragagem e derrocagem; e
- monitorar e fornecer dados ambientais às universidades brasileiras, públicas e privadas, a fim de colaborar com as pesquisas científicas no estuário de Santos.

### 3. O PÚBLICO-ALVO

Devido à sua multidisciplinaridade e a relação porto-cidade existente na cidade de Santos, o sistema desenvolvido possui diversos públicos-alvo (interessados e beneficiários), sendo os mais importantes:

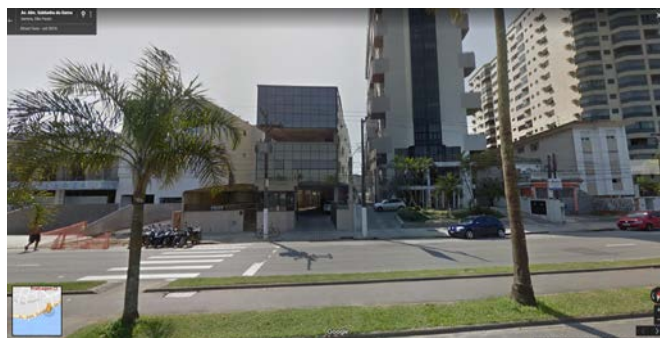
- 1) Autoridade Marítima e Praticagem: que utilizam o sistema para garantir a eficiência, celeridade e segurança da navegação na região complexa do estuário de Santos;
- 2) Terminais Portuários e Autoridade Portuária: que estão interessados em aprimorar a eficiência e segurança das operações através do planejamento integrado da logística considerando as janelas de manobras. A operação mais eficiente nos portos também terá efeitos importantes na cadeia logística, com redução dos custos operacionais. Os dados armazenados podem ser utilizados também para auxiliar no planejamento do porto e decisão sobre obras de aprofundamento/alargamento do canal de acesso, reduzindo os custos de implantação/manutenção pelo maior conhecimento produzido;
- 3) Universidades e órgãos ambientais: interessados nos dados ambientais para estudos de longo prazo e monitoramento do estuário santista; e
- 4) Prefeitura e sociedade civil: que utilizam os dados dos sensores ambientais como alerta para possíveis ressacas que possam impactar as praias santistas, tendo sido utilizado nos últimos anos para verificar o aumento da severidade das ressacas, cuja água adentrou as faixas de rolagem e garagens de prédios localizados na orla.

### 4. A DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA

O sistema ReDRAFT® é o único sistema de calado dinâmico existente no Brasil, sendo oriundo de um projeto de Pesquisa & Desenvolvimento conduzido pela empresa Argonáutica Engenharia e Pesquisas. A metodologia de cálculo adotada foi completamente concebida no Brasil, incluindo parte dos complexos algoritmos computacionais que modelam numericamente o comportamento do navio, sendo parte desses algoritmos desenvolvidos nas teses de doutorado (WATAI, 2014) e (RUGGERI, 2016), ambas aprovadas pelo programa de pós-graduação do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP).

No entanto, esse desenvolvimento somente foi possível com a inauguração em 2014 do Centro de Coordenação, Comunicações e Operações de Tráfego - C3OT, na sede da Praticagem de São Paulo, em Santos, mostrada na Figura 5.

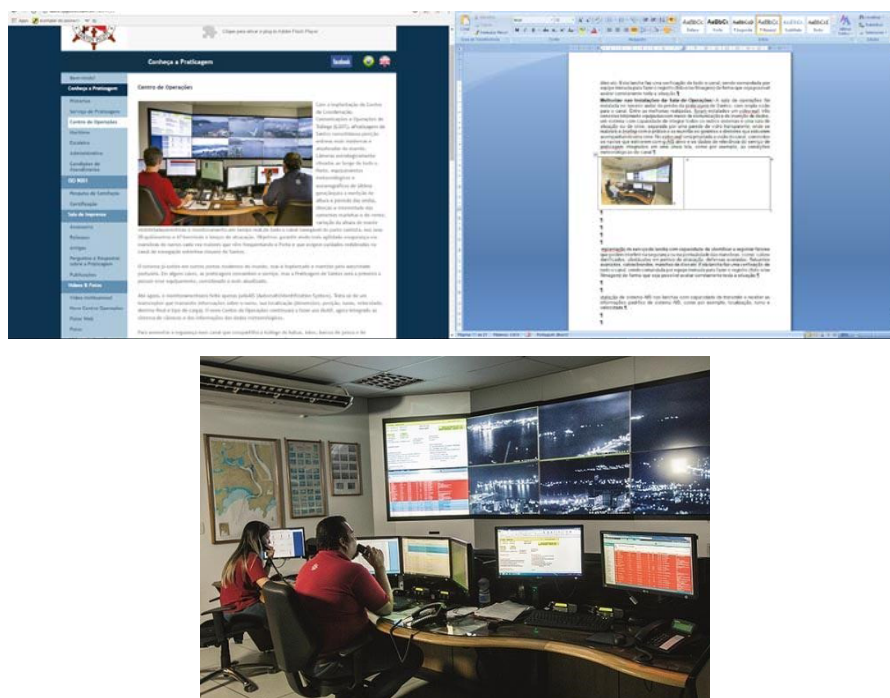




**Figura 5 - Sede da Praticagem de Santos e do C3OT.**

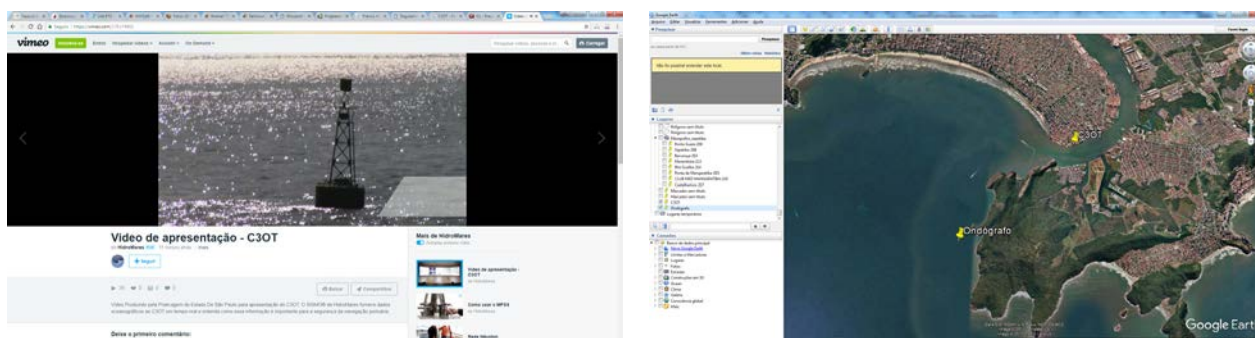
O C3OT, primeiro centro nacional deste tipo, é composto por um sistema integrado de câmeras estrategicamente situadas ao longo do porto de Santos, equipamentos meteorológicos e oceanográficos de última geração para medição de altura e período de ondas, direção e intensidade das correntes marinhas e do vento, variação da altura de maré e visibilidade, que permitem o monitoramento, em tempo real, de todo o canal navegável do porto santista, nos seus 20 quilômetros e 67 terminais e berços de atracação, o que foi desenvolvido após um longo estudo de viabilidade técnico-operacional. Dentre as principais etapas deste desenvolvimento destacam-se as instalações dos seguintes sistemas:

- Sistema de Videomonitoramento: Foi instalado um sistema de monitoramento, composto por câmeras de alta resolução e longo alcance, em posições que permitem uma ampla capacidade de varredura sobre as instalações do porto, bem como da manobra de praticagem. O sistema de câmeras é capaz de acompanhar a manobra desde o embarque do Prático, na entrada da barra, até a atracação do navio, em qualquer dos terminais do porto, possibilitando que o C3OT tenha condições de atuar rapidamente em qualquer emergência comunicada pelo Prático. Além disso, o sistema é capaz de produzir imagens noturnas, utilizando-se somente da iluminação elétrica no canal. Essas imagens são mostradas em tempo real aos operadores do C3OT, conforme ilustrado na Figura 6.



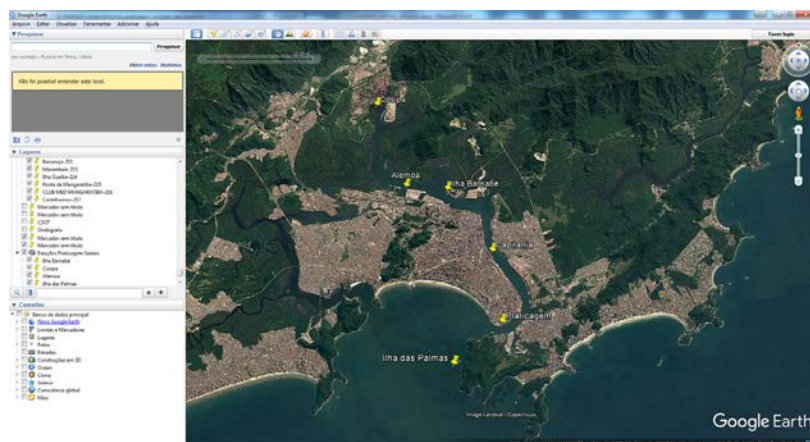
**Figura 6 - Câmeras de monitoramento no C3OT (Globo.com, 2017)**

- Sistema Ondógrafo: Foi instalado um sistema com capacidade de medição de ondas (período e amplitude) num local crítico com melhor amostragem das ondas no canal e velocidade e direção de corrente. Os dados do ondógrafo são enviados ao C3OT, sendo armazenados por período adequado. Além disso, o C3OT possui um sistema de alarme automático, que alerta sobre eventuais aumentos significativos de altura de onda, que possam representar riscos à navegação. O equipamento encontra-se instalado próximo à Ilha das Palmas, ilustrado na Figura 7, local crítico do canal de navegação, sendo a transmissão realizada em tempo real utilizando rede móvel para garantir a transmissão contínua dos dados.



**Figura 7 - Sistema ondógrafo utilizado no C3OT.**

- Sistema Correntômetro e Maré: Foram instalados correntômetros com capacidade de medir a corrente (velocidade e direção) e marégrafos em diversos pontos do canal do porto para prover dados durante o planejamento das manobras. Analogamente ao sistema de medição de ondas, os dados são armazenados por período adequado e o C3OT possui um sistema de alarme automático que alerta quando a corrente atinge situação crítica. O centro de controle atualmente é integrado às seis estações de monitoramento, localizadas na Cosipa, Alemoa, Ilha Barnabé, Capitania, Praticagem e Ilha das Palmas, conforme mostrado na Figura 8, espalhadas ao longo de toda a extensão do porto, em locais estratégicos.



**Figura 8 - Estações de monitoramento de maré integradas ao C3OT.**

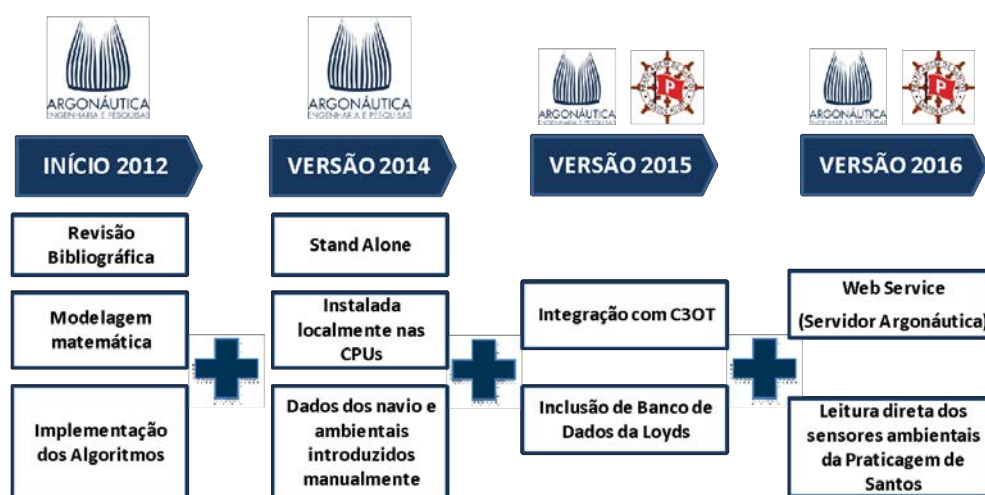
- Sistema Visibilímetro: Foram instalados visibilímetros para medir a visibilidade em pontos específicos do canal, permitindo uma avaliação mais apurada do estado de visibilidade no canal em apoio técnico eficaz para a eventual necessidade de sugerir o fechamento do porto. Os dados também são armazenados por tempo adequado e o C3OT é capaz de emitir situação de alerta quanto à possibilidade de formação de nevoeiros.
- Sistema AIS nas Lanchas de Barra: Instalação de sistema AIS nas lanchas com capacidade de transmitir e receber as informações no padrão do sistema AIS, como por exemplo, localização, rumo e velocidade.
- Serviço de Lancha Rondante: Implantação de serviço de lancha com capacidade de identificar e registrar fatores que podem interferir na segurança ou na pontualidade das manobras, como: cabos danificados,

obstáculos em pontos de atracação, defensas avariadas, flutuantes avariados, cabos brandos, manchas de óleo etc. Esta lancha faz uma verificação de todo o canal, sendo comandada por equipe treinada para fazer o registro (foto e/ou filmagem) de forma que seja possível avaliar corretamente toda a situação.

- Melhorias nas Instalações da Sala de Operações: A sala de operações foi instalada no terceiro andar do prédio da sede da Praticagem de Santos, com ampla visão para o canal. Entre as melhorias realizadas, foram instalados um video-wall, três consoles totalmente equipados com meios de comunicação e de inserção de dados, um sistema com capacidade de integrar todos os outros sistemas e uma sala de situação ou de crise, separada por uma parede de vidro transparente, onde se realizará o briefing com o prático e se reunirão os gerentes e diretores que estiverem acompanhando uma crise. No video-wall são projetados a visão do canal, com todos os navios que estiverem com o sistema AIS ativo e os dados de relevância do serviço de praticagem integrados em uma única tela, como por exemplo, as condições meteorológicas do canal. O sistema é integrado à base de dados da Lloyds Register, uma das maiores empresas/sociedades classificadoras do mundo, de forma a permitir identificar todas as características do navio que será manobrado através de seu número IMO, um identificador internacional da embarcação.
- Recursos humanos: o C3OT opera sempre com dois operadores durante a coordenação das manobras, com formação e treinamento específicos para lidar com todos os possíveis problemas, sendo exigido uma experiência no exterior. As diversas duplas são sempre formadas por um profissional com maior experiência e outro de menor experiência visando a permitir a contínua formação de operadores qualificados. As duplas se revezam para garantir o funcionamento 24h por dia do serviço.

Essas iniciativas inovadoras da Praticagem de São Paulo tiveram por finalidade integrar tecnologia e informação em um único ambiente com intuito de permitir aos processos de coordenação e gerenciamento das manobras de Praticagem. Sendo assim, o C3OT é um ambiente físico no qual convergem informações, dados coletados e processados que, aliados aos conhecimentos operacionais existentes, formam argumentos para a melhor tomada de decisões, assim como aumento do controle dos recursos e ações que irão prever, neutralizar ou impedir os riscos de uma eventual ocorrência.

O desenvolvimento do sistema ReDRAFT® foi realizado em diversas etapas desde 2012, sendo que a partir de 2015 foi integrado ao C3OT e contou com a expertise da Praticagem de Santos no desenvolvimento, sendo as diversas etapas resumidas na Figura 9.



**Figura 9 - Etapas de Desenvolvimento do ReDRAFT® e Integração com o C3OT**

A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica das metodologias para cálculo de calado seguro e folga sob a quilha na navegação, principalmente no que se refere às inovações introduzidas pela (PIANC, 1985) e (PIANC, 2012), referências internacionalmente aceitas que introduziram a utilização de medições em campo em tempo real para auxílio à tomada de decisão. Nessa mesma etapa, foi iniciado o desenvolvimento do banco de dados de modelos computacionais de navios dos tipos graneleiro, tanque e porta-contêineres, as principais embarcações operando nos portos brasileiros. Esses modelos computacionais foram construídos de forma paramétrica utilizando processos de transformações matemáticas que utilizam planos de linhas de embarcações conhecidas (benchmark) para produzir outros navios de diversos portes. Um exemplo de casco de navio porta-contêiner pode ser observado na Figura

10. Esses modelos computacionais também contam com as propriedades de massa e inércia calculadas a partir da distribuição de carga e lastro dentro dos porões do navio, de forma a garantir a precisão dos cálculos realizados.

O banco de dados possui aproximadamente doze mil embarcações, estando pronto para calcular o calado máximo seguro de praticamente qualquer embarcação manobrada.

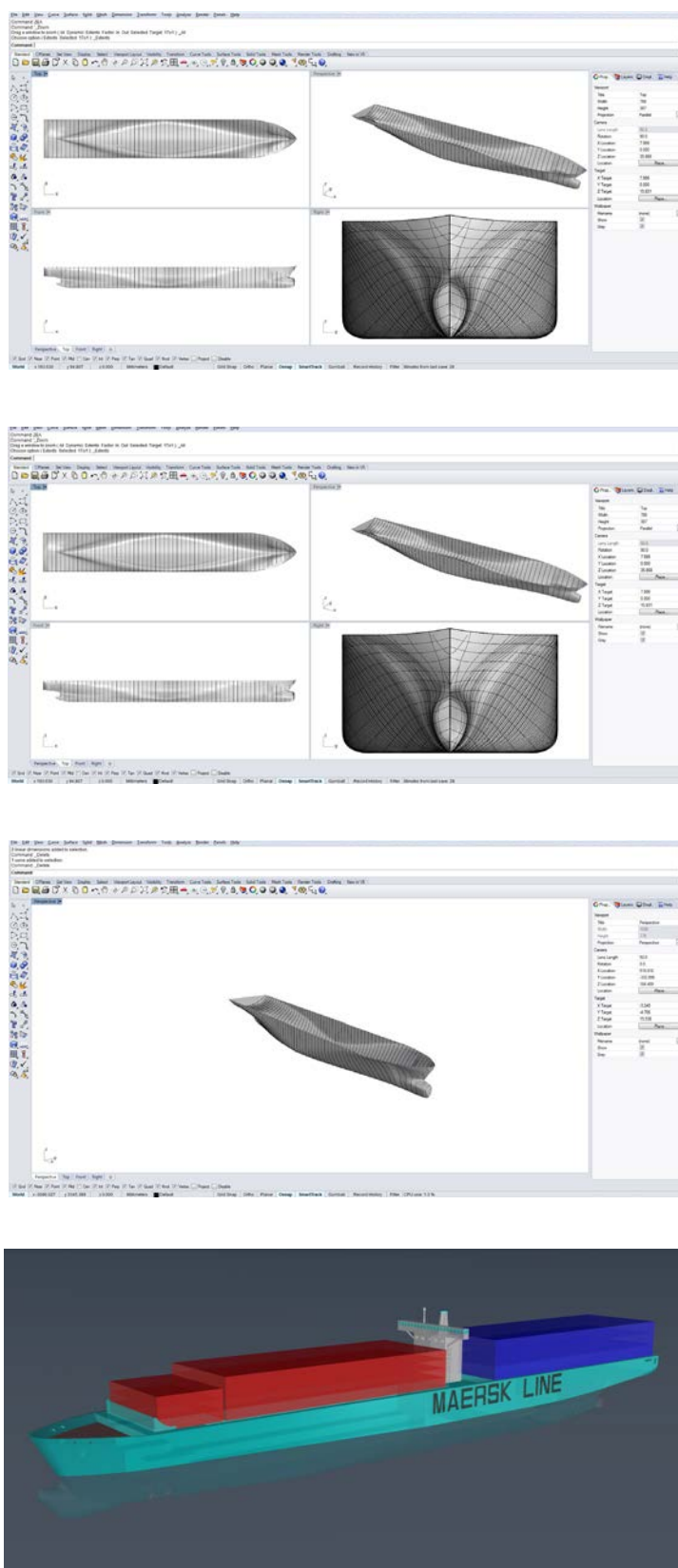


Figura 10 - Exemplo de modelo computacional de navio porta-contêineres.

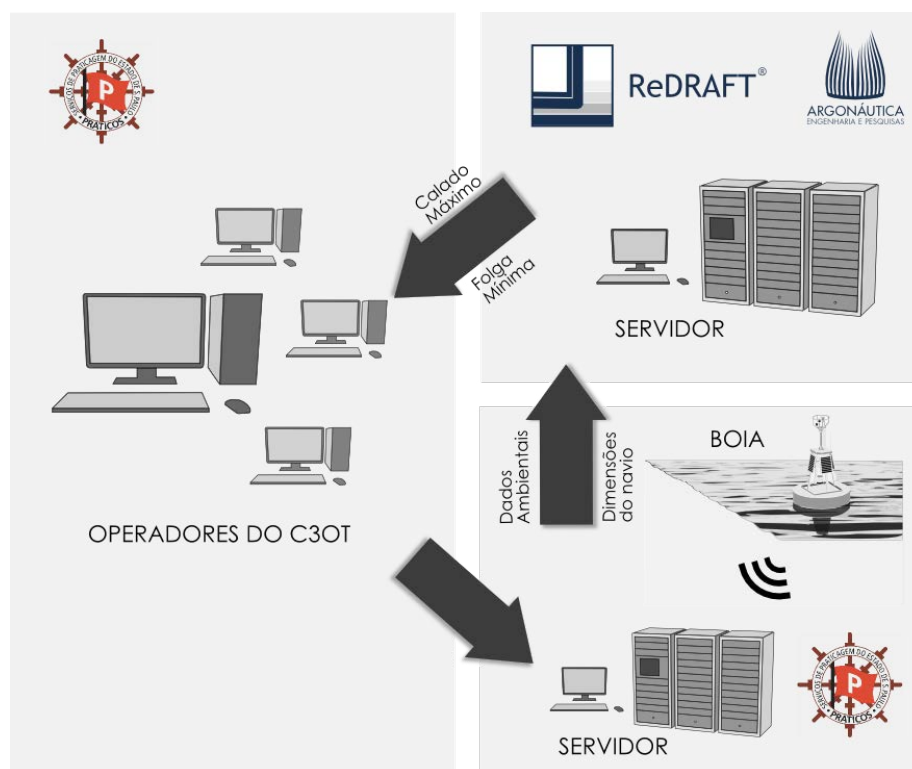


Nessa mesma etapa, foram também customizados os diversos algoritmos desenvolvidos ao longo de anos de pesquisa para a finalidade específica de cálculo de calado máximo seguro. Esses algoritmos se baseiam em grande parte no Método de Painéis desenvolvido nas teses de doutorado de (WATAI, 2014) e (RUGGERI, 2016), desenvolvidas junto ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP.

Em 2014 foi produzida a primeira versão stand-alone do sistema, instalada localmente em computadores e com todos os dados dos navios e condições ambientais introduzidos manualmente pelo operador. Essa metodologia de introdução manual tornava o sistema muito vulnerável a falhas humanas durante a inserção dos dados e dificuldade no controle de versões. Adicionalmente, essa versão somente permitia considerar um campo uniforme desses agentes ambientais, sem efeitos de atenuação de onda e modificação de corrente ao longo do canal. Nessa versão, eram calculados os efeitos de movimento em ondas, squat, adernamento em vento e trim estático.

Em 2015/2016 a infraestrutura disponibilizada pela implantação do C3OT pela Praticagem de Santos possibilitou a nova etapa do desenvolvimento do sistema ReDRAFT®. Nessa nova etapa, os dados dos sensores do C3OT (onda, corrente, vento e maré), assim como as informações da pauta dos navios passaram a ser obtidos automaticamente pela internet, provendo agilidade e livre de erros na inserção dos dados. As propriedades das embarcações também passaram a ser inseridas automaticamente obtidas do link da Lloyd's, baseadas no número IMO, evitando assim erros na identificação da embarcação. A sinuosidade do canal de Santos fez com que também se incluísse o efeito de adernamento em curvas, devido ao pequeno raio da curva externa induzir a adernamentos expressivos.

O sistema passou a realizar os cálculos remotamente via WebService e disponibilizar os resultados na pauta de manobra dos operadores, de forma que as simulações pudessem ser realizadas com apenas um clique do operador. Além disso, devido ao formato WebService, o sistema pode ser periodicamente atualizado, incorporando sempre os novos levantamentos batimétricos e estendendo o banco de dados de embarcações, garantindo controle de versões. Adicionalmente, esse formato faz com que o esforço computacional seja realizado por um servidor dedicado remotamente, permitindo o acesso multiplataformas, o que pode ser utilizado para disponibilizar os resultados via celular.



**Figura 11 - Fluxo de Informações no Sistema Integrado C3OT-ReDRAFT®.**

Ainda nessa etapa foram adicionados os campos de corrente e atenuação de ondas ao longo do canal, de forma que a partir do valor medido pelos sensores seja possível obter a corrente nos demais pontos do canal de navegação, conforme ilustrado, por exemplo, na Figura 12.



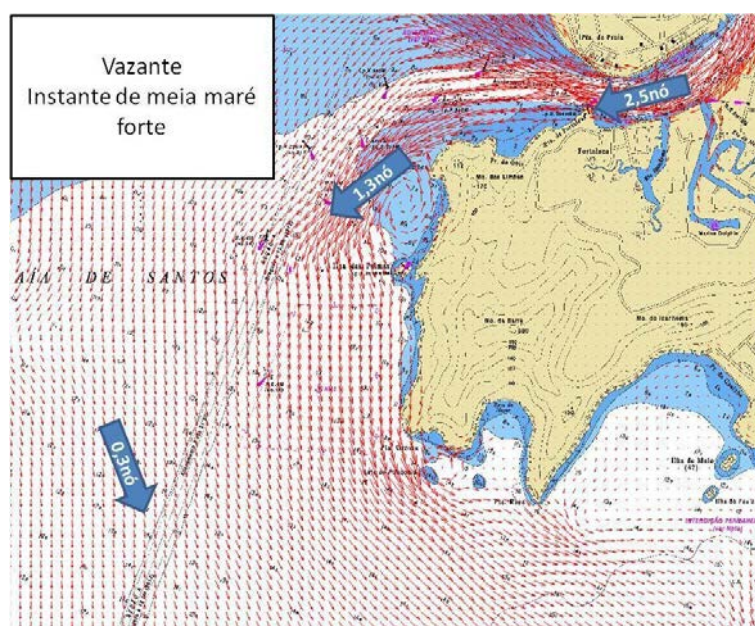


Figura 12 - Exemplos de campos de correntes.

Outra modificação se deu pelo acréscimo de dez pontos de controle no canal externo visando a prover melhor orientação durante as manobras, conforme mostrado na Figura 13, em que o ponto crítico para uma manobra específica aparece ressaltado em vermelho (por exemplo, ponto 6 da Figura 13).

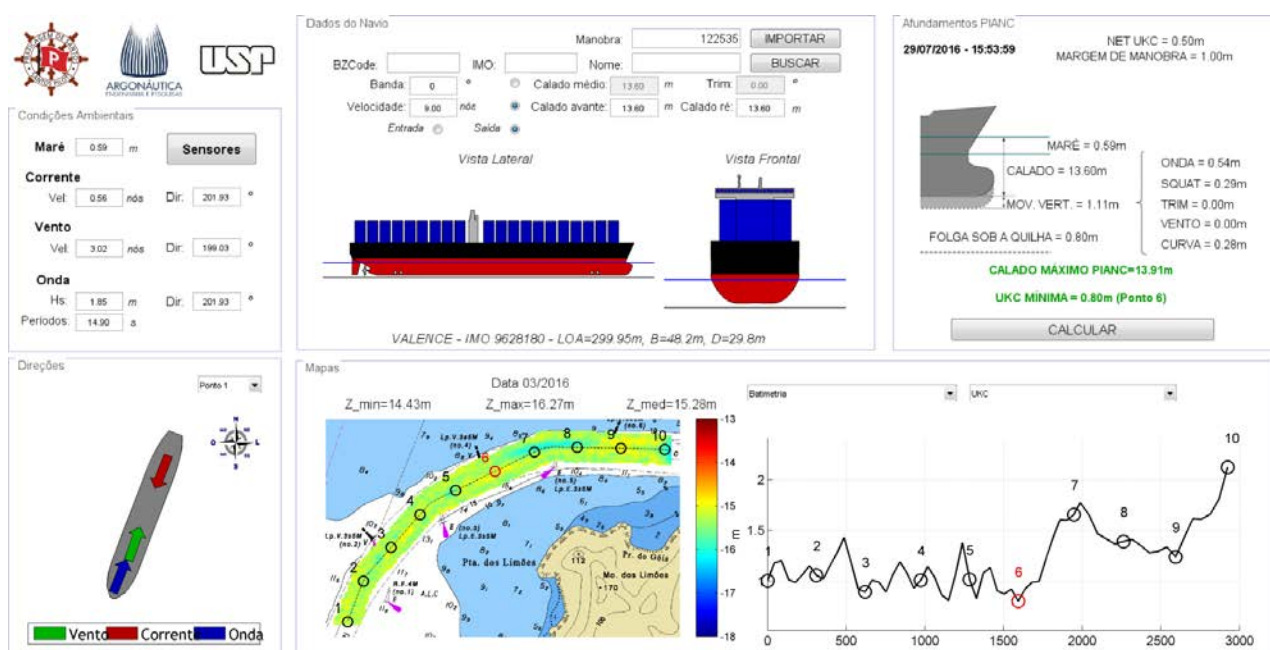
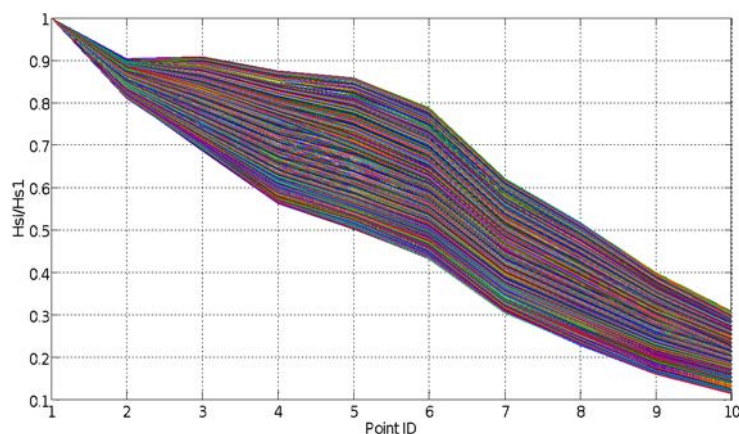


Figura 13 - Exemplo de pontos de controle durante manobra específica.

Além disso, uma vez que o canal sofre historicamente de elevada taxa de assoreamento, no intervalo entre levantamentos batimétricos passou a ser adotada uma taxa de assoreamento no canal de 10 cm/mês, que se acumula até que o novo levantamento seja fornecido ao sistema. Após a atualização do levantamento batimétrico, o assoreamento acumulado reinicia do zero.

Nessa etapa, também foram incluídos os fatores de atenuação de onda ao longo do canal, uma vez que o recorte da costa e o atrito com o fundo tendem a reduzir a energia das ondas que se propagam. O exemplo da razão entre a altura de onda nos pontos de monitoramento do canal anteriormente mostrados e o valor na Ilha das Palmas (posição do ondógrafo) pode ser visto na Figura 14, em que cada linha representa um dos resultados para as 1.528 simulações realizadas no ano de 2015, sendo percebida a redução de onda conforme o local de observação se aproxime do ponto 10 (final do canal de acesso), região naturalmente mais protegida.

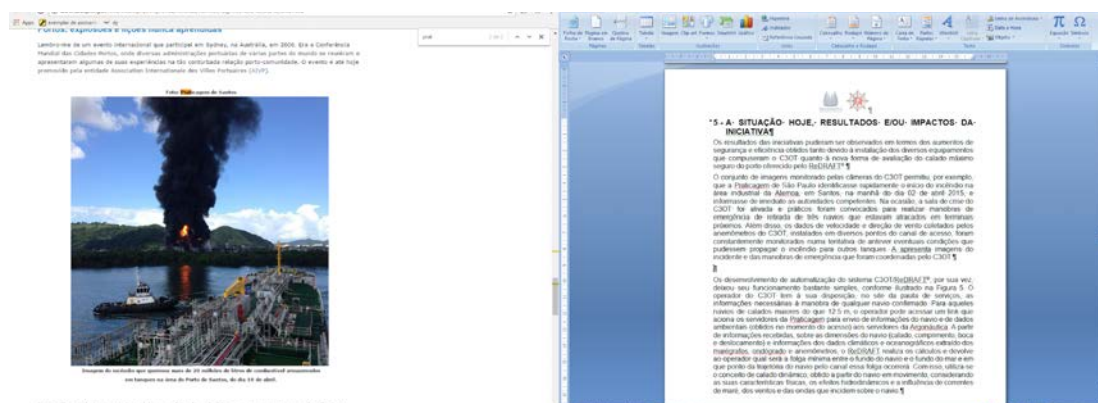


**Figura 14 - Razão entre a altura significativa de onda nos dez pontos de monitoramento do canal e na medida na Ilha das Palmas considerando 1.528 medidas para o ano de 2015.**

## 5. A SITUAÇÃO HOJE, RESULTADOS E/OU IMPACTOS DA INICIATIVA

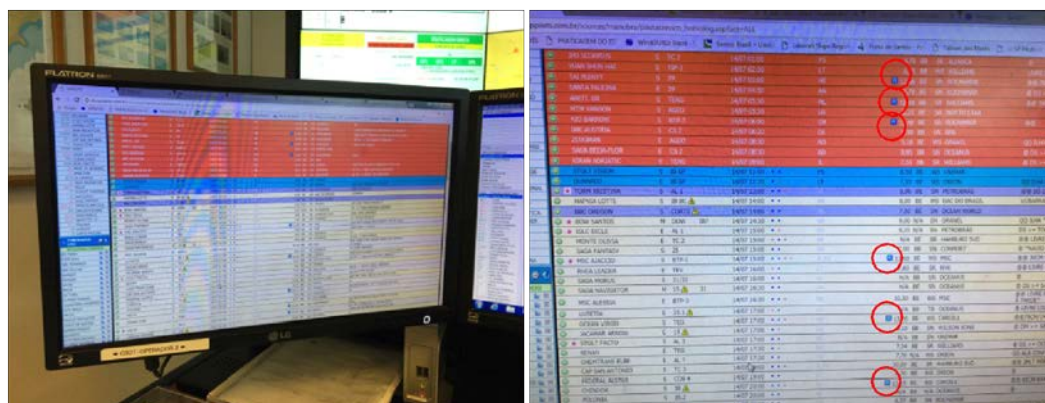
Os resultados das iniciativas puderam ser observados em razão do aumento de segurança e eficiência obtido devido à instalação dos diversos equipamentos que compuseram o C3OT e a nova forma de avaliação do calado máximo seguro do porto oferecido pelo ReDRAFT®.

O conjunto de imagens monitorado pelas câmeras do C3OT permitiu, por exemplo, que a Praticagem de São Paulo identificasse rapidamente o início do incêndio na área industrial da Alemoa, em Santos, na manhã do dia 2 de abril 2015, e informasse de imediato as autoridades competentes. Na ocasião, a sala de crise do C3OT foi ativada e práticos foram convocados para realizar manobras de emergência de retirada de três navios que estavam atracados em terminais próximos. Além disso, os dados de velocidade e direção de vento coletados pelos anemômetros do C3OT, instalados em diversos pontos do canal de acesso, foram constantemente monitorados numa tentativa de antever eventuais condições que pudessem propagar o incêndio para outros tanques. A Figura 15 apresenta uma imagem do incidente registrando a condução de uma das manobras de emergência coordenadas pelo C3OT.



**Figura 15 - Manobra de emergência para retirada de navios de terminais próximos ao incêndio da Alemoa.**

O desenvolvimento da automatização do sistema C3OT/ReDRAFT®, por sua vez, deixou seu funcionamento bastante simples, requerendo somente um clique do usuário na pauta de manobras para visualização dos resultados, conforme mostrado na Figura 16. O operador do C3OT tem à sua disposição, no site da pauta de serviços, as informações necessárias à manobra de qualquer navio confirmado. Para os navios de calado maior que 12,5m, o operador pode acessar um link que aciona os servidores da Praticagem para envio dos dados em tempo real aos servidores da Argonáutica.

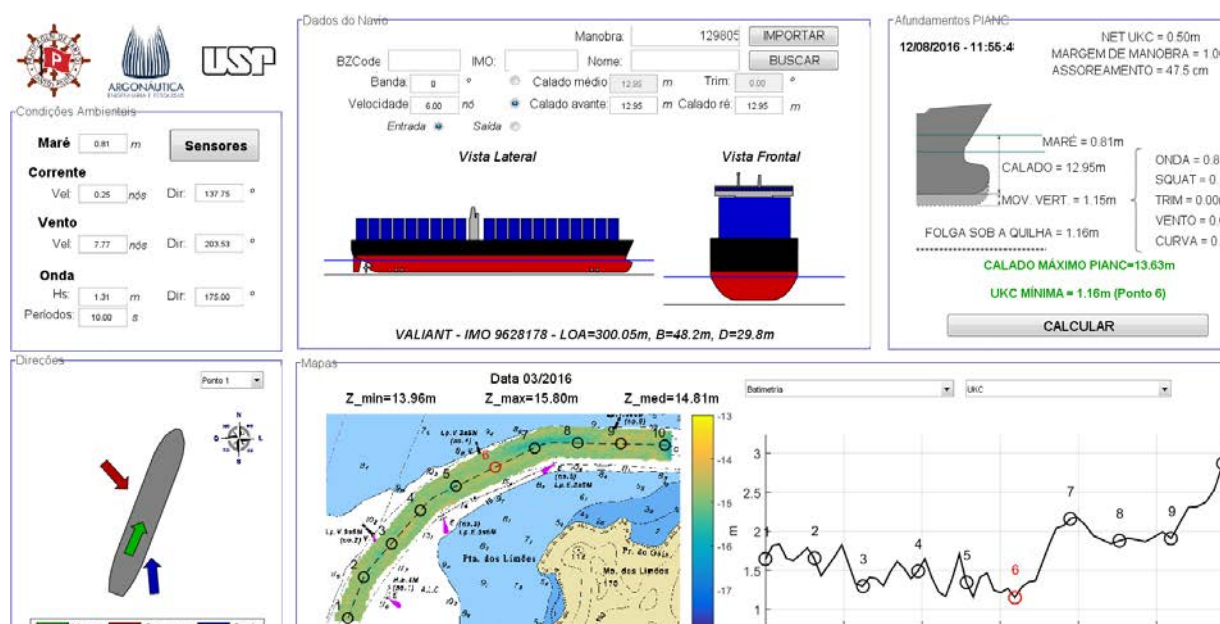


**Figura 16 - Tela do operador do C3OT com a pauta de manobras (esquerda) e detalhe do "R" para execução do ReDRAFT® em navios de grande porte (direita).**

A partir de informações recebidas das dimensões do navio (tipo, calado, comprimento, boca, deslocamento, porte bruto etc.), dos dados climáticos e oceanográficos extraído do marégrafo, do ondógrafo e do anemômetro, o ReDRAFT® realiza os cálculos em tempo real e devolve ao operador a folga sob a quilha mínima entre o fundo do navio e o fundo do mar, assim como o ponto da trajetória pelo canal essa folga ocorrerá como mostrado.

Um exemplo da tela de resultados exibida pode ser visto na Figura 17, em que os dados ambientais medidos pelos sensores da Praticagem no instante da manobra são resumidos no canto superior esquerdo, com as direções de incidência dos agentes ambientais na embarcação mostrados na parte inferior esquerda da tela, as propriedades do navio específico analisado aparecem na porção central superior da tela, o mapa de batimetria do canal mostrado na porção central inferior junto com a respectiva data de realização. Os resultados dos afundamentos da embarcação para a condição analisada aparecem no canto superior direito, separados considerando suas diversas componentes (squat, movimento em ondas, adernamento devido ao vento e adernamento em curva, assim como o registro do horário da simulação, o valor mínimo de folga sob a quilha para o calado definido na manobra e o valor de calado máximo que poderia ser adotado seguindo a recomendação da PIANC. No canto inferior direito é apresentado o gráfico de folga sob a quilha ao longo da manobra, com o ponto de controle crítico ressaltado em vermelho, que também pode ser visualizado na batimetria.

Dessa forma, adota-se o conceito de calado dinâmico, calculado racionalmente a partir das características de cada navio específico, os efeitos hidrodinâmicos e a influência de correntes de maré, dos ventos e das ondas que incidem sobre o navio.



**Figura 17 - Exemplo de tela de resultados fornecida pelo ReDRAFT®.**



Os impactos obtidos com a iniciativa inovadora se refletem basicamente na melhoria da eficiência, celeridade e segurança da navegação das atividades no porto de Santos. Anteriormente à instalação do C3OT-ReDRAFT®, as decisões das manobras eram identificadas pela praticagem através da experiência empírica, ou seja, conhecimento adquirido ao longo de décadas de serviço prestado, o que garantiu a segurança e operacionalidade do porto. No entanto, essa decisão estava sempre sujeita a algum grau de subjetividade que dependia de cada observador específico, o que poderia levar a dúvidas durante a tomada de decisão. O ReDRAFT® é uma ferramenta operacional para auxiliar essa tomada de decisão através da análise objetiva dos dados medidos, permitindo maior agilidade nesse processo e reduzindo assim o tempo de espera das manobras das embarcações.

Dessa forma, a implantação do sistema C3OT-ReDRAFT® permitiu que o calado máximo seguro fosse avaliado de forma sistemática e racional, mantendo assim o mesmo nível de segurança para todas as manobras, tornando as margens de segurança, que antes eram variáveis em cada manobra e podiam ser insuficientes, em valores fixos que garantam a segurança da navegação. O monitoramento de 515 manobras realizadas ao longo dos anos de 2016 e 2017 pode ser visto na Figura 18, em que cada barra representa a diferença entre o valor de calado seguro dinâmico e o valor de calado no momento da manobra sendo barras vermelhas, cerca de três por cento dos casos, representam situações em que a regra estática seria insuficiente para garantir a segurança. Por outro lado, as barras azuis são situações em que calados maiores poderiam ser adotados sem comprometimento da segurança, enfatizando o potencial ganho de eficiência da ferramenta.

Esse aumento de calado em condições ambientais amenas permitiria maior quantidade de carga transportada ou menores tempos de espera, trazendo ainda mais eficiência para o porto mais importante da América Latina como mostrado, por exemplo, na Figura 19, em que são apresentados os ganhos médios de carga transportada com o aumento de dez centímetros do calado operacional para navios graneleiros e porta-contêineres de diversos comprimentos.

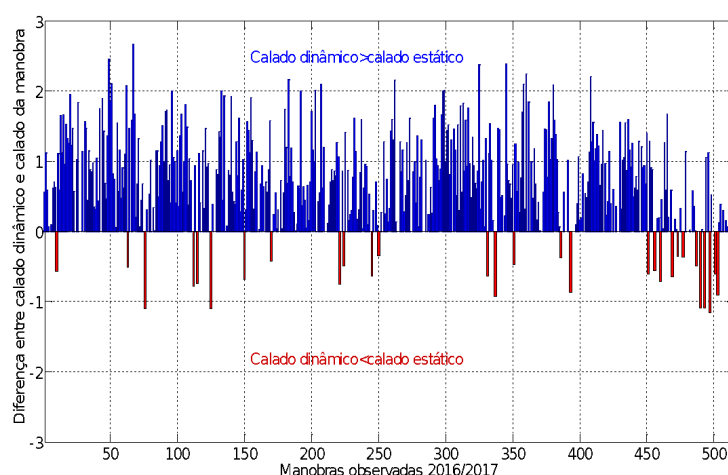


Figura 18 - Diferença entre os calados dinâmicos e estáticos no porto de Santos para 515 manobras monitoradas em 2016/2017.

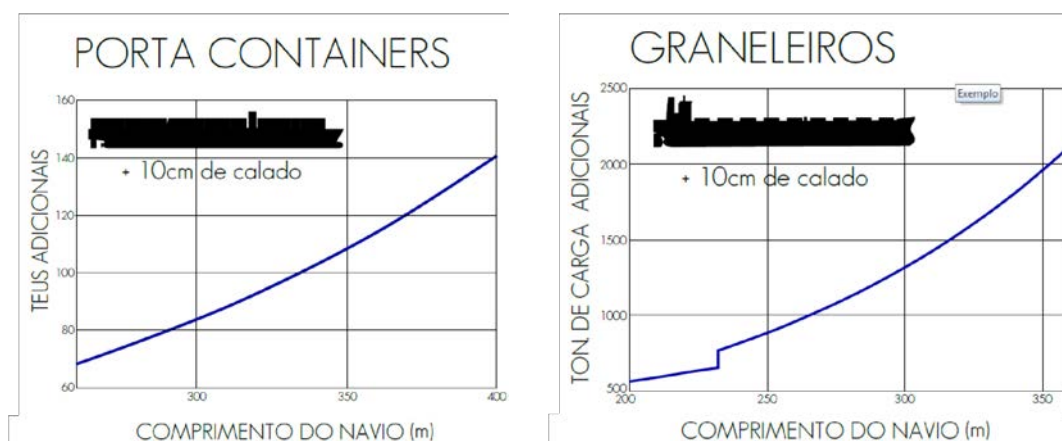


Figura 19 - Incrementos de carga transportada resultantes do aumento de 10 cm no calado de navios porta-contêineres e graneleiros

A prova da contribuição do sistema C3OT-ReDRAFT® para eficiência da operação do porto de Santos vem sendo as recentes quebras de recordes de carga movimentada. A utilização desses sistemas permitiu a entrada do navio porta-contêineres Hyundai Loyalty, de 340m de comprimento e 45.6 m de boca, equivalente a um prédio de 113 andares, o maior navio porta-contêiner em dimensão já manobrado no porto santista. A manobra foi realizada no dia 15 de maio de 2017, quando até então, os maiores navios a operarem no porto de Santos tinham 336 metros de comprimento.

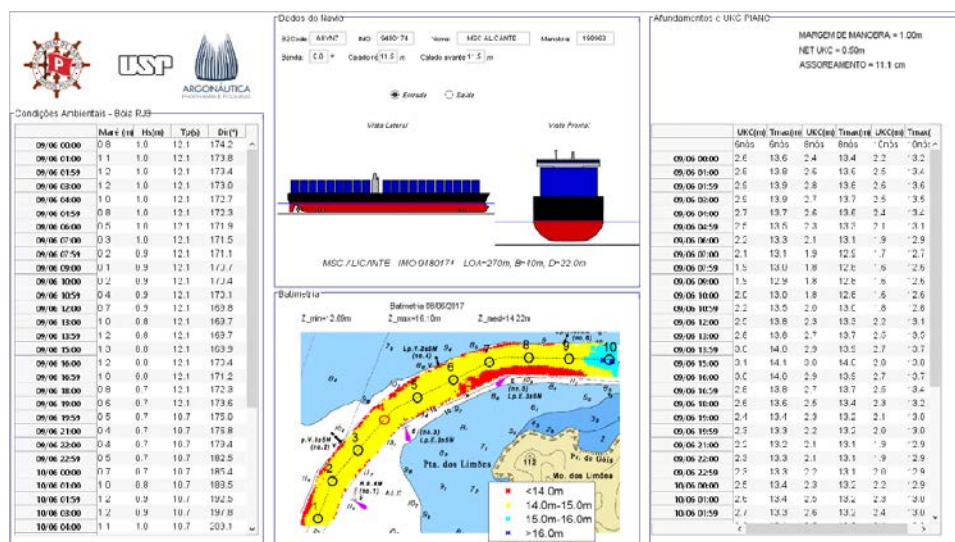
A iniciativa inovadora, como já mencionado, trouxe melhoria da eficiência, celeridade e segurança da navegação dos navios no porto de Santos, que pode ser corroborada pelo quadro mostrado na Figura 20 (o período de restrições de calados dos navios estabelecidas pela Autoridade Marítima ao longo de um ano, depois da implantação do sistema em 2016, foi reduzido quase pela metade).



*Figura 20 - Períodos de restrição de calado no porto de Santos entre o período de 2013 a 2016*

Atualmente está em fase de teste a versão do ReDRAFT® de previsão futura de calados operacionais, que utiliza a modelagem hidrodinâmica do estuário e o modelo de propagação de ondas geradas em alto-mar para a região de costa na previsão das condições ambientais, que são aplicadas no ReDRAFT® para cálculo dos calados operacionais do porto. O objetivo é permitir previsões para janelas entre 12h e 48h, permitindo auxiliar no planejamento das operações através da alocação das janelas de manobra mais favoráveis para as embarcações mais críticas, contribuindo também no planejamento de carregamento dos navios e mais uma vez para o aumento de agilidade e eficiência.

Um exemplo do protótipo do ReDRAFT® em fase de testes pode ser visto na Figura 21, em que o canto esquerdo contém os dados de previsão de maré e ondas atuantes numa janela de 30h, na região central superior são apresentados os dados da embarcação a ser manobrada e no canto direito são apresentadas as previsões de calado baseadas nas condições ambientais previstas. Deve-se ressaltar, no entanto, que a confirmação da manobra ainda continuará condicionada ao cálculo em tempo real no instante da manobra, garantindo a segurança da operação mesmo em caso de imprecisões da previsão. Conforme o modelo de previsão seja calibrado e refinado com as medidas em campo, essas janelas se tornarão cada vez mais precisas.

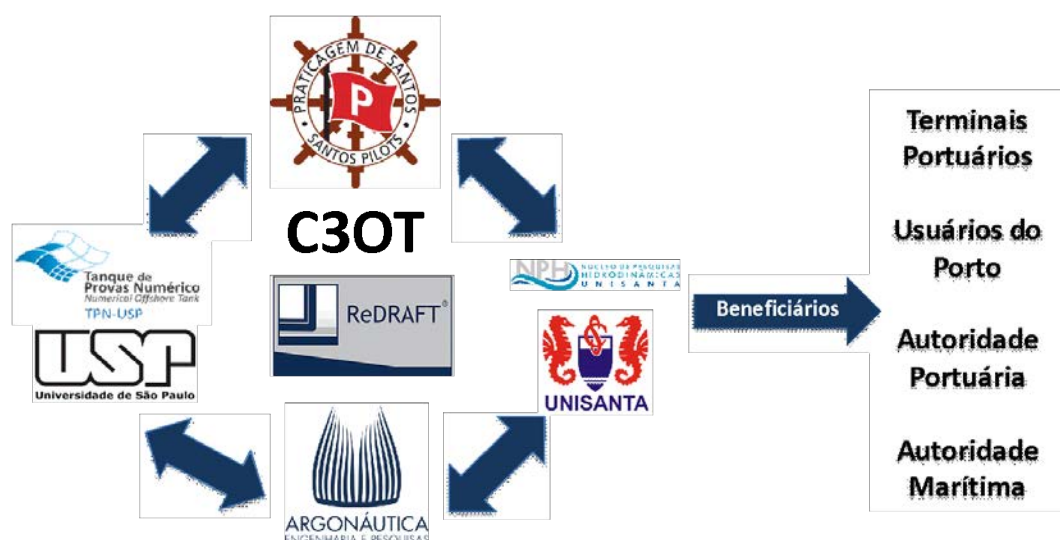


**Figura 21 - Exemplo do ReDRAFT® no modo previsão de calados.**



## 6. PARCERIAS

A implantação do sistema C3OT-ReDRAFT® foi realizada com a formação de parcerias importantes envolvendo não somente a Praticagem de São Paulo e a empresa Argonáutica, como também a Universidade de São Paulo - USP, através do laboratório Tanque de Provas Numérico da Escola Politécnica, e a Universidade Santa Cecília - UNISANTA, na Baixada Santista, através do Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas da faculdade de engenharia, conforme ilustrado na Figura 22. Ressalta-se ainda que todo este trabalho tem como principais beneficiários os terminais portuários, as autoridades portuária e marítima, e os usuários do porto de modo geral, os quais são favorecidos com ganhos de eficiência, agilidade e segurança ofertados pelo sistema C3OT-ReDRAFT®.



**Figura 22 - Parcerias formadas para o desenvolvimento do sistema C3OT-ReDRAFT®**

Esses convênios foram firmados com o intuito de manter o desenvolvimento contínuo do sistema C3OT-ReDRAFT® mantendo-o sempre atualizado com as pesquisas no estado da arte desenvolvidas pelos laboratórios das universidades envolvidas. Além disso, ele cria um ambiente favorável para criação de novas ideias, produtos e procedimentos combinando o conhecimento técnico-operacional e experiência da Praticagem com o conhecimento técnico-científico desenvolvido pela Argonáutica e universidades.

Adicionalmente, os dados coletados pelo C3OT em tempo real em diversos pontos do estuário santista são compartilhados com as universidades para que essas possam desenvolver suas pesquisas em diversas áreas complementares, por exemplo, estudos de marés, ondas, ventos, correntes, visibilidade, balneabilidade, qualidade de água, sedimentação e erosão de praia, dispersão de poluentes, derramamento de óleo etc., contribuindo assim para o crescimento do conhecimento dessa importante região.

Essas parcerias formadas possibilitarão não somente aprimorar o sistema C3OT-ReDRAFT®, mas também desenvolver novas ferramentas que sejam úteis tanto para o setor portuário como para a sociedade em geral.

## 7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS OU DA SOCIEDADE EM GERAL

O usuário do sistema C3OT-ReDRAFT®, a Praticagem de São Paulo, participou ativamente do desenvolvimento do sistema, provendo toda a infraestrutura do C3OT e dados técnicos durante o desenvolvimento do sistema. A Praticagem também realizou os testes operacionais no dia a dia e validação para a melhoria contínua do sistema, que permaneceu em testes durante seis meses antes de seu lançamento à comunidade santista.

Essa última etapa foi fundamental para o desenvolvimento da iniciativa, já que o ReDRAFT® foi essencialmente concebido por engenheiros navais e doutores, cuja percepção da forma de utilização do sistema no dia a dia precisou ser moldada às reais necessidades dos usuários. Dessa forma, o sistema desenvolvido permite que a informação necessária para a tomada de decisão seja fornecida ao usuário certo no momento necessário e na forma mais simples para ser utilizada.

## 8. GRAU DE REPLICABILIDADE

A iniciativa inovadora apresenta alto grau de replicabilidade, podendo ser estendida para todos os portos brasileiros e inclusive os de outros países, sendo que alguns já contam com iniciativas parecidas, porém adaptadas às suas realidades.

Por se tratar de uma ferramenta customizada, que considera as particularidades de cada porto específico nos cálculos, sua implantação exige um estudo técnico prévio que contribui para o melhor entendimento dos agentes ambientais críticos e na própria dinâmica das manobras, o que provê uma forma de organizar diversas bases de dados segmentadas numa plataforma única.

Apesar desse grau de customização, que requer batimetrias, geometrias dos canais de acesso, condições ambientais, navios tipos etc., o sistema ReDRAFT® pode ser facilmente adaptado para qualquer porto, com tempo de implantação inferior a um mês após a instalação dos sensores ambientais de monitoramento.

Atualmente, já foi implantada uma versão do ReDRAFT® para entrada e saída de navios de contêineres na baía de Guanabara, no Rio de Janeiro, também coordenada pela Praticagem do Rio. O sistema encontra-se em fase de aprovação/homologação junto à Capitania dos Portos do Rio de Janeiro e Diretoria de Portos e Costa para ser reconhecida pela Marinha do Brasil como uma ferramenta de auxílio à melhoria de segurança da navegação e que também proverá ganhos de eficiência, uma vez que o calado médio dos navios no porto tende a aumentar com o uso do sistema.

Estudos de viabilidade técnica já foram concluídos em outros dois portos no litoral do estado do Espírito Santo sujeito a ação de ondas, sendo que em um deles está em fase de instalação dos equipamentos de monitoramento e o outro já possui os sensores instalados e encontra-se em fase de negociação da implantação do ReDRAFT®. Adicionalmente, já foi realizado um estudo prévio de viabilidade técnica para um canal de grande comprimento no estado do Rio de Janeiro sujeito a forte corrente, em que se propõe otimizar as janelas de maré durante o tempo de navegação, incluindo sua variação temporal e espacial durante as manobras.

Estes exemplos mostram o alto grau de replicabilidade da iniciativa, que contribuirá para o aumento da segurança da navegação e eficiência dos portos brasileiros.

## 9. AS PRINCIPAIS BARREIRAS ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA INOVADORA E COMO FORAM SUPERADAS

Uma vez que o desenvolvimento realizado foi inédito no Brasil e se trata de uma ferramenta operacional, existiram diversas barreiras técnicas para a implantação do sistema devido às multidisciplinaridades envolvidas, que foram sempre superadas com auxílio dos parceiros, em particular da Praticagem de Santos.

O desenvolvimento do sistema operacional em Santos exigiu um período de testes de quase seis meses, em que a Praticagem auxiliou na implantação, validação e testes em escala real do sistema.

Dentre as principais barreiras enfrentadas, destacam-se:

Barreiras encontradas	Motivo ds dificuldades	Como foi superado
Desenvolvimento de algoritmos para o cálculo dos movimentos dos navios	Algoritmos complexos que não podem ser adquiridos como software de prateleira no mercado. Além disso, os softwares estrangeiros muitas vezes escondem os modelos implementados como vantagem competitiva e propriedade intelectual	Investimento em P&D para adaptação dos resultados de duas teses de doutorado da USP para o problema de navegação portuária.
Construção de um banco de dados abrangente com diferentes tipos e dimensões de navios	Por se tratar de uma ferramenta que opera em tempo real, torna-se necessário apresentar o calado máximo seguro para qualquer embarcação que visite o porto de maneira rápida e robusta, não sendo possível aguardar a modelagem de uma embarcação no momento da manobra para posterior entrega de resultados.	Investimento em P&D e infraestrutura computacional para desenvolvimento de rotinas numéricas de criação automática das geometrias dos cascos e gerenciamento de banco de dados.

Barreiras encontradas	Motivo ds dificuldades	Como foi superado
Integração do módulo de cálculo de calado máximo do ReDRAFT® com os dados dos sensores ambientais do C3OT em tempo real	Os cálculos realizados exigem a leitura automática dos dados ambientais medidos pelos sensores instalados, que são equipamentos que possuem interface própria de comunicação, sendo necessária a construção de protocolos próprios de comunicação para integração dos sistemas.	Investimento em P&D e auxílio da Praticagem, que possui parceria com empresa específica de monitoramento ambiental, auxiliando no desenvolvimento dos protocolos de comunicação.
Obtenção dos dados do navio de forma automática pelo ReDRAFT®	A precisão dos cálculos do ReDRAFT® exige que os dados das embarcações sejam exatos, sem que exista risco de informações trocadas ou identificação errada da embarcação. Essa obtenção dos dados deve ser realizada em tempo real durante os cálculos, sendo que o porto recebe embarcações oriundas de qualquer local do mundo, cada uma com suas particularidades. Adicionalmente, algumas embarcações sofrem modificações ao longo de sua vida útil, o que também deve ser considerado nos cálculos.	Integração do sistema ReDRAFT® com a pauta de manobras da Praticagem, que possui parceria com empresa de TI especializada, permitindo que as informações das embarcações sejam alimentadas através de um link direto com a base de dados da Lloyd's, uma das sociedades classificadoras líderes no mundo em certificação de navios e que mantém uma base de informações sempre atualizada.
Disponibilização do sistema online sempre na versão mais atualizada com controle de versões e várias plataformas.	O sistema desenvolvido teve várias versões beta para testes e continua sendo constantemente atualizado para incorporação de novos levantamentos batimétricos, ampliação da base de dados dos navios e aprimoramento dos algoritmos de cálculo. Esse desenvolvimento requer um controle de versões do sistema e disponibilização em diversas plataformas, por exemplo, PCs, tablets e celulares.	Investimento no desenvolvimento do sistema em Webservice multiplataforma, capaz de realizar os complexos cálculos remotamente. Adicionalmente foi necessário investimento em servidores de grande capacidade computacional para realização dos complexos cálculos, que permite ao sistema a integração em diversas plataformas.
Dificuldades para implantação de um projeto piloto	Escassez de portos com sistema de monitoramento ambiental instalado que pudesse ser integrado ao ReDRAFT®.	Parceria com a Praticagem de São Paulo e integração do ReDRAFT® com o C3OT, que possuía toda a infraestrutura necessária.
Testes no cenário real de operação para verificação do funcionamento da ferramenta	O sistema se trata de uma ferramenta operacional, de forma que testes em campo são necessários para adaptação e verificação de sua usabilidade e validação em campo.	Parceria com a Praticagem de São Paulo, que coordenou um período de testes e validação de seis meses.

## 10. OS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA O SUCESSO DA PRÁTICA INOVADORA INSCRITA

O principal fator que contribuiu para o sucesso da prática inovadora foi a construção de parcerias com diversas entidades que se comprometeram com o projeto desde o início. A preocupação da Praticagem pelo aumento da eficiência operacional do porto e segurança da navegação foi um fator primordial, já que a construção do C3OT proveu a infraestrutura necessária para o desenvolvimento e validação do sistema ReDRAFT®. Por se tratar de um projeto piloto inovador, esse comprometimento foi fundamental no período de desenvolvimento, tanto da equipe de TI, quanto de suporte dos sensores ambientais e a participação das universidades no fornecimento de dados técnicos do estuário santista.

Um fator adicional que contribuiu bastante para esse desenvolvimento foi a publicação dos relatórios (PIANC, 2012) e (PIANC, 2014) realizadas pela PIANC, que apresentaram essas novas tecnologias e conceitos de operação portuária eficiente/racional. A combinação dessas publicações com a nova lei dos portos demandou uma revisão da norma ABNT-NBR 13246, específica de planejamento portuário, que não sofria atualização desde

1995. Essa revisão da norma, que contou com a participação da Marinha do Brasil, Conselho Nacional de Praticagem, Argonáutica, universidades, operadores portuários etc. serviu para a criação de um fórum que analisasse/estudasse essas técnicas modernas de simulação na operação portuária. Dessa forma, as Autoridades Marítimas e Portuárias puderam se familiarizar com esses novos conceitos e metodologias, provendo subsídio técnico para auxiliar na quebra de paradigma.

Esse tipo de sistema desenvolvido foi também apresentado em um dos seminários realizados na USP no ano de 2015, sendo também apresentado no Congresso da PIANC de 2016, realizado no estado do Rio de Janeiro, que contou novamente com a presença de diversos agentes do setor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allianz Global Corporate & Specialty. (2015). Fonte: [http://www.agcs.allianz.com/assets/Infographics/ContainerShipGrowthInfographic2015\\_1000X1125.jpg](http://www.agcs.allianz.com/assets/Infographics/ContainerShipGrowthInfographic2015_1000X1125.jpg)

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Setor Portuário Nacional. Audiência: Comissão de serviços de Infraestrutura - CI. Brasília: ANTAQ, [2015].

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Boletim Informativo Aquaviário. Brasília: ANTAQ, 2016.

BOOZ & COMPANY DO BRASIL CONSULTORES LTDA. Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro: Relatório consolidado - volume anexo. São Paulo: Booz & Company, 2012. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7668/1/An%C3%A1lise%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o\\_FEP0110\\_resultado\\_vol\\_1\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/7668/1/An%C3%A1lise%20e%20avalia%C3%A7%C3%A3o_FEP0110_resultado_vol_1_P.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2019

PRATICAGEM manobra navios de até 336 metros e garante competitividade do porto. G1, São Paulo, 18 maio 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/especial-publicitario/praticagem-santos/noticia/2017/05/praticagem-manobra-navios-de-ate-336-metros-e-garante-competitividade-do-porto.html>>. Acesso em: 09 set. 2019.

MARCHETTI, Dalmo dos Santos; PASTORI, Antonio. Dimensionamento do potencial de investimentos para o setor portuário. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 3-33, set. 2006. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2425>>. Acesso em: 09 set. 2019.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES. Underkeel clearance for Large Ships in Maritime Fairways with hard bottom. Bruxelas: PIANC, 1985. (Bulletin Nº51)

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES. Use of Hydro/Meteo Information for Port Access and Operations. Bruxelas: PIANC, 2012.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSN OF NAVIGATION CONGRESSES. Technical Report n. 121 - Harbour Approach Channels Design Guidelines. The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. Brussels: PIANC, 2014

RUGGERI, F. Um método de ordem alta de painéis para problemas lineares e fracamente não lineares de comportamento em ondas. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica). Universidade de São Paulo São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-09122016-074844/pt-br.php> >. Acesso em 09 set. 2019.

WATAI, R. A. Um método de elementos de contorno no domínio do tempo para análise de comportamento no mar de sistemas oceânicos. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica) Universidade de São Paulo., São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-23062015-102357/>>. Acesso em: 09 set. 2019.

# **2º Lugar**

**Tecnologias Sustentáveis para Descarga de Granéis Sólidos.**

**Autor:**

Pronave Agentes de Comércio Exterior Ltda.



## 1. INTRODUÇÃO

A moega ecológica da Pronave, já conhecida entre os portos do Brasil como a melhor solução técnica disponível para descarga de granéis sólidos pulverulentos, com redução significativa das emissões de partículas no Meio Ambiente, recebeu inovações tecnológicas que surtiram resultado nas questões ambientais, de produtividade, de inclusão social e de saúde e segurança no trabalho portuário.

Foram implementados sistemas de controle remoto por meio de câmeras, silenciadores e outras benfeitorias que, agregadas ao equipamento já existente e procedimentos operacionais padronizados, colaboraram para um ambiente portuário mais limpo e seguro.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O Grupo Pronave realiza operações portuárias no porto de São Sebastião há trinta anos, tem grande experiência na carga e descarga de navios e logística em geral. Dentre as diferentes mercadorias movimentadas, destacam-se as operações de descarga de granéis sólidos.

Acreditando que a diversidade estimula a criatividade, a empresa certificada ISO 9.001, ISO 14.001 e OHSAS 18.001 acredita no princípio da melhoria contínua e é incansável na busca por melhores práticas em suas operações e processos, desenvolvendo projetos de inovação tecnológica e produzindo equipamentos diferenciados para as operações portuárias, com atenção especial às condições de trabalho e sustentabilidade ambiental.

A moega sustentável, construída pela Pronave e em funcionamento desde 2008, com patente requerida junto ao INPI, sob nº PI0803902-A2, permite, além de maior eficiência na descarga de granéis sólidos, redução na emissão de particulados, trazendo assim uma eficiência ambiental e de segurança no trabalho que é referência em todo o país.

O equipamento foi reconhecido pela Cetesb – órgão ambiental do Estado de São Paulo – na época de seu desenvolvimento, como a melhor solução disponível, promovendo o arquivamento de uma Ação Civil Pública que pretendia interromper as operações portuárias com granéis sólidos no porto de São Sebastião.

Operadores portuários e usuários de outros portos do Brasil já adquiriram a tecnologia desenvolvida pela Pronave, a fim de adequar-se às crescentes exigências legais relacionadas à preservação ambiental e segurança do trabalho, bem como à pressão do mercado competitivo quanto às boas práticas na manipulação de mercadorias a granel.

Firmada como a melhor moega para descarga de granéis sólidos do Brasil, reconhecida por autoridades e pelo mercado, havia a necessidade de analisar ainda outros pontos de sua estrutura que poderiam receber melhorias, que foram objeto de discussões internas nas equipes de trabalho e, mediante planos de ação aprovados pela direção da empresa, algumas iniciativas foram desenvolvidas.

Em julho de 2014, foi publicado pelo Ministério do Trabalho o novo texto da Norma Regulamentadora NR-29, com diversas alterações e novas exigências que visavam a saúde e segurança do trabalhador portuário, que passariam a vigorar em julho de 2016. Uma das reuniões da equipe multidisciplinar que trabalhou na redação do texto da nova NR-29 ocorreu em São Sebastião, justamente para conhecer e tentar replicar nos portos brasileiros as inovações tecnológicas implementadas pela Pronave nas suas operações. A participação da equipe de colaboradores da Pronave naquela reunião extraordinária da Comissão foi fundamental para consolidar conhecimentos e conceitos.

No entanto, o texto na NR-29 não trouxe apenas as referências da moega da Pronave, mas também novas medidas e exigências necessárias à preservação da segurança do trabalhador, uma vez que havia ocorrido no sul do país um acidente fatal envolvendo uma moega que era utilizada na descarga de granéis e tinha sua estrutura comprometida. Seriam necessárias medidas para evitar que novas tragédias ocorressem nesse setor.

Em 31 de julho de 2014, uma decisão de diretoria impulsionou a equipe de profissionais da Pronave a repensar conceitos e inovar outra vez. A Norma Regulamentadora exigia a instalação de cabine fechada, com ar condicionado e assento ergonômico, escadas com guarda-corpo e outros itens de segurança a fim de proteger o trabalhador. Entendemos que nenhuma daquelas medidas poderia garantir a integridade do trabalhador no caso de um acidente como o que já havia ocorrido no passado.

Passou-se a debater soluções para atendimento à norma e para melhorar o desempenho e segurança dos colaboradores, chegando à conclusão que a melhor medida seria afastar o trabalhador do equipamento, por

meio de uma operação remota, assim ele estaria preservado de qualquer acidente que pudesse ocorrer com a moega. Para tanto, algumas medidas deveriam ser tomadas: instalação de câmeras, sistemas de transmissão e recepção/display das câmeras, sistema de controle remoto, sensores de altura, sistema de iluminação, entre outras, o que ocorreu em nove etapas distintas e interligadas, entre 2014 e 2017, conforme segue:

## 1ª ETAPA - DEFINIÇÃO DO CONTROLE REMOTO

Para melhor adaptação dos trabalhadores à inovação, a primeira etapa de implantação foi o controle remoto. Modelo definido e adquirido, sistemas de interligação e comunicação instalados, antes de passar a trabalhar à distância, os trabalhadores foram apresentados ao equipamento, posicionado logo acima do painel convencional com que eles já estavam acostumados a trabalhar. Dessa forma, aos poucos o controle remoto foi ganhando credibilidade entre os operadores, que foram entendendo o seu funcionamento, nesta fase de transição.



*Figura 1 - Painel antigo e novo controle integrados*



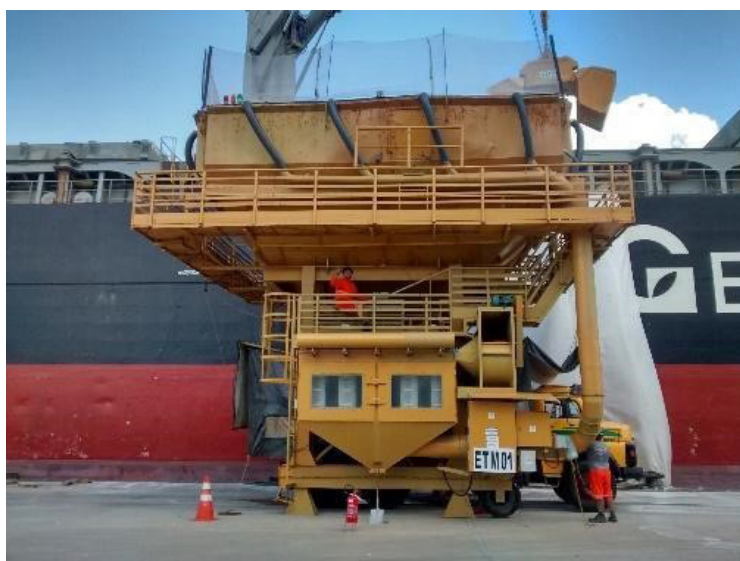
*Figura 2 - Controle remoto e funções*

## 2ª ETAPA - TRANSMISSÃO DE IMAGENS

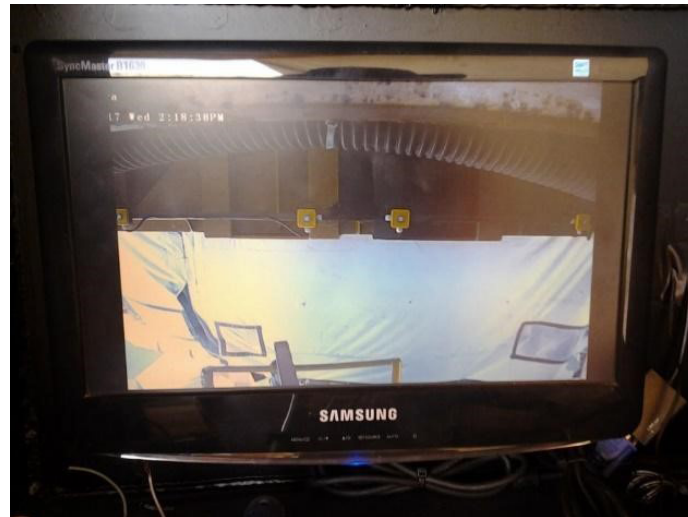
Para que o trabalhador possa sair da posição operacional sobre a passarela da moega, onde ele visualizava o caminhão através de uma proteção de acrílico, foi necessário definir características de câmeras que suportassem a vibração, a poeira e o calor no interior do compartimento de descarga. Câmeras definidas e posicionadas, monitores instalados, foram feitos testes em situação real de operação quanto à qualidade de imagem e durabilidade dos equipamentos adquiridos. Após resolver alguns problemas apresentados, a transmissão de imagens foi validada.



*Figura 3 - Câmera posicionada na moega*



*Figura 4 - Posição de trabalho antes do controle*



*Figura 5 - Imagem do monitor com as câmeras em funcionamento*

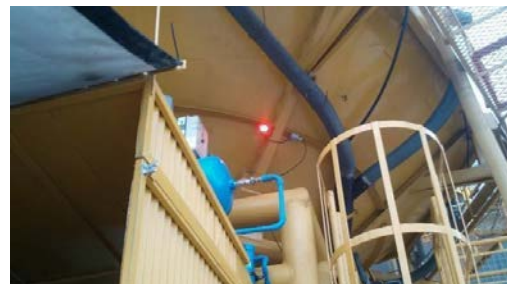
### 3ª ETAPA - SINAIS LUMINOSOS

Posicionadas as câmeras, verificou-se alguma dificuldade para o operador ter certeza de que as “bocas” do funil estavam em posição fechada. Assim, foi desenvolvido um sistema de sensores e luzes para indicar ao trabalhador, através das câmeras, a posição das “bocas” do equipamento: abertas ou fechadas. Dessa forma ele pode ter certeza sobre o status do equipamento.

Por segurança, ainda foram implantados sinais luminosos no lado externo da moega, visíveis a olho nu, sem a necessidade das câmeras, para indicar a posição “aberta” ou “fechada” da moega. Trata-se de medida adicional, que permite não apenas ao operador que visualiza as imagens, mas a qualquer pessoa que esteja no entorno, saber o status do equipamento através de identificação visual simples e segura.



*Figuras 6 e 7 - Luzes indicativas colocadas no interior da moega, vistas pelas câmeras*



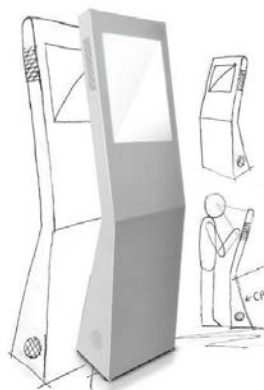
*Figuras 8 e 9 - Luzes externas verde e vermelha para indicar moega aberta ou fechada*



## 4ª ETAPA - DESENVOLVIMENTO DO TOTEM

Com o sistema em funcionamento, começou-se a preparação do totem, que faz a interface com o trabalhador. No período experimental, foi construído em aço um totem provisório para receber o monitor de imagens das câmeras e os sistemas eletrônicos necessários para funcionamento do sistema.

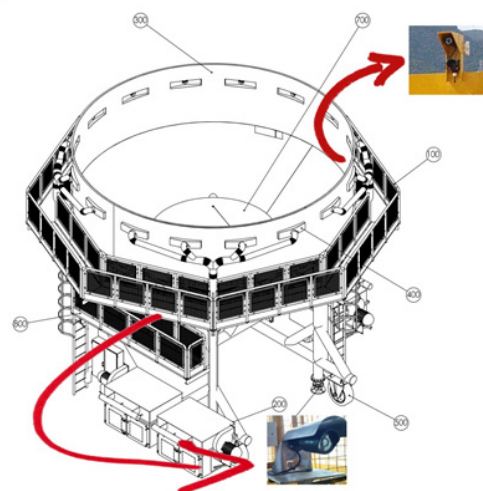
Validados os processos, foi desenvolvido um totem com design mais moderno e funcional, que permite a proteção dos sistemas eletrônicos a intempéries, menor incidência de claridade no monitor e posição mais confortável para o operador.



*Figuras 10, 11 e 12 - Totem experimental, estudos de design e novo totem em operação*

## 5ª ETAPA - CÂMERA SUPERIOR INTEGRADA

As câmeras da área de confinamento e carregamento dos caminhões funcionaram satisfatoriamente, portanto, verificamos que seria possível disponibilizar ainda mais informações ao operador da moega, instalando uma câmera na parte superior do equipamento, para saber a quantidade de mercadoria que está disponível dentro do funil. Essa câmera superior teve sua imagem transmitida e integrada no mesmo monitor já existente, permitindo visualização total da operação e reduzindo erros.



*Figuras 13 e 14 - Câmera superior instalada e projeto de seu posicionamento*



## 6ª ETAPA – TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

Com a implementação das inovações tecnológicas, para garantir o sucesso e operacionalidade do sistema, e por se tratar de porto público com mão de obra avulsa vinculada ao OGMO (Órgão Gestor de Mão de Obra), a Pronave ofereceu aos trabalhadores portuários avulsos de São Sebastião um treinamento para que estivadores e arrumadores pudessem reciclar conhecimentos sobre os procedimentos operacionais padronizados na operação da moega. Foi nessas oportunidades uniformizado o conhecimento do novo sistema de operação da moega com controle remoto e sistema de câmeras, capacitando assim a comunidade portuária a continuar trabalhando, com mais segurança, saúde e qualidade de vida.

Compreender os processos e conhecer as razões de cada procedimento é ponto essencial para o desempenho adequado do trabalhador na operação.



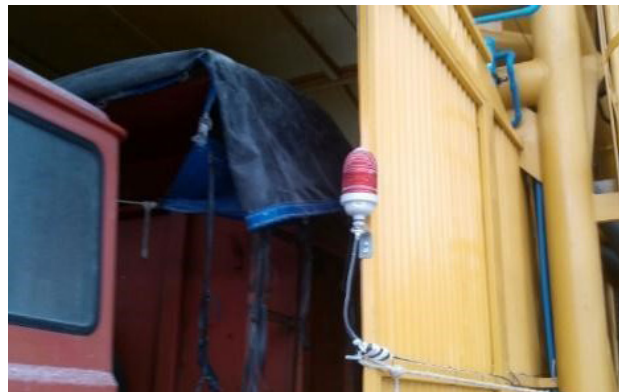
*Figura 15 - Totem e controle em funcionamento*



*Figura 16 - Treinamento a estivadores e arrumadores*

## 7ª ETAPA – BALIZAMENTO PARA OS CAMINHÕES

Foram relatados alguns incidentes causados por dificuldades na manobra dos caminhões sob a moega e queda de carga por falha no posicionamento dos veículos. Buscando resolver mais este detalhe, foram instalados sensores e luzes de balizamento para os caminhões, permitindo que os motoristas posicionem os veículos no local exato, otimizando assim o tempo de manobra e reduzindo as chances de eventuais acidentes.



*Figuras 17 e 18 - Sensores e sistema de luzes para posicionamento dos caminhões na moega*

## 8ª ETAPA – MELHORIAS NAS PASSARELAS

Com o sucesso da implantação do sistema de operação remota e incentivando as nossas equipes e trabalhadores portuários a fazer novas sugestões de melhorias, durante o processo de testes e treinamentos foi identificada a necessidade de melhorar as condições de segurança das passarelas utilizadas pelos trabalhadores da categoria de Arrumador, na atividade de enlonar os caminhões. Foram então desenvolvidos e implantados degraus mais largos e com inclinação mais segura, nova cobertura, sistema de travamento e novo guarda-corpo bilateral.



*Figura 19 - Passarela de enlonar caminhões após reforma.*

## 9ª ETAPA – DESENVOLVIMENTO DE SILENCIADORES

A última fase desse processo de modernização das moegas da Pronave, concluída no primeiro semestre de 2017, tratou do desenvolvimento, por nossa própria equipe de caldeiraria e mecânica, de silenciadores instalados na saída de ar dos exaustores do equipamento, reduzindo em cerca de 15% a emissão de ruídos no ambiente, contribuindo assim com mais uma iniciativa de melhoria da qualidade de vida da comunidade portuária.



Antes: 89,9 Db      Depois: 77,6 Db

**Figuras 20, 21 e 22 - Silenciador instalado**

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações implementadas na moega da Pronave, que já era referência em descarga de granéis sólidos, foram testadas e aprovadas pela comunidade portuária local, mantendo o porto de São Sebastião na vanguarda da sustentabilidade portuária e agregando valor às operações neste porto.

São ações relativamente simples, que geram motivação da equipe na etapa de desenvolvimento, e satisfação de todos ao verificar resultados positivos com o investimento em pessoal e tecnologia.

As inovações na área de sustentabilidade ora descritas no presente relatório são passíveis de ser replicadas em todos os portos do Brasil, visando à melhoria na prestação de serviços à sociedade e modernização dos portos, como propõe a ANTAQ em diversas iniciativas como o Prêmio ANTAQ 2017 de Sustentabilidade Aquaviária.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Paulo Garrido Macedo de. Fotos do acervo profissional.

BRASIL. Lei nº 12.815, de 05 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis nºs 5.025, de 10 de junho de 1966, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.683, de 28 de maio de 2003, 9.719, de 27 de novembro de 1998, e 8.213, de 24 de julho de 1991; revoga as Leis nºs 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, e 11.610, de 12 de dezembro de 2007, e dispositivos das Leis nºs 11.314, de 3 de julho de 2006, e 11.518, de 5 de setembro de 2007; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, edição extra, p. 1, col. 1, 06 jun. 2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 29 – Saúde e Segurança no Trabalho Portuário: Manual Técnico. São Paulo: Fundacentro, 2014. Disponível em: <[http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Manual\\_NR-29\\_portal.pdf](http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/Manual_NR-29_portal.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2019.

PINTO, Guilherme Alfredo Lopes da Silveira. Fotos do acervo profissional. Arte e design em imagens ilustrativas.

PRONAVE Agentes de Comércio Exterior Ltda. Manual técnico de operação e manutenção do equipamento de transferência modal ETM, 2014. [São Paulo]: PRONAVE, [2014].

PRONAVE Agentes de Comércio Exterior Ltda. Diário de obra do controle remoto, fotos e imagens do acervo da empresa. [São Paulo]: PRONAVE, [s. d.].

# **3º Lugar**

## **Eletroímã nas Operações de Movimentação de Ferro-Gusa**

**Autor:**

Triunfo Logística Ltda

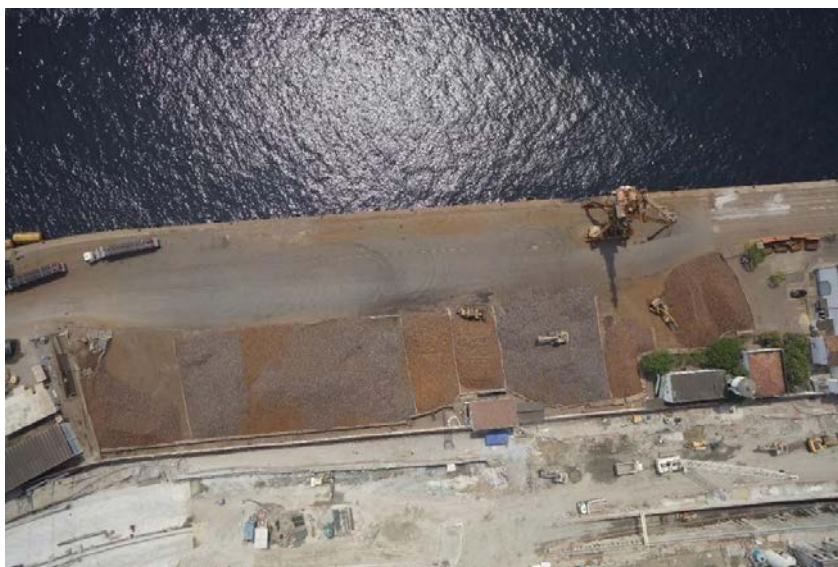


## 1. INTRODUÇÃO

As necessidades de adequação dos terminais e portos às novas demandas de cargas têm exigido das empresas o desenvolvimento de técnicas que favoreçam e melhorem a qualidade da performance no atendimento às necessidades de nossos clientes, principalmente com a redução de exposição do homem ao risco, trazendo segurança para todos os envolvidos na operação e, principalmente, para a imagem do terminal e do cliente.

Neste sentido, as operações de carregamento de granéis, especificamente ferro-gusa no porto do Rio de Janeiro, têm nos proporcionado o desenvolvimento de técnicas que têm facilitado as atividades, aumento nas pranchas contratadas e agilidade na limpeza da área onde há movimentação.

Durante a etapa de embarque, existe a necessidade de limpeza da área com a remoção das pedras de gusa e cascalhos ferrosos que ficam espalhados no piso quando são retirados das pilhas, através de pás-carregadeiras até as caçambas localizadas ao costado das embarcações para serem embarcadas e, nesse sentido, apresentamos este trabalho, cuja meta é o atendimento aos requisitos acima.



**Foto 1 - Área de armazenagem no Porto Triunfo.**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

A atividade de embarque de gusa no porto do Rio de Janeiro tem uma característica diferenciada dos demais portos de embarque.

A carga é armazenada em pátio aberto e, entre o pátio e o navio, existe a passagem de veículos e pessoas, fazendo com que a atividade seja constantemente paralisada e devidamente sinalizada.

O processo de operação é realizado com a colocação do material em caçambas que são abastecidas das pilhas com o auxílio de pás mecânicas e escavadeiras, porém, entre o costado e a pilha existe uma via expressa. Durante o translado entre os pontos, pedras de gusa e cascalhos ferrosos inevitavelmente caem das conchas e ficam ao longo da via necessitando que sejam recolhidas manualmente, preservando a integridade de todos os envolvidos nos processos.

Em complementação à limpeza da pista de rolamento, utiliza-se também a mão de obra para recolhimento das pedras que ficam alojadas nas áreas de difícil acesso das conchas das pás carregadeiras.

Ao serem analisados os problemas gerados por essa atividade no recolhimento, por funcionários, observou-se que o posicionamento deles ao longo da via, especialmente no período noturno, era de risco e com a incidência de esforços repetitivos.



Não diferente era a possibilidade de avarias e acidentes com as máquinas em função do atrito dos pneus com o residual da carga espalhado ao longo da via, lançando o material em várias direções.

Além dos pontos especificados acima, as constantes paralisações necessárias para a limpeza da via de rolagem, ao longo da operação, ocasionavam descontinuação e atrasos significativos no embarque da carga.

As avaliações realizadas pela área operacional e de SMS culminaram na implantação do sistema que ora é apresentado, com maior segurança, eficiência e mobilidade.

Cabe ressaltar que não obstante a exposição do homem ao risco, durante a operação realizada não foi registrado nenhum acidente com trabalhadores.



**Foto 2 - Pedras de gusa com recolhimento manual.**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*

### **3. OBJETIVO DA INICIATIVA**

A Diretoria da Triunfo Logística Ltda., através do processo de melhoria contínua de suas atividades, juntamente com as Gerências de Operações e Engenharia, elabora estudos para o desenvolvimento de implemento, com objetivo de obter maior qualidade, agilidade, eficiência, segurança nas operações de movimentação de Ferro-gusa, entre as áreas de armazenagem e embarque, no porto do Rio de Janeiro.

### **4. PÚBLICO-ALVO**

As atividades descritas acima têm como seu público-alvo os TPAs (trabalhadores portuários avulsos); o cliente, na agilidade do processo e a não interrupção constante para limpeza de área ou desobstrução de pista; a empresa e seus funcionários, com a menor exposição do homem ao risco e a redução nos gastos com mão de obra; os motoristas de carros ou carretas que não fazem parte da operação, mas utilizam a via como passagem; e o porto organizado, como diferencial na aplicação de técnicas inovadoras para aumento de sua participação no setor.

## 5. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA.

O processo inovador teve como alicerce a utilização de máquinas que já estavam disponíveis na atividade, facilitando seu deslocamento durante a operação, sem a necessidade de grandes alterações no modo operante da atividade.

A iniciativa inovadora consiste no acoplamento de eletroímã em pá-carregadeira, com gerador dimensionado para fornecer energia suficiente para a magnetização necessária para levantamento de pedras de gusa, cujo peso unitário varia entre cinco e dez quilogramas.

A operação de embarque consiste na movimentação de retirada de ferro-gusa da pilha de armazenagem através de pás mecânicas, com translado desses equipamentos até o costado da embarcação, onde estão situadas as caçambas que serão carregadas com o material, e logo após o seu enchimento são içadas e movimentadas até o interior do porão da embarcação, onde o material é estivado.

Quando do translado da carga da pilha até o costado, pedras de gusa e cascalhos ferrosos caem das conchas dos equipamentos e ficam depositadas na pista de rolamento. Neste momento, entra em funcionamento o sistema apresentado que, concomitantemente com as demais máquinas de carregamento, executa o trabalho de recolhimento, por magnetismo, das pedras e cascalho ferrosos existentes na via.

Durante atividade, próximo ao término do carregamento das pilhas, o sistema é novamente acionado para recuperar o material que ficou retido em áreas de difícil acesso, proporcionando o embarque de todo o material.

Ao término, observa-se a área desobstruída e a via de rolamento liberada, sem nenhum obstáculo gerado pela atividade.



**Foto 3 - Pedras de gusa com recolhimento por eletroímã**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*

## 6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E/OU IMPACTOS

O sistema proporcionou os resultados esperados em sua implantação. Ressaltamos que não é apenas a utilização de um eletroímã, mas a inserção da utilização concomitantemente com atividade de embarque ininterrupta, sem paralisações para limpeza.

- A) Operação simultânea da limpeza, com o eletroímã acoplado na pá carregadeira, com os demais equipamentos, não havendo conflito em sua operação simultânea, o que evitou paralisações, antes necessárias.
- B) Conservação dos pneus com a retirada dos cascalhos ferrosos, simultaneamente com a atividade, aumentando sua vida útil e proporcionando maior estabilidade às máquinas.

- C) Imediata remoção das pedras de gusa, facilitando o deslocamento das máquinas e, conseqüentemente, minimizando o risco de avarias ao longo do processo com a melhoria da performance operacional.
- D) Aproveitamento da mão de obra, antes utilizada na limpeza, para outras áreas, gerando economia.
- E) Satisfação do cliente quanto à melhoria em sua operação e a liberação de sua embarcação.
- F) Eliminação do risco ao homem e a problemas relacionados à saúde do trabalhador, como lesões.
- G) Apoio no recolhimento total das pedras que ficam retidas em locais de difícil acesso das conchas das pás carregadeiras.

Em suma, sua aplicação no embarque garantiu uma operação eficiente e com redução significativa da possibilidade de incidentes e acidentes.

## 7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS

Durante a fase de implantação do sistema, os operadores dos equipamentos foram convidados a participar fornecendo subsídios necessários à operacionalidade do equipamento e da atividade. As análises feitas foram de grande valia para a correção de itens relacionados à visibilidade, ergonomia, estabilidade, direção e ao entrosamento entre os equipamentos durante a operação.

## 8. GRAU DE REPLICABILIDADE

O equipamento mostrou-se altamente versátil, podendo ser utilizado em áreas onde há processo similar, ou seja, com cascalhos ou outro material ferroso e emprego de mão de obra para recolhimento manual desses detritos.



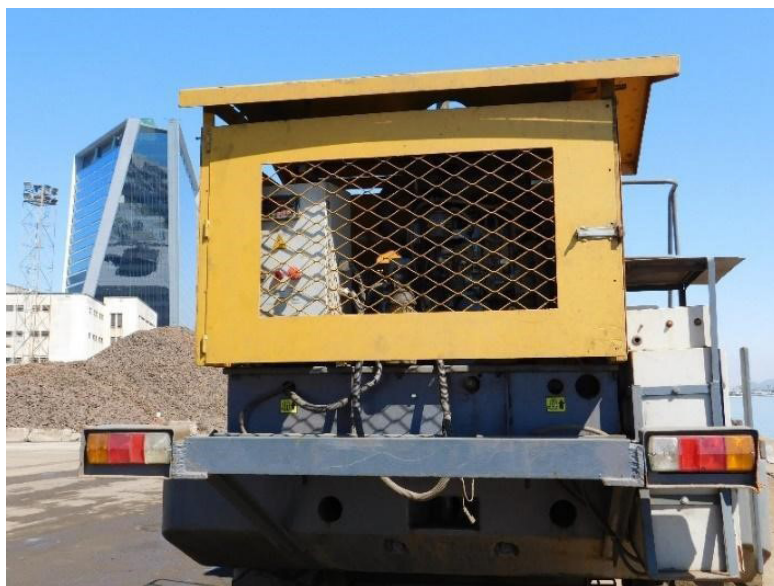
*Foto 4 - Recolhimento magnético de pedras e cascalhos de ferro.*

*Fonte: elaborado pelo Autor.*

## 9. PRINCIPAIS BARREIRAS NO DESENVOLVIMENTO

- A) A resistência à mudança, por descrença dos trabalhadores na possibilidade de simultaneidade das operações de embarque e limpeza da área.
- B) A adaptação do sistema no equipamento em função da trepidação causada pela irregularidade do piso e das áreas de acesso.
- C) Adaptação do gerador na estrutura do equipamento tornando-o móvel.

D) Inserção do equipamento como um componente da operação e não de apoio.



*Foto 5 - Adaptação de gerador de energia.*

*Fonte: elaborado pelo Autor.*



*Foto 6 - Adaptação de quadro elétrico.*

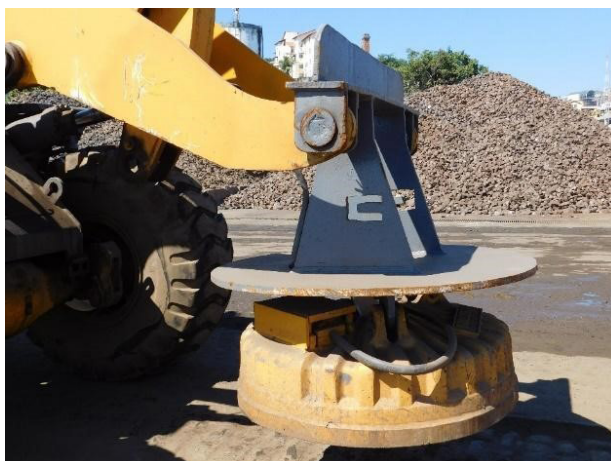
*Fonte: elaborado pelo Autor.*

## **10. RESOLUÇÃO DAS BARREIRAS**

Para ultrapassar a barreira com os funcionários, foi criada instrução de trabalho que foi passada aos funcionários através de simulados, treinamento e conscientização da importância do sucesso na aplicação do sistema, quanto à redução do esforço braçal na atividade e à agilidade no processo.

Na parte dos equipamentos, foram realizados reforços em sua estrutura que permitiram a redução de tensões que inviabilizavam o bom funcionamento do sistema.





**Foto 7 - Dispositivo criado para adaptação e mobilidade do ímã.**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*

## 11. FATORES POSITIVOS DA PRÁTICA INOVADORA

A necessidade de redução dos possíveis riscos envolvidos na operação, a possibilidade da eliminação das paralisações desnecessárias durante o embarque e a importância de melhoria contínua na atividade foram fatores impulsionadores para que o sistema fosse implementado.



**Foto 8 - Equipamento e pilha de armazenamento de pedras de gusa.**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*



**Foto 9 - Recolhimento de pedras que caem das conchas.**

*Fonte: elaborado pelo Autor.*



# **MENÇÃO HONROSA**

**O Ciclo Fechado de um Processo de Tratamento  
de Efluente para Obtenção de Licenciamento  
de Água de Reúso**

**Autor:**

MultiRio Operações Portuárias SA

## 1. INTRODUÇÃO

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO, 2016) informa que a revolução industrial e o aumento populacional acarretaram o aumento exponencial do consumo de recursos naturais, principalmente de recursos hídricos. Além do aumento da demanda, a poluição dos recursos hídricos, gerada pelos efluentes industriais e domésticos, causam sérios prejuízos ao homem e ao meio ambiente. Logo, as restrições ambientais para descarte de efluentes em corpos hídricos vêm aumentando progressivamente.

O relatório Reúso de Água nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2015) informa que o aumento do consumo de recursos hídricos e as restrições quanto ao descarte de efluentes viabilizam a implementação de sistemas de tratamento e reúso de efluentes, tendo em vista que o custo, tanto para consumo de água como para descarte em redes públicas de tratamento, aumenta progressivamente ao passar dos anos, que é o caso deste estudo de caso.

Diante desse aumento de restrições, que proíbe, por exemplo, o descarte de efluente mesmo que tratado no corpo hídrico, este relatório apresenta a análise de viabilidade, os desafios e resultados obtidos com um sistema de ciclo fechado de tratamento e reúso de efluentes em um terminal de contêiner, para obtenção de licenciamento.

Nesse contexto, foi exigido, no ano de 2016, à empresa MultiRio Operações Portuárias, localizada no porto do Rio de Janeiro, no bairro do Caju, a interligação do efluente à rede de esgoto da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro - CEDAE, ou apresentar um projeto para consumir todos os efluentes gerados em suas atividades, não podendo mais descartá-los no corpo hídrico, mesmo este sendo tratado.

Com isso, este relatório baseia-se no projeto apresentado ao Instituto Estadual do Ambiente - INEA para instalação de um sistema de tratamento de efluentes, a fim de obter o licenciamento de água de reúso, contendo os resultados quantitativos e qualitativos do efluente, e de reduções nas despesas.

Para o desenvolvimento do projeto, foram utilizadas pesquisas bibliográficas, exigências legais estabelecidas pelo INEA e, principalmente, dados do estudo de viabilidade, implementação e resultados do projeto.

## 2. A CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

A Licença nº 22.313 emitida pelo INEA, em 28 de janeiro de 2013, exigiu, através da condicionante nº 27, interligar toda a rede interna de esgoto sanitário da planta da empresa ao sistema de esgotamento público cujo destino final é a estação de tratamento de efluentes - ETE Alegria. Devido a tal exigência, que acarretaria despesas significativas à MultiRio Operações Portuária, iniciou-se um estudo para avaliar a viabilidade de implementar um sistema de tratamento e reúso de efluente em ciclo fechado, para apresentar ao INEA. As problemáticas que norteiam este projeto são:

- Existe demanda para reutilizar 100% do efluente gerado e tratado nas atividades, sem descartar o excedente na rede de água pluvial?
- É viável financeiramente implementar um sistema de tratamento e reúso em ciclo fechado?
- Qual é a melhor técnica para distribuir e reutilizar a água de reúso nas atividades do terminal?

### 2.1. OS OBJETIVOS DA INICIATIVA

#### 2.1.1. Objetivos gerais

O objetivo deste relatório é apresentar o projeto de ciclo fechado para tratamento de efluentes para obtenção de licenciamento para reúso nas atividades administrativas e operacionais da MultiRio Operações Portuárias.

### 2. 1. 2. Objetivos específicos

- Eliminar o descarte de efluentes líquidos no corpo hídrico.
- Atender as condicionantes e restrições da licença ambiental.
- Reduzir o consumo de recurso hídrico.
- Diminuir os gastos com consumo de água fornecida pela concessionária.
- Avaliar a viabilidade de destinar o efluente gerado para ETE e implementar o reúso em atividades e locais que não exigem o consumo de água potável.
- Compatibilizar a oferta das águas potável e residuária (sanitárias e lavagem de equipamentos) e a demanda do reúso não potável, do ponto de vista quantitativo.
- Caracterizar os efluentes tratado para obter autorização de reúso.

## 3. O PÚBLICO-ALVO

Alta direção, colaboradores, INEA, DOCAS, órgãos certificadores ISO 14001 e demais instituições.

## 4. A DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PRÁTICA INOVADORA

Neste tópico é feita apresentação da empresa e do estudo de viabilidade protocolado no INEA para obtenção de autorização para reúso de água, que consistia em dois pontos:

- 1) evidenciar a demanda para consumir 100% do efluente gerado e tratado através do reúso, ou seja, sem descartar o excedente tratado na rede de águas pluviais; e
- 2) atender às exigências da condicionante nº 27 da Licença de Instalação - LI nº IN24790, conforme anexo A, que determina: "Comprovar para fins de reúso do efluente tratado o atendimento aos padrões estabelecidos nas normas: Norma Brasileira - NBR 13969:1997 (Item 5.6.4/Classe 2), DZ-215 R-4- diretriz de controle orgânico biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária, NT-202 R-10 - Critérios e padrões para lançamento de efluente líquidos durante a fase de comissionamento da estação de tratamento."

### 4. 1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Em 1998, a MultiRio Operações Portuárias S/A venceu a licitação e se tornou arrendatária do Terminal de Contêineres II do porto do Rio de Janeiro.

A MultiRio é uma empresa do grupo Multiterminais, localizada na Avenida Rio de Janeiro s/nº, Caju – Rio de Janeiro/RJ, com coordenadas UTM 683.568 E / 7.468.812 N 23K, ocupando uma área total aproximada de 220.000m². Realiza atividades portuárias de embarque e desembarque de cargas e atende diversos armadores, importadores e exportadores.

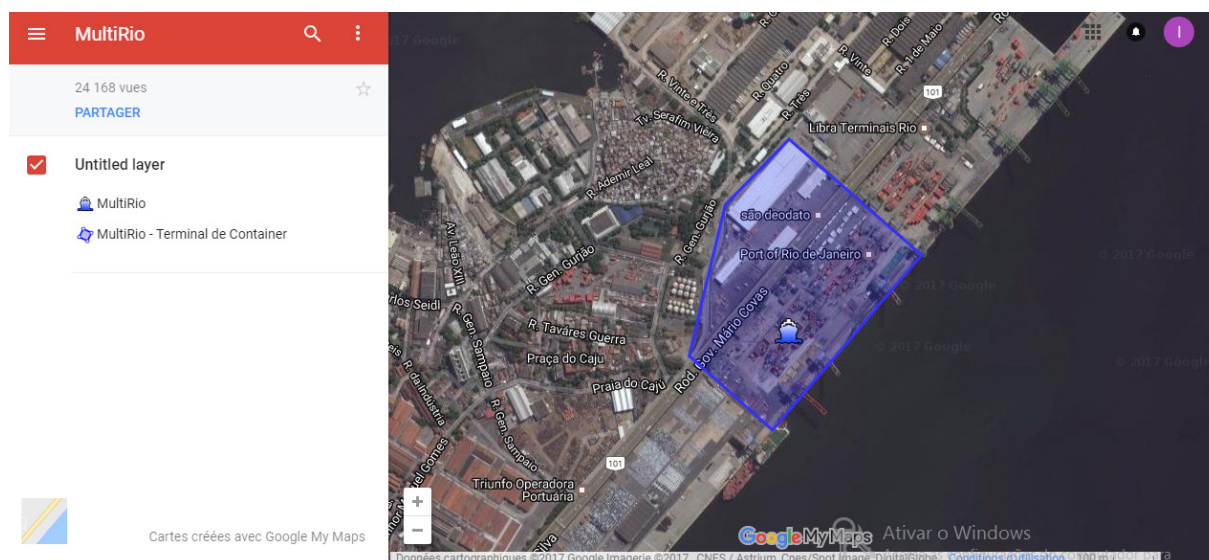
Com aumento no tamanho dos navios, o grupo Multiterminais, para se manter competitivo no mercado ampliou o cais do terminal de contêineres de 533 metros para 800 metros de comprimento. O cais passou a ter a capacidade de receber a atracação de dois navios Super Post Panamax (embarcações de 300 a 347 metros de comprimento com capacidade acima de 8.000 TEU - Twenty-foot Equivalent Unit). Foram construídos também um novo armazém de carga geral, armazém de carga IMO e armazém para conferência aduaneira, totalizando uma área de 15.400 metros quadrados. As obras contemplaram ainda novas edificações de apoio como oficinas, entre outras.

A expansão do terminal de contêineres MultiRio e terminal de veículos MultiCar teve investimentos privados de R\$500 milhões que incluíram obras civis e a compra de equipamentos para a operação de contêineres, além de investimentos em equipamentos para redução dos impactos ambientais como a substitui-

ção de equipamentos movidos a diesel por movidos a energia elétrica, novas edificações com tecnologia de eficiência energética e hídrica.

Além de investimentos na ampliação do cais, foram realizados investimentos na construção de novas edificações, como armazéns de cargas, conferência, produtos químicos e uma nova oficina.

A MultiRio, estrategicamente, considerou a sustentabilidade não somente com a compra de equipamentos elétricos que reduzem o gás carbônico emitido, mas também com os processos de construção e operação das novas edificações e ampliação do cais, que tiveram como objetivo minimizar os impactos ambientais, como consumo de recursos hídricos. As fotos 1, 2, 3 e 4 a seguir apresentam a localização, atividades e edificações sustentáveis da MultiRio.



**Foto 1 - Localização MultiRio.**

Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acesso em 08/03/2017



**Foto 2 - Vista panorâmica MultiRio**

Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acessado em 08/03/2017





**Foto 3 - Atividade de embarque e desembarque de cargas por portêineres elétricos**

Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio>, acessado em 08/03/2017



**Foto 4 - Novas edificações sustentáveis.**

Fonte: <http://multiterminais.com.br/multirio> acessado em 08/03/2017

## **4. 2. BALANÇO HÍDRICO DO CONSUMO MENSAL ATUAL**

No período de 4 de janeiro a 6 de março de 2017, realizou-se o monitoramento dos hidrômetros para elaboração do balanço hídrico, que teve os seguintes objetivos:

- verificar o consumo absoluto de água potável, através do hidrômetro da CEDAE;
- verificar o consumo por área, através dos hidrômetros instalados nos pontos de consumo; e
- verificar o volume de água tratada na ETE:
  - verificar o volume de água tratada e reutilizada, na fase de comissionamento; e
  - verificar o volume de água tratada e viável para reutilização.

### **4. 2. 1. Consumo absoluto de água potável**

Constatou-se no período de 4 de janeiro a 6 de março de 2017 (62 dias de monitoramento), que o consumo médio diário de água é de 34,03m³. Esta medição representa a soma absoluta de toda água potável que entra na rede hídrica (hidrômetro CEDAE), incluídos vazamentos, perdas e uso em locais menos nobres onde ainda não é



possível realizar o reúso de água, como jardins e sanitários dos prédios administrativos e órgãos fiscalizadores, limpeza de escadas e calçadas dos prédios administrativos e refeitório, umidificação de vias para remoção de material particulado.

#### **4. 2. 2. Consumo por área**

Foram instalados hidrômetros nos pontos secundários de consumo para medir o consumo real por local e atividade, para auxiliar no balanço hídrico e servir como ferramenta de gestão de vazamentos. Os pontos de consumo são o prédio administrativo, vestiários, refeitório, sala de apoio, pátio 2, novas edificações (oficina e armazém de carga).

Constatou-se no período de 4 de janeiro a 6 de março de 2017 que o consumo médio das áreas foi de 23,06 m³/dia.

#### **4. 2. 3. Volume de água tratada na ETE**

O volume médio de água tratado pela ETE no período entre 4 de janeiro e 6 de março de 2017 foi de 20,64 m³/dia. Nos tópicos abaixo são detalhados o volume reutilizado na fase de comissionamento e aguardando autorização do INEA.

##### **4. 2. 3. 1. Volume de água tratada na ETE e reutilizado na fase de comissionamento**

A fase de comissionamento é a etapa que assegura que a ETE, a rede de distribuição e, principalmente, o atendimento aos requisitos legais exigidos na condicionante nº 27 da LI IN24790 (anexo A) para assegurar a qualidade da água foram projetados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com o projeto apresentado.

O volume médio de água reutilizado da ETE no período de 4 de janeiro a 6 de março de 2017 foi de 9,35 m³/dia, reúso este feito nos sanitários e lavagem de equipamentos, onde o efluente reutilizado retorna para um novo ciclo de tratamento.

Vale ressaltar que não foi implementado o reúso no prédio administrativo atual. Será implementado somente no futuro prédio administrativo que está em fase de estudo, para posterior elaboração de projeto e pedido de LI ao INEA. Com o reúso nesta nova edificação, o consumo de água da CEDAE cairá significativamente, pois é o ponto de maior consumo e terá as mesmas tecnologias adotadas nos sanitários (descargas mais eficientes) da oficina e armazém. Outras atividades que impactarão positivamente na redução do consumo será o reúso de água para atividades menos nobres do prédio administrativo como, irrigação de jardins, limpeza de pisos e obras.

##### **4. 2. 3. 2. Volume de água tratada e viável para reutilização**

Dos 20,64 metros cúbicos de água tratados diariamente pela ETE, 11,29 m³/dia são descartados na rede de água pluvial. Após autorização do INEA, esta água será reutilizada para irrigação de jardins, obras e umidificação de vias para mitigação de material particulado conforme ilustra a foto 5 a seguir.



**Foto 5 - Ponto de mitigação de material particulado**

*Fonte: O Autor (2017)*

### 4.3. VAZAMENTOS

Para maior precisão do balanço hídrico foram instalados hidrômetros em todas as fontes secundárias de consumo de água potável, conforme citado no item 4.1.2.2, que são: prédio administrativo, vestiário, refeitório, sala de apoio, pátio 2, novas edificações (oficina e armazém de carga).

Constatou-se, ao longo desses 62 dias de monitoramento, vazamento em torno de 10,97 m³/dia, entre a entrada da água da CEDAE e os pontos secundários de consumo de água potável. O volume de vazamento de 10,97 m³/dia representa 32,25% de todo o consumo absoluto (34,03 m³/dia) citado no item 4.2.1 e uma despesa média mensal de R\$14.914,00, tendo em vista que o custo do metro cúbico da água para MultiRio é de R\$45,30. As tabelas 1 e 2 a seguir detalham o balanço hídrico e a média de vazamento diário, mensal e respectivas despesas.

**Tabela 1 - Gerenciamento de hidrômetros - pontos de monitoramento**

PERÍODO	CONSUMO CEDAE		CONSUMO ÁREAS		DESCARTADO ETE		REÚSO SANITÁRIOS/ EQUIPAMENTOS	
	LEITURA	CONSUMO M³	LEITURA	CONSUMO M³	LEITURA	CONSUMO M³	LEITURA	CONSUMO M³
04/jan	21.979	2.110		1.430	3.533	700	585	579
06/mar	24.089				4.233		1.164	
	MÉDIA (62 D)	34,03	MÉDIA (62 D)	23,06	MÉDIA (62 D)	11,29	MÉDIA (62 D)	9,35

Fonte: O Autor (2017)

**Tabela 2 - Gerenciamento de Hidrômetros - vazamentos x despesas**

BALANÇO	CONSUMO	DIFERENÇA M³	DIFERENÇA %
CEDAE (62d)	2.110	680,42	32%
T. ÁREAS (62d)	1.430		
M³ MÉDIA DIÁRIA		10,97	
DESPESA DIÁRIA		497	
M³ MÉDIA MENSAL		329,24	
DESPESA MENSAL		14.914	

Fonte: O Autor (2017)

Vale destacar que a MultiRio firmou contrato com empresa especializada em detecção de vazamentos no mês de junho/2017 e previsão para entrega do relatório é agosto de 2017.

#### 4.3.1. Perdas

Além dos hidrômetros nos pontos secundários, foram instalados hidrômetros na saída do sistema de tratamento (ETE) para monitorar o quantitativo de água tratada e reutilizada nos sanitários e limpeza de equipamentos. Constatou-se ao longo destes 62 dias de monitoramento que o volume médio de efluente tratado, mas que ainda não é reutilizado (aguardando autorização do INEA), é de 11,29 m³/dia, conforme descrito nas tabelas 3 e 4 a seguir. No entanto, entram uma média diária de 23,06 m³ água potável da CEDAE (desconsiderando vazamentos), que são detalhados no tópico 4.5.

#### 4.3.2. Perdas água potável

Além da evaporação natural que ocorre nos reservatórios de água potável, as atividades abaixo causam perdas de água entre os pontos secundários até chegar à ETE:

- aquecimento de água para preparo de alimentos e limpeza de utensílios. Em torno de 80% da água é aquecida no refeitório, cujo consumo gira em torno de 15m<sup>3</sup>/dia;
- limpeza de pisos, escadas, nos prédios administrativo e refeitório, onde ainda não foi implementado o reúso;
- umidificação de vias (aguardando autorização do INEA para reúso de água da ETE);
- irrigação de jardins, onde ainda não é viável reúso; e
- banho de colaboradores (ocorre evaporação na geração de água quente e em contato com o piso).

#### **4. 3. 2. 1. Perdas tratamento água de reúso**

Além da evaporação natural que ocorre nos reservatórios de água de reúso, as atividades biológicas, temperatura, vento, umidade e ozonização, descritas abaixo, causam grande perda de água no processo:

- lavagem de equipamento - parte considerável da água reutilizada na lavagem de máquinas evapora em contato com o ar, ou devido a permanência no piso do box de lavagem, conforme ilustra a foto 6 a seguir;



**Foto 6 - Demonstração de lavagem de equipamento. Água no piso**

*Fonte: O Autor (2017)*

- tratamento anaeróbico - causa evaporação pela atividade anaeróbica das bactérias;
- tratamento aeróbico - além da perda causada pela atividade aeróbica das bactérias, a aeração da ETE utiliza a tecnologia de torres para realizar a oxigenação, conforme ilustra a foto 7 a seguir, onde parte da água se transforma em vapor ao sair dos bicos instalados nas torres de aeração. Os tanques de aeração são abertos na parte superior, onde recebem influência direta da temperatura, umidade do ar e atividade biológica das plantas aquáticas utilizadas para remoção de nutrientes;



**Foto 7 - Torres de aeração**

*Fonte: O Autor (2017)*

- ozonização - uma das etapas do processo de ozonização é a circulação constante de água através de bombas que além de gerar calor no processo, a água recircula dentro de um compartimento em cascata causando evaporação. A foto 8 a seguir ilustra a recirculação constante;



**Foto 8 - Recirculação Água no Tanque de Ozônio**

*Fonte: O Autor (2017)*

- tratamento com plantas aquáticas - o processo fisiológico das plantas a transpiração representa o movimento da água dentro de uma planta, e sua consequente perda para a atmosfera. As plantas, para desempenhar suas necessidades fisiológicas, retiram a água através das raízes, retêm uma pequena fração e liberam o restante através de microscópicas válvulas presentes nas superfícies das folhas (os estômatos), sob forma de vapor d'água. Tanto o tanque aeróbico 1 como o 2 possuem plantas aquáticas, para remoção de nutrientes conforme ilustra a foto 9 a seguir; e



**Foto 9 - Planta Aquatica *Eichhornia crassipes*, conhecida como Gigoga.**

Fonte: O Autor (2017)

- climáticos/ventos - alta incidência de calor sobre os tanques, cuja temperatura do ar e da água atingem em média temperaturas respectivamente de 42°C e 36°C no verão em conjunto com os ventos constantes sobre a superfície da água nos tanques aeróbicos.

#### 4. 4. CONSUMO POR ATIVIDADE

As atividades detalhadas em verde (A) na tabela 3, consolidada na tabela 4 a seguir, representam as atividades que necessitam de água obrigatoriamente proveniente da CEDAE, ou que no momento não é viável o reúso, que giram em torno 23,06m³/dia.

As atividades detalhadas em azul (Rr), na tabela 3, consolidada na tabela 4 a seguir, representam as atividades que já utilizam água de reúso, que giram em torno de 9,35 m³/dia.

As atividades detalhadas em vermelho (R), na tabela 3, consolidada na tabela 4 a seguir, representam as atividades que aguardam autorização para reúso, que giram em torno de 11,29 m³/dia. Atualmente, são descartadas no corpo hídrico após tratamento na ETE, cujo monitoramento é feito diariamente por hidrômetro.

**Tabela 3 - Gerenciamento de hidrômetros - balanço hídrico detalhado, expurgando vazamentos e perdas**

Fator	Fontes Consumo	% Consumo	m³ diário	m³ mensal	m³ anual
A1	Pias	7,48%	3,27	98,10	1.177,20
A2	Chuveiros	14,77%	6,45	193,59	2.323,08
A3	Refeitório	24,47%	10,69	320,79	3.849,50
A4	Jardins/Reúso	6,04%	2,64	79,20	950,40
R1	Mictórios/WC	11,33%	4,95	148,50	1.782,00
R2	Obras	1,01%	0,44	13,20	158,40
R3	Umidificação Vias	18,06%	7,89	236,70	2.840,40
R4	Jardins (700m²)	6,77%	2,96	88,80	1.065,60
R5	L.equipamentos	10,06%	4,40	131,87	1.582,42
	<b>Totais</b>	<b>100,0%</b>	<b>43,69</b>	<b>1.311</b>	<b>15.730</b>

Fonte: O Autor (2017)



**Tabela 4 - Gerenciamento de hidrômetros - balanço hídrico consolidado, expurgando vazamentos e perdas**

Consumo	A1 a A4	R1 a R5	R2 a R4	Total Atividades
Diário	23,05 m <sup>3</sup>	9,35 m <sup>3</sup>	11,29 m <sup>3</sup>	43,69 m <sup>3</sup>

Fonte: O Autor (2017)

## 4. 5. IMPLEMENTAÇÃO, OPERAÇÃO E MONITORAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E REÚSO.

### 4. 5. 1. DESCRITIVO DO PROJETO

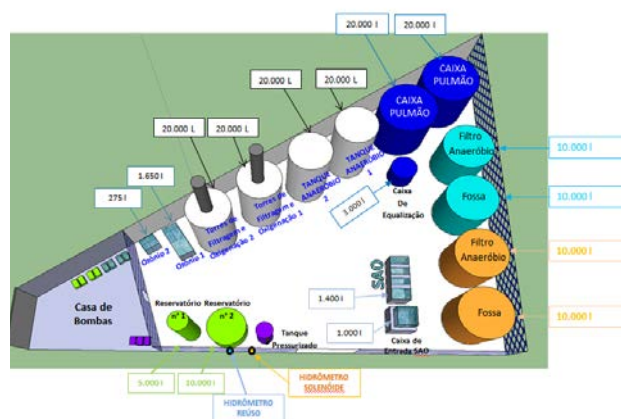
#### 4. 5. 1. 1. Tratamento integrado dos efluentes

Nos tópicos a seguir é feita a apresentação do sistema integrado de tratamento e reúso, apresentado na foto 10. O sistema tem capacidade de realizar o tratamento de 100m<sup>3</sup>/dia de efluentes sanitários e de lavagem de equipamentos.

**Foto 10 - Foto panorâmica da ETE**

Fonte: O Autor (2017)

A figura 1 a seguir demonstra as etapas de tratamento e respectivos volumes de cada etapa do processo.



No primeiro estágio de tratamento, os efluentes sanitários são direcionados para as elevatórias, conforme ilustra a foto 11 abaixo, que são divididas em duas partes, onde a primeira parte tem objetivo de reter os sólidos e resíduos jogados indevidamente pelos usuários e a segunda parte recebe o efluente da primeira parte através de um sifão invertido que impede a passagem de sólidos, onde são instaladas as bombas, que são acionadas quando as elevatórias atingem determinado nível.



**Foto 11 – Elevatória**

*Fonte: O Autor (2017)*

Também no primeiro estágio, o efluente gerado nas atividades da oficina e tanque aéreo de armazenagem de diesel é bombeado para separador de água e óleo - SAO localizado na ETE, conforme ilustra a foto 12 a seguir, para separação do óleo em fase livre. Após passagem pelo SAO, o efluente é direcionado para a caixa de equalização.



**Foto 12 - Separador de água e óleo (SAO).**

*Fonte: O Autor (2017)*

No segundo estágio, o efluente sanitário passa previamente por fossas sépticas com filtro anaeróbicas (reutilizadas de tratamentos desativados), conforme ilustra a foto 13 a seguir. São dois conjuntos de fossas com capacidade de vinte metros cúbicos cada conjunto. O principal objetivo destas fossas sépticas é reter e tratar os sólidos em suspensão totais - SST e reduzir a demanda bioquímica de oxigênio - DBO e a demanda química de oxigênio - DQO.



**Foto 13 - Fossas sépticas com filtro anaeróbico.**

*Fonte: O Autor (2017)*

O terceiro estágio ocorre no tanque de equalização, conforme foto 14 abaixo, que tem o objetivo de homogeneizar o efluente sanitário e de lavagem de equipamentos, neutralizando o pH, evitando choques hidráulicos e de concentração (carga orgânica constante), garantindo a alimentação contínua do efluente. Este tanque, também absorve todo o volume de efluente gerado em horários de pico. A metodologia de equalização foi baseada no referencial teórico de VON SPERLING (2005).



**Foto 14 - Caixa de equalização.**

*Fonte: O Autor (2017)*

O efluente após equalização é bombeado para os tanques pulmão, que têm a capacidade de 40m<sup>3</sup>, conforme ilustra a foto 15 a seguir, sendo que ficam sempre no limite mínimo de sua capacidade, pois os tanques têm a função de armazenar o efluente para atender ações emergenciais de manutenção preventiva/corretiva da ETE e também minimizar picos de geração de efluentes. Em caso de paralisações maiores serve também para armazenamento temporário, onde empresa licenciada coleta o efluente para tratamento externo.



**Foto 15 - Tanques pulmão.**

*Fonte: O Autor (2017)*

O quarto estágio é o tratamento anaeróbico principal que é composto por dois tanques com capacidade de 20m<sup>3</sup> cada, conforme foto 16 a seguir, onde são preenchidos com palha plástica, que tem a função de aumentar a superfície de fixação das bactérias anaeróbicas, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica presente no efluente.



**Foto 16 - Tanques anaeróbicos**

*Fonte: O Autor (2017)*

O quinto estágio é composto por duas torres de tratamento aeróbico, com capacidade de 20m<sup>3</sup> cada, e filtragem por carvão ativado, conforme foto 17 a seguir. Nestas torres, após o tratamento nos tanques anaeróbicos, o efluente é bombeado da base e injetado pelo topo, promovendo sua circulação, agitação e oxigenação constantes. À medida que o efluente circula de volta para a base da torre, vai se infiltrando através de camadas de carvão ativado, promovendo sua filtração, onde retém partículas orgânicas e inorgânicas. Além das torres em cada tanque, existe um tratamento complementar no nível superior, onde bombas captam a água e o ar através de venturinhas para aumentar a oxigenação.





**Foto 17 – Torres e tanques de aeração com filtros de carvão ativado.**

Fonte: O Autor (2017)

Ainda no quinto estágio, o efluente passa por tratamento com plantas aquáticas para remoção dos nutrientes, como fósforo e nitrogênio. As plantas ficam no topo dos dois tanques aeróbicos, conforme ilustra a foto 18 a seguir.



**Foto 18 - Aquatica Eichhornia crassipes, conhecida gigoga.**

Fonte: O Autor (2017)

No sexto estágio do tratamento, o efluente passa pelo processo de mineralização (compostos orgânicos e inorgânicos), desodorização e desinfecção através de ozônio, ficando apto para o reúso, conforme ilustram as fotos 19, 20 e 21 a seguir. São dois sistemas de ozônio, sendo que entre eles são instalados filtros de areia para retenção de qualquer sólido que possa restar no processo final de tratamento.



**Foto 19 - Concentradores de oxigênio e geradores de ozônio.**

Fonte: O Autor (2017)





**Foto 20 - Tanques de ozonização.**

Fonte: O Autor (2017)



**Foto 21 - Filtros de areia**

Fonte: O Autor (2017)

No sétimo e último estágio, o efluente tratado é armazenado nas cisternas, sendo uma de cinco e outra de dez metros cúbicos, conforme ilustra a foto 22 a seguir.



**Foto 22 - Cisterna de armazenagem de água de reúso.**

Fonte: O Autor (2017)

#### 4. 5. 1. 2. Distribuição de água de reúso

Outro ponto de preocupação foi a definição do melhor método de distribuição do efluente tratado para reúso nos sanitários e lavagem de equipamentos. A opção com melhor custo benefício e menor manutenção possível foi a instalação de uma rede pressurizada, onde a distribuição é gerenciada por pressostatos, tendo a regulação entre a mínima de dois bares, onde a bomba é acionada para aumentar a pressão da linha de distribuição, e a máxima de três bar, onde limita a pressão a linha de distribuição, conforme ilustra a foto 23 a seguir.



*Foto 23 - Pressostatos e manômetro que controlam a pressão da rede de distribuição.*

*Fonte: O Autor (2017)*

## 5. A SITUAÇÃO HOJE, RESULTADOS E/OU IMPACTOS DA INICIATIVA

### 5. 1. RESULTADOS

#### 5. 1. 1. Caracterização

A ETE entrou em operação em fevereiro de 2016, quando inicialmente recebia somente efluente sanitário. A partir de setembro de 2016, passou a receber efluente de lavagem de equipamentos compostos por derivados de hidrocarbonetos e surfactantes. Após receber tanto o efluente sanitário como de lavagem de equipamentos, foi realizada a caracterização em atendimento às exigências do licenciamento, em que se constatou que os parâmetros analisados apresentaram resultados excepcionais, atingindo uma média de eficiência de 93,41% além do exigido nas normas NBR 13969:1997 (Item 5.6.4/Classe 2), DZ-215 R-4- e NT-202 R-10. Os resultados da eficiência por parâmetro e o laudo oficial nº 65038/2016-1.1 encontram-se nos anexos B1 e B2.

#### 5. 1. 2. Monitoramento trimestral

Desde março de 2016, são realizadas análises trimestrais com base nos principais parâmetros como DBO, DQO, SST, MBAS – substâncias ativas ao azul de metileno, óleos e graxas e pH para monitorar a eficiência no tratamento. Os resultados obtidos demonstraram eficiência na remoção de DBO e DQO acima de 90% do exigido pelos requisitos legais. Os Gráficos 1 e 2 a seguir demonstram a eficiência.

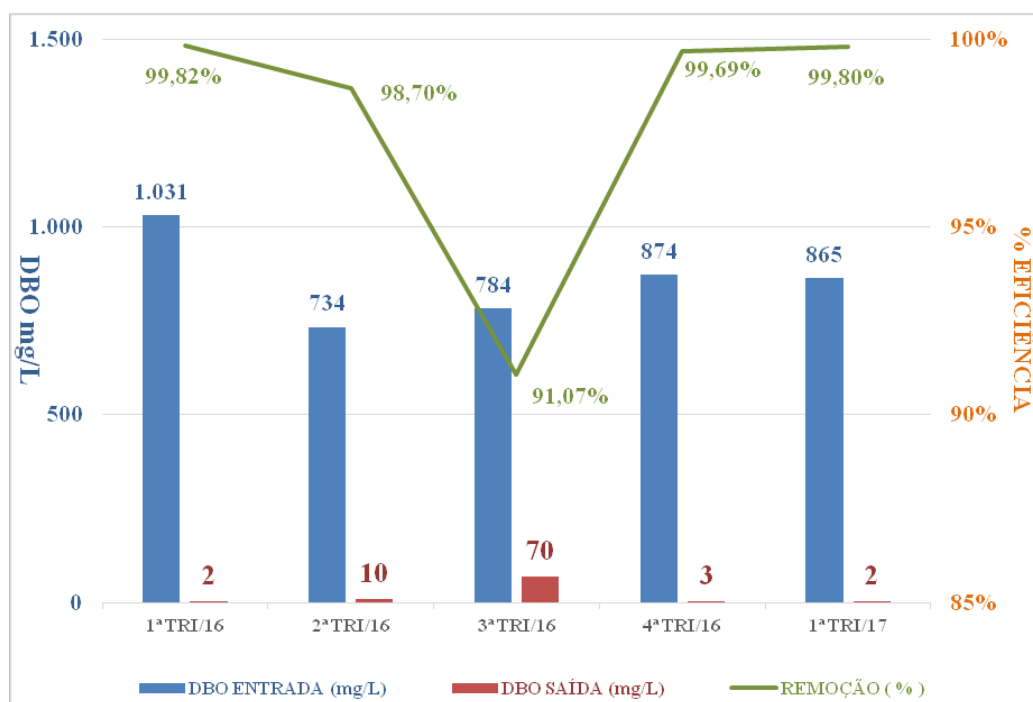


Gráfico 1 - Eficiência remoção de DBO.

Fonte: O Autor (2017)

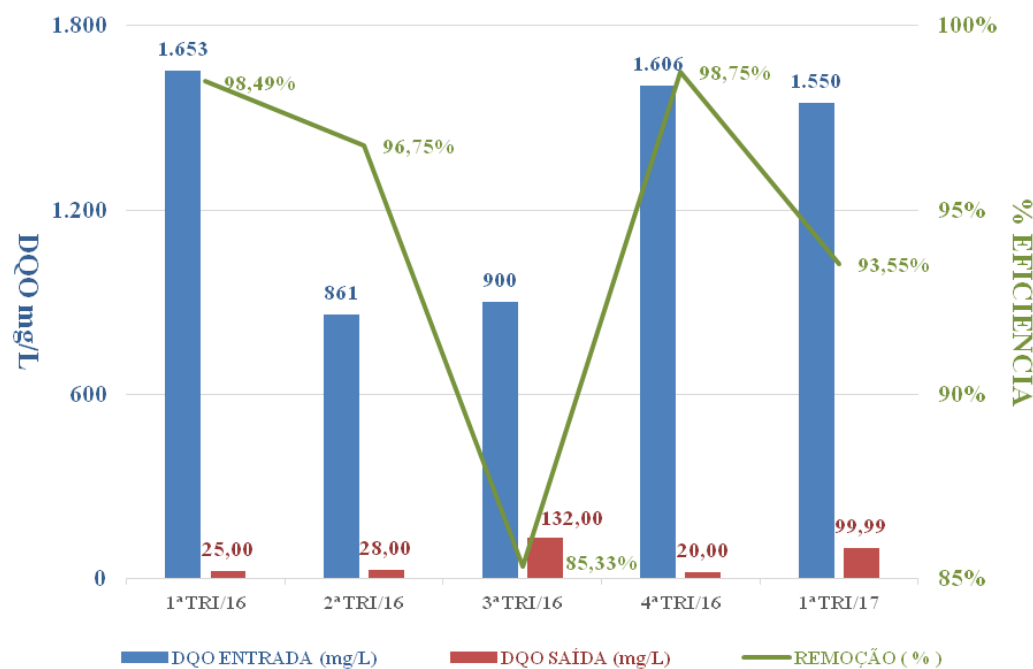


Gráfico 2 - Eficiência remoção de DQO.

Fonte: O Autor (2017)

### 5. 1. 3. Resultado visual da água

Além das análises trimestrais, são realizadas análises diárias de turbidez. A foto 24 a seguir demonstra a qualidade de água antes e após tratamento.



**Foto 24 - Análise visual antes e após tratamento**

Fonte: O Autor (2017)

### 5. 1. 4. Redução consumo

Comparando com as contas de água no anexo C, antes e após a modernização, em que foram instaladas pias, mictórios e sanitários mais eficientes, e principalmente, com a implementação parcial do reúso, constata-se que houve uma redução média de 775m<sup>3</sup>/mês, que corresponde à redução de 43% no consumo de água. Esta redução média no consumo representa uma economia mensal de R\$31.000,00. A tabela 5 a seguir resume o comparativo do antes e após a instalação da ETE.

**Tabela 4 - Comparação antes e após implementação do reúso e modernização das edificações**

Período	Antes - Modernização	
	M <sup>3</sup> MÊS	M <sup>3</sup> DIA
jan/2015	2.018	65,1
fev/2015	1.257	44,9
mar/2015	1951,6	62,95
abr//2015	2.117	70,58
maio/2015	1763,2	56,88
jun/2015	1618,2	53,94
<b>Média Mês</b>	<b>1.788</b>	<b>59,06</b>

Período	Após - Modernização	
	M³ MÊS	M³ DIA
set/2016	1.124	37,47
out/2016	1.030	33,23
nov/2016	978	32,6
dez/2016	1.018	32,84
jan/2017	941	30,35
fev/2017	984	30,35
<b>Média Mês</b>	<b>1.013</b>	<b>32.81</b>

Fonte: O Autor (2017)

## 5.2. CONCLUSÃO

Contemplou-se no presente relatório a iniciativa inovadora desde a elaboração, implementação e operação de um sistema de ciclo fechado de tratamento de efluentes para obtenção de licenciamento de água de reúso, reúso este não potável como em sanitários e mictórios, rega de jardins, lavagem de equipamentos, calçadas e umidificação de vias.

A geração de efluentes captados inclui as águas negras coletadas das bacias sanitárias; águas cinzas coletadas de pia, lavatórios, banho e refeitórios; águas contaminadas com hidrocarbonetos e surfactantes coletadas de oficina. Em termos quantitativos, observou-se que o efluente tratado, em torno de 20,64m³/dia, atende demanda de reúso da MultiRio, sendo que deste total, 9,35 m³/dia já são reutilizados nos mictórios, descargas em sanitários e lavagem de equipamentos. A outra parte, em torno de 11,29m³/dia, atualmente descartada na rede de água pluvial, após aprovação do INEA será reutilizada para irrigação de jardins e umidificação de vias.

A partir da caracterização qualitativa do efluente, através do atendimento às normas DZ 215, NT 202 e NBR 13969, constata-se que o sistema atende às exigências mínimas das normas para reúso.

Esta iniciativa inovadora demonstrou que além de economizar em torno de 1,5 milhão de reais com a não interligação da rede de esgoto à rede da CEDAE, a MultiRio economiza em torno de 281m³/mês de água, que representa uma economia mensal de R\$12.706,65.

Enfim, este projeto, teve como inspiração não somente implementar um sistema de reúso de água em um terminal de contêineres, mas também, criar uma metodologia de abordagem do tratamento e reaproveitamento integrado das águas cinzas, negras e de lavagem de equipamentos em ciclo fechado, tornando a instalação portuária da MultiRio o primeiro terminal do Brasil, talvez do mundo, com descarte zero de esgoto no corpo hídrico.

## 6. PARCERIAS, SE EXISTENTES

Foram envolvidos nesse projeto os setores meio ambiente, obras e elétrico.

## 7. PARTICIPAÇÃO DOS USUÁRIOS OU DA SOCIEDADE EM GERAL

Por tratar-se de água de reúso, não se admite sua utilização para fins potáveis, mas tão somente para fins menos nobres, em que não haja o consumo ou higienização do ser humano. Sendo assim, apenas os colaboradores da empresa lidam com esta água.



## 8. GRAU DE REPLICABILIDADE

O Centro Logístico Industrial Aduaneiro (CLIA), outra empresa do grupo Multiterminais Alfandegados do Brasil, localizado no município do Rio de Janeiro, está em fase de implementação de sistema idêntico para tratamento e reúso de água em suas atividades administrativas e operacionais.

## 9. AS PRINCIPAIS BARREIRAS ENCONTRADAS NO DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA INOVADORA

### 9.1. DESAFIOS

Os principais desafios encontrados na fase de desenvolvimento do projeto foram:

- demonstrar à diretoria da empresa a viabilidade do projeto foi o primeiro desafio encontrado, visto que o custo para instalação do sistema era relativamente elevado. Porém, os custos de interligação à rede da CEDAE eram bem superiores, pois giravam em torno de R\$1,5 milhão e a implementação do reúso girou em torno de R\$700 mil, ou seja, uma economia R\$800 mil;
- encontrar fornecedores de equipamentos que possuísem equipamentos de tratamento 100% biológicos e que se adequassem ao dimensionamento e outras características do projeto idealizado. A solução encontrada foi selecionar empresas distintas para cada estágio do sistema e adequar os componentes ao espaço disponível e aos equipamentos já disponíveis. Essa forma de desenvolvimento acabou por sua vez se mostrando também mais econômica, se comparada à aquisição de um sistema completo a um único fornecedor.

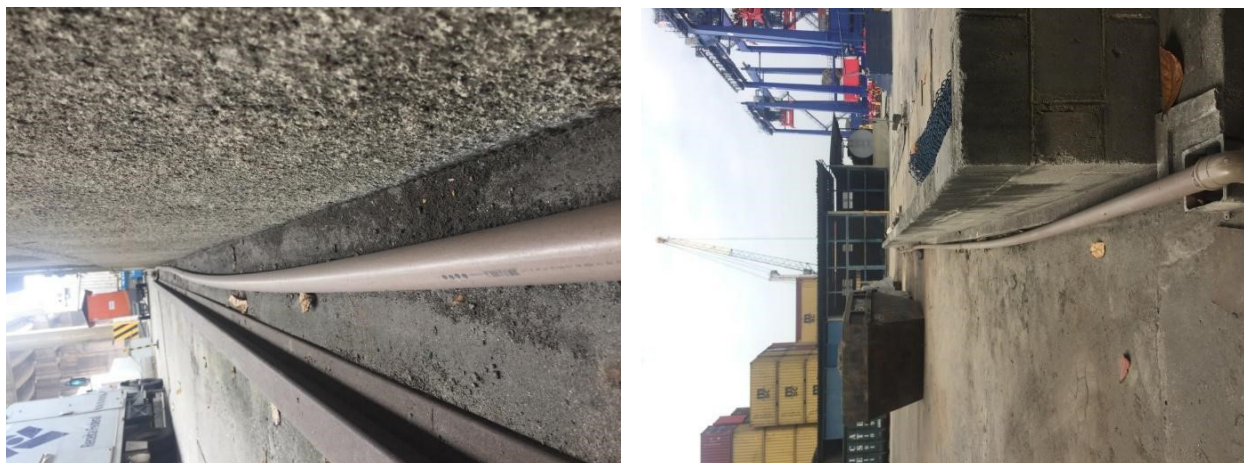
## 10. AS BARREIRAS VENCIDAS E COMO

Uma das principais barreiras foi viabilizar o envio dos efluentes gerados nos prédios administrativos e subestação, tendo em vista que além da grande distância, o piso tem espessura em torno de quarenta centímetros. Apresentou-se como alternativa direcionar o efluente por tubulação aérea, conforme evidenciam as fotos 25 e 26 a seguir, que além de proporcionar uma redução significativa no tempo de implementação do projeto, o custo de R\$15.000,00 foi bem inferior ao orçado para interligar por rede subterrânea, cujo valor girou em torno de R\$110.000,00.



**Foto 25 - Tubulação Aérea Prédio Administrativo**

Fonte: O Autor (2017)



**Foto 26 - Tubulação banheiro anexo subestação de energia**

*Fonte: O Autor (2017)*

Outra barreira vencida foi a resistência quanto ao reúso da água, devido às dúvidas referentes à sua qualidade. Entretanto, após reuniões, palestras e evidências através de análises em laboratório assegurando a qualidade da água, conseguiu-se superar essas dúvidas e receios, bem assim a resistência por parte dos colaboradores usuários da água de reúso, como também se obteve a aprovação junto ao órgão ambiental.

## **11. OS FATORES QUE CONTRIBUÍRAM PARA O SUCESSO DA PRÁTICA INOVADORA INSCRITA**

O apoio da alta direção e o trabalho em equipe das áreas de meio ambiente, obras, elétrica e operação foram fundamentais para que este projeto fosse implementado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Reúso de água nas crises hídricas e oportunidades no Brasil. [Rio de Janeiro]: ABES, out. 2015. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/pdf/reuso\\_nas\\_crisis.pdf](http://abes-dn.org.br/pdf/reuso_nas_crisis.pdf)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ÁGUA DE ESGOTO TRATADA serve para cultivar palma e irrigar pasto no RN. Globo Rural. Rio Grande do Norte: Globo, 13 de novembro de 2016, 10min51s. Programa de TV. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/5444312/programa/>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Produção de Água Industrial: projeto Aquapolo. Brasília: ANA, [2012]. Disponível em: <[http://premio.ana.gov.br/Edicao/2014/projeto-detalle.aspx?id=11&\\$ListID=A2CB8C6D-6FE2-4E67-BD57-5254DBCF88DD](http://premio.ana.gov.br/Edicao/2014/projeto-detalle.aspx?id=11&$ListID=A2CB8C6D-6FE2-4E67-BD57-5254DBCF88DD)>. Acesso em: 14 jun. 2017.

AQUAPOLO. Projeto Aquapolo. [2014]. Disponível em: <<http://www.aquapolo.com.br/quem-somos/sobre-o-aquapolo/>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648:1986: Estudo de Concepção de sistemas de esgoto sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13696:1997: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT: 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 54, de 28 de novembro de 2005 - Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 143, n.1, p. 31-36, 09 mar. de 2006.

CIDADES E SOLUÇÕES. Estação de tratamento transforma esgoto doméstico em água potável. Globo News. Rio de Janeiro: Globo News, 20 de março de 2013, 22:47 min. Programa de TV. Disponível em: <<https://globosatplay.globo.com/globonews/v/2471696/>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. DZ 215-R4, 2007, Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluentes líquidos de origem sanitária. Aprovada pela Deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 08 nov. 2007.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. NT 202-R10, de 12 de dezembro de 1986. Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 12 dez. 1986.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. DZ 205-R5, de 05 de outubro de 1991. Diretriz de controle de carga orgânica em efluentes líquidos de origem industrial. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 24 out. 1991.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. IT 1842 R-0, de 12 de março de 2003. Instrução técnica para o requerimento das licenças ambientais para postos de serviço e obtenção da autorização para seu encerramento. Diário Oficial de 21 set. 2004.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE MF 412. Método de determinação de óleos e graxas (extração em Soxhlet). MF 413. Método de determinação de óleos e graxas (partição gravimétrica). MF 414. Método de determinação de óleos minerais (extração Soxhlet e separação com sílica gel). [S.l.].

EXPERIÊNCIA NO RIO GRANDE DO NORTE ABRE CAMINHOS EM MEIO À CRISE DA ÁGUA NO NORDESTE. Globo Rural. Rio Grande do Norte: Globo, 13 de novembro de 2016, 10:29 min. Programa de TV. Disponível em: <<https://globoplay.globo.com/v/5444300/programa/>>. Acessado em 14 Junho de 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016: água e emprego, fatos e números. [S.l.]: UNESCO/World Water Assessment Programme, 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244041por.pdf>>. Acesso em: 03 de Janeiro de 2017.

SPERLING, Marcos Von. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 452 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).



## ANEXO A – Licença de instalação nº IN24790

**DOCUMENTO DE AVERBAÇÃO** AVB002824

MULTI-RIO OPERAÇÕES PORTUÁRIAS S.A.

CNPJ/CPF: 02.877.283/0002-60 Registro: UN033569/13.91.15

no seguinte local:  
AVENIDA RIO DE JANEIRO, S/N° PARTE - CAJU, município RIO DE JANEIRO

Fica incluída a seguinte condição de validade, referente à LI nº IN024790.

27- Comprovar para fins de reuso do efluente tratado, o atendimento aos padrões estabelecidos nas normas: NBR 13.969:1997 (Item 5.6.4/Classe 2); DZ-215, R-4 - Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária e NT-202, R-10 - Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos, durante a fase de comissionamento da Estação de Tratamento (ETE).

Este documento só é válido quando apresentado anexo ao documento IN024790, Processo nº E-07/002.14238/2013.

Rio de Janeiro, 08 de Setembro de 2015

*Jose Maria de Mesquita Junior*  
JOSE MARIA DE MESQUITA JUNIOR  
DIRETOR DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Pag: 1 de 1

**DOCUMENTO DE AVERBAÇÃO** AVB002573

MULTI-RIO OPERAÇÕES PORTUÁRIAS S.A.

CNPJ/CPF: 02.877.283/0002-60 Registro: UN033569/13.91.15

no seguinte local:  
AVENIDA RIO DE JANEIRO, S/N° PARTE - CAJU, município RIO DE JANEIRO

Fica prorrogado o prazo de validade da Licença de Instalação LI n. IN024790 por 01 (um) ano e 08 (oito) meses.

Este documento só é válido quando apresentado anexo ao documento IN024790, Processo nº E-07/002.14238/2013.

Rio de Janeiro, 18 de Dezembro de 2014

*Ana Cristina Rangel Henney*  
ANA CRISTINA RANGEL HENNEY  
DIRETORA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Pag: 1 de 1

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO** LI Nº IN024790

O Instituto Estadual do Ambiente - INEA, no uso das atribuições que lhe são conferidas pela Lei nº 5.101, de 4 de outubro de 2007 e pelo Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009, e suas modificações posteriores e em especial do Decreto nº 42.159, de 2 de dezembro de 2009 que dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental, concede a presente Licença de Instalação a

MULTI-RIO OPERAÇÕES PORTUÁRIAS S.A.

CNPJ/CPF: 02.877.283/0002-60 Código INEA: UN033569/13.91.15

Endereço: AVENIDA RIO DE JANEIRO, S/N - PARTE - CAJU - RIO DE JANEIRO - RJ

para realizar as obras de construção de oficina de manutenção no Terminal do Caju, com área total de 2.376m<sup>2</sup>-x-x-x-x-x-x-

no seguinte local:  
AVENIDA RIO DE JANEIRO, S/N° - PARTE - CAJU, município RIO DE JANEIRO

**Condições de Validade Gerais**

- 1- Comprovar a publicação de comunicado de recebimento desta licença no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro e em jornal diário de grande circulação no Estado antes da sua retirada no INEA, conforme determinado pela Resolução INEA n. 37, de 21.07.11, publicada no D.O.E.R.J. de 25.07.11;
- 2- Esta Licença diz respeito aos aspectos ambientais e não exime o empreendedor do atendimento às demais licenças e autorizações federais, estaduais e municipais exigíveis por lei;
- 3- Esta Licença não poderá sofrer qualquer alteração nem ser plastificada, sob pena de perder sua validade;

Esta Licença é válida até 11 de Abril de 2015, respeitadas as condições nela estabelecidas, e é concedida com base nos documentos e informações constantes do Processo nº E-07/002.14238/2013 e seus anexos.

Rio de Janeiro, 11 de outubro de 2013

*Luz Martins Heckmaier*  
LUZ MARTINS HECKMAIER  
DIRETOR SUBSTITUTO DE LICENC. AMBIENTAL

Pag: 1 de 3

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO** LI Nº IN024790

**Condições de Validade Específicas**

- 4- Requerer a renovação desta licença no mínimo 120 dias antes do vencimento do seu prazo de validade, caso a implantação do projeto não seja concluída nesse prazo;
- 5- Não iniciar as atividades antes da obtenção da Licença de Operação - LO;
- 6- Atender à DZ-1310 R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos, aprovada pela Deliberação CEEA n. 4.497 de 03.09.04 e publicada no D.O.E.R.J. de 21.09.04;
- 7- Dar destinação final aos resíduos gerados, somente para empresas licenciadas para tal fim, com o devido acompanhamento de Manifestos de Resíduos, e não dispor em aterros sanitários, os resíduos não perigosos de Classe II passíveis de reciclagem;
- 8- Armazenar os resíduos de acordo com as normas da ABNT: NBR-11.174 - Armazenamento de Resíduos Classe II (não inertes) e NBR 12.235 - Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos (Classe I);
- 9- Atender à Resolução n. 307 do CONAMA, de 05.07.02, publicada no D.O.U. de 17.07.02, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- 10- Atender à Resolução n. 448 do CONAMA, de 18.01.12, publicada no D.O.U. de 19.01.12, que Altera os Art. 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 e 11 da Resolução n. 307, de 05.07.02, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA;
- 11- Manter umedecidas as vias internas, de modo a evitar a emissão de material particulado para a atmosfera, além de adoção de medidas de controle para evitar tombamento de material particulado nas vias públicas e/ou corpos hídricos, tais como cobertura da carga dos veículos com lona;
- 12- Realizar manutenção e regulagem de máquinas e equipamentos, mantendo a disposição da fiscalização os respectivos registros, de modo a minimizar os impactos provenientes da execução das obras e do fluxo de veículos;
- 13- Implantar durante a realização das obras, dispositivos de proteção aos pedestres e sinalização para veículos, de modo a minimizar o risco de ocorrência de acidentes;
- 14- Não realizar lavagem de motores e carrocerias de veículos, utilizados na execução da obra, em áreas desprovidas de sistema de controle, como canaletas e sistema separador de água/óleo;

O não cumprimento das condições constantes deste documento e das normas ambientais vigentes sujeita o infrator, pessoa física ou jurídica, às sanções previstas na Lei Estadual nº 3467, de 14.05.2000 e na Lei Federal nº 9605, de 12.02.1998, e poderá levar ao seu cancelamento.

Pag: 2 de 3

**LICENÇA DE INSTALAÇÃO**  
LI Nº IN024790

**Condições de Validade Específicas**

15- Interligar as redes das futuras instalações sanitárias ao sistema de esgotamento público da ETE Alegria (Rede Coletora da CEDAE);  
16- Implantar, conforme projetos apresentados, sistema de tratamento de efluentes sanitários e industriais, com as respectivas redes de drenagem que os direcionam ao tratamento;  
17- Implantar, conforme projetos apresentados, contenção e impermeabilização em áreas com manipulação e armazenamento de óleos e/ou produtos químicos, que apresentem risco de vazamento;  
18- Implantar projetos, conforme as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e o Código de Segurança contra incêndio e pânico do Estado do Rio de Janeiro;  
19- Comunicar imediatamente ao Serviço de Operações em Emergências Ambientais do INEA, plantão 24 horas, pelos telefones (21) 2334-7911 ou 8506-8770, qualquer anomalia que possa ser classificada como acidente;  
20- Apresentar anualmente ao INEA, relatório com evidências do cumprimento das condições de validade desta licença;  
21- Não realizar queima de qualquer material ao ar livre;  
22- Evitar todas as formas de acúmulo de água que possam propiciar a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue;  
23- Eliminar métodos de trabalho e ambientes propícios à proliferação de vetores (insetos e roedores nocivos);  
24- Manter atualizados junto ao INEA os dados cadastrais relativos à atividade ora licenciada;  
25- Submeter previamente ao INEA, para análise e parecer, qualquer alteração no projeto;  
26- O INEA exigirá novas medidas de controle ambiental, a qualquer momento, sempre que julgar necessário, visando a preservação do meio ambiente. -x-x-x-x-

O não cumprimento das condições constantes deste documento e das normas ambientais vigentes sujeita o infrator, pessoa física ou jurídica, às sanções previstas na Lei Estadual nº 3467, de 14.09.2000 e na Lei Federal nº 9805, de 12.02.1998, e poderá levar ao seu cancelamento.

Página 3 de 3

## ANEXO B1 –Eficiência tratamento ETE

### Resultados Analíticos – Orgânicos Voláteis.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	Padrão NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4 / NBR 13969	% EFICIÊNCIA
1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,1,2-Tricloroetano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,2-Dibromo-3-Cloropropano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,2-Dibromoetano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,2-Dicloropropano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
1,3-Dicloropropano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
2,2-Dicloropropano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Bromodiclorometano	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Cloreto de Metileno	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Cloreto de Vinila	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Clorofórmio	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Hidrocarbonetos Alifáticos Halogenados Voláteis Totais	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%
Sulfeto de Carbono	mg/L	0,001	0,001	1,000	99,90%
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,001	0,001	0,100	99,00%



## Resultados Analíticos - Orgânicos Semivoláteis.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4	% EFICIÊNCIA
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,1	99,00%
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
1,2,4-Triclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
1,2-Diclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
1,3-Diclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
1,4-Diclorobenzeno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,2,3,4,4,5 - Hexaclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,2,3,4,4,5,5 - Heptaclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,2,4,4,5,5 - Hexaclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,2,4,5,5 - Pentaclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,2,5,5 - Tetraclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,3,4,4,5 - Pentaclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,3,4,5-Tetraclorofenol	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
2,3,4,6-Tetraclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2,4,4' - Triclorobifenil	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,4,5-T	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,4,5-TP	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
2,4,5-Triclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2,4-D	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
2,4-Diclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2,6-Diclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2-Clorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
2-Cloronaftaleno	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
3,3-Diclorobenzidina	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
3-Hidroxicarbofuran	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
4-Cloro-3-Metilfenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
Alacloro	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Aldicarb	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Aldicarb sulfona	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Aldrin	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Alfa BHC	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Aroclor 1254	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
Beta BHC	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Carbaril	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%

Carbofuran	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Clordano (cis + trans)	mg/L	0,00003	0,000	0,05	99,94%
DDD	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
DDE	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
DDT	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Delta BHC	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
Demeton-O	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Demeton-S	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Dieldrin	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Endossulfan - Sulfato	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Endossulfan I	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Endossulfan II	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
Endrin	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Endrin Aldeído	mg/L	0,000025	0,000	0,05	99,95%
Endrin Cetona	mg/L	0,000025	0,000	0,05	99,95%
Gution	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
HCH beta	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Heptacloro	mg/L	0,000025	0,000	0,05	99,95%
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000025	0,000	0,05	99,95%
Hexaclorobenzeno	mg/L	0,0005	0,001	0,05	99,00%
Hidrocarbonetos Halogenados Alifáticos Halogenados Voláteis Totais, excluindo os Hidrocarbonetos	mg/L	0,001	0,001	0,5	99,80%
Lindano (gama HCH)	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
Lindano (g-BHC)	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
Malation	mg/L	0,00005	0,000	0,1	99,95%
Metolacloro	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Metoxicloro	mg/L	0,0002	0,000	0,05	99,60%
Mirex	mg/L	0,001	0,001	0,05	98,00%
Pentaclorofenol	mg/L	0,00004	0,000	0,05	99,92%
Permetrina	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Pesticidas organofosforados e carbamatos totais (somatório dos pesticidas individualmente)	mg/L	0,00005	0,000	1	99,995%
Propanil	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Simazina	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Toxafeno	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%
Trifuralina	mg/L	0,0001	0,000	0,05	99,80%

## Resultados Analíticos - Físico-Químico.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4	% EFICIÊNCIA
Amônia	mg/L	19,291	0,012	5	-285,82%
Cianetos	mg/L	0,002	0,002	0,2	99,00%
Cor	N.A	Virtualmente Presente	N.A	Visualmente ausente	N/A
DBO - 5 dias	mg/L	3,62	1,000	180	97,99%
DQO	mg/L	27	10,000	180	85,00%
Fluoretos	mg/L	2,6	0,200	10	74,00%
Índice de Fenóis	mg/L	0,1	0,100	0,2	50,00%
Nitrogênio Total	mg/L	27,1	0,200	Vide Legislação ou Norma	N/A
Óleos e Graxas Totais	mg/L	>10	10,000	20	50,00%
Óleos Minerais	mg/L	>10	10,000	20	50,00%
Óleos Vegetais e Gorduras Animais	mg/L	>10	10,000	30	66,67%
Partículas Flutuantes	mg/L	Virtualmente Ausente	N.A	Virtualmente ausente	N/A
Sólidos em Suspensão Totais	mg/L	2	1,000	180	98,89%
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,1	0,100	1	90,00%
Substâncias Tensoativas que Reagem com o Azul de Metileno [MBAS]	mg/L	>0,1	0,100	1	90,00%
Sulfetos de hidrogênio	mg/L	>0,1	0,100	2	95,00%
Sulfitos	mg/L	>0,1	0,100	1	90,00%

## Resultados analíticos - bacteriológico.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4	% EFICIÊNCIA
ESCHERICHIA COLI [coliforme fecal]	NMP/100mL	1	1,800	200	99,50%

## Resultados Analíticos - Metais.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4	% EFICIÊNCIA
Alumínio Total	mg/L	0,002757	0,002757	3	99,91%
Arsênio Total	mg/L	0,000581	0,000015	0,1	99,42%
Bário Total	mg/L	0,011135	0,000203	5	99,78%
Boro Total	mg/L	0,099763	0,016569	5	98,00%
Cádmio Total	mg/L	0,00001	0,00001	0,1	99,99%
Chumbo Total	mg/L	0,002565	0,000207	0,5	99,49%
Cobalto Total	mg/L	0,000628	0,000006	1	99,94%
Cobre Total	mg/L	0,017737	0,000539	0,5	96,45%
Cromo Total	mg/L	0,010894	0,000062	0,5	97,82%
Estanho Total	mg/L	0,000851	0,000133	4	99,98%
Ferro Dissolvido	mg/L	0,201856	0,003551	15	98,65%
Fósforo Total	mg/L	13,472064	0,021064	N/A	N/A
Manganês Dissolvido	mg/L	0,127177	0,000099	1	87,28%
Mercúrio Total	mg/L	0,000086	0,000086	0,01	99,14%
Níquel Total	mg/L	0,002329	0,002329	1	99,77%
Prata Total	mg/L	0,000521	0,00019	0,1	99,48%
Selênio Total	mg/L	0,00401	0,004010	0,05	91,98%
Vanádio Total	mg/L	0,000607	0,000017	4	99,98%
Zinco Total	mg/L	0,144438	0,005498	1	85,56%

## Resultados analíticos - diversos.

Parâmetros	Unidade	Resultados	LQ	NT - 202.R-10 + DZ - 215.R-4	% EFICIÊNCIA
Cloro Livre	mg/L	0,32	0,010	5	93,60%
Cloro Residual	mg/L	0,32	0,010	Entre 05 e 1,5	CONFORME
pH	N.A.	7,12	N.A.	Entre 5,0 e 9,0	CONFORME
Temperatura	°C	32	N.A.	Inferior 40 °C	CONFORME
Turbidez	NTU	1,56	N.A.	5	68,80%

## ANEXO C – Contas de água antes e após modernização

RO1000162 EMISSÃO: 02/2015

CEADAE  
NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610215  
R. E. Proc. Nº E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

Medição 02/2015 Vencimento 11/02/2015

Nome: MULTI RIO O. P. S.A. CPF/CNPJ: 2.877.253/0002-60 Origem: 1-12 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO 00000 P122.SUBEST1694 Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Leitura Atual 23/01/2015 50913 Leitura Anterior 19/12/2014 48895

1-MEDIDIO 23/01/2015 50913 19/12/2014 48895

Últimos Consumos m³/dia

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
0	100	0	0	02/2014	78,4	03/2014	90,3
0	100	0	0	03/2014	114,2	04/2014	112,4
0	100	0	0	04/2014	85,2	05/2014	85,2
0	100	0	0	05/2014	46,9	06/2014	50,6
0	100	0	0	06/2014	50,6	07/2014	56,4
0	100	0	0	07/2014	50,6	08/2014	56,4
0	100	0	0	08/2014	50,6	09/2014	56,4
0	100	0	0	09/2014	50,6	10/2014	56,4
0	100	0	0	10/2014	50,6	11/2014	56,4
0	100	0	0	11/2014	50,6	12/2014	56,4
0	100	0	0	12/2014	50,6	01/2015	56,4

Subcategoria: 1-COMUN

Demonstrativo do Consumo Faturado de Água

Taxa de	Taxa	Consumo (m³)	Valor R\$
Consumo	RS/m³	208,69	33.826,89
ESGOTO SANITÁRIO	RS/m³	208,69	33.826,89
RECURSOS HÍDRICOS	RS/m³	208,69	33.826,89
TOTAL	RS/m³	208,69	33.826,89

TOTAL DA CONTA R\$ 68.201,37 TOTAL A PAGAR R\$ 68.201,37

Próxima leitura prevista para: 25/02/2015

Para consulta sobre a leitura de seu hidrômetro e a data.

CEADAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAÚDE.

CEADAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAÚDE.

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

CONTAS EM DÉBITO AUTOMÁTICO  
CONTROLE DA CEADAE

Matrícula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-12	02/2015	11/02/2015	R\$ 68.201,37

82690000682-4 01371292012-6 88406021511-5 21502110000-7

RO1000168 EMISSÃO: 03/2015

CEADAE  
NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610315  
R. E. Proc. Nº E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

Medição 03/2015 Vencimento 20/03/2015

Nome: MULTI RIO O. P. S.A. CPF/CNPJ: 2.877.253/0002-60 Origem: 1-51 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO 00000 P122.SUBEST1694 Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Leitura Atual 25/02/2015 51358 Leitura Anterior 23/01/2015 50913

5-L. INFERIOR 25/02/2015 51358 23/01/2015 50913

Últimos Consumos m³/dia

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
0	100	0	0	03/2014	80,3	04/2014	112,4
0	100	0	0	04/2014	109,1	05/2014	114,2
0	100	0	0	05/2014	94,0	06/2014	85,2
0	100	0	0	06/2014	46,9	07/2014	50,6
0	100	0	0	07/2014	50,6	08/2014	56,4
0	100	0	0	08/2014	50,6	09/2014	56,4
0	100	0	0	09/2014	50,6	10/2014	56,4
0	100	0	0	10/2014	50,6	11/2014	56,4
0	100	0	0	11/2014	50,6	12/2014	56,4
0	100	0	0	12/2014	50,6	01/2015	56,4

Subcategoria: 1-COMUN

Demonstrativo do Consumo Faturado de Água

Taxa de	Taxa	Consumo (m³)	Valor R\$
Consumo	RS/m³	222,0	187,05
ESGOTO SANITÁRIO	RS/m³	222,0	187,05
RECURSOS HÍDRICOS	RS/m³	222,0	187,05
TOTAL	RS/m³	222,0	187,05

TOTAL DA CONTA R\$ 42.385,03 TOTAL A PAGAR R\$ 42.385,03

Próxima leitura prevista para: 28/03/2015

Para consulta sobre a leitura de seu hidrômetro e a data.

CEADAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAÚDE.

CEADAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAÚDE.

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

CONTAS EM DÉBITO AUTOMÁTICO  
CONTROLE DA CEADAE

Matrícula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-51	03/2015	20/03/2015	R\$ 42.385,03

82690000423-0 86031292012-6 88406031515-4 11803200000-8



RO1000151 EMISSÃO: 04/2015

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610415  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 04/2015** **Vencimento 14/04/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-03 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Letra Anual Letra Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

3-MEDIA 25/03/2015 25/02/2015 51358 28 69,7000 1.951,6

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1	04/2014	112,4	05/2014	114,2	05/2014	108,1	50,3
2	07/2014	94,0	08/2014	85,2	09/2014	50,3	47,9
3	10/2014	47,9	11/2014	46,9	12/2014	50,6	56,4
4	01/2015	56,4	02/2015	57,6	03/2015	38,1	69,7

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 27/04/2015

Para consulta anule a leitura do seu hidrômetro e a data.

82630000660-6 24131292012-7 88406041510-3 31504140000-5

CEDAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAUDE.



CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655  
Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-03	04/2015	14/04/2015	R\$ 66.024,13



82630000660-6 24131292012-7 88406041510-3 31504140000-5

RO1000143 EMISSÃO: 05/2015

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610515  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 05/2015** **Vencimento 15/05/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-67 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Letra Anual Letra Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

3-MEDIA 27/04/2015 25/03/2015 51358 33 66,8000 2.171,4

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1	05/2014	114,2	06/2014	108,1	07/2014	94,0	47,9
2	08/2014	85,2	09/2014	50,3	10/2014	50,6	56,4
3	11/2014	46,9	12/2014	50,6	01/2015	38,1	69,7
4	02/2015	57,6	03/2015	38,1	04/2015	69,7	

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 26/05/2015

Para consulta anule a leitura do seu hidrômetro e a data.

82640000734-6 38161292012-8 88406051516-7 71505150000-0

CEDAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAUDE.



CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655  
Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-67	05/2015	15/05/2015	R\$ 73.438,16



82640000734-6 38161292012-8 88406051516-7 71505150000-0

RO1000145 EMISSÃO: 06/2015

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610615  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 06/2015** **Vencimento 15/06/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-10 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Letra Anual Letra Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

3-MEDIA 28/05/2015 27/04/2015 51358 29 60,8000 1.763,2

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1	06/2014	108,1	07/2014	94,0	08/2014	85,2	47,9
2	09/2014	50,3	10/2014	47,9	11/2014	46,9	50,6
3	12/2014	50,6	01/2015	56,4	02/2015	38,1	69,7
4	03/2015	38,1	04/2015	69,7	05/2015	69,7	

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 24/06/2015

Para consulta anule a leitura do seu hidrômetro e a data.

82600000622-9 91401292012-2 88406061511-6 01508150000-3

CEDAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAUDE.



CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655  
Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-10	06/2015	15/06/2015	R\$ 62.291,40



82600000622-9 91401292012-2 88406061511-6 01508150000-3

RO1000143 EMISSÃO: 07/2015

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610715  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 07/2015** **Vencimento 13/07/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-74 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6102A01348

Tipo de Faturamento: Letra Anual Letra Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

3-MEDIA 24/06/2015 26/05/2015 51358 29 56,8000 1.618,2

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1	07/2014	94,0	08/2014	85,2	09/2014	50,3	47,9
2	10/2014	47,9	11/2014	46,9	12/2014	50,6	56,4
3	01/2015	56,4	02/2015	57,6	03/2015	38,1	69,7
4	04/2015	69,7	05/2015	69,7	06/2015	69,7	

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 23/07/2015

Para consulta anule a leitura do seu hidrômetro e a data.

82670000571-1 40511292012-0 88406071517-1 41507130000-8

CEDAE - PRODUZINDO QUALIDADE, E DISTRIBUINDO SAUDE.



CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655  
Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-74	07/2015	13/07/2015	R\$ 57.140,51



82670000571-1 40511292012-0 88406071517-1 41507130000-8



RO1000133 EMISSÃO: 08/2016

**CEDAE** NOTAFISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610816  
R.E. Proc. Nº E-04/09.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 08/2016** **Vencimento 09/08/2016**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-16 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Tipo de Faturamento: Lettura Atual Lettura Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

1-MED100 20/07/2016 21/08/2016 29 35,7931 1.036,0

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				08/2015	30,8	09/2015	37,5
				11/2015	35,5	12/2015	38,8
				02/2016	45,0	03/2016	37,5
				05/2016	49,6	06/2016	64,2

Percentual de Faturamento

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				08/2015	30,8	09/2015	37,5
				11/2015	35,5	12/2015	38,8
				02/2016	45,0	03/2016	37,5
				05/2016	49,6	06/2016	64,2

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 19/08/2016

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A AGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 8946 de 30 de dezembro de 2014.

**CEDAE** CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
**CONTROLE DA CEDAE**

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-16	08/2016	09/08/2016	R\$ 40.170,74

82620000401-6 70741292012-6 88406081811-0 61608090000-7

RO1000136 EMISSÃO: 09/2015

**CEDAE** NOTAFISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840610815  
R.E. Proc. Nº E-04/09.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 09/2015** **Vencimento 10/09/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-81 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Tipo de Faturamento: Lettura Atual Lettura Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

1-MED100 21/08/2015 23/07/2015 29 37,5882 1.030,0

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				09/2014	50,3	10/2014	47,9
				01/2015	50,6	02/2015	57,5
				03/2015	38,1	04/2015	69,7
				06/2015	60,8	07/2015	55,8

Percentual de Faturamento

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				09/2014	50,3	10/2014	47,9
				01/2015	50,6	02/2015	57,5
				03/2015	38,1	04/2015	69,7
				06/2015	60,8	07/2015	55,8

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 23/09/2015

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A AGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 8946 de 30 de dezembro de 2014.

**CEDAE** CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
**CONTROLE DA CEDAE**

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-81	09/2015	10/09/2015	R\$ 42.415,59

82640000424-6 15591292012-3 88406091818-5 11509100000-8

RO1000132 EMISSÃO: 10/2016

**CEDAE** NOTAFISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840611016  
R.E. Proc. Nº E-04/09.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 10/2016** **Vencimento 07/10/2016**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-05 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Tipo de Faturamento: Lettura Atual Lettura Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

1-MED100 20/09/2016 19/08/2016 32 35,1250 1.124,0

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				10/2015	34,4	11/2015	35,5
				02/2016	45,3	03/2016	37,5
				01/2016	41,5	05/2016	49,6
				07/2016	37,4	08/2016	36,7

Percentual de Faturamento

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				10/2015	34,4	11/2015	35,5
				02/2016	45,3	03/2016	37,5
				01/2016	41,5	05/2016	49,6
				07/2016	37,4	08/2016	36,7

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 20/10/2016

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A AGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 8946 de 30 de dezembro de 2014.

Reajuste tarifário em 30/09/16 pela Deliberação n.2850/16 em Sessão Extraordinária da AGENERSA e publicado no DO de 30/09/16.

**CEDAE** CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
**CONTROLE DA CEDAE**

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-05	10/2016	07/10/2016	R\$ 43.491,13

82610000434-6 91131292012-5 88406101610-8 51610070000-8

RO1000133 EMISSÃO: 09/2015

**CEDAE** NOTAFISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840611116  
R.E. Proc. Nº E-04/09.254/2000

CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**Medição 11/2015** **Vencimento 09/11/2015**

Nome: MULTI RIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-89 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 20931-670 RIO DE JANEIRO Roteiro: 002.09.09.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Tipo de Faturamento: Lettura Atual Lettura Anterior Dias Consumo Consumo Médio m³/dia Consumo Faturado m³

1-MED100 20/10/2015 18/08/2015 30 34,3333 1.030,0

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				11/2015	35,5	12/2015	39,8
				02/2016	45,0	03/2016	37,5
				05/2016	49,6	06/2016	64,2
				08/2016	35,7	09/2016	36,5

Percentual de Faturamento

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				11/2015	35,5	12/2015	39,8
				02/2016	45,0	03/2016	37,5
				05/2016	49,6	06/2016	64,2
				08/2016	35,7	09/2016	36,5

Subcategoria: 1-COMUM

Próxima leitura prevista para: 21/11/2015

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A AGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 8946 de 30 de dezembro de 2014.

**CEDAE** CNPJ 33.352.394/0001-04  
Insc. Estadual 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
**CONTROLE DA CEDAE**

Matricula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-89	11/2015	09/11/2015	R\$ 43.558,33

82680000435-0 56331292012-2 88406111618-3 91611090000-5

RO1000128 EMISSÃO: 01/2017

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840810117  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ: 33.352.394 / 0001 - 04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

Medição 01/2017 Vencimento 06/01/2017

Nome: MULTIRIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-96 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 00000 PT22JUSUBEST1694 Roteiro: 002.09.009.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Leitura Atual: 20931-670 Leitura Anterior: 21111/2016 Dia: 29 Consumo: 35,1034 Consumo Faturado m³: 1.018,0

1-MEDIDO 20/12/2016 21/11/2016 20464

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				01/2016	48,3	02/2016	46,0	03/2016	37,5
1				04/2016	41,5	05/2016	49,8	06/2016	64,2
1				07/2016	37,4	08/2016	36,7	09/2016	36,5
1				10/2016	36,1	11/2016	34,3	12/2016	30,5

Subcategoria: 1-COMUM

Demonstrativo do Consumo Faturado de Água				Descrição do Faturamento	
Faixa de Consumo	Encia R\$ / m³	Consumo (m³)	Faturado	Descrição	Valor R\$
00-020111,253000	19,3	217,18	4.261,47	ÁGUA COMERCIAL	21.359,47
21-03019,826000	9,7	192,31	1.863,21	ESGOTO SANITÁRIO	21.359,47
>03081,163000	989,0	20.949,98	20.748,98	RECURSOS HÍDRICOS	128,15
				TAXA DE REGULACAO	213,59

TOTAL DA CONTA R\$ 43.060,68 TOTAL A PAGAR R\$ 43.060,68

\*\* DEB. AUTOMATICO BCO 001 / AG. 1255 \*\* I Base de Cálculo R\$ 0,00  
\*\* DEB. AUTOMATICO MED 12/16 LIQUIDADO \*\* C Alíquota % 18 %  
Valor incl. Preço/Água R\$ 0,00

Próxima leitura prevista para: 17/01/2017

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

111111 / /

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A ÁGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 6946 de 30 de dezembro de 2014.

REAJUSTE TARIFARIO EM 08/01/2017 PELA DELIBERACAO AGENERSA NO 3028/16 - PUBLICACAO DOERJ DE 07/12/16.

**CEDAE** CNPJ: 33.352.394 / 0001 - 04  
Insc. Estadual: 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matrícula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-96	01/2017	06/01/2017	R\$ 43.060,68

82640000430-3 60681292012-6 88406011719-6 61701060000-6

RO1000130 EMISSÃO: 03/2017

**CEDAE** NOTA FISCAL/CONTA DE FORNECIMENTO DE ÁGUA N. 0128840810317  
R. E. Proc. N.º E-04/109.254/2000

CNPJ: 33.352.394 / 0001 - 04  
Insc. Estadual - 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

Medição 03/2017 Vencimento 09/03/2017

Nome: MULTIRIO O. P. S. A. CPF/CNPJ: 2.877.283/0002-60 Origem: 1-11 Matrícula: 0128840-6

Endereço: AVN RIO DE JANEIRO 00000 PT22JUSUBEST1694 Roteiro: 002.09.009.0340 Hidrômetro: 6142A00929

Leitura Atual: 20931-670 Leitura Anterior: 21111/2016 Dia: 29 Consumo: 35,1034 Consumo Faturado m³: 1.018,0

1-MEDIDO 15/02/2017 17/01/2017 23407 23423

Nº Economias por Categoria

Res	Com	Ind	Pub	Medição	Consumo	Medição	Consumo	Medição	Consumo
1				03/2016	37,5	04/2016	41,5	05/2016	49,8
1				06/2016	64,2	07/2016	37,4	08/2016	36,5
1				09/2016	36,5	10/2016	35,1	11/2016	34,3
1				12/2016	30,5	01/2017	35,1	02/2017	33,6

Subcategoria: 1-COMUM

Demonstrativo do Consumo Faturado de Água				Descrição do Faturamento	
Faixa de Consumo	Encia R\$ / m³	Consumo (m³)	Faturado	Descrição	Valor R\$
00-020111,253000	19,3	232,66	4.511,47	ÁGUA COMERCIAL	22.110,48
21-03019,826000	9,7	206,01	2.000,10	ESGOTO SANITÁRIO	22.110,48
>03081,163000	989,0	21.671,81	21.408,98	RECURSOS HÍDRICOS	132,66
				TAXA DE REGULACAO	221,10

TOTAL DA CONTA R\$ 44.574,72 TOTAL A PAGAR R\$ 44.574,72

\*\* DEB. AUTOMATICO BCO 001 / AG. 1255 \*\* I Base de Cálculo R\$ 0,00  
\*\* DEB. AUTOMATICO MED 02/17 LIQUIDADO \*\* C Alíquota % 18 %  
Valor incl. Preço/Água R\$ 0,00

Próxima leitura prevista para: 20/03/2017

Para consulta anote a leitura do seu hidrômetro e a data.

111111 / /

Não considerar algarismos em vermelho no hidrômetro

**MENSAGEM IMPORTANTE**

A ÁGUA QUE VOCE CONSUME VEM EM GRANDE PARTE DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL. ECONOMIZE. PRESERVE. LEI N. 6946 de 30 de dezembro de 2014.

**CEDAE** CNPJ: 33.352.394 / 0001 - 04  
Insc. Estadual: 84.780.707  
Av. Presidente Vargas, 2655 Rio de Janeiro

**CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
CONTROLE DA CEDAE

Matrícula	Origem	Medição	VENCIMENTO	TOTAL A PAGAR
0128840-6	1-11	03/2017	09/03/2017	R\$ 44.574,72

82620000445-3 74721292012-4 88406031711-9 11703090000-7

# **MENÇÃO HONROSA**

**Projeto de Eletrificação dos Guindastes para  
Contêineres sobre Pneus - RTGS.**

**Autor:**

PORTONAVE S/A – Terminais Portuários de Navegantes

## 1. Introdução e Situação-Problema

Mudanças climáticas são caracterizadas por alterações no estado do clima, com variação de suas propriedades persistindo durante um longo período de tempo. Estas podem ser desencadeadas por processos naturais, como as oscilações dos ciclos solares e erupções vulcânicas ou por ações antropogênicas, como a mudança do uso e ocupação do solo.

Segundo relatório do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 95% do aumento na temperatura média global estão relacionados a ações antrópicas, principalmente pela queima de combustíveis fósseis e respectivas emissões dos gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (IPCC, 2000). Estes gases tendem a se concentrar na atmosfera, intensificando o efeito estufa e o aumento da temperatura média.

O Brasil, sendo um dos dez maiores emissores do mundo, propôs uma redução de 37% nas emissões atmosféricas até o ano de 2025, aumentando para 43% nos cinco anos seguintes (MMA, 2015). Isso será possível através de novos investimentos em processos produtivos e soluções tecnológicas que resultem em menor impacto sobre o clima do planeta, com destaque para a busca de eficiência e alternativas energéticas, redução de emissões de GEE e gestão em sustentabilidade.

Não obstante as emissões portuárias das embarcações contribuam com uma pequena parcela das emissões da navegação global, elas podem ter um efeito ambiental significativo nas regiões costeiras onde haja portos marítimos de intensa movimentação. Diante deste cenário, a PORTONAVE busca a inserção na economia de baixo carbono, almejando competitividade atrelada a sustentabilidade e realizando o diagnóstico das emissões corporativas de GEE e a implementação de ações e projetos para redução dos impactos ambientais negativos decorrentes de suas operações.

Iniciado no ano de 2010, o Inventário Corporativo das Emissões de Gases de Efeito Estufa da PORTONAVE tem como objetivo proporcionar um diagnóstico das emissões por fontes diretas e sumidouros. Estas foram identificadas e contabilizadas, abordando os escopos 1 (emissões diretas), 2 (emissões indiretas por uso de energia) e 3 (indiretas). As principais emissões diretas estão relacionadas à combustão móvel dos equipamentos off-road, como os transtêineres (RTGs), terminal-truck (TT) e empilhadeiras.

Em 2015, foi emitido um total de 10.746 tCO<sub>2</sub>e (toneladas de dióxido de carbono equivalente) sendo a combustão móvel a principal fonte, com 60,44% das emissões. Dentre os veículos que utilizam combustíveis fósseis, os dezoito RTGs foram responsáveis por 3.994 tCO<sub>2</sub>e.

## 2. Objetivo da Iniciativa

O Projeto de Eletrificação dos RTGs visou a substituição da matriz energética, substituindo o óleo diesel por eletricidade. Os resultados esperados foram as reduções no consumo de óleo diesel e lubrificantes, nas emissões de GEE, nos níveis de ruído e dos custos com manutenção.

## 3. Público-Alvo

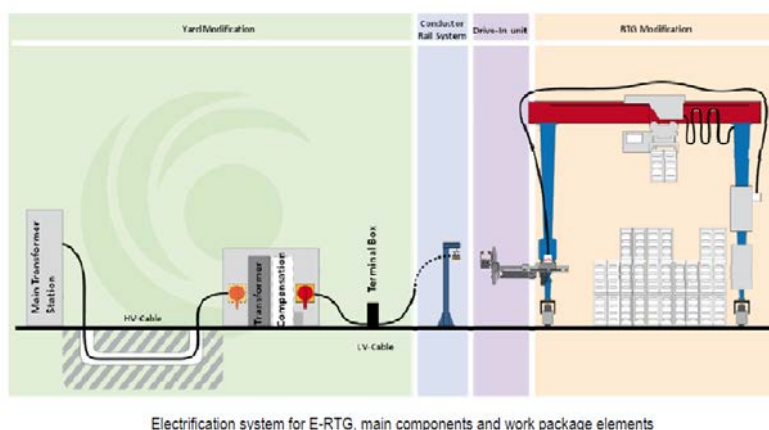
Empresas envolvidas na atividade portuária, órgão e entidades ambientais, entidades de classe da engenharia, sociedade, clientes, funcionários, acionistas, pesquisadores e estudantes.

## 4. Etapas do Projeto

A tecnologia busbar system, selecionada para a implantação do projeto, foi desenvolvida na Alemanha e é um dos mais avançados sistemas de eletrificação do mundo, sendo utilizado em portos da Europa e da Ásia. Seu funcionamento exige a instalação de um conjunto de barras condutoras com suportes de aço em toda a extensão das áreas de empilhamento do terminal. Cabos de baixa tensão conduzem a energia das subestações até os barramentos, e para os RTGs através de um braço coletor automático conectado à barra condutora (Figura 1).



## 2.1 System Overview



Fonte: Autor, 2017.

Para montagem das estruturas de condução, foi necessário realizar o corte da pavimentação asfáltica, com posterior escavação e concretagem da base do módulo da estrutura. Com as bases concluídas, foram realizadas as perfurações para posicionamento da estrutura metálica, necessária para garantir o suporte das barras condutoras. Ao término da estrutura, foram instalados os barramentos (Figura 2).



Figura 23 - Estruturas de condução dos RTGs.

Fonte: Autor, 2017.

Para conexão dos RTGs às barras condutoras foi necessário realizar a adaptação dos equipamentos, convertendo-os de combustível para energia elétrica. Para tal, instalou-se uma série de dispositivos de condução de energia, conforme apresentado na Figura 3 e no quadro abaixo (Quadro 1).



The drive-in unit consists of 2 movable mechanical units and a trolley. The vertical unit as well as the horizontal unit is driven by an electrical motor. The drive-in unit exists of three main components. The vertical unit and horizontal unit are driven in each case with an electric motor. The collector trolley is connected by a flexible connection with the vertical unit.

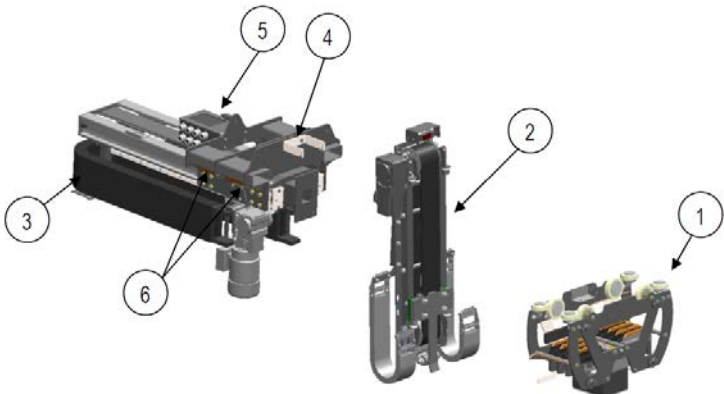


Figura 3 - Dispositivos utilizados para a adequação dos transtêineres - RTGs.

Fonte: Autor, 2017.

Quadro 1 - Descrição da aplicação dos dispositivos de eletrificação dos RTGs.

Item	Descrição	Observação
1	Coletor	O carrinho coletor carrega os coletores de energia, e move-se através da estruturas de condução.
2	Vertical	A unidade vertical, permite o movimento durante o deslocamento do carrinho, e compensa as diferenças de altura entre a estrutura de condução e do RTG.
3	Horizontal	A unidade horizontal permite o movimento de retração / expansão durante a operação do E-RTG.
4	A de Base	A estrutura de base é utilizada para unir a unidade de condução com a unidade do espaçador
5	Controle I	Interface para cabos de energia
6	Contorle II	Interface para os sensores

Fonte: Autor, 2017.

Foram investidos aproximadamente 25 milhões de reais para a implantação do sistema. A intenção foi iniciar as atividades operacionais na nova área do terminal já com a nova tecnologia em funcionamento. No ANEXO 1 pode ser verificado o resultado da instalação dos dispositivos de eletrificação dos RTGs.

## Resultados

### Impactos econômicos

Com os RTGs operando com energia elétrica, a redução de consumo médio de óleo diesel foi de 95%, sendo que um pequeno volume de óleo ainda é utilizado nas transferências de quadra e no deslocamento para a área de manutenção e testes (Figura 4). Também houve uma redução de aproximadamente 50% no uso de lubrificantes com a implementação de geradores menos potentes, porém mais eficientes do que os anteriores

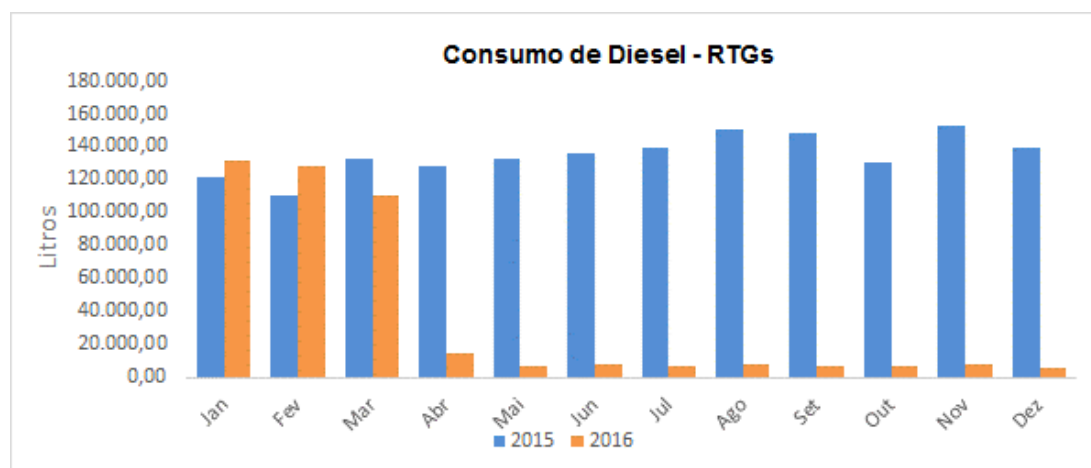


Figura 4 - Consumo mensal de óleo diesel pelos RTGs nos anos de 2015 e 2016.

Fonte: Autor, 2017.

Os custos da relação óleo diesel mais energia elétrica por movimentação de TEU [(óleo diesel + energia elétrica)/movimentação], reduziram 73%, passando de um valor médio de R\$6,59 para R\$1,44. Também ocorreu a maximização das operações portuárias devido a maior disponibilidade dos RTGs, registrando um aumento na taxa média de 7,67% (Figura 5). Estes resultados proporcionam à PORTONAVE liderança no mercado por apresentar um diferencial tecnológico inovador, aumentando a competitividade de forma sustentável e responsável.

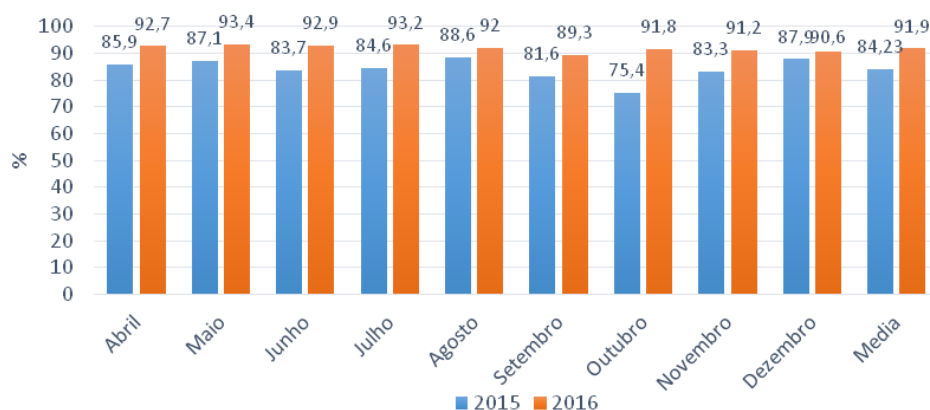


Figura 5 - Disponibilidade dos RTGs nos anos de 2015 e 2016.

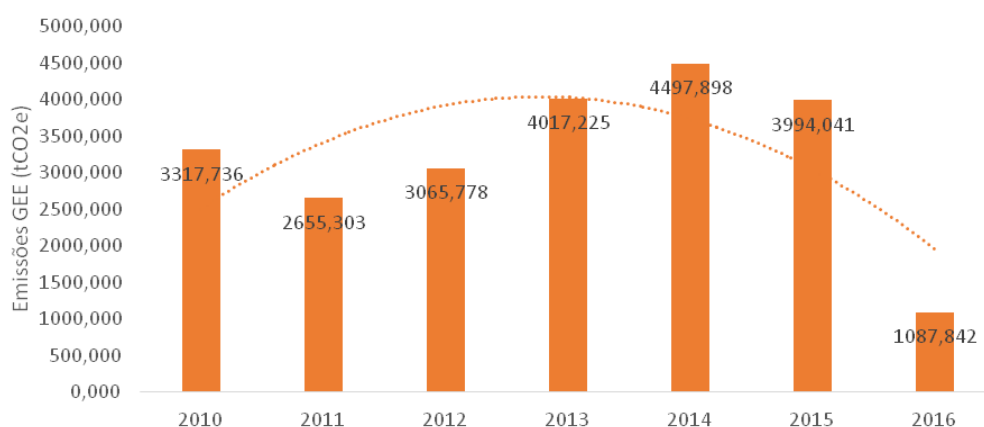
Fonte: Autor, 2017.

## Impactos sociais

A PORTONAVE atuou diretamente na implantação deste projeto, proporcionando a capacitação e valorização de seus funcionários e conferindo autonomia no gerenciamento das ações. Outro fator importante foi a redução do ruído e da poluição do ar, minimizando os impactos negativos para as comunidades vizinhas. O equilíbrio e o comprometimento com as questões sociais refletem positivamente na base econômica da empresa, agregando valor à companhia e contribuindo, também, para o desenvolvimento sustentável.

## Impactos ambientais

No ano de 2016 foram movimentados 910.870 TEUs, ante 679.789 TEUS em 2015, representando uma taxa de crescimento de aproximadamente 34%. Uma das consequências no aumento das movimentações é a maior utilização dos equipamentos operacionais, ocasionando, assim, um incremento nas emissões atmosféricas por veículos movidos a combustão. Entretanto, no que diz respeito aos RTGs, as emissões anuais de gases do efeito estufa apresentaram uma redução de 72,75% entre os meses de janeiro a dezembro, conforme apresenta a Figura 6.



**Figura 6 - Perfil das emissões anuais de gases estufa dos RTGs.**

Fonte: Autor, 2017.

Ao comparar o período entre os meses de abril e dezembro, quando o projeto foi totalmente implementado, a redução das emissões de gases do efeito estufa foi de 94,27%, passando de 3094,085 tCO2e em 2015 para 177,362 tCO2e em 2016. As emissões dos RTGs relacionadas ao consumo de energia elétrica para o ano de 2016 foram de 184,215 tCO2e. Se considerar somente os meses de abril a dezembro de 2016, as emissões totalizaram 175,436 tCO2e, representando em torno de 32% das emissões absolutas da Portonave.

## 5. Empresas Envolvidas

Eletrificação RTGs – Conductix Wampfler Brasil - Alemanha: empresa que atua no desenvolvimento, produção, consultoria e instalação de soluções para todas as questões relacionadas à transmissão de energia e dados para os equipamentos móveis.

- Infraestrutura Elétrica – K2 do Brasil – Porto Alegre/RS: empresa que atua na instalação e desenvolvimento de soluções para todas as questões relacionadas à transmissão de energia.

- Geradores – Pesa CAT – Curitiba/PR: maior fabricante mundial de grupos geradores, oferecendo a maior variedade de especificações disponíveis. Oferece grupo geradores diesel com potência de 375 até 5.000 kVA, construídos segundo padrões de classe mundial, para baixo consumo de combustível e alta eficiência e conformidade com as emissões globais.
- Infraestrutura Civil – LOHMANN – Penha/SC: atua na parte de infraestrutura civil com equipe e equipamentos para a construção e reforma de estruturas.
- Engenharia Civil – Intertechne – Curitiba/PR: atua no desenvolvimento de estudos de viabilidade, projetos básicos, projetos executivos e gerenciamento da construção, através de uma equipe multidisciplinar de profissionais de grande experiência.
- Gestão dos gases de efeito estufa – Sustentar – Blumenau/SC: atua no desenvolvimento de estudos estratégicos para a quantificação, redução e compensação das emissões dos gases de efeito estufa.

## 6. Participação Stakeholders

- Automação e Elétrica – Manutenção Portonave;
- Mecânica, Caldeiraria e Solda – Manutenção Portonave; e
- Engenharia e Inspeção Proprietário – Manutenção Portonave.

## 7. Replicabilidade

Projeto pode ser replicado em qualquer terminal portuário onde haja equipamentos alimentados por geradores e que transladam sobre pneus ou trilhos. Deve ser levado em consideração o layout do pátio e as premissas operacionais do terminal, pois o equipamento apresenta limitações no seu funcionamento.

## 8. Desafios do Projeto

Um dos desafios do projeto foi o estudo das tecnologias, uma vez que existem no mercado diferentes soluções para eletrificação de equipamentos, sendo todas de origem estrangeira. Ademais, não existia no Brasil a tecnologia busbar aplicada, reduzindo as fontes de informações. Consolidar as informações, etapas do projeto e cronogramas civil, elétrico e mecânico foi uma grande lição aprendida, fundamental para o sucesso do projeto.

Outro desafio foi alinhar a operação do terminal com as obras necessárias para o projeto. As atividades de instalação somadas ao grande número de veículos portuários exigiram presença intensificada do departamento de segurança alinhado com os departamentos de Operação e Manutenção. O trabalho em conjunto possibilitou manter o nível de segurança para os trabalhadores sem impactar no cronograma do projeto e produtividade do terminal.

O Retrofit nos RTGs apresentou algumas dificuldades no início das atividades, pois foi necessária a implantação da nova tecnologia nos equipamentos existentes que não possuíam uma pré-instalação para suportar a pretendida alteração. O sucesso e eficácia no Retrofit se devem à atuação da equipe própria de Engenharia e Técnica da PORTONAVE no acompanhamento das atividades.

## 9. Fatores de Sucesso

O principal fator de sucesso desse projeto foi determinado pelo apoio maciço dos acionistas, diretoria e gerências da empresa, além de todos os envolvidos diretamente nas obras como engenheiros, técnicos, especialistas, operadores, instrutores e supervisores de todas as áreas. A PORTONAVE atuou diretamente com sua equipe de especialistas na área de automação, elétrica, mecânica, caldeiraria, solda, engenharia e inspeção. Isto explicita a perfeita implantação do projeto, cuja competência e expertise da PORTONAVE fizeram da empresa a única a completar o processo frente aos demais terminais da América Latina.

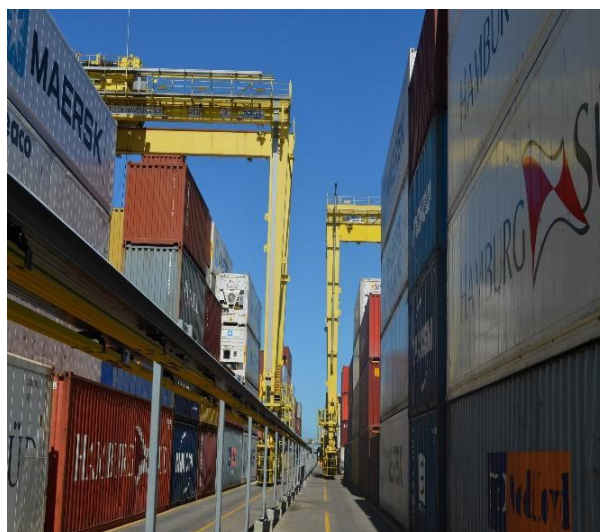
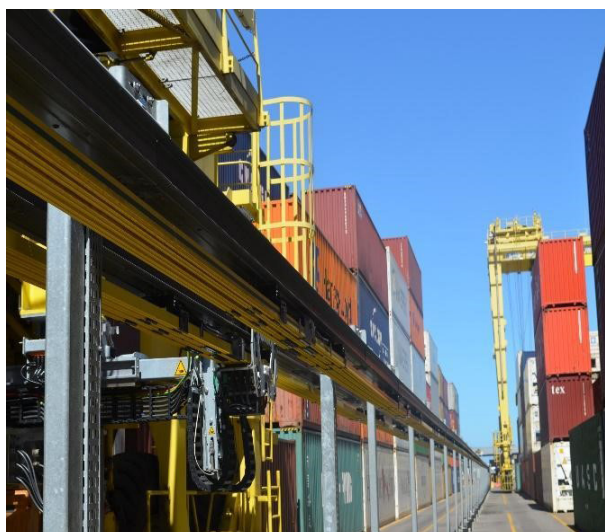
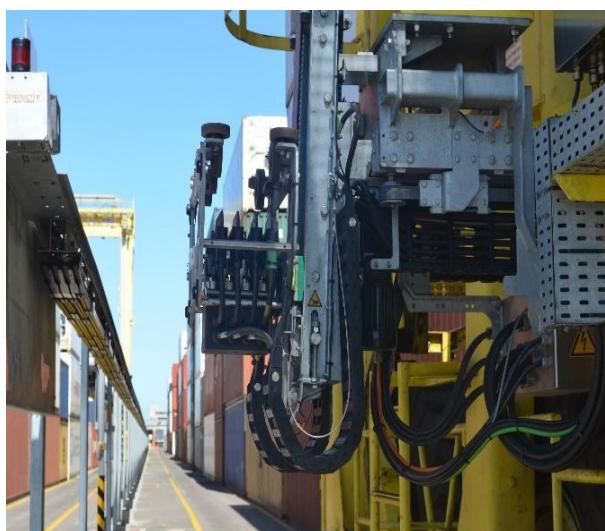
## Referências Bibliográficas

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. [Genebra]: IPCC, 2000. Disponível em: <<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/>>. Acesso em: 05 set. 2019. Acesso em: 05 set. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Fundamentos para a elaboração da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) do Brasil no contexto do Acordo de Paris sob a UNFCCC. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Bases\\_elaboracao\\_iNDC.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivos/clima/convencao/indc/Bases_elaboracao_iNDC.pdf)>. Acesso em: 05 set. 2019.

## ANEXO 1

*Eletrificação nos transtêineres (RTGs) da PORTONAVE com o Busbar System.*







Fonte: Autor, 2017

Título	Qtde referências	Refs. refeitas R
Modelo de consolidação comercial e análise de sustentabilidade fiscal aplicados a projetos hidroviários	38	27
Porto do Rio Grande (Estuário da Lagoa dos Patos – RS): identificação e caracterização dos locais de lançamento de efluentes líquidos nas margens	12	8
Avaliação hidromorfológica do uso de espigões em hidrovias	27	20
Conjunto de indicadores para avaliação de desempenho sustentável em portos	62	58
Aspectos jurídicos ambientais da movimentação de cargas perigosas nos portos do Brasil	10	0
Contribuição do C3OT – Redraft para a segurança e eficiência operacional do porto de Santos	11	10
Tecnologias sustentáveis para descarga de granéis sólidos	6	4
Eletroímã nas operações de movimentação de ferro-gusa	0	0
O ciclo fechado de um processo de tratamento de efluente para obtenção de licenciamento de água de reuso	13	9
Projeto de eletrificação dos guindastes para contêineres sobre pneus - RTGs	2	2
<b>Total</b>	<b>181</b>	<b>138</b>

R\$ 2,5 por referência x 138 refs = R\$ 345 => 300, 00







**Prêmio ANTAQ  
2017**

