



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL**



## **Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL

## Levantamento Cadastral das Instalações Portuárias Existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS



Relatório Técnico para a Coleta de Dados e  
Complementação de Informações para o  
Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando  
a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil  
(trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

# Levantamento Cadastral das Instalações Portuárias Existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS

---

## Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trechos Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo)

Pelotas, Maio de 2024

### Edição

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e  
Sedimentos para o Manejo de Bacias Hidrográficas-  
NEPE-HidroSedi

email: [hidrosedi.nepe@gmail.com](mailto:hidrosedi.nepe@gmail.com)

site: [hidrosedi.com](http://hidrosedi.com)

Endereço para correspondência:

Rua Gomes Carneiro, 01 - sala 128 - Centro - Pelotas - RS

Telefone: 53 3227-3130

### Elaboração



UFPEL



### Colaboração



# Ficha Técnica

## Levantamento Cadastral das Instalações Portuárias Existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS

### Coordenador -

Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares

### Equipe Técnica

Alexandre Felipe Bruch – Doutor em Geografia

Eduardo de Paula Kirinus – Doutor em Oceanografia Física e Geológica

George Marino Soares Gonçalves – Doutor em Recursos Hídricos

Gilberto Loguercio Collares – Doutor em Ciências do Solo

Karina Retzlaff Camargo – Doutora em Engenharia Civil

Leonardo Contreira Pereira – Doutor em Sciences d'Environnement d'Ile de France

Mateus Madail Santin – Cientista da Computação

Nelva Bugoni Riquetti – Doutora em Recursos Hídricos

Reginaldo Gaski Bonczynski – Mestre em Geografia

Felipe Machado D'Ávila – Graduando em Engenharia Hídrica

Henrique Mathias Reis - Graduando em Engenharia Hídrica

Rafael Ferrari – Graduando em Engenharia Hídrica

Rafaela Michelotti Pereira - Graduando em Engenharia Hídrica

### Diagramação e Projeto Gráfico

Ana Letícia Borscheid Kuga – Graduanda em Design Gráfico

Universidade Federal de Pelotas Sistema de Bibliotecas

Biblioteca Campus Porto

Catálogo na Publicação

Elaborada por Maria Inez Figas CRB: 10/1612

C6971 Collares, Gilberto Loguercio

Levantamento cadastral das instalações portuárias existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS: relatório técnico para a coleta de dados e complementação de informações para o estudo de viabilidade e modelagem visando a concessão da hidrovía Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo). / Gilberto Loguercio Collares ; orientador: Alexandre Felipe Bruch ... [et al.] - Pelotas: UFPel, 2024.

296 p.

1. Instalações portuárias. 2. Hidrovía Uruguai-Brasil. 3. Lagoa Mirim 4. Canal São Gonçalo I. Bruch, Alexandre Felipe II. Título

# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Localização da BHMSG	20
<b>Figura 2:</b> Complexo Portuário de Rio Grande e Pelotas.	27
<b>Figura 3:</b> Disposição do Complexo Portuário de Rio Grande	28
<b>Figura 4:</b> Localização do TUPs Yara, Bunge, Termada e TerBian.	29
<b>Figura 5:</b> Distribuição dos usos do Porto Velho.	30
<b>Figura 7:</b> Nomenclatura de distribuição dos berços do Porto Novo.	32
<b>Figura 6:</b> Distribuição dos berços do Porto Novo.	32
<b>Figura 8:</b> Configuração do Terminal da Braskem.	34
<b>Figura 9:</b> Configuração do Terminal Transpetro.	36
<b>Figura 10:</b> Configuração do Tergrasa.	39
<b>Figura 11:</b> Configuração do Terminal Tecon.	40
<b>Figura 12:</b> Configuração dos berços operacionais do Terbian.	41
<b>Figura 13:</b> Silos e tanques do Terbian.	42
<b>Figura 14:</b> Correia transportadora do Terbian.	43
<b>Figura 15:</b> Correia transportadora do Termasa.	44
<b>Figura 16:</b> Silos horizontais e verticais do Termasa.	45
<b>Figura 17:</b> Configuração do Terminal Bunge.	46
<b>Figura 18:</b> Configuração do TUP Yara.	46
<b>Figura 19:</b> Operações do Superporto de Rio Grande.	52
<b>Figura 20:</b> Operações do Porto Novo de Rio Grande.	52
<b>Figura 21:</b> Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Tergrasa (adaptado de PORTOS-RS, 2023).	53
<b>Figura 22:</b> Porteineres do Terminal Tecon (TECON, 2024).	54
<b>Figura 23:</b> Fluxograma de desembarque e embarque de contêineres no Porto de Rio Grande – adaptado de LabTrans/UFSC (2019).	55
<b>Figura 24:</b> Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Terbian – adaptado de PORTOS-RS (2023).	56
<b>Figura 25:</b> Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Termasa – adaptado de PORTOS-RS (2023).	56
<b>Figura 26:</b> Mapa de localização de acessos ao Porto de Rio Grande.	61
<b>Figura 27:</b> Projeto de requalificação da BR 392 com limitantes de acesso ao Porto de Rio Grande (C MARA MUNICIPAL DO RIO GRANDE, 2022).	62
<b>Figura 28:</b> Localização e acesso às obras de arte na região do Povo Novo.	64
<b>Figura 29:</b> Localização e acesso às obras de arte na região da Vila da Quinta.	65
<b>Figura 30:</b> Localização e acesso às obras de arte da região entre Vila da Quinta e Arroio Bolacha.	66
<b>Figura 31:</b> Localização e acesso às obras de arte na BR-392.	67
<b>Figura 32:</b> Mapa de localização do Porto de Pelotas.	70
<b>Figura 33:</b> Berços de atracação do Porto de Pelotas.	71

<b>Figura 34:</b> Galpões e pátios do Porto Organizado de Pelotas.	71
<b>Figura 35:</b> Silos de armazenagem de graneis sólidos.	73
<b>Figura 36:</b> Doca para embarcações de recreação do Porto Organizado de Pelotas.	73
<b>Figura 37:</b> Acostagem e berço de carregamento do Terminal Logístico de Pelotas.	74
<b>Figura 38:</b> Armazéns do Terminal Logístico de Pelotas.	75
<b>Figura 39:</b> Atualização do sistema de geração e fornecimento de energia elétrico do porto de Pelotas.	76
<b>Figura 40:</b> Pátios de toras utilizados pela CMPC Celulose Riograndense.	77
<b>Figura 41:</b> Grua móvel de carga e descarga do pátio de carga geral.	78
<b>Figura 42:</b> Multidocker de carregamento de toras (JORNAL DO COMÉRCIO, 2021).	78
<b>Figura 43:</b> Sistematização de descarregamento, armazenamento e carregamento do terminal retroportuário Jayme Power (JAIME POWER, 2024).	79
<b>Figura 44:</b> Acessos ao Porto Organizado de Pelotas.	81
<b>Figura 45:</b> Mapa de localização do acesso hidroviário ao Porto de Pelotas.	83
<b>Figura 46:</b> Área de manobras do Porto Organizado de Pelotas.	84
<b>Figura 47:</b> Traçado do Novo Acesso Sul ao Porto de Pelotas (LabTrans/UFSC, 2019).	85
<b>Figura 48:</b> Localização e acesso às obras de arte BR-116/ERS-737, Distrito Industrial e Fernando Osório.	88
<b>Figura 49:</b> Representação esquemática em perfil sobre a Barragem Santa Bárbara.	89
<b>Figura 50:</b> Obras de arte do trecho oeste-sul do contorno de Pelotas.	91
<b>Figura 51:</b> Obras de arte do trecho sul-leste do contorno de Pelotas.	92
<b>Figura 52:</b> Obras de arte do trecho sudeste do contorno de Pelotas.	93
<b>Figura 53:</b> Obras de arte do trecho do contorno de Pelotas.	94
<b>Figura 54.a</b> - Monumentação e rastreio do marco geodésico do Porto POGON.	96
<b>Figura 54.b</b> - Monumentação e rastreio do marco geodésico do Porto POGON.	96
<b>Figura 55:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto POGON.	98
<b>Figura 56:</b> Ortomosaico do POGON.	99
<b>Figura 57:</b> MDS do Porto POGON.	100
<b>Figura 58:</b> Mapa de curvas de nível do Porto do POGON.	102
<b>Figura 59:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto POGON.	103
<b>Figura 60:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto POGON.	105
<b>Figura 61:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto POGON.	107
<b>Figura 62:</b> Lote de implantação do Porto POGON.	108
<b>Figura 63:</b> Modelo conceitual do Porto POGON (DTA, 2023).	109
<b>Figura 64:</b> Modelo conceitual de estação de transbordo fluvial-marítimo (DTA, 2023).	109
<b>Figura 65:</b> Proposta de estrutura com cobertura para o Porto POGON (DTA, 2023).	110
<b>Figura 66:</b> Modelo conceitual de estação de transbordo de barcaças.	111

<b>Figura 67:</b> Localização e acesso ao Porto POGON.	113
<b>Figura 68.a</b> -Monumentação e rastreio do marco geodésico em Santa Isabel.	115
<b>Figura 68.b</b> -Monumentação e rastreio do marco geodésico em Santa Isabel.	115
<b>Figura 69:</b> Monografia do Marco Geodésico de Santa Isabel.	116
<b>Figura 70:</b> Ortomosaico do Porto de Santa Isabel e adjacências.	117
<b>Figura 71:</b> Antiga infraestrutura do Porto de Santa Isabel.	118
<b>Figura 72:</b> MDS do Porto de Santa Isabel e adjacências.	119
<b>Figura 73:</b> Mapa de curvas de nível.	120
<b>Figura 74:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto de Santa Isabel.	122
<b>Figura 75:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Santa Isabel.	123
<b>Figura 76:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Santa Isabel.	125
<b>Figura 77:</b> Balsa de travessia do Canal São Gonçalo na RS-473 e Porto de Santa Isabel do Sul (GZH, 2015).	127
<b>Figura 78:</b> Localização e acesso ao Porto de Santa Isabel.	130
<b>Figura 79:</b> Porto de Jaguarão em 1913 (Acervo do Instituto Histórico e Geográfico de Jaguarão).	132
<b>Figura 80:</b> Embarcações da colônia de pescadores Z-25.	132
<b>Figura 81.a</b> - Movimentação e rastreio do marco geodésico de Jaguarão.	133
<b>Figura 81.b</b> - Movimentação e rastreio do marco geodésico de Jaguarão.	133
<b>Figura 82:</b> Monografia do marco geodésico de Jaguarão.	134
<b>Figura 83:</b> Ortomosaico do Porto de Jaguarão e adjacências.	136
<b>Figura 84:</b> MDS do Porto de Jaguarão.	137
<b>Figura 85:</b> Mapa de curvas de nível do Porto de Jaguarão.	138
<b>Figura 86:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto de Jaguarão.	140
<b>Figura 87:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Jaguarão.	142
<b>Figura 88:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Jaguarão.	144
<b>Figura 89:</b> Localização e acesso ao Porto de Jaguarão.	146
<b>Figura 90.a</b> - Monumentação e rastreio do marco geodésico do futuro Porto do Tacuari.	148
<b>Figura 90.b</b> - Monumentação e rastreio do marco geodésico do futuro Porto do Tacuari.	148
<b>Figura 91:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto de Tacuari.	151
<b>Figura 92:</b> Ortomosaico do Porto de Tacuari.	152
<b>Figura 93:</b> MDS do Porto de Tacuari.	153
<b>Figura 94:</b> Mapa de curvas de nível.	154
<b>Figura 95:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto Tacuari	155
<b>Figura 96:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do	

Porto de Tacuari.	159
<b>Figura 97:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Tacuari.	160
<b>Figura 98:</b> Localização do Porto de Tacuari - adaptado de Amorim et al. (2010).	161
<b>Figura 99:</b> Modelo conceitual do Porto de Tacuari.	161
<b>Figura 100:</b> Planta de implantação do projeto do terminal multiuso do Rio Tacuari – Empreendimento da Hidrovia del Este S.A – Administração das Hidrovias do Sul (AHSUL, 2011) e Freitas Jr. (2024).	162
<b>Figura 101:</b> Localização e acesso ao Porto de Tacuari.	164
<b>Figura 102:</b> Área de banhado na região de implantação do Terminal do Rio Tacuari.	165
<b>Figura 103:</b> Localização do marco de referência do levantamento cadastral do Porto de La Charqueda.	167
<b>Figura 104:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto de La Charqueda.	168
<b>Figura 105:</b> Ortomosaico do Porto de La Charqueda.	170
<b>Figura 106:</b> MDS do Porto de La Charqueda.	171
<b>Figura 107:</b> Mapa de curvas de nível do Porto de La Charqueda,	172
<b>Figura 108:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto de La Charqueda.	173
<b>Figura 109:</b> Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência indireta do Porto de La Charqueda.	175
<b>Figura 110:</b> Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência direta do Porto de La Charqueda.	177
<b>Figura 111:</b> Porto de La Charqueda com uso de barcos recreativos (Google Earth®, 2023).	178
<b>Figura 112:</b> Localização e acesso ao Porto de La Charqueda.	180
<b>Figura 113:</b> Localização do Porto do Rio Cebollati com seus três terminais – adaptado do Ministério dos Transportes do Uruguai (2002).	182
<b>Figura 114:</b> Terminal para arroz, carga geral e carga containerizada – adaptado de Ministério de Transportes do Uruguai (2002).	182
<b>Figura 115:</b> Terminal para cavacos de madeira – adaptado de Ministério de Transportes do Uruguai (2002).	183
<b>Figura 116:</b> Monumentação e rastreamento do marco geodésico do futuro Porto do Cebollati.	184
<b>Figura 117:</b> Monografia do marco geodésico do Porto do Cebollati - NLC.	185
<b>Figura 118:</b> Ortomosaico de localização do Porto NLC.	187
<b>Figura 119:</b> MDS do Porto NLC: MDS do Porto NLC	188
<b>Figura 120:</b> Mapa de curvas de nível do Porto NLC.	189
<b>Figura 121:</b> Mapa de uso e ocupação do solo do Porto NLC.	190
<b>Figura 122:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto NLC.	192
<b>Figura 123:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto NLC.	195



<b>Figura 124:</b> Configuração do Porto NLC.	197
<b>Figura 125:</b> Localização e acesso ao Porto NLC.	198
<b>Figura 126:</b> Inserção do Porto NLC conforme organização de uso do solo.	199
<b>Figura 127:</b> Balsa do Arroio Parao (Balsa El Peludo).	200
<b>Figura 128:</b> Monumentação e rastreio do marco geodésico do futuro Porto de São Luis.	201
<b>Figura 129:</b> Monografia do Marco Geodésico o Porto de São Luis.	202
<b>Figura 130:</b> Ortomosaico da localização do Porto de São Luis.	204
<b>Figura 131:</b> MDS do Porto de São Luis.	205
<b>Figura 132:</b> Mapa de curvas de nível do Porto de São Luis.	206
<b>Figura 133:</b> Localização de uso do Porto São Luis.	207
<b>Figura 134:</b> Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência indireta do Porto São Luis.	209
<b>Figura 135:</b> Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência direta do Porto São Luis.	211
<b>Figura 136:</b> Localização e acesso ao Porto de São Luis.	214
<b>Figura 137:</b> Progressão do delta do Rio São Luis (MONTANÃ, 1995).	215
<b>Figura 138:</b> Monumentação e rastreio do Marco Geodésico do futuro Porto São Miguel.	217
<b>Figura 139:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto de São Miguel.	218
<b>Figura 140:</b> Ortomosaico do Porto São Miguel.	220
<b>Figura 141:</b> MDS do Porto de São Miguel.	221
<b>Figura 142:</b> Mapa de curvas de nível do Porto de São Miguel.	222
<b>Figura 143:</b> Mapa de uso do Porto de São Miguel.	223
<b>Figura 144:</b> Mapa de uso e ocupação do solo - área de influência indireta do Porto de São Miguel.	225
<b>Figura 145:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de São Miguel.	227
<b>Figura 146:</b> Localização e acesso ao Porto de São Miguel.	230
<b>Figura 147:</b> Formação de macrófitas no arroio São Miguel.	232
<b>Figura 148:</b> Vista aérea do Porto de Santa Vitória do Palmar (AHSUL, 2023).	233
<b>Figura 149:</b> Monumentação e rastreio do marco geodésico do Porto de Santa Vitória do Palmar.	234
<b>Figura 150:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto de Santa Vitória do Palmar.	235
<b>Figura 151:</b> Ortomosaico do Porto de Santa Vitória do Palmar.	237
<b>Figura 152:</b> MDS do Porto de Santa Vitória do Palmar.	238
<b>Figura 153:</b> Mapas de curvas de nível do Porto de Santa Vitória do Palmar.	239
<b>Figura 154:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto de Santa Vitória do Palmar.	240
<b>Figura 155:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto e Santa Vitória do Palmar.	243
<b>Figura 156:</b> Mapa do uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Santa Vitória do Palmar	245

<b>Figura 157:</b> Proposta de revitalização da acostagem norte do Porto de Santa Vitória do Palmar.	246 246
<b>Figura 158:</b> Proposta de reforma da estrutura de recepção do Porto de Santa Vitória do Palmar (COUTINHO et al, 2013).	246 246
<b>Figura 159:</b> Localização e acesso terrestre ao Porto de Santa Vitória do Palmar.	248
<b>Figura 160:</b> Localização proposta para o canal de acesso ao Porto de Arroito.	250
<b>Figura 161:</b> Monumento e rastreo do marco geodésico do futuro Porto de Arroito.	251
<b>Figura 162:</b> Monografia do Marco Geodésico do Porto de Arroito.	252
<b>Figura 163:</b> Ortomosaico do Porto de Arroito.	254
<b>Figura 164:</b> MDS do Porto de Arroito.	255
<b>Figura 165:</b> Mapas de curvas de nível.	256
<b>Figura 166:</b> Mapa de uso e ocupação do Porto Arroito.	258
<b>Figura 167:</b> Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Arroito.	261 261
<b>Figura 168:</b> Mapa de uso e oupação do na área de influência direta do Porto de Arroito.	262 262
<b>Figura 169:</b> Localização e acesso ao Porto de Arroito.	266
<b>Figura 170:</b> Fluxograma dos procedimentos para obtenção do Licenciamento Ambiental dos Portos do Uruguai (adaptado da Lei N° 16.466/1994).	271
<b>Figura 171:</b> Fluxograma dos procedimento para obtenção da LP (adaptado do Manual de Licenciamento de Portos – Guia Orientativo para o Processo de Licenciamento de Portos).	273
<b>Figura 172:</b> Fluxograma dos procedimentos para obtenção da LO (adaptado do Manual de Licenciamento de Portos – Guia Orientativo para o Processo de Licenciamento de Portos).	274
<b>Figura 173:</b> Embarcação-tipo Empurrador e Barca, transportando minério (WILKENS, 2020).	276 276
<b>Figura 174:</b> Embarcação-tipo Graneleiro, realizando transbordo de carga (KENNEDY, 2023).	278 278
<b>Figura 175:</b> Navio do tipo Porta-container utilizado para navegação comercial internacional (TAYLOR, 2020).	279 279
<b>Figura 176:</b> Embarcação-tipo Petroleiro, realizando rota de carga (EIRMANN, 2023).	280
<b>Figura 177:</b> Embarcação-tipo Barcaça Autorpopulsada, realizando rota de carga (AULT, 2020).	281
<b>Figura 178:</b> Dimensões da câmara de eclusagem da Barragem do São Gonçalo.	283
<b>Figura 179:</b> Destaque amarelo: ponte férrea do Canal São Gonçalo; Destaque vermelho: Ponte da BR-392 que liga Pelotas a Rio Grande, sobre o Canal São Gonçalo.	283

# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Caracterização geral por departamento uruguaio - adaptado de Fernandes et al. (2021).	19 19
<b>Tabela 2:</b> Caracterização geral por município brasileiro (FERNANDES et al., 2021).	21
<b>Tabela 3:</b> Quadro-síntese das características dos usos dos armazéns do Porto Velho (COUTO, 2019).	31 31
<b>Tabela 4:</b> Quadro-síntese dos pátios do Porto Novo (PORTOS-RS, 2023).	33
<b>Tabela 5:</b> Quadro-síntese dos tanques da Braskem (LabTrns/UFSC, 2019).	35
<b>Tabela 6:</b> Berços do píer da Transpetro (LabTrans/UFSC, 2019).	37
<b>Tabela 7:</b> Características dos tanques do Terminal Transpetro (LabTrans/UFSC, 2019).	38 38
<b>Tabela 8:</b> Estruturas de armazenagem do Tergrasa (LabTrans/UFSC, 2019).	38
<b>Tabela 9:</b> Berço de navios e cais de barcas do a Tergrasa (LabTrans/UFSC, 2019).	39
<b>Tabela 10:</b> Armazéns do Tecon (LabTrans/UFSC, 2019).	40
<b>Tabela 11:</b> Pátios do Tecon (LabTrans/UFSC, 2019).	40
<b>Tabela 12:</b> Infraestrutura de acostagem do Terbain (LabTrans/UFSC, 2019).	41
<b>Tabela 13:</b> Infraestrutura de armazenagem do Terbian (LabTrans/UFSC, 2019).	42
<b>Tabela 14:</b> Infraestrutura de acostagem do Termasa (labTrans/UFSC, 2019).	44
<b>Tabela 15:</b> Infraestrutura de armazenagem do Termasa (LabTrans/UFSC, 2019).	45
<b>Tabela 16:</b> Parâmetros para o cálculo da capacidade de movimentação no cais do Porto de Rio Grande (LabTrans/UFSC, 2019).	54 54
<b>Tabela 17:</b> Infraestrutura de acostagem e armazenagem do Porto de Pelotas.	75
<b>Tabela 18:</b> Trechos de concessões federais (adaptado de PELT-RS, 2017).	89
<b>Tabela 19:</b> Trechos de concessões estaduais (PELT-RS, 2017).	90
<b>Tabela 20:</b> Uso e ocupação para o Porto POGON - Influência indireta.	106
<b>Tabela 21:</b> Uso e ocupação para o Porto POGON - Influência direta.	108
<b>Tabela 22:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Isabel - Influência indireta.	126
<b>Tabela 23:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Isabel - Influência direta	127
<b>Tabela 24:</b> Uso e ocupação na área indireta do Porto de Jaguarão.	141
<b>Tabela 25:</b> Uso e ocupação na área direta do Porto de Jaguarão.	143
<b>Tabela 26:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto de Tacuari - Influência indireta.	156
<b>Tabela 27:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto Tacuari - Influência direta.	157
<b>Tabela 28:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto de La Charqueada - Influência indireta.	174
<b>Tabela 29:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto de La Charqueada - Influência direta.	176

<b>Tabela 30:</b> Uso e ocupação para o Porto NLC – Influência indireta.	193
<b>Tabela 31:</b> Uso e ocupação para o Porto NLC - Influência direta.	194
<b>Tabela 32:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto de São Luis - Influência indireta.	210
<b>Tabela 33:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto São Luis - Influência direta.	212
<b>Tabela 34:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto São Miguel - área de influência indireta.	226
<b>Tabela 35:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto São Miguel - área de influência direta.	228
<b>Tabela 36:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Vitória - Influência indireta.	242
<b>Tabela 37:</b> Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Vitória - Influência direta.	244
<b>Tabela 38:</b> Uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Arroito.	259
<b>Tabela 39:</b> Uso e ocupação para o Porto de Arroito - Influência direta.	263
<b>Tabela 40:</b> Embarcações do tipo Barcaça.	284
<b>Tabela 41:</b> Embarcações do tipo Passageiro.	285
<b>Tabela 42:</b> Embarcações do tipo Rebocador.	285
<b>Tabela 43:</b> Embarcações por área de navegação.	286
<b>Tabela 44:</b> Embarcações por tipo de atividade ou serviço.	286

## Lista de Abreviaturas e Siglas

<b>AAE</b>	Autorização Ambiental Especial
<b>AAO</b>	Autorização Ambiental de Operação
<b>AAP</b>	Autorização Ambiental Prévia
<b>ANTAQ</b>	Agência Nacional dos Transportes Aquaviários
<b>ALM</b>	Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
<b>BHMSH</b>	Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo
<b>CBUQ</b>	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
<b>CEEE</b>	Companhia Estadual de Energia Elétrica
<b>CESA</b>	Companhia Estadual de Silos e Armazéns
<b>CGAPRG</b>	Conselho de Gestão Ambiental Portuária do Rio Grande
<b>CLM</b>	Comissão para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim
<b>CMA</b>	Calado Máximo Autorizado
<b>CMR</b>	Calado Máximo Recomendado
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>CORSAN</b>	Companhia Riograndense de Saneamento
<b>CSG</b>	Canal São Gonçalo
<b>DGS</b>	<i>Dirección Geral de Secretaría</i>
<b>DINAMA</b>	<i>Dirección Nacional de Medio Ambiente</i>
<b>DINCEA</b>	<i>Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental</i>
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
<b>DTA</b>	Declaração de Trânsito Aduaneiro
<b>EBR</b>	Estaleiro Brasil
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>ERG 1</b>	Estaleiro Rio Grande 1
<b>ERG 2</b>	Estaleiro Rio Grande 2
<b>FEPAM</b>	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
<b>FURG</b>	Universidade Federal do Rio Grande
<b>GLP</b>	Gás Liquefeito de Petróleo
<b>GM</b>	General Motors
<b>GNL</b>	Gás Natural Liquefeito
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
<b>LabTrans</b>	Laboratório de Transportes
<b>LI</b>	Licença de Instalação



<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Prévia
<b>LOA</b>	Comprimento total máximo (do Inglês <i>Lenght Overall</i> )
<b>MINFRA</b>	Ministério da Infraestrutura
<b>MCH</b>	Guindaste tipo MCH (do Inglês <i>Mobile Harbour Crane</i> )
<b>MDS</b>	Modelo Digital de Superfície
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transportes y Obras Publicas
<b>NLC</b>	<i>Nodo Logístico Cebollati</i>
<b>NMM</b>	Nível Médio do Mar
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PP</b>	Porto de Pelotas
<b>PRG</b>	Porto de Rio Grande
<b>PROEA</b>	Programa de Educação Ambiental
<b>PSVP</b>	Porto de Santa Vitória do Palmar
<b>RMS</b>	Rumo Malha Sul
<b>RTG</b>	Transtêiner tipo RTG (Do Inglês <i>Rubber Tyred Gantry</i> )
<b>SAMRIG</b>	Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses
<b>SANEP</b>	Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas
<b>SIA</b>	<i>Sistema de Información Ambiental</i>
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>SUPRG</b>	Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul
<b>TBT</b>	Toneladas de Porto Bruto
<b>Tecon</b>	Terminal de Contêineres
<b>Terbian</b>	Terminal Bianchini
<b>Tergrasa</b>	Terminal Graneleiro S.A.
<b>TR</b>	Termo de Referência
<b>Transpetro</b>	Terminal Petrobras Transportes S.A.
<b>TUP</b>	Terminal de Uso Privado
<b>TUP Bunge</b>	Terminal Portuário Bunge Alimentos
<b>TUP Termasa</b>	Terminal Marítimo Luiz Fogliatto
<b>TUP Yara</b>	Terminal Yara Brasil Fertilizantes
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>ULCS</b>	<i>Ultra Large Container Ships</i>
<b>VAL</b>	Viabilidade Ambiental de Localização
<b>VLCC</b>	<i>Very Large Crude Carrier</i>

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>Caracterização dos Portos Existentes e Operantes</b>	<b>26</b>
2.1	Porto de Rio Grande	26
2.1.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	26
2.1.2	Operação	48
2.1.3	Acessos	57
2.1.4	Licenciamento Ambiental	59
2.1.5	Limitantes Potenciais	59
2.2	Porto de Pelotas	68
2.2.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	68
2.2.2	Operação	76
2.2.3	Acessos	79
2.2.4	Licenciamento ambiental	84
2.2.5	Intervenções em nível conceitual para repotencialização	84
2.2.6	Limitantes potenciais	85
<b>3</b>	<b>Caracterização dos Portos Previstos</b>	<b>96</b>
3.1	POGON	96
3.1.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	96
3.1.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	104
3.1.3	Acessos terrestres	112
3.1.4	Requisitos técnicos e ambientais para implementação	112
3.1.5	Limitantes potenciais	114
3.2	Porto de Santa Isabel	114
3.2.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	114
3.2.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	121
3.2.3	Acessos terrestres	128
3.2.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	128
3.2.5	Limitantes potenciais	128
3.3	Porto de Jaguarão	131
3.3.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	131
3.3.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	139

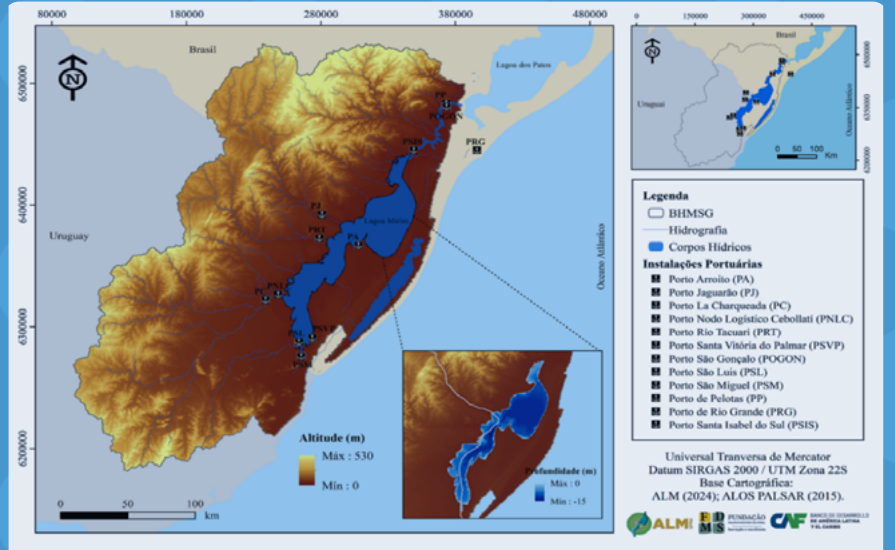
3.3.3	Acessos terrestres	145
3.3.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	147
3.3.5	Limitantes potenciais	147
3.4	Porto do Tacuari	148
3.4.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	148
3.4.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	150
3.4.3	Acessos terrestres	162
3.4.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	163
3.4.5	Limitantes potenciais	165
3.5	Porto La Charqueada	166
3.5.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	166
3.5.2	Operação prevista	174
3.5.3	Acessos Terrestres	179
3.5.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	181
3.5.5	Limitantes potenciais	181
3.6	Porto NLC	184
3.6.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	184
3.6.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	191
3.6.3	Acessos terrestres	197
3.6.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	199
3.6.5	Limitantes potenciais	200
3.7	Porto São Luís	200
3.7.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	200
3.7.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	208
3.7.3	Acessos terrestres	212
3.7.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	213
3.7.5	Limitantes potenciais	215
3.8	Porto de São Miguel	216
3.8.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	216
3.8.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	224
3.8.3	Acessos terrestres	229
3.8.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	231
3.8.5	Limitantes potenciais	231



3.9	Porto de Santa Vitória do Palmar	232
3.9.1	Infraestrutura atual e levantamento cadastral	232
3.9.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	241
3.9.3	Acessos terrestres	247
3.9.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	247
3.9.5	Limitantes potenciais	249
3.10	Porto de Arroito	250
3.10.1	Infraestrutura e levantamento cadastral	250
3.10.2	Operação prevista e intervenção em nível conceitual	257
3.10.3	Acessos terrestres	265
3.10.4	Requisitos técnicos e ambientais para implantação	267
3.10.5	Limitantes potenciais	267
<b>4</b>	<b>Contexto de licenciamento ambiental</b>	<b>269</b>
4.1	Licenciamento ambiental de portos no Uruguai	269
4.2	Licenciamento ambiental dos portos no Brasil	272
<b>5</b>	<b>Embarcações</b>	<b>276</b>
5.1	Tipos de embarcações	276
5.2	Considerações sobre a barragem do São Gonçalo e sua eclusa	282
5.3	Operações-tipo para operar na hidrovia Uruguai-Brasil	284
5.3.1	Embarcações-tipo com bandeira uruguaia para operar na hidrovia Uruguai-Brasil	284
5.3.2	Embarcações-tipo com bandeira brasileira para operar na hidrovia Uruguai-Brasil (limitado a capitania de portos do Rio Grande do Sul)	286
5.3.3	RECOMENDAÇÕES	287
	<b>Referências</b>	<b>289</b>

# Capítulo 01

# INTRODUÇÃO



# 1 Introdução

A utilização de hidrovias pode variar desde pequenos rios navegáveis até grandes corpos de água, dependendo da capacidade das embarcações e das condições de navegação. Em muitos casos, infraestruturas como eclusas, barragens e portos são construídas para melhorar a navegabilidade e facilitar o transporte ao longo dos corpos hídricos. Neste contexto, um projeto hidroviário abrange essencialmente quatro elementos físicos fundamentais: as vias, as embarcações, as cargas e os terminais (SANTANA E TACHIBANA, 2004). As vias referem-se às rotas aquáticas utilizadas para o transporte, enquanto as embarcações são os meios de transporte aquático empregados no sistema. As cargas compreendem os produtos e mercadorias transportados ao longo das hidrovias, e os terminais incluem as instalações portuárias e pontos de carga e descarga ao longo do percurso. Esses componentes interagem de maneira integrada para garantir a eficiência e o sucesso do projeto hidroviário como um todo.

Desde a década de 1970, o debate internacional sobre o uso da água impulsionou uma nova abordagem no gerenciamento dos recursos hídricos, definindo a bacia hidrográfica como uma unidade territorial única e indivisível (SANT'ANNA, 2011). Sendo assim, a hidrovia proposta para o presente levantamento cadastral está situada na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG).

A BHMSG, localizada no extremo-sul do Brasil e leste do Uruguai, abrange as províncias geomorfológicas da Planície Costeira e do Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense. Com aproximadamente 62.250 km<sup>2</sup>, é caracterizada por cursos d'água que deságuam na Lagoa Mirim e/ou no Canal São Gonçalo (Figura 01). A Lagoa Mirim, o principal reservatório natural da bacia, cobre uma área de aproximadamente 3.750 km<sup>2</sup>, sendo 2.750 km<sup>2</sup> no Brasil e 1.000 km<sup>2</sup> no Uruguai, formando junto com a Laguna dos Patos o maior complexo lagunar da América do Sul (FERNANDES et al., 2021). Ademais, a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim estão intimamente relacionadas ao sistema hidroviário da região, sendo lagunas costeiras de grande extensão e que desempenham um papel crucial no contexto das hidrovias brasileiras e uruguaias.

Segundo Cunha (2014), 53% da bacia hidrográfica encontra-se em território uruguaio, abrangendo cinco departamentos, e 47% em território brasileiro, onde estão inseridos 21

municípios. A parte uruguaia da bacia hidrográfica corresponde a, aproximadamente, 18% do território daquele país. A parte brasileira corresponde a cerca de 13% do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo as microrregiões Campanha e Zona Sul. As Tabelas 01 e 02 apresentam a

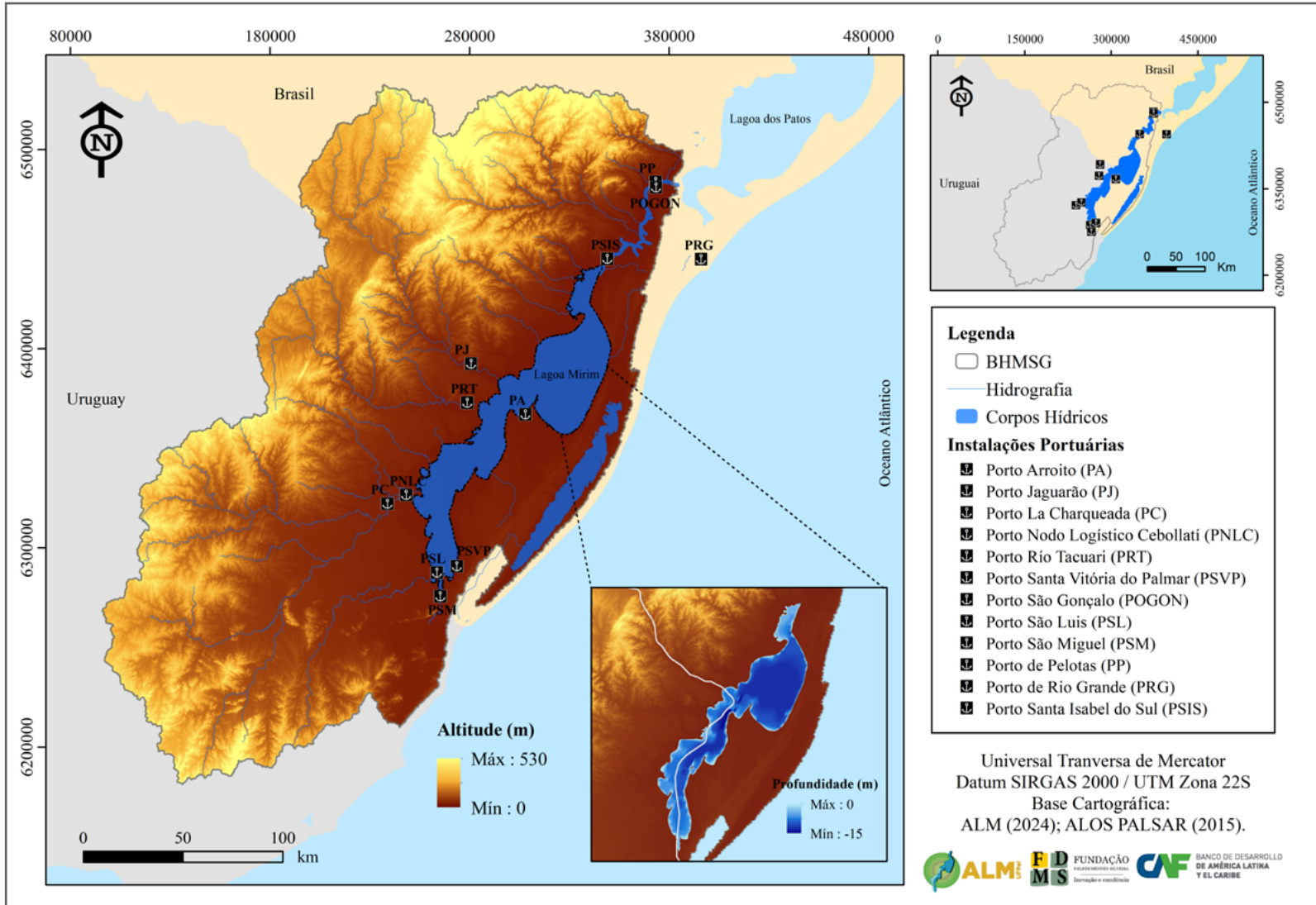
Depto.	População no Departamento	Área total (km <sup>2</sup> )	Área na bacia (km <sup>2</sup> )	% na bacia
<b>Cerro Largo</b>	84.698	13.648	6.456	47
<b>Lavalleja</b>	58.815	10.016	7.167	<b>72</b>
<b>Maldonado</b>	168.298	4.793	1.074	22
<b>Rocha</b>	68.028	10.551	7.543	71
Treinta y Tres	48.134	9.676	9.283	96

Tabela 1: Caracterização geral por departamento uruguaio  
- adaptado de Fernandes et al. (2021).

Localização Geográfica: A Hidrovia Uruguaí-Brasil-Trecho Lagoa Mirim se estende por aproximadamente 203 km de extensão e desempenha um importante papel na conectividade regional, visto as extensas distâncias entre as regiões produtoras/consumidoras (principalmente de produtos agrícolas) e os portos exportadores.

A Lagoa Mirim, segundo Ministério da Infraestrutura (1989), tem aproximadamente 180 km de comprimento, 22 m de largura e 37 m de largura máxima, alcança uma área inundada de 3.750 km<sup>2</sup>, parte em território uruguaio (25%) e parte em território brasileiro (75%).

Figura 1: Localização da BHMSG.



Município	Pop.	Área(km <sup>2</sup> )	Área na bacia (km <sup>2</sup> )	% na bacia
Aceguá	4.384	1.546,99	872,78	56
Arroio do Padre	1.585	124,32	67,07	54
Arroio Grande	18.922	2.153,58	2.513,58	100
Bagé	22	4.094,04	31,54	1
Candiota	9.405	933,93	932,44	100
Canguçu	33.923	3.525,30	951,36	27
Capão do Leão	25.495	785,37	785,37	100
Cerrito	6.443	451,70	451,70	100
Chuí	6.456	202,56	202,56	100
Herval	6.980	1.757,84	1.757,84	100
Hulha Negra	2.955	822,90	407,56	100
Jaguarão	28.156	2.054,38	2.054,38	100
Morro Redondo	6.566	244,65	244,65	100
Pedras Altas	2.168	1.377,37	1.377,37	100
Pedro Osório	7.999	608,81	608,81	100
Pelotas	341.166	1.610,08	1.461,03	91
Pinheiro Machado	11.716	2.249,56	961,46	43
Piratini	18.039	3.569,69	1.966,20	56
Rio Grande	209.378	2.709,23	2.709,23	100
Santa Vitória do Palmar	31.274	5.244,36	5.244,36	100
Turuçu	1.035	253,64	134,82	53

Tabela 2: Caracterização geral por município brasileiro (FERNANDES et al., 2021).

A Lagoa Mirim, segundo Ministério da Infraestrutura (1989), tem aproximadamente 180 km de comprimento, 22 m de largura e 37 m de largura máxima, alcança uma área inundada de 3.750 km<sup>2</sup>, parte em território uruguaio (25%) e parte em território brasileiro (75%). O principal rio que deságua na Lagoa Mirim, pelo lado brasileiro, é o Arroio Jaguarão, além de diversos arroios de importância secundária para a navegação. Pelo lado uruguaio, desaguam os rios Tacuari, Cebollati e São Luís, como também alguns arroios. A Lagoa Mirim apresenta uma extensão no sentido norte-sul de 180 km. Para fins de navegação costuma-se dividi-la em três trechos: (i) inferior ou sul; (ii) médio; e (iii) superior ou norte. O trecho inferior estende-se desde a extremidade sul até a foz do Rio Jaguarão, apresenta-se de forma alongada e dividida entre o Brasil e o Uruguai. É o trecho que apresenta maiores profundidades dos rios do lado brasileiro da bacia, as quais se situam em torno de 6 a 7 m. Devido à ocorrência de muitos bancos de areia, a navegação é sinuosa. O trecho médio situa-se entre a foz do Rio Jaguarão e a Ponta Alegre, é o que apresenta as maiores larguras. Nesta região, os ventos, em qualquer quadrante, formam ondas com facilidade e não existem abrigos para embarcações. O trecho superior, compreendido entre a Ponta Alegre e o sangradouro (ligação com o Canal São Gonçalo), é onde a lagoa estreita-se novamente e as profundidades decrescem (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 1989).

A Laguna dos Patos é considerada a maior lagoa costeira do Brasil, com extensão de 250 km e largura média de 40 km. Apesar de sua vasta dimensão, é caracterizada por ser um corpo de água raso, apresentando uma profundidade média de 5 m. Sua ligação com o oceano adjacente ocorre por meio de um canal com 22 km de comprimento, 2 km de largura e 12 metros de profundidade, classificado como do tipo estrangulado (KJERVFE, 1986).

A conexão entre os dois sistemas ocorre através de um canal natural, conhecido como Canal de São Gonçalo (CSG) (e.g. VIEIRA e RANGEL, 1984; VIEIRA E RANGEL, 1988). A Lagoa Mirim é alimentada por uma ampla malha hidrográfica e por abundantes precipitações na bacia de recepção, com nível oscilando entre 2 m e 3 m, e produzindo alagamento nas planícies aluviais. O volume da lagoa pode chegar a 17×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> e varia em função das condições hidrológicas e da vazão do Canal de São Gonçalo (e.g. VIEIRA e RANGEL, 1988).

A interligação entre os dois sistemas descritos anteriormente ocorre por meio do Canal São Gonçalo - CSG, com extensão de 76 km, que direciona o fluxo das águas da Lagoa Mirim para a Laguna dos Patos. Contudo, durante períodos de estiagem, esse padrão se inverte, resultando no escoamento de águas salobras da Laguna dos Patos em direção à Lagoa Mirim através do CSG

(ALM, 2024). Ainda de acordo com Centeno et al. (2016), o canal além de possuir grande papel econômico na região, também é importante no que tange o abastecimento, o lazer e a pesca. O canal apresenta largura média de 250 m e profundidade máxima de 15 m (BONCZYNSKI, 2018). Conforme Burns (2010), o CSG apresenta vazões médias anuais de 700 m<sup>3</sup>/s, profundidade média de 10 m e velocidade média de 0,6 m/s, podendo atingir vazões de até 3.000 m<sup>3</sup>/s durante períodos de cheia.

Segundo Ministério do Interior (1989), o CSG apresenta como único contribuinte importante o rio Piratini, pela margem esquerda. Quanto às condições de navegabilidade, costuma-se dividi-lo em três trechos: (i) da Lagoa Mirim à foz do rio Piratini; (ii) da foz do rio Piratini até Pelotas; e (iii) de Pelotas até a Laguna dos Patos. O primeiro trecho apresenta largura média em torno de 200 m e com profundidade média de 8 m ao nível máximo das cheias, caracterizando-se por uma série de meandros. O segundo trecho tem uma largura média da ordem de 310 m e a profundidade média é de 6,2 m. O terceiro trecho, com aproximadamente 15 km, apresenta-se com profundidades naturais de até 8 m, entre a ponte ferroviária e o Porto de Pelotas.

Atualmente a Hidrovia Uruguai-Brasil - Trecho Lagoa Mirim dispõe de duas estruturas hidráulicas, localizadas no Canal São Gonçalo. O complexo Barragem e Eclusa que consiste em duas obras que operam em conjunto com a finalidade de impedir a intrusão salina advinda do Oceano Atlântico para dentro da Lagoa Mirim e porção sul do CSG e, também propiciar a navegação entre o canal e a lagoa. Seu funcionamento permite com que a biota local consiga se desenvolver num ambiente adaptado para a mesma, possibilitando também, a gestão dos diversos usos da água doce, incluindo o abastecimento humano, bem como a utilização na pecuária e a irrigação.

Atualmente, existem três instalações portuárias que podem auxiliar a hidrovia Uruguai-Brasil: o Porto de Pelotas (PP), o qual pertence ao complexo Portos-RS, e está localizado no Canal São Gonçalo. O porto contribui para o desenvolvimento da região e atualmente faz a movimentação de toras de madeira (PORTOS-RS, 2024). O segundo é o Porto de Santa Vitória do Palmar (PSVP) situa-se no extremo sul do Brasil, nas margens da Lagoa Mirim. O PSVP está inoperante, onde tornou-se um ponto turístico no município. Já o Porto de Rio Grande (PRG) cumpre papel fundamental na Hidrovia Uruguai-Brasil e no desenvolvimento da região sul do país, uma vez que apresenta terminais de contêineres e de granéis, infraestrutura em constante evolução e por estar de acordo com os padrões internacionais. Este porto é reconhecido como o segundo porto mais relevante para o avanço do comércio internacional no Brasil (PORTOS-RS, 2024) e,



reconhecido como o porto mais austral marítimo brasileiro, está localizado na margem oeste do Canal do Norte e é o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos.

À vista disso, está previsto o desenvolvimento de portos em ambas as margens da lagoa, abrangendo territórios tanto brasileiro quanto uruguaio, com a finalidade de otimizar o escoamento de insumos agrícolas e gado nas localidades de Arroito, Jaguarão, Santa Isabel, Tacuari, La Charqueada, São Luís e São Miguel. A escolha estratégica desses pontos visa impulsionar o crescimento regional, promovendo não apenas o fortalecimento da economia local e a geração de empregos, mas também o fomento do turismo em áreas estratégicas, além do incremento nas receitas.

## Capítulo 02

# CARACTERIZAÇÃO DOS PORTOS EXISTENTES E OPERANTES

---



## 2 Caracterização dos Portos Existentes e Operantes

### 2.1 Porto de Rio Grande

#### 2.1.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

O Complexo Portuário de Rio Grande e Pelotas é composto pelos portos organizados do Rio Grande (Figura 02) e de Pelotas e é administrado pela Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul (SUPRG) e por terminais de uso privado (TUP). A Poligonal do Porto Organizado de Rio Grande é definida pela Portaria Nº 121, MINFRA, de 18 de agosto de 2020, publicada no Diário Oficial da União Nº 159, de 19 de agosto do mesmo ano. Segundo PORTOS-RS (2023), dos três Portos Organizados do estado gaúcho (Portos Organizados de Rio Grande, Pelotas e Porto Alegre), o de Rio Grande é o porto marítimo com maior movimentação de carga e está localizado a 318 km da capital Porto Alegre e é escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Laguna dos Patos.

O Porto de Rio Grande é dividido em quatro áreas portuárias (Figura 03): (i) o Porto Velho, área não operacional; (ii) o Porto Novo, área onde está o cais público do Porto; (iii) o Superporto, região onde se localizam os terminais especializados (arrendamentos e TUPs); e (iv) São José do Norte, área destinada à expansão portuária. Integram o Complexo Portuário de Rio Grande: (i) Terminal Bianchini (Terbian); (ii) Terminal Marítimo Luiz Fogliatto (TUP Termasa); (iii) Terminal Portuário Bunge Alimentos (TUP Bunge); e (iv) Terminal Yara Brasil Fertilizantes (TUP Yara) (Figura 04).

Figura 2: Complexo Portuário de Rio Grande e Pelotas.

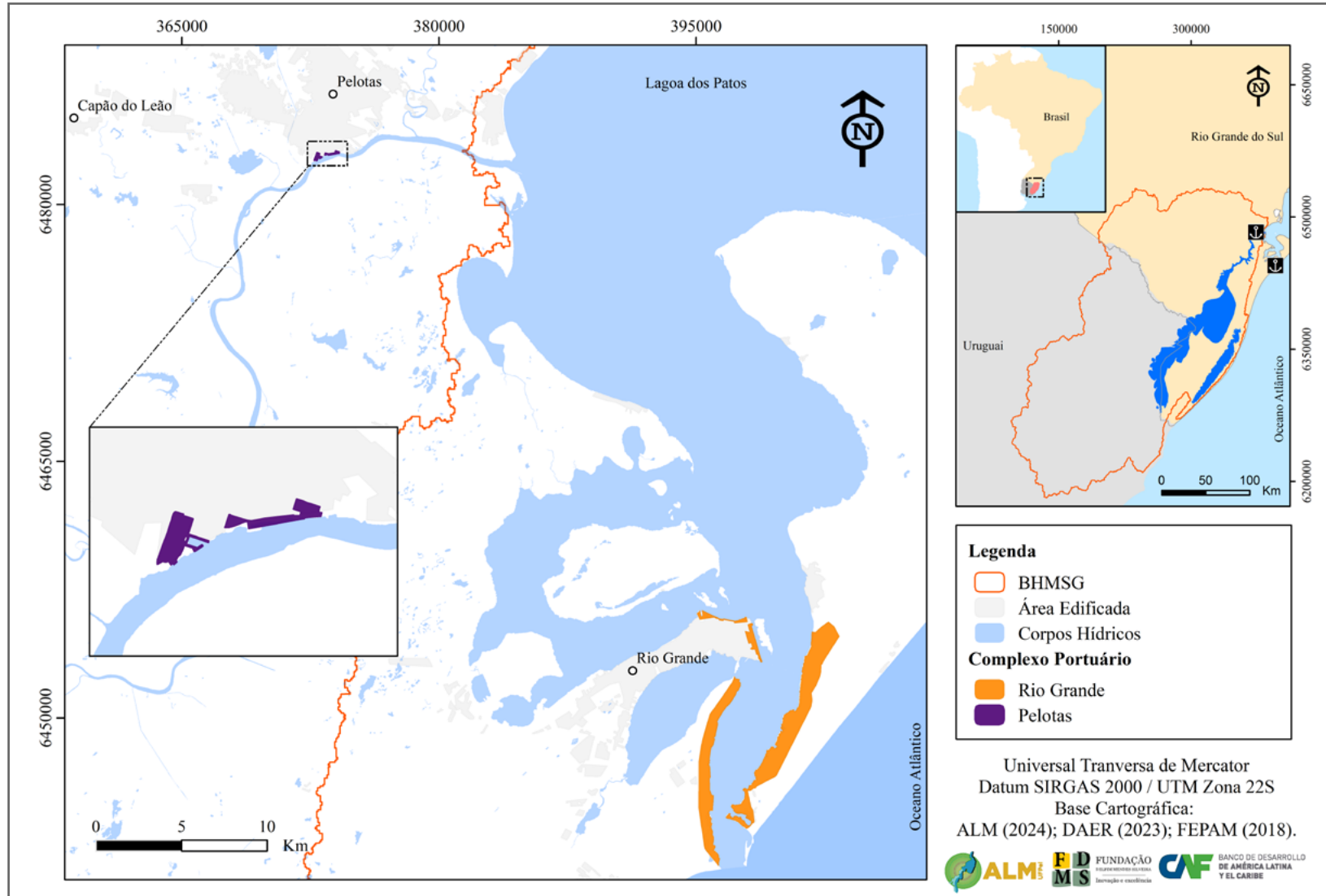


Figura 3: Disposição do Complexo Portuário de Rio Grande.

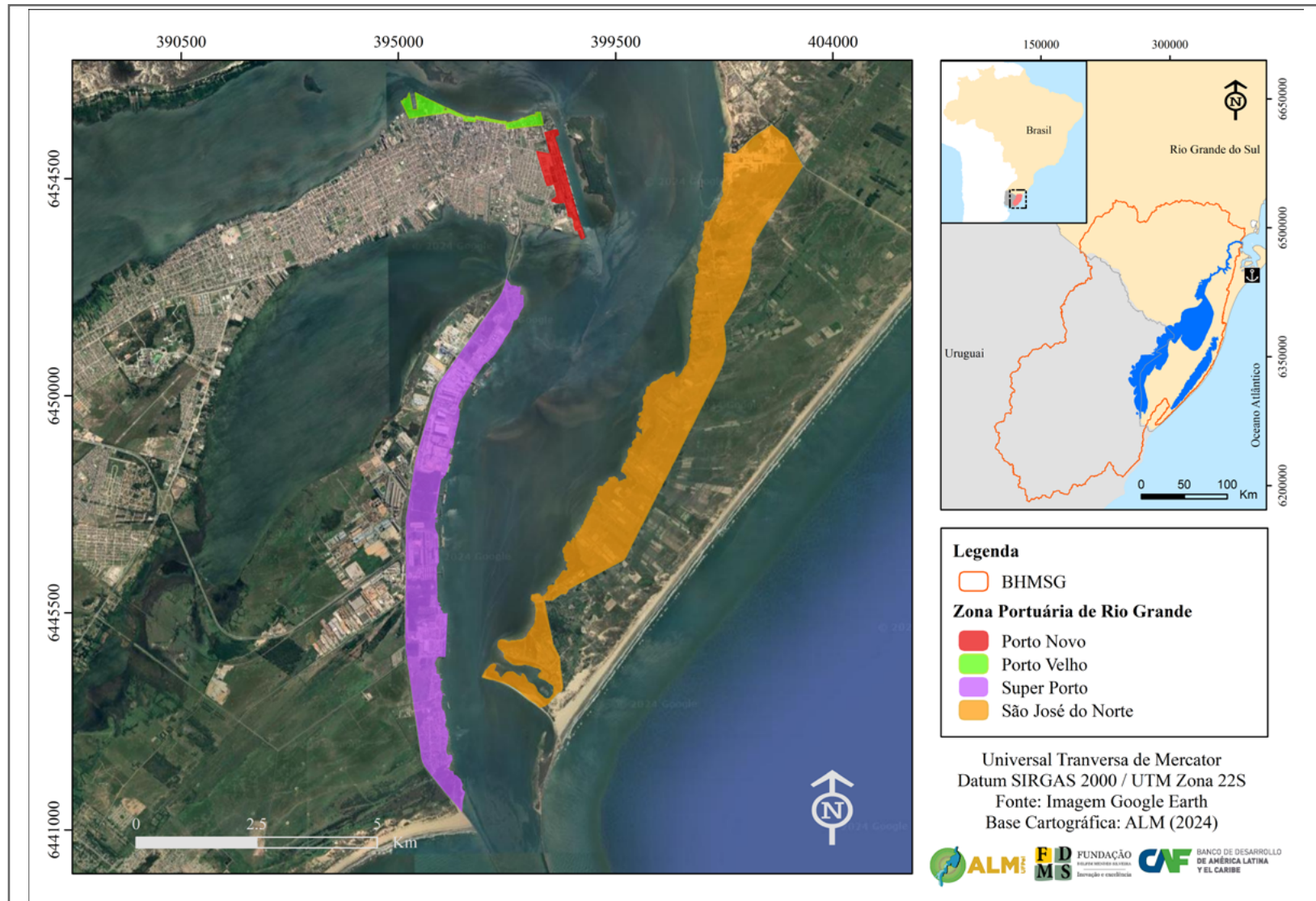


Figura 4: Localização do TUPs Yara, Bunge, Termada e TerBian.



O Porto Velho (Figura 05) apresenta infraestrutura de acostagem não operacional e cinco armazéns utilizados como Museus para a Defesa Civil e Prefeitura do Rio Grande. Segundo PORTOS-RS (2023), atualmente o cais acostável do Porto Velho é utilizado para embarcações costeiras de pequeno porte, além de servir de apoio para o turismo e lazer. De acordo com SUPRG (2018), este porto possui um cais com cerca de 640 m, cujos berços possuem profundidade de 4,57 m. Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), este porto é dividido em oito áreas não operacionais destinadas à pesca, pesquisa e ensino, terminal de passageiros, área militar, travessia de veículos, serviços, navegação interior, turismo e lazer.

Segundo Couto (2019), a área de carga geral para navegação interior localiza-se na extremidade oeste do Cais de Saneamento, no trecho entre o prolongamento da Rua General Portinho e a extremidade do antigo entreposto de pesca. Esta região destina-se a carga e descarga de produtos hortifrutigranjeiros e materiais de construção. A área de ensino e pesquisa também se localiza na extremidade oeste do cais de saneamento, no trecho entre a extremidade do antigo entreposto de pesca e o prolongamento da Rua Visconde de Paranaguá.

Esta região destina-se a atividades de ensino, pesquisa e administração da frota oceanográfica da Universidade Federal do Rio Grande - FURG.

Figura 5: Distribuição dos usos do Porto Velho.



A área de turismo e lazer localiza-se no trecho entre as Ruas Visconde de Paranaguá, e Coronel Sampaio, incluindo os armazéns 1 a 5. Nesta região concentram-se atividades institucionais, culturais, recreativas e turísticas, com a valorização do Patrimônio Histórico Cultural e atracação de barcos pesqueiros (atividade operacional limitada). O Terminal de Passageiros ocorre no armazém 1 e destina-se à recepção, embarque e desembarque de passageiros para a travessia Rio Grande - São José do Norte e passeios turísticos de barcos. A área pesqueira é compreendida no trecho entre as Ruas Coronel Sampaio e Almirante Garnier e destina-se a atividades operacionais e industriais pesqueiras. A área militar destina-se às atividades da Capitania dos Portos e 5º Distrito Naval. Por fim, a área de serviços, localizada na extremidade leste da área militar, destina-se à prestação de serviços às atividades marítimas portuárias. A Tabela 03 apresenta a síntese das características dos usos dos armazéns do Porto Velho, onde Id. corresponde à Identificação, Comp. à comprimento, Larg. à largura.

Id.	Comp. (m)	Larg. (m)	Pé direito (m)	Utilização
A1	60	15,6	7	Museu e Arquivo Morto do Porto
A2	60	15,6	7	Cedido pela Prefeitura Municipal ao Banco do Vestuário (atividade filantrópica); garagem do Corpo de Bombeiros
A3	60	15,6	7	Vazio
A4	60	15,6	7	Museu Náutico
A5	60	15,6	7	Uso do Porto (sala de reuniões), Plano Auxiliar Mútuo-PAM e cedido para o projeto Pinípedes do Sul.

Tabela 3: Quadro-síntese das características dos usos dos armazéns do Porto Velho (COUTO, 2019).

O Porto Novo apresenta seis berços operacionais (Figura 06), com comprimento acostável de 1.670 m e tem como destinação operacional celulose, veículos, toras de madeira, trigo, fertilizantes e arroz. Além disso, apresenta 22 armazéns para carga geral e granéis sólidos, além de silos destinados à armazenagem de arroz. O Cais Comercial do Porto do Rio Grande encontra-se na Zona Portuária Porto Novo e possui cais linear de 1.950 m, sendo 1.575 m de cais modernizado (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020).

Segundo SUPRG (2018), o Cais Público, localizado em todo o comprimento no Porto Novo, apresenta profundidade de projeto de 14 m (com exceção dos trechos entre o cabeço 1 e 8) e calado máximo autorizado de 9,45 m. Buscando uma otimização da operação dos Berços do Porto Novo e conforme publicado no Regulamento de Exploração do Porto do Rio Grande (SUPRG, 2018), o cais foi compartimentado e numerado do Berço 01 ao 09, conforme a Figura 07. Ainda de acordo com o documento, o Cais do Porto Novo possui cabeços de amarração com capacidade de até 100 toneladas, sendo o espaçamento entre cabeços 0 e 8 de 30 m e os seguintes de 25 m. As defensas marítimas totalizam 45 conjuntos ao longo do píer.



Figura 6: Distribuição dos berços do Porto Novo.



Figura 7: Nomenclatura de distribuição dos berços do Porto Novo.



A Tabela 04 sintetiza as informações sobre os pátios do Porto Novo. Entretanto, segundo PORTOS-RS (2023), além destes, o Porto Novo conta com silos da Companhia Estadual de Silos e Armazéns (CESA), os quais são compostos por 60 células de aeração, 36 intercélulas e 4 células tripartidas, os quais totalizam uma capacidade estática de 52 mil toneladas. O documento ainda relata que estas instalações portuárias necessitam de reparos. Além destas, o documento alerta para a precariedade das instalações: (i) armazéns D3 e D4; e (ii) armazém da Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses (SAMRIG).

Pátios	Área (m <sup>2</sup> )	Capacidade	Destinação operacional
Pátio automotivo	109.457,70	5.000 unidades	Veículos e grandes volumes
T1	24.972,92	65.000 toneladas	Toras de madeira
Pátio Gota	30.973,03		Toras de madeira
Área Sul Portão 2	7.500,00		Toras de madeira
Pátio da Ferrovia	63.344,00		Toras de madeira

Tabela 4: Quadro-síntese dos pátios do Porto Novo (PORTOS-RS, 2023).

No Superporto estão localizados os terminais arrendados e nas suas imediações os TUPs. O Terminal Braskem apresenta um berço operacional com comprimento acostável de 75,72 m, além de 8 tanques para armazenagem de produtos químicos (PORTOS-RS, 2023) (Figura 08). Segundo o Ministério da Infraestrutura (2020), o Cais do Terminal é constituído por três dolphins de atracação (D2, D3 e D4), dois de amarração (D1 e D5) e um berço de navios. Os dolphins de atracação estão conectados por uma passarela e ligados à margem por outra de 184 m de comprimento. O conjunto contínuo dos dolphins D2, D3 e D5 apresenta o comprimento acostável de 75,72 m, relatado anteriormente. Os dolphins D1 e D5 são classificados como externos de amarração, com capacidade de 40 e 140 toneladas, respectivamente. Há, também, uma boia de amarração, capaz de suportar um esforço máximo de 60 toneladas em gancho. Estas estruturas permitem a este terminal operar navios com até 205 m de comprimento (LOA). O único berço do terminal tem calado autorizado de 9,75 m e é utilizado para a movimentação de produtos químicos, derivados de petróleo (incluindo GLP, GNL e outros gases).

Figura 8: Configuração do Terminal da Braskem.



Segundo PORTOS-RS (2023), para o armazenamento de produtos químicos, o Terminal Braskem possui dez tanques, cujas características são apresentadas na Tabela 05. Estes armazéns comportam 28.064,80 ton, considerando-se uma massa específica média de 0,8 g/cm<sup>3</sup>. Há, ainda, dois tanques internos para resíduos e insumos no terminal, o que totaliza cerca de 220 m<sup>3</sup>.

Tanque	Volume (m <sup>3</sup> )	Destinação operacional
94TQ01	3.833	MTBE-METIL-TERC-BUTIL-ETER
94TQ02	3.818	MTBE-METIL-TERC-BUTIL-ETER
94TQ301	3.229	MTBE-METIL-TERC-BUTIL-ETER
94TQ302	3.229	MTBE-METIL-TERC-BUTIL-ETER
94TQ303	3.441	Benzeno
94TQ604	3.441	Manutenção
94TQ305	3.441	Nafta bruta
94TQ306	3.549	Nafta bruta
94TQ307	3.549	Benzeno
94TQ308	3.554	Nafta bruta

Tabela 5: Quadro-síntese dos tanques da Braskem (LabTrns/UFSC, 2019).

O Terminal Petrobras Transportes S.A. (Transpetro) apresenta três berços operacionais (Figura 09), com comprimento acostável de 318 m, e 21 tanques para derivados de petróleo (PORTOS-RS, 2023). Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), este píer arrendado vem sendo utilizado para operar derivados do petróleo e biodiesel. A Tabela 06 apresenta as informações sobre berços do píer Transpetro e das maiores embarcações atracáveis nos berços Norte e Sul e píer de barcaças, onde CMA é Calado Máximo Autorizado e LOA é comprimento máximo de uma embarcação (LOA, do inglês Length Overall). Os navios oceânicos e de cabotagem atracam exclusivamente no Berço Sul, enquanto barcaças de navegação interior atracam e operam nos três berços. Assim, a operação simultânea dos três berços só ocorre se os navios forem de pequeno porte. Além disso, o documento salienta que o píer apresenta sua gestão compartilhada pelas empresas Braskem, Granel Química, Makra, entre outros. A empresa Amoniasul, que está sob contrato como arrendatária transitória, não possui estrutura de acostagem interligada ao terminal. Assim, para realizar suas operações, especialmente de amônia, compartilha o píer arrendado pelo Terminal Transpetro. Os Terminais PETROBRAS e Transpetro possuem ao todo capacidade estática de 94.356 m<sup>3</sup>, segundo PORTOS-RS (2023). A síntese das informações sobre estes tanques é apresentada na Tabela 07.

Figura 9: Configuração do Terminal Transpetro.



O Terminal Graneleiro S.A. (Tergrasa) possui quatro berços operacionais, com comprimento acostável de 412,5 m no Cais de Navios e 612 m no Cais de Barcaças, 3 armazéns, 164 silos verticais para granéis sólidos e um pátio para cavaco (PORTO-RS, 2023) (Figura 10). A Tabela 08 sumariza as estruturas de armazenagem do Terminal. Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), o terminal possui uma acostagem composta por dois cais, cujas características de acostagem estão apresentadas na Tabela 09. O píer possui 14 defensas e 14 cabeços de amarração que suportam até 100 toneladas cada. Além disso, dois dolphins de amarração estão localizados na ponta norte e na ponta sul do píer, respectivamente, afastados de cerca de 80 m das faces externas do píer e dotados, cada um, de um cabeço de amarração. O Terminal conta com 47 defensas e 25 cabeços de amarração com capacidade de 30 toneladas cada. O berço de barcaças possui estrutura para atender até duas barcaças, simultaneamente, em área coberta. O cais de navios é destinado às operações de embarque de grãos de soja, cavaco, arroz e trigo, enquanto o cais de barcaças realiza as operações de desembarque de grãos de soja.

Berço	Destino Operacional	Comp. (m)	Características da maior embarcação atracável	
			CMA (m)	LOA (m)
<b>Berço Sul</b>	Petróleo, derivados de petróleo e produtos químicos	318	12,19	225
<b>Berço Norte</b>	Derivados de petróleo (exceto GLP, GNL e outros gases) e produtos químicos		10	140
<b>Barcaças</b>	Derivados de petróleo (exceto GLP, GNL e outros gases) e produtos químicos		10	100

Tabela 6: Berços do píer da Transpetro (LabTrans/UFSC, 2019).

O Tecon (Terminal de Contêineres) possui três berços operacionais, com comprimento acostável de 900 m, três armazéns e pátio para 300.000 contêineres (MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA, 2020). A Tabela 10 apresenta o resumo dos armazéns do terminal e a Tabela 11 apresenta o resumo dos pátios (Figura 11).

Tanque	Volume (m³)	Produto	Peso específico (ton/m³)	Capacidade (ton)
<b>501</b>	3292	Óleo Diesel S-10	0,8424	2773
<b>503</b>	1141			961
<b>504</b>	1424			1200
<b>506</b>	5362			4517
<b>507</b>	5354			4510
<b>524</b>	1830			1542
<b>525</b>	1833			1544
<b>526</b>	1838			1548
<b>527</b>	1837			1547

508	4780	MF 380	0,9602	4590
509	4780			4590
510	4780			4590
511	2136			2051
512	2136			2051
529	14463			13887
513	1908	MGO	0,8574	1636
514	1911			1638
520	2123			1820
521	2121			1819
505	14844	Óleo comb. exportação	1,066	15824
528	14463			15418

Tabela 7: Características dos tanques do Terminal Transpetro (LabTrans/UFSC, 2019).

Estruturas de armazenagem	Estado de conservação	Capacidade (ton)	Destinação Operacional
Armazém 1	Bom	75.000	Granéis sólidos agrícolas
Armazém 2	Bom	75.000	
Armazém 3	Novo	150.000	
Silos	Bom	150.000	
Pátio		80.000	Cavaco

Tabela 8: Estruturas de armazenagem do Tergrasa (LabTrans/UFSC, 2019).

Figura 10: Configuração do Tergrasa.



Berço	Comp. (m)	Prof. de projeto (m)	Características da maior embarcação atracável	
			CMA (m)	LOA (m)
Cais de navios	412,5	14,5	12,8	262
Cais de barcaças	612	5	4,87	110

Tabela 9: Berço de navios e cais de barcaças do a Tergrasa (LabTrans/UFSC, 2019).



Armazém	Área (m <sup>2</sup> )
Armazém de importação	4.207
Armazém de exportação	2.316
Armazém de cargas especiais	1.391

Tabela 10: Armazéns do Tecon (LabTrans/UFSC, 2019).

Figura 11: Configuração do Terminal Tecon.



Pátios	Área (m <sup>2</sup> )	Capacidade
Pátio de contêineres gerais	300.000	28.689 TEU
Pátios para cargas especiais	17.000	

Tabela 11: Pátios do Tecon (LabTrans/UFSC, 2019).

O Terbian apresenta três berços operacionais (Figura 12), com comprimento acostável de 280 m no berço de navios, cinco silos horizontais para grânéis sólidos e dez tanques para óleo de soja (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020). Segundo PORTOS-RS (2023), o píer é dividido em um berço de navios e dois berços de barcaças (Tabela 12) e a estrutura possui sete dolfins de amarração, dois dolfins de atracação e uma passarela que faz a interligação do píer com o complexo industrial terrestre, cuja extensão é de 101 m.

Figura 12: Configuração dos berços operacionais do Terbian.



Berço	Destinação Operacional	Comp.(m)	Prof. de projeto (m)	Características da maior embarcação atracável	
				CMA (m)	LOA (m)
Navios	Grânéis sólidos e líquidos	280,000	12,80	12,80	255,00
Barcaças 1	Grãos e farelo de soja			5,20	110,00
Barcaças 2	Óleo de soja			5,20	110,00

Tabela 12: Infraestrutura de acostagem do Terbain (LabTrans/UFSC, 2019).

De acordo com PORTOS-RS (2023), as instalações de armazenagem do Terbian são, conforme descritas anteriormente, compostas por cinco silos horizontais e dez tanques verticais, os quais apresentam capacidade estática total de 1.081.808 toneladas. As características destas estruturas estão sumarizadas na Tabela 13 e a localização das mesmas está apresentada na Figura 13.

Nomenclatura	Quantidade	Destinação Operacional	Capacidade estática total (ton)
Silos horizontais 1 - 4	4	Granéis sólidos	880.000
Silo horizontal 5	1	Granéis sólidos	126.000
Tanques verticais	10	Granéis líquidos	75.808

Tabela 13: Infraestrutura de armazenagem do Terbian (LabTrans/UFS, 2019).

Figura 13: Silos e tanques do Terbian.



Ainda segundo PORTOS-RS (2023), esta TUP dispõe de três dutovias com capacidade nominal de 1.200 ton/hora para conexão das embarcações com os tanques de armazenagem de grãos líquidos. Além disso, possui uma correia transportadora (Figura 14), com capacidade de 3.000 ton/hora para farelo de soja, que transfere a carga do píer aos silos de armazenagem.

O Termasa possui um berço operacional, com comprimento acostável de 350 m, quatro silos verticais e nove armazéns horizontais destinados para grãos sólidos vegetais (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020). De acordo com PORTOS-RS (2023), o berço operacional acostável é composto por dois berços (Figura 15): (i) um dedicado à atracação de navios, situado na face externa do píer e com destinação final de grãos agrícolas; e (ii) outro exclusivo para a atracação de barcas, na face interna do píer e que, atualmente, encontra-se inoperante. As características de cada berço e as dimensões da maior embarcação atracável em cada um deles são apresentadas na Tabela 14.

Figura 14: Correia transportadora do Terbian.



Figura 15: Correia transportadora do Termasa.



Berço	Destinação Operacional	Comp. (m)	Profundidade de projeto (m)	Características da maior embarcação atracável	
				CMA (m)	LOA (m)
Navio	Grão de soja, milho e arroz	350	16,00	12,80	247,00
Barcaças	Inoperante	175		8,00	

Tabela 14: Infraestrutura de acostagem do Termasa (labTrans/UFS, 2019).

Ainda de acordo com PORTOS-RS (2023), as instalações de armazenagem do Termasa são compostas por quatro silos verticais e nove armazéns horizontais (Figura 16), os quais totalizam capacidade estática de 275 mil toneladas para granéis agrícolas. Há, também, três tanques para armazenagem de óleo. Destes, dois possuem capacidade estática de 5.000 ton cada e um possui capacidade estática de 400 ton. Entretanto, todos encontram-se desativados. As características destas estruturas estão sumarizadas na Tabela 15. O Terminal Bunge (Figura 17) possui dois berços horizontais, com comprimento acostável de 412 m, dois armazéns para grãos e farelo de soja e cinco tanques para óleo de soja.

Nomenclatura	Quantidade	Destinação Operacional	Capacidade estática total (ton)
Silos verticais	4	Grãos de soja, milho, trigo e arroz	20.000
Armazéns horizontais	9	Grãos de soja, milho, trigo e arroz	255.000

Tabela 15: Infraestrutura de armazenagem do Termasa (LabTrans/UFSC, 2019).

Figura 16: Silos horizontais e verticais do Termasa.



O TUP Yara apresenta quatro berços operacionais, com comprimento acostável de 640 m, cinco tanques para granéis líquidos e três armazéns para fertilizantes (MINISTÉRIO DA INFRA-ESTRUTURA, 2020). De acordo com PORTOS-RS (2023), o píer (Figura 18) é dotado de nove dolphins de atracação/amarração e três dolphins internos para amarração, dividido nos berços Sul e Norte.

De acordo com Ministério da Infraestrutura (2020), a área de São José do Norte é destinada à expansão portuária e não possui estruturas portuárias no atual cenário (com exceção do estaleiro EBR e o terminal de passageiros e pesca artesanal).

Segundo PORTOS-RS (2023), o abastecimento elétrico na unidade de Rio Grande, composta por cinco unidades consumidoras, é feita por uma linha de alta tensão de 69 kV pela concessionária de energia. Além disso, o documento enfatiza que a concessionária não prevê dificuldades de abastecimento para a atual demanda, tendo em vista o recente investimento realizado na subestação e alimentadores da região portuária.

Figura 17: Configuração do Terminal Bunge.



Figura 18: Configuração do TUP Yara.



No Terminal Braskem, o abastecimento de energia elétrica é feito com uma tensão de 13.800 V. A demanda contratada por meio da concessionária é de 245 kWh e, em verificação entre 2019 e 2020, a demanda máxima registrada foi de 224,26 kW. O consumo máximo registrado foi de 54.283 kWh e não há planos de aumento de demanda para o Terminal (PORTOS-RS, 2023).

No Terminal Petrobras a demanda contratada é de 260 kW, com consumo médio de 46.805,18 kWh e não foram relatadas alterações no horizonte de planejamento. No Terminal Transpetro a demanda contratada é de 185 kW, com consumo médio de 33.791,29 kWh e também não foram relatadas alterações no horizonte de planejamento (PORTOS-RS, 2023).

No TUP Yara, o abastecimento elétrico da unidade é feito por uma linha de alta tensão de 69 kV, proveniente da Subestação SE-Quinta. Atualmente, a Yara tem um contrato de demanda de 10 MVA (PORTOS-RS, 2023). Entretanto, com a conclusão da obra de ampliação (JORNAL DO COMÉRCIO, 2023), estima-se a previsão de aumento de demanda para 17 MVA.

Segundo PORTO-RS (2023), o Terminal Bunge demanda mensalmente, em termos médios, 0,9 MV, tendo um consumo de 151.000 kW/h. Esta energia deriva-se da subestação compartilhada entre fábrica e terminal, localizada na unidade fabril. Por sua vez, no Terminal Bianchini a demanda contratada é de 7,5 MVA. O terminal prevê um acréscimo de 2 MVA no horizonte de curto prazo, que se mantém a longo prazo, sem estimativa para o horizonte de longo prazo.

No Terminal Tergrasa, a energia elétrica chega através de um ramal aéreo e, logo após, é transmitida de forma subterrânea para a subestação A, onde é rebaixada para 13,8 kV. A empresa utiliza dois transformadores rebaixadores de 7,5 MVA, além de 21 transformadores, os quais derivam as redes alimentadoras de baixa tensão (380/220 V). As subestações B, C, D, E, H, K e L possuem 1500 kVA e as F, G e M possuem 750 kVA. O Terminal possui dois transformadores de 112,5 kVA para serviços auxiliares das subestações A e J. A demanda contratada é de 4.000 kW fora de ponta e de 2.000 kW na ponta e o consumo médio anual, em um período de quatro anos, é de 728.998 kWh (PORTOS-RS, 2023).

No Terminal Termasa o abastecimento de energia elétrica ocorre através de um ramal aéreo de entrada de 13,8 kV, derivando para a subestação 2 de forma subterrânea. A empresa utiliza um transformador de 1.500 kVA, sendo rebaixada para tensões inferiores (380/220 V) através de outros três transformadores. A demanda contratada é de 1.000 kW (fora e na ponta) e o consumo médio anual, num período de quatro anos, é de 308.102 kWh. Atualmente o Terminal



conta com um gerador de energia (potência de 213 kVA/170 kVA). Na inexistência de energia oriunda da concessionária local, as cargas locais são alimentadas pelo gerador. No TECON a demanda atual (contratada) é de 4.000 kVA e o consumo é de 1.300 MWh (média mensal). O Terminal projeta para curto prazo demanda de 3.600 kVA, para médio prazo 3.800 kVA e a longo prazo 4.000 kVA (PORTOS-RS, 2023).

Segundo PORTOS-RS (2023), o abastecimento de água nas instalações do Porto Velho, Porto Novo e Superporto é realizado pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). A média mensal de consumo, cujo usuário consta a PORTOS-RS, em diferentes imóveis localizados nas três zonas portuárias, foi de 2.780,25 m<sup>3</sup>. Além disso, caso ocorra aumento na demanda sem grande expressividade, entende-se que há infraestrutura disponível o atendimento.

No Terminal Braskem, para utilização do sistema de incêndio, há a possibilidade de retirada de água da Laguna dos Patos e o consumo médio registrado foi de 409 m<sup>3</sup>. Além disso, não há planos para o aumento da demanda do terminal. Nos Terminais Petrobras, Transpetro, Yara e Bianchini, o consumo médio mensal é de 829, 410,9, 9.418 e 160 m<sup>3</sup>, respectivamente. No Terminal Tergrasa o contrato é por consumo e não por demanda, a exemplo da Termasa. Na primeira, o abastecimento ocorre por um ponto central e a demanda varia entre 1.900 e 2.800 m<sup>3</sup>/mês, enquanto no segundo são dois pontos de entrada, um próximo à Portaria Principal e outro próximo ao portão de acesso ferroviário e a demanda tem variação entre 900 e 1.700 m<sup>3</sup>/mês, com média de 1.200 m<sup>3</sup>/mês (PORTOS-RS, 2023).

## 2.1.2 Operação

O regime de exploração do Porto de Rio Grande é estabelecido, conforme Convênio N° 001 - Portos/1997 do Ministério dos Transportes, como uma delegação da União para o estado do Rio Grande do Sul da administração e exploração do Porto. De acordo com este convênio, o Estado fica responsável pela exploração e administração do porto delegado, não mais realizando a operação portuária e, em consequência, os serviços de carga, descarga e movimentação de mercadorias. Assim, as atividades delegadas ficam restringidas às funções de Autoridade Portuária.

Segundo ANTAQ (2017), o Complexo Portuário (que integra Pelotas) movimentou, em 2018, 43,3 milhões de toneladas de cargas, sendo sua área de influência composta pela Região Sul

do país, contemplando os estados do Paraná e Santa Catarina, e, em maior proporção, cargas gaúchas. Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), destaca-se a relevância das operações de natureza de graneis sólidos e dos contêineres, dentre as listadas abaixo:

- Grão de soja: principal carga movimentada em 2018, totalizando 14,6 milhões de toneladas. Destaca-se que a soja é a principal cultura agrícola do Rio Grande do Sul;
- Arroz: carga movimentada a granel e em contêineres e corresponde a escoamento da produção gaúcha, a qual representa 70% da safra brasileira;
- Trigo: carga importada e exportada, sendo parte deste fluxo enviada via navegação interior para os terminais da região de Porto Alegre;
- Farelo de soja: resultado da moagem do grão de soja, o farelo é movimentado em Rio Grande nos TUP Bunge e Terbian, empresas que possuem unidades produtivas próximas ao Porto;
- Cavaco: produto exportado e que tem por objetivo atender à demanda da indústria da celulose e de energia (esta última com foco em combustíveis renováveis);
- Fertilizantes: voltado ao atendimento de misturadoras, situadas tanto em Rio Grande, como em outras regiões do estado. O produto é importado e tem seu uso voltado a plantios tanto no estado gaúcho, como de outros locais do país;
- Celulose: ocorre através do desembarque na navegação interior e embarque de longo curso;
- Veículos: em 2018 foram movimentadas 58 mil unidades, em fluxo de importação e exportação e embarque e desembarque de cabotagem. As operações de veículos leves no Porto de Rio Grande são realizadas majoritariamente pela General Motors (GM), que possui unidade industrial na cidade de Gravataí, na região metropolitana de Porto Alegre;
- Gado vivo: destinado à exportação, principalmente para a Turquia. Em 2018 foram embarcadas no Complexo cerca de 163 mil cabeças, o que corresponde a 4 mil toneladas;
- Derivados de petróleo (exceto Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, Gás Natural Liquefeito - GNL e outros gases): operação realizadas nos terminais Petrobras Transportes S.A. (Transpetro) e Braskem, corresponde principalmente a desembarques de longo curso, cabotagem e navegação interior;
- Produtos químicos: as operações são realizadas nos terminais Transpetro e Braskem

no Porto de Rio Grande e também no TUP Yara. Em 2018 o volume movimentado foi de 890 mil toneladas;

- Petróleo: movimentação destinada a atender a Refinaria Riograndense, situada no município de Rio Grande. Assim, o fluxo dessa carga é importação;
- GLP, GNL e outros gases: em 2018 foram movimentadas 576 mil toneladas no Porto de Rio Grande, nos Terminais Transpetro e Braskem;
- Óleo de soja: ocorre no Complexo embarque via navegação interior e exportação dessa carga. Em 2018 as movimentações atingiram 302 mil toneladas.

O Porto Novo tem capacidade para atracação de até oito embarcações simultâneas e sua operação ocorre através dos operadores portuários. O cais público destacadamente movimenta celulose, cargas de projetos rodantes como veículos de passeio, tratores e maquinários agrícolas, além de movimentar uma série de grãos. Atualmente possui um calado de 9,45 m e é multiuso. Por sua vez, o Superporto possui o maior calado operacional do Porto de Rio Grande, atingindo 15 m.

No Superporto, o Terminal Braskem apresenta como destinação operacional derivados de petróleo e produtos químicos. Já a Transpetro opera petróleo e derivados e produtos químicos. A Tergrasa opera grãos de soja, trigo, cavaco e arroz e o Tecon opera contêineres. A Terbian opera grãos, farelo e óleo de soja, cavaco e arroz e a Termasa grãos de soja, milho, trigo e arroz. A Bunge opera óleo, grão e farelo de soja e a Yara fertilizantes e produtos químicos.

Segundo SUPRG (2018), as operações portuárias nas instalações do Porto Velho são restritas à carga e descarga de pequenas embarcações que respeitam o calado e a largura da bacia de evolução, por exemplo, barcos pesqueiros e os de serviços de transporte. A responsabilidade desses serviços é delegada aos operadores portuários qualificados, exceto nos casos em que podem ser dispensados. Assim, a responsabilidade do serviço é do armador ou seu preposto, proprietário ou consignatário da mercadoria.

De acordo com PORTOS-RS (2023), para a análise das operações e cálculos da capacidade portuária, o cais acostável do Porto de Rio Grande foi dividido em trechos de cais, os quais levam em consideração as cargas operadas, os equipamentos disponíveis e a continuidade geométrica da estrutura de acostagem. Estes trechos estão apresentados nas Figuras 19 e 20, para o Superporto e Porto Novo, respectivamente.

Os dados utilizados para a definição dos parâmetros e indicadores operacionais para cada trecho de cais, segundo PORTOS-RS (2023), relacionados à infraestrutura de acostagem, ao regime operacional ou às características das embarcações, foram obtidos a partir da base de dados da ANTAQ (2017b), por meio da aplicação de questionário online e de informações coletadas durante visita técnica. A Tabela 16 apresenta os parâmetros considerados para os cálculos de capacidade de cais do Porto de Rio Grande. O tempo para atracações sucessivas é definido como o tempo decorrido entre a saída de uma embarcação (desatracação) e a entrada de outra no mesmo berço (atracação). Mais detalhes das definições dos índices de ocupação admissível e observado podem ser obtidos em PORTOS-RS (2023).

Ainda segundo o documento, para a definição dos dias disponíveis para a operação de grãos sólidos vegetais deve-se levar em consideração a existência da sazonalidade relacionada às suas safras e, conseqüentemente, em relação à sua movimentação no Porto ao longo do ano. Entretanto, o número de armazéns de grãos com a finalidade de revenda no período pós-safra vem crescendo, o que faz com que o embarque de grãos seja também realizado no período entressafra. Dessa forma, os períodos de safra e entressafra não foram segmentados em diferentes trechos de cais, considerando-se a disponibilidade de horas referentes a um ano completo para cálculo da capacidade dos trechos do cais do Tergrasa, ao longo do horizonte de planejamento. Contudo, o índice de ocupação do cais deve sofrer uma elevação nos períodos em que há um maior volume de movimentação, fato observado no ano-base apresentado na Figura 21.

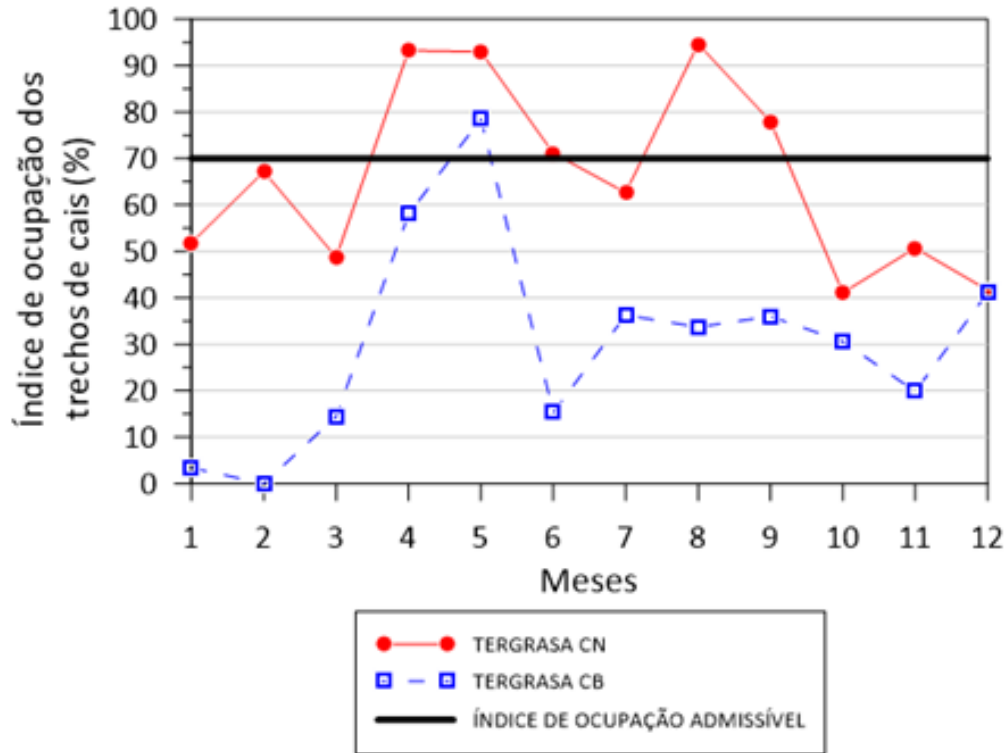
Figura 19: Operações do Superporto de Rio Grande.



Figura 20: Operações do Porto Novo de Rio Grande.



Figura 21: Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Tergrasa (adaptado de PORTOS-RS, 2023).



Trecho de cais	Berços	Pontos de atend.	Destinação operacional no ano-base	In-Out (h)	Dias disp.	Horas/dia disp.	Índ. de ocup. adm.	Índ. de ocup. obs.
<b>Porto Novo</b>	Carga geral, roll-on/roll-off, berço de contêineres e fertilizantes (do 1 ao 4)	6	Fertilizantes, trigo, arroz, toras de madeira, celulose, gado vivo e veículos	4	364	24	80%	53,3%
<b>Pier Transpetro-Navios</b>	Berços Sul e Norte	1	Derivados de petróleo e produtos químicos	3,5	364	24	65%	82,6%
<b>Pier Transpetro-Barcaças</b>	Berço de barcaças	1	Derivados de petróleo (exceto GLP, GNL e outros gases)	1	364	24	65%	19,2%
<b>Terminal Braskem</b>	Braskem	1	Derivados de petróleo e produtos químicos	2	364	24	65%	87,3%

<b>Tergrasa - CN</b>	Cais de navios - berços Norte e Sul	2	Grão de soja, cavaço, arroz e trigo	3	364	24	70%	66,1%
<b>Tergrasa - CB</b>	Cais de barcaças - Berços Norte e Sul	2	Grãos de soja	2	364	24	70%	15,2%
<b>Tecon</b>	Berços I, II e III	3	Contêineres	3	364	24	75%	53,3%

Tabela 16: Parâmetros para o cálculo da capacidade de movimentação no cais do Porto de Rio Grande (LabTrans/UFSC, 2019).

A movimentação de contêineres, segundo PORTOS-RS (2023), ocorre principalmente no Tecon, tanto no sentido de embarque quanto desembarque. A operação no cais ocorre por meio de nove portêineres instalados ao longo dos berços (Figura 22) e, no caso das barcaças, por meio de um guindaste tipo MCH (do inglês - Mobile Harbour Crane), enquanto que na retroárea a carga é manuseada por transtêineres RTG (do inglês - Rubber Tyred Gantry) e empilhadeiras Reach Stackers ou Empty Container Handlers. O traslado entre a armazenagem no pátio do Tecon e o cais é realizado por meio de chassis tracionados por Terminal Tractors. A Figura 23 apresenta um fluxograma que retrata a sequência dos processos desta operação nos sentidos de desembarque e embarque.

Figura 22: Porteineres do Terminal Tecon (TECON, 2024).

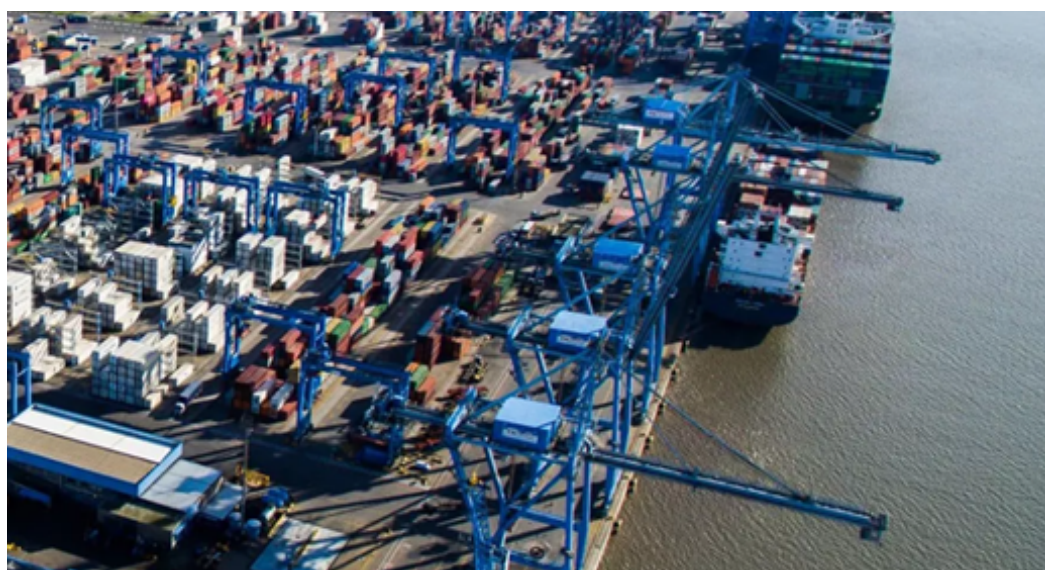
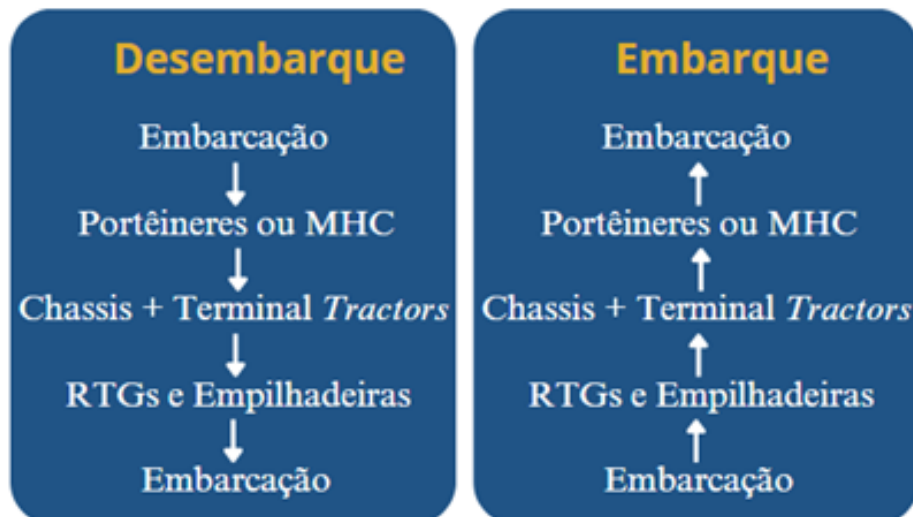


Figura 23: Fluxograma de desembarque e embarque de contêineres no Porto de Rio Grande – adaptado de LabTrans/UFSC (2019).



O Tecon atende tanto barcaças quanto embarcações de grande porte. As barcaças são atracadas preferencialmente no Berço 1, sendo a operação realizada com guindaste MHC. Segundo informações do PORTOS-RS (2023), novos portêineres foram instalados em abril de 2017, os quais passaram a ser utilizados para as maiores embarcações.

Segundo PORTOS-RS (2023), no caso específico do Terbian, concebe-se um índice de ocupação de cais admissível máximo de 80% devido ao fato de que o terminal movimenta carga própria e possui uma gerência maior sobre a sua cadeia logística e sobre o tempo de espera para as atracações. O mesmo acontece para o Termasa. O índice de ocupação do Terbian é apresentado na Figura 24 e da Termasa na Figura 25.



Figura 24: Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Terbian – adaptado de PORTOS-RS (2023).

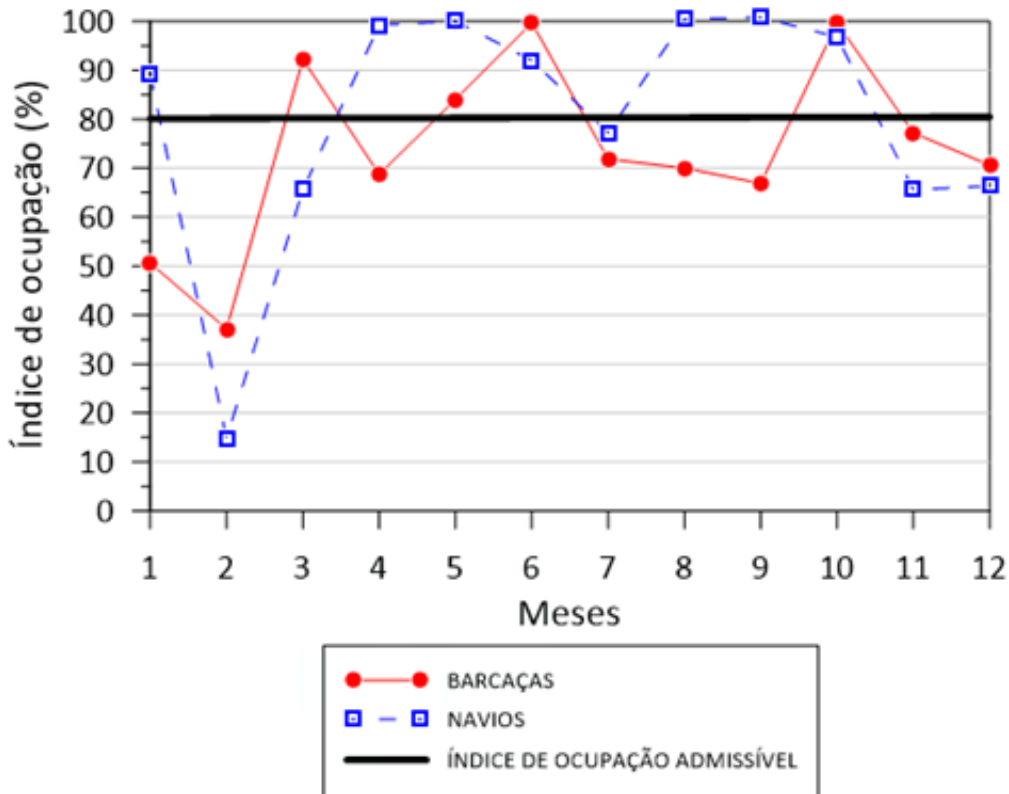
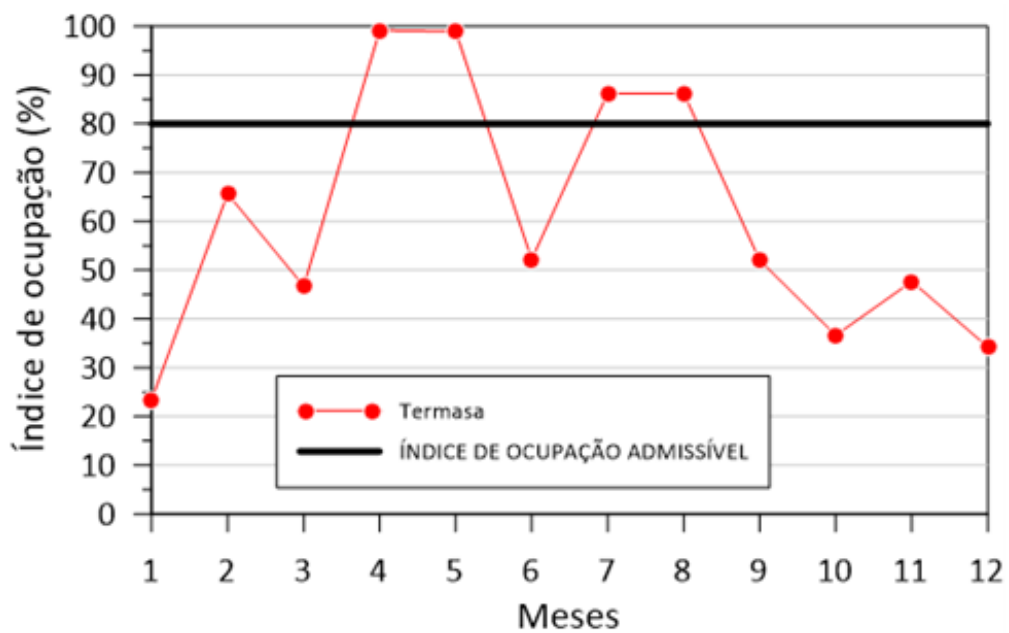


Figura 25: Índice de ocupação ao longo do ano base nos trechos de cais do Termasa – adaptado de PORTOS-RS (2023).



## 2.1.3 Acessos

Segundo PORTOS-RS (2023), a BR-392 é uma rodovia de grande relevância para o Complexo Portuário de Rio Grande, por conectar o Porto com as malhas estadual, federal e internacional, sendo por onde passam quase a totalidade das cargas que chegam ou saem do Porto. Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), para acesso às instalações portuárias utiliza-se a BR-392 até o trevo do Km 9, onde os veículos de carga optam por seguir pela rodovia, no trecho também conhecido como Av. Almirante Maximiano Fonseca, para acesso a laguna Terminais do Superporto e Porto Novo ou então convergir à direita, seguindo pela BR-604, até o TUP Termasa, Tecon Rio Grande ou Pátio Sindicam.

Em seguida, mas não menos importante, tem-se a BR-116, que a partir de Pelotas faz a ligação na direção norte à região metropolitana de Porto Alegre e ao restante do Brasil e, na direção sul, para Jaguarão e o Uruguai. Também se utiliza a BR-101, rodovia acessada a partir da travessia da balsa entre os municípios de Rio Grande e São José do Norte. Todas as rodovias que chegam ao Porto do Rio Grande têm pavimentação asfáltica e boa conservação (PORTOS-RS, 2023).

O relatório aponta que o acesso urbano ao Porto ocorre pela rodovia estadual RS-734, podendo ser considerada ligação secundária do Porto com o modal rodoviário. Por não ser permitida a circulação de veículos pesados nas áreas mais centrais da cidade e, esta via ser o principal acesso urbano, esta rodovia estadual é utilizada apenas por veículos leves que optam por este caminho alternativo para acessar as instalações portuárias. Trata-se de uma rodovia asfaltada, parcialmente duplicada que liga a cidade do Rio Grande à praia do Cassino (balneário local). As vias municipais mais utilizadas para acessar a Zona Portuária do Porto Novo são a Avenida Val Porto e a Avenida Dom Pedro II, as quais são utilizadas majoritariamente por trânsito local e de veículos leves. Para a Zona Portuária Superporto costuma-se usar as vias municipais via 01 e via 09.

Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), a malha ferroviária associada ao Complexo é composta pela concessão ferroviária sobre responsabilidade da Rumo Malha Sul (RMS). Entre as instalações portuárias do Complexo, atualmente apresentação expedição e/ou recepção ferroviária a região do Superporto e os TUPs Terbian, Termasa e Bunge. Segundo PORTOS-RS (2023), os principais produtos movimentados nas ferrovias que chegam na região são grãos oriundos das regiões norte e noroeste do estado, e fertilizantes, que seguem o caminho oposto dos grãos, sendo embarcado em trens para o interior gaúcho.

O Porto do Rio Grande se liga através da EF-293 a esta malha estadual ferroviária percorrendo o trecho Rio Grande-Bagé-Cacequi. Em Cacequi se interliga com a EF-290, que no sentido oeste atinge a malha ferroviária Argentina na cidade de Uruguaiiana e no sentido leste a cidade de Porto Alegre. A partir de General Luz (proximidades de Porto Alegre) se une a EF-116 que no sentido norte se conecta com a malha brasileira e o restante do país. Na EF-290 em Santa Maria, no sentido norte, se conecta a EF-153 que dá acesso às áreas fortemente produtoras de cereais, no Norte/Nordeste do estado, permitindo intensiva utilização do corredor Cruz Alta-Rio Grande para escoamento da produção agrícola. O acesso à malha argentina em Uruguaiiana permite a conexão, no sentido norte com a malha paraguaia, o que permitiu no passado o embarque da produção de soja no referido país pelo Porto de Rio Grande. O acesso à malha ferroviária uruguaia se dá através da EF-153, trecho Cacequi-Santana do Livramento, o qual foi recentemente melhorado. Toda a extensão desta malha possui bitola métrica (PORTOS-RS, 2023).

O canal de acesso marítimo ao Porto de Rio Grande e TUPs adjacentes tem início no ponto de embarque do práctico (situado fora da Barra) e se estende até o Porto Novo. São recebidos navios e barcaças, relacionadas à navegação interior, interligando o porto a canais interiores (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020). O canal de São José do Norte apresenta calado natural e atende atualmente apenas atividades de reparo e construção naval (PORTOS-RS, 2023).

De acordo com PORTOS-RS (2023), as estruturas dutoviárias que chegam no Porto de Rio Grande são estruturas locais que interligam a Refinaria de Petróleo Riograndense ao Píer Petroleiro, localizado dentro da área do Porto Organizado, e dutos que comunicam instalações localizadas no Distrito Industrial com o Terminal Braskem, também no Porto Organizado. O traçado entre a refinaria e o píer possui dois dutos paralelos, um com diâmetro de 16", que transporta petróleo no sentido Píer-Refinaria, e o segundo, com diâmetro de 10", que transporta produtos claros (derivados de petróleo líquidos e pouco viscosos, como querosene, diesel e gasolina) nos dois sentidos. A dutovia possui aproximadamente 4.000 m de extensão. Destes, 3.000 m estão enterrados e o restante dentro do píer, na superfície, apoiada em berços. Um trecho notável deste traçado é submerso através da ligação entre o Saco da Mangueira e a Laguna dos Patos, abaixo da Ponte dos Franceses, que efetua a ligação terrestre entre Rio Grande e o Superporto. A área de domínio ocupada e contratado para os dutos é de 11.652,26 m<sup>2</sup>, com uma faixa de aproximadamente 5 m de largura. Por sua vez, a ligação ao Terminal Portuário Braskem

é formada por dois dutos de diâmetro nominal de 8” e dois dutos de diâmetro nominal de 3”, os quais são utilizados para transferência de produtos líquidos inflamáveis e combustíveis classes I a III e álcool combustível.

## 2.1.4 Licenciamento Ambiental

O Porto do Rio Grande tornou-se referência nacional na gestão ambiental portuária pois foi o primeiro porto brasileiro a obter uma Licença de Operação – LO N° 03/1997 (3ª Renovação). A Licença de Operação do Porto do Rio Grande encontra-se no seu terceiro ciclo de renovações e foi expedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA no ano de 1997, além disso foi o primeiro porto a implantar um Programa de Educação Ambiental (ProEA) permanente e continuado, em 2005. Em Rio Grande a gestão ambiental integrada é realizada em parceria com o Conselho de Gestão Ambiental Portuária (CGAPRG), que discute o impacto das atividades portuárias no ambiente, formas de prevenção de acidentes, e de cooperação em toda área do Porto Organizado (PORTOS-RS, 2023).

A licença de operação, emitida pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (LO N 03/97 - Renovação em 2018), tem por objeto a operação do Porto Organizado de Rio Grande, compreendendo as instalações portuárias terrestres situadas nos municípios de Rio Grande e São José do Norte, tais como cais, docas, píeres, armazéns, pátios, edificações em geral, vias e passeios, e terrenos ao longo das faixas marginais, abrangidos pela poligonal da área do Porto Organizado e destinados à atividade portuária, a infraestrutura de proteção e acessos aquaviários (canal de acesso, bacia de evolução, área de fundeio interna ao Porto de Rio Grande e os molhes leste e oeste), bem como as operações de dragagem de manutenção do canal de navegação, bacias de evolução, berços de atracação e respectivas áreas de acesso.

## 2.1.5 Limitantes Potenciais

O atendimento às demandas de transporte multimodal ao Porto de Rio Grande/RS conta com os modais rodoviário, ferroviário e, como atividade fim, o aquaviário. No que tange o transporte rodoviário, a malha federal atende de maneira satisfatória o porto, interligando importantes cidades do Rio Grande do Sul ao porto de Rio Grande/RS (Figura 26).

A partir de Porto Alegre ou Jaguarão, o acesso principal é pela BR-116 até Pelotas/RS, seguindo até Rio Grande pela BR-392. Partindo do centro do estado, a partir de Santa Maria/RS o acesso se faz inteiramente pela BR-392. Em grande parte, principalmente a partir do polo de Pelotas, ambas rodovias se encontram duplicadas ou em fase de duplicação. A exceção encontra-se justamente no trajeto final de destino aos terminais do Porto de Rio Grande, conhecido como Lote 4 da BR-392. As obras deste lote são caracterizadas pela duplicação da BR-392 entre o km 0 e o 8,78 (entroncamento com a Avenida Maximiano da Fonseca). Além da duplicação de 8,78 km, o projeto deve prever a construção de viadutos nos quilômetros 3,7, 6 e 8 (Figura 27), as quais são gargalos rodoviários importantes no acesso a terminais, principalmente no período da safra agrícola de grãos, beneficiando principalmente as localidades próximas aos terminais Transpetro, ERG 2 e Termasa/Tergrasa.

Figura 26: Mapa de localização de acessos ao Porto de Rio Grande.

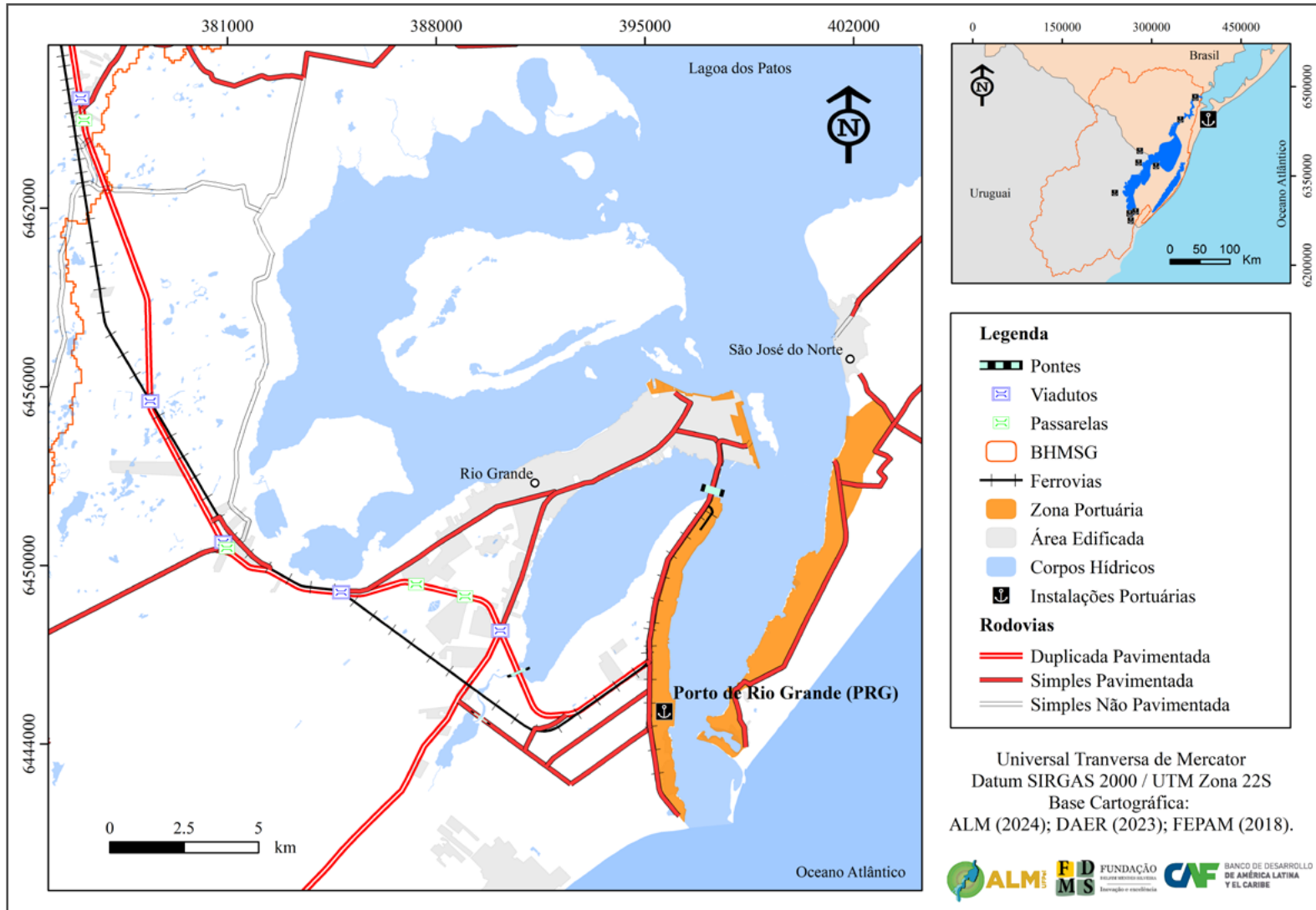


Figura 27: Projeto de requalificação da BR 392 com limitantes de acesso ao Porto de Rio Grande (C MARA MUNICIPAL DO RIO GRANDE, 2022).



Outro gargalo importante é a presença de Obras de Arte nos caminhos que levam ao Porto de Rio Grande, os quais foram mapeados e identificados a partir da região do Povo Novo. As Obras de Arte identificadas nesta região (Povo Novo) são apresentadas na Figura 28, em trecho duplicado da BR-116. São observadas três obras de arte: (i) Viaduto sobre a Travessia Povo Novo; (ii) Passarela Povo Novo; e (iii) Viaduto sobre Via Férrea. Destes, apenas a passarela do Povo Novo impõe limitação de altura (vão livre de 5,5 m).

Seguindo pela BR-116 no sentido para Rio Grande, cerca de 16 km após o Povo Novo, tem-se a Vila da Quinta, neste outro trecho com travessia urbana na rodovia tem-se, conforme Figura 29, quatro Obras de Arte: (i) Viaduto sobre a BR-392 que dá acesso à BR-471; (ii) Passarela da Vila da Quinta; ainda mais próximo de Rio Grande um novo (iii) viaduto sobre a Via Férrea; e (iv) uma passarela sobre a Vila Carreiros, importante acesso à cidade do Rio Grande, por dar acesso à Rua Soccowski, onde encontra-se uma das entradas da Universidade. Destas, apenas as Obras de Arte (i), (ii) e (iv) impõe limitação de altura (vão livre de 5,5 m).

Conforme apresentado na Figura 30, seguindo pela BR-116 no sentido para Rio Grande, em seguida tem-se a Vila Marinha, a qual apresenta uma passarela de acesso (vão livre de 5,5 m) e,

logo em seguida, um importante trevo de acesso à cidade do Rio Grande, onde há a possibilidade de ir para a região central da cidade, região do Superporto e Balneário Cassino (Viaduto sobre a BR-392 com acesso à ERS-734), com vão livre para a direção Pelotas-Superporto de 5,5 m. Por fim, nesta região tem-se a ponte sobre o Arroio Bolacha.

A ligação entre o centro urbano de Rio Grande e a Praia do Cassino, passando pelo Superporto, acontece pela BR-392, a qual passa pelo Saco da Mangueira. A Figura 31 apresenta a localização e acesso à ponte sobre este saco.

Quanto à malha ferroviária, uma das dificuldades do escoamento de carga é que a conexão com as malhas argentinas e uruguaias exige a baldeação, uma vez que há diferença entre as bitolas padronizadas no Brasil. Outra questão diz respeito de que em algumas regiões da malha gaúcha há restrição para circulação de tráfego para trens com produtos considerados perigosos.

Outro limitante potencial é o Índice de Ocupação Observado, apresentado por PORTOS-RS (2023), para os Terminais Transpetro e Braskem (87,3 e 82,6%, respectivamente), os quais são bastante superiores ao Índice de Ocupação Admissível (65%).



Figura 28: Localização e acesso às obras de arte na região do Povo Novo.

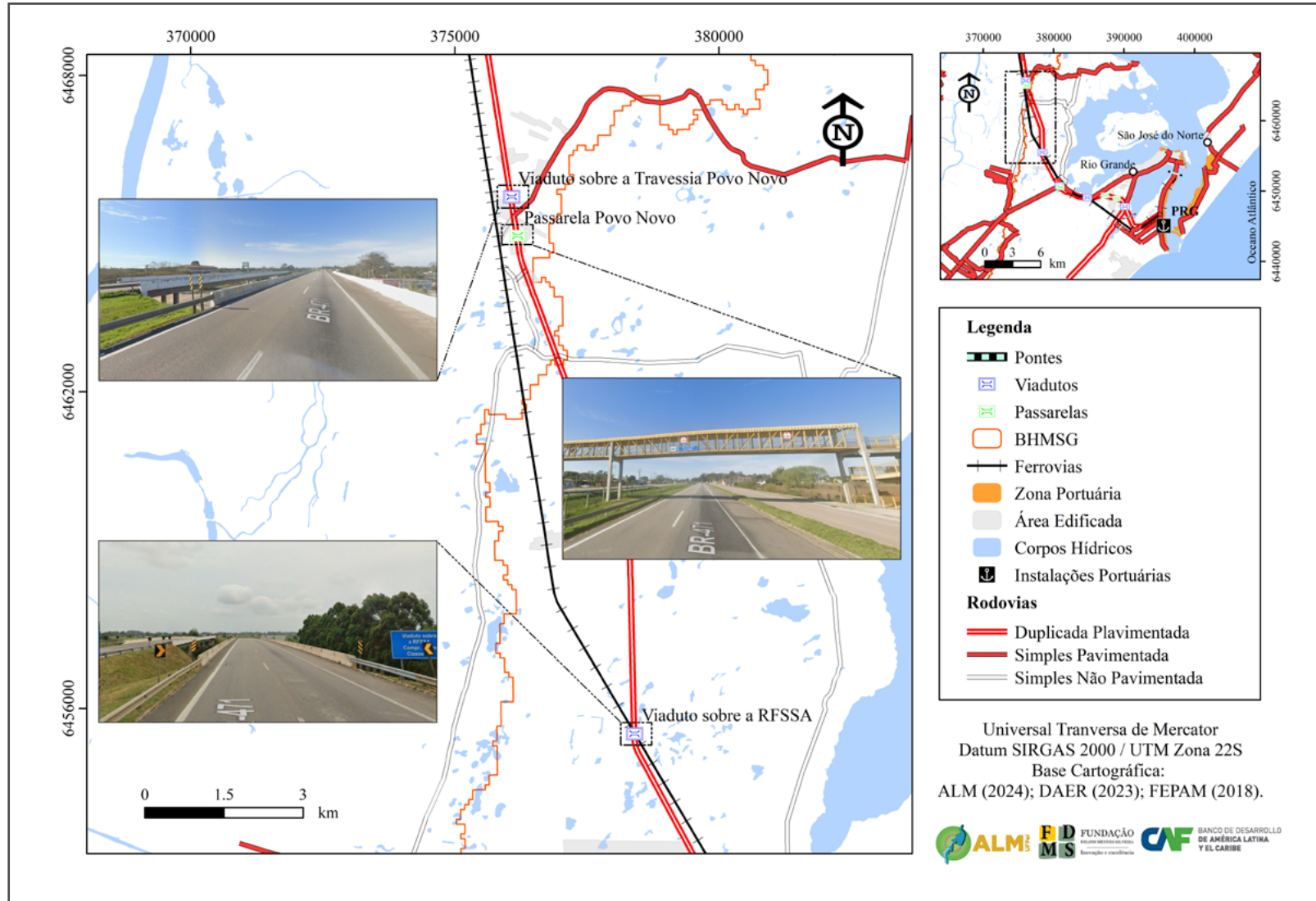


Figura 29: Localização e acesso às obras de arte na região da Vila da Quinta.

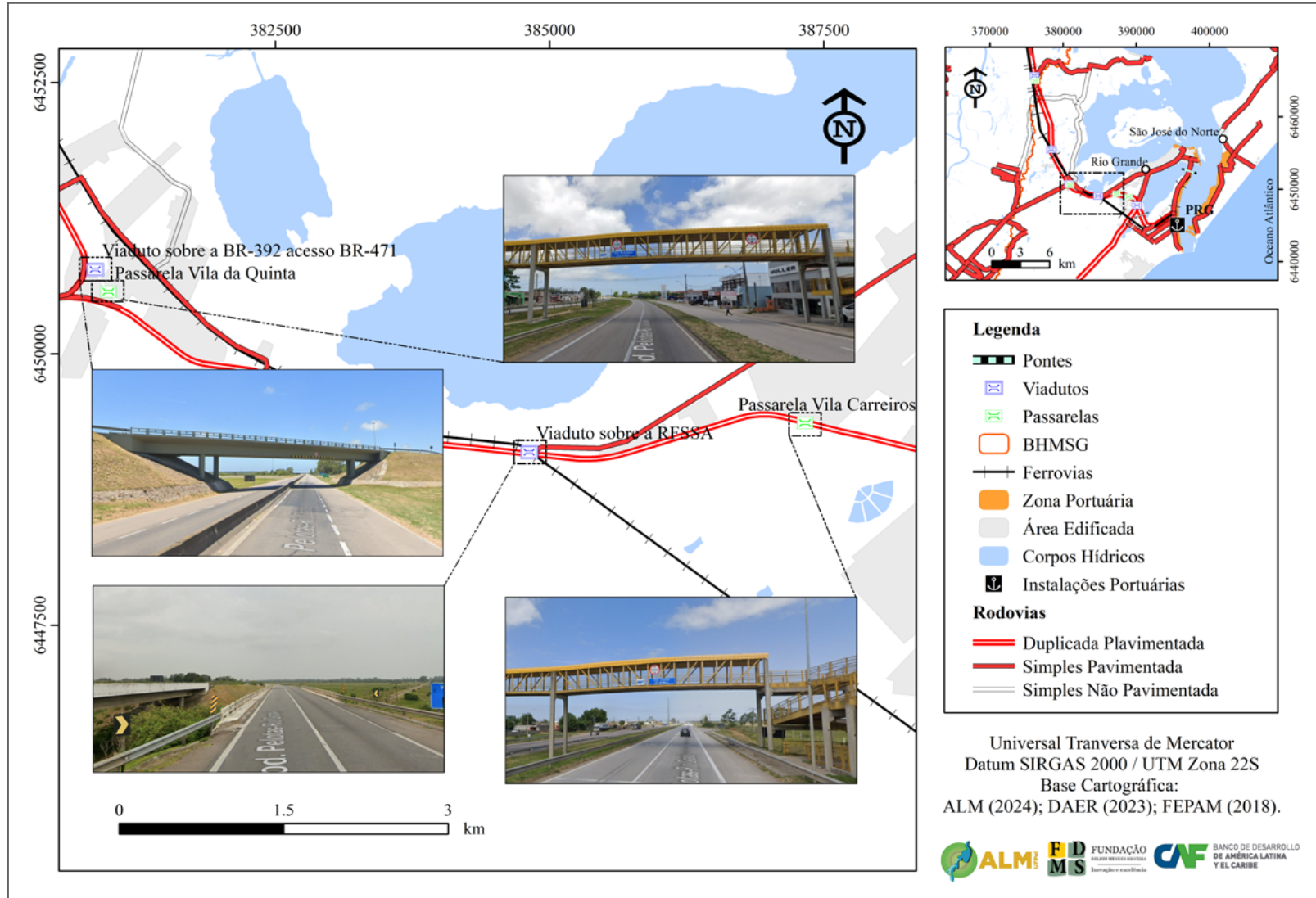


Figura 30: Localização e acesso às obras de arte da região entre Vila da Quinta e Arroio Bolacha.

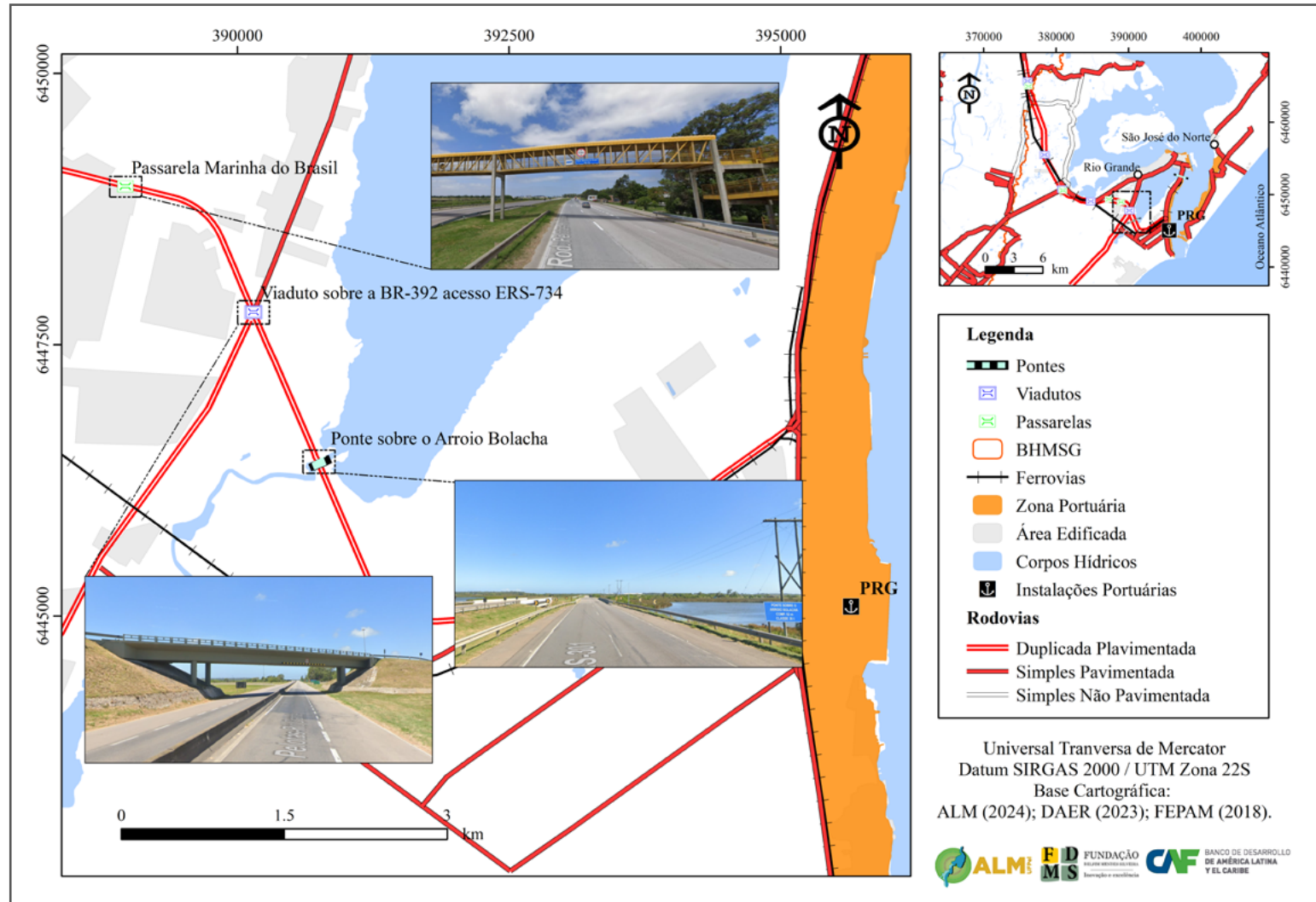
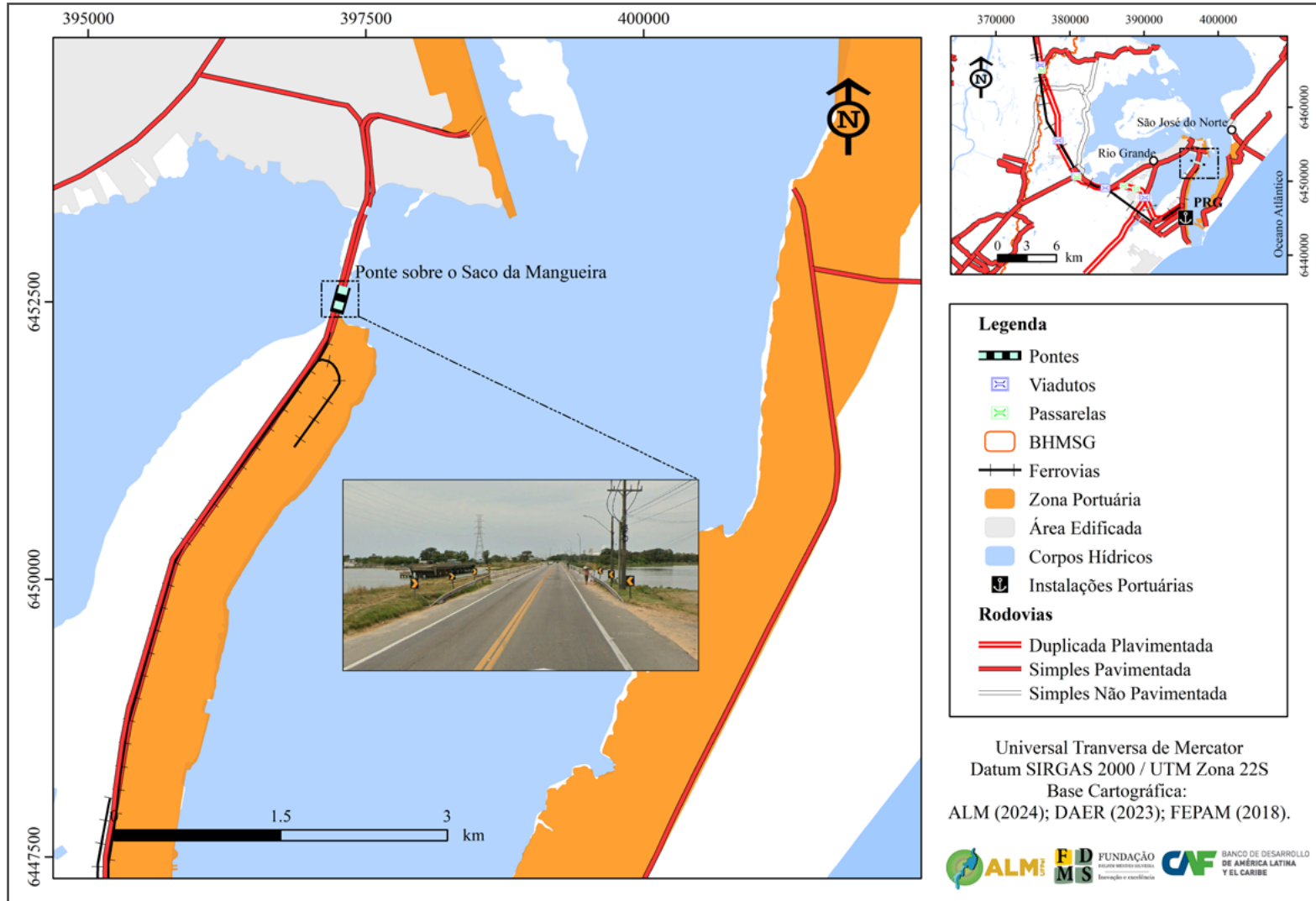


Figura 31: Localização e acesso às obras de arte na BR-392.



Quanto aos limitantes geotécnicos, destaca-se que a região do Porto Velho de Rio Grande faz parte de uma das três regiões da cidade com presença de solos finos superficiais do município e, conseqüentemente, apresenta baixo suporte geotécnico. Segundo Dias (1993), a região do Porto Velho desenvolve-se sobre um aterro de saneamento, onde está localizado o Museu Oceanográfico da Universidade Federal do Rio Grande-FURG até proximidades da rua Domingos de Almeida (Cidade Nova). Dias (2001) informa que nessa região do Porto Velho ocorrem depósitos com material vazoso com 18 m de espessura. Segundo Dias e Bastos (1997) estes depósitos, junto à margem da Laguna dos Patos, apresentam espessa camada de solos silte-arenosos com presença de argilas moles, na consistência de vasa, altamente compressíveis, mas muito permeáveis, de modo que a dissipação das pressões neutras é muito rápida.

Na região do Porto Novo também há solos de baixa consistência. Segundo o perfil longitudinal da região retroporto do Porto Novo, apresentado por Dias e Moraes (2001), nesta região há uma camada de argila siltosa mole entre 2 e 8 m de profundidade, seguida de uma camada de 17 m de espessura de areia fina pouco siltosa medianamente compactada. Mais profundamente, entre 25 e 36 m de profundidade, há uma camada de argila siltosa e, por fim, há uma camada de areia compacta até 41 m de profundidade. Entende-se que a presença deste solo fino de baixa consistência nestas duas regiões podem ser empecilhos para futuras obras e/ou ampliações das estruturas existentes. Ainda quanto ao Porto Novo, segundo PORTOS-RS (2023), requerem reparos: (i) silos da CESA (Companhia Estadual de Silos e Armazéns); (ii) armazéns D3 e D4; e (iii) armazém da Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses (SAMRIG).

## 2.2 Porto de Pelotas

### 2.2.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

O Porto de Pelotas também faz parte do Complexo Portuário de Rio Grande e Pelotas e, atualmente é administrado pela Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul (SUPRG) e por um terminal de uso privado (TUP) denominado Terminal Logístico de Pelotas, o qual possui exploração autorizada pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). Assim, o complexo portuário é constituído pelo Porto Organizado de Pelotas e pelo Terminal Logístico de Pelotas (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020), conforme Figura 32. Conforme Relatório Técnico produzido pelo Laboratório de Transportes (LabTrans) da

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2019), o Porto de Pelotas possui, em termos de infraestrutura de acostagem, cinco berços (Figura 33), sendo apenas dois utilizados, com comprimento acostável de 520 m e, em termos de infraestrutura de armazenagem, possui três armazéns e quatro pátios (Figura 34), sendo que o de carga geral apresenta capacidade estática de 8.500 toneladas. O documento informa que apenas dois berços são utilizados para carga (berços 101 e 104, onde são movimentadas toras de madeiras e granéis sólidos, respectivamente). Os três armazéns citados anteriormente do Porto Organizado são horizontais, possuem, cada um, capacidade estática de 5.000 toneladas e estão localizados paralelamente ao cais. Destes, apenas dois são alfandegados e, portanto, podem receber mercadorias em regime de DTA (Declaração de Trânsito Aduaneiro). O armazém do Terminal Logístico possui 15.000 m<sup>2</sup> e capacidade estática de 140.000 toneladas, das quais 45.000 toneladas são destinadas à armazenagem do clínquer.

Figura 32: Mapa de localização do Porto de Pelotas.

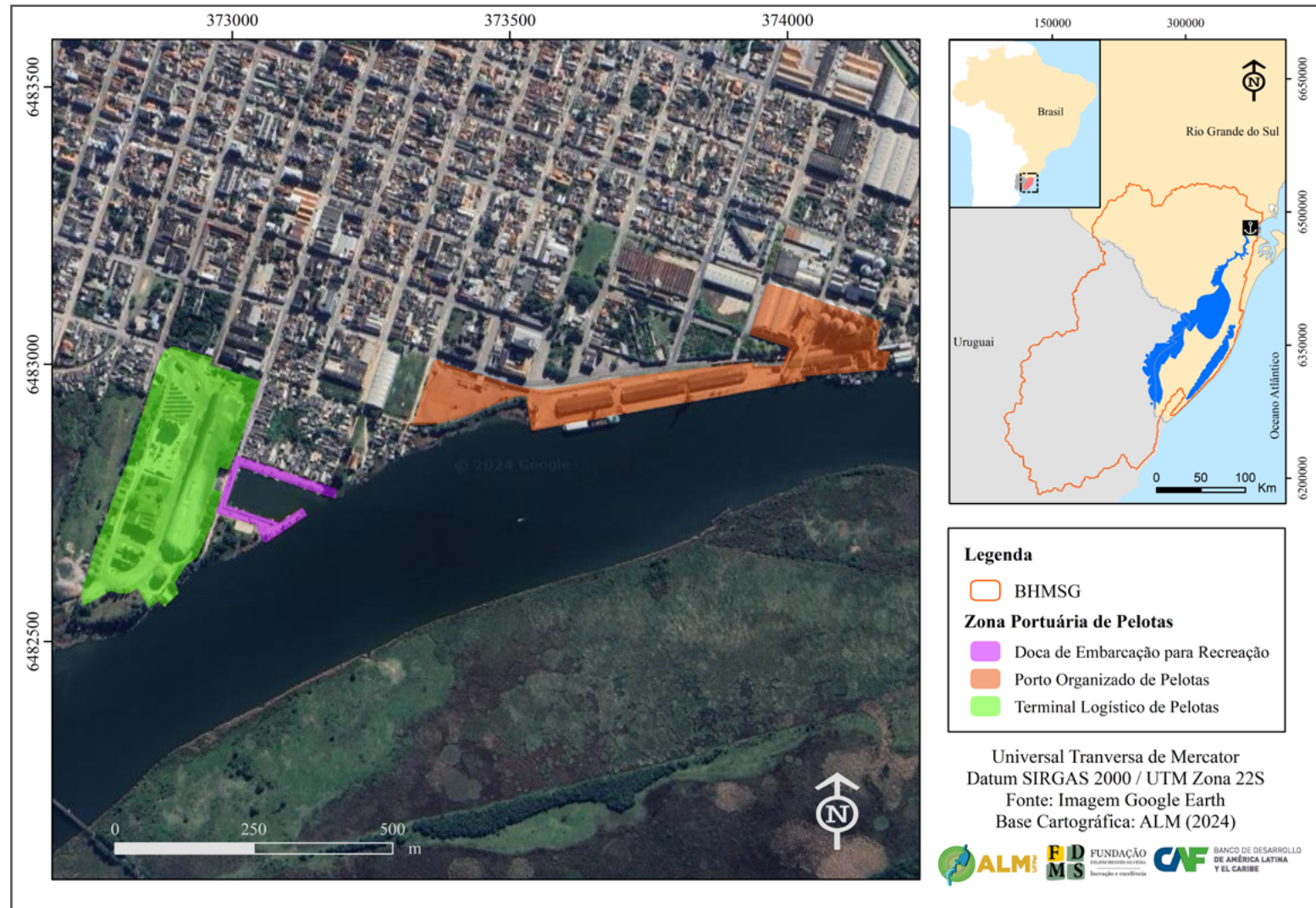


Figura 33: Berços de atracação do Porto de Pelotas.

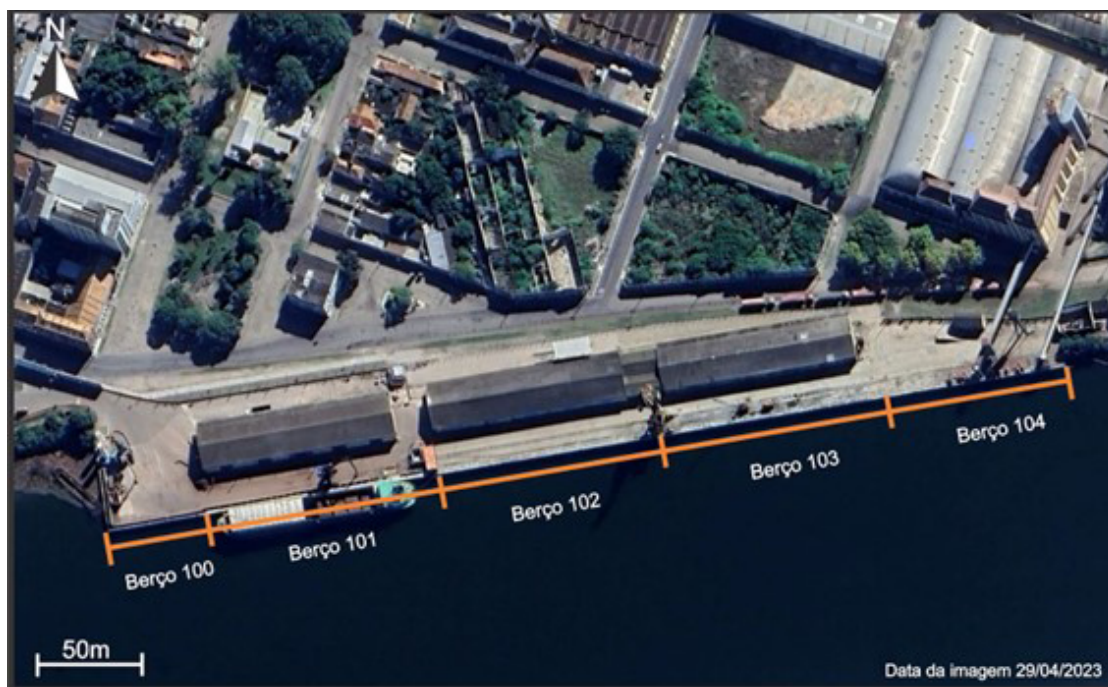
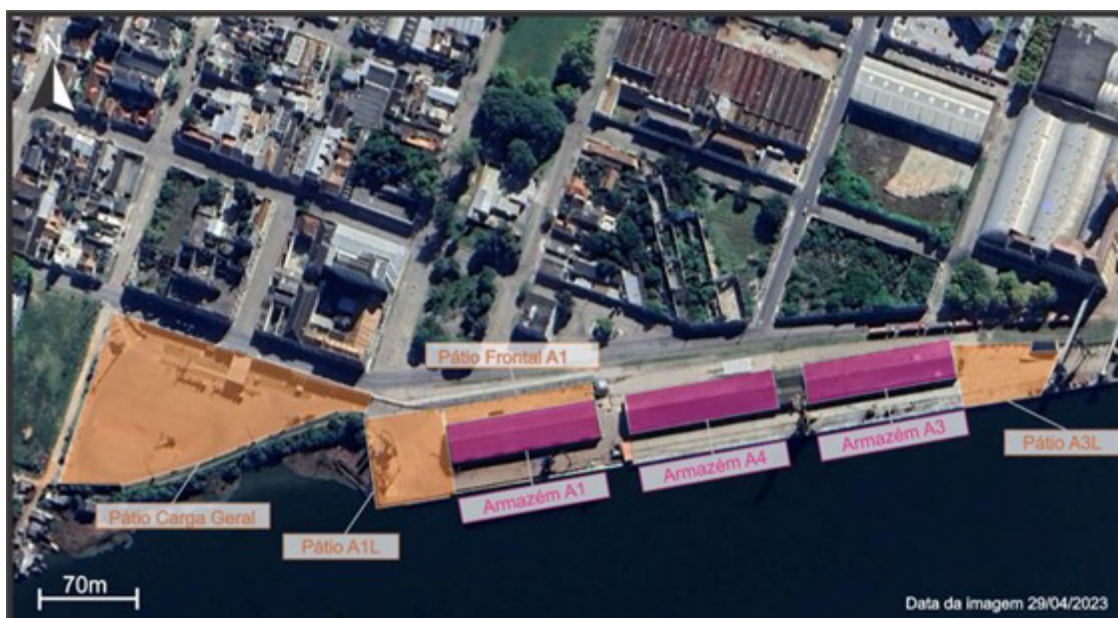


Figura 34: Galpões e pátios do Porto Organizado de Pelotas.





O Porto de Pelotas possui quatro pátios, dos quais dois são de uso público, destinados à movimentação de carga em geral. Segundo Ministério de Infraestrutura (2020), no segundo trimestre de 2019 estes encontravam-se fora de operação pela falta de demanda. Os outros dois são destinados às operações de toras de madeira, os quais atualmente são utilizados por uma empresa de celulose, por meio de contrato de uso temporário. O pátio de carga geral tem capacidade estática de 8.500 toneladas, já o pátio A1L tem sido utilizado para espera de caminhões carregados para o embarque.

Em área contígua ao Porto de Pelotas, há um terminal retro portuário, o qual é dotado de armazéns e silos destinados à armazenagem de grãos sólidos vegetais, com capacidade estática total de 5.000 toneladas (Figura 35). Estas cargas não necessitam passar por estruturas de armazenagem internas, uma vez que elas podem ser embarcadas diretamente no cais do Porto Organizado (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2020).

Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), além dos berços de atracação, há no Porto Organizado uma doca a qual é utilizada, devido à profundidade reduzida, apenas por embarcações de recreação (Figura 36). A doca do Porto Organizado fica localizada à oeste do cais contínuo e possui extensão interna acostável de aproximadamente 400 m e extensão externa acostável de 80 m.

Figura 35: Silos de armazenagem de graneis sólidos.



Figura 36: Doca para embarcações de recreação do Porto Organizado de Pelotas.



Por sua vez, segundo Ministério da Infraestrutura (2020), o Terminal Logístico de Pelotas conta com um píer discreto, composto por dois dolphins de atracação, com profundidade de projeto de 4,7 m e comprimento máximo acostável de 120 m. O píer possui um berço, designado Berço de Carregamento (Figura 37). As dimensões da maior embarcação com permissão para atracar nele são: 110 m de comprimento, 16 m de boca, 4,6 m de calado e 5.400 toneladas de porte bruto (TBT). A atracação é realizada preferencialmente a estibordo.

Figura 37: Acostagem e berço de carregamento do Terminal Logístico de Pelotas.



A infraestrutura de armazenagem no Terminal é composta por um armazém e silos (Figura 38). Os silos eram utilizados por uma empresa da região, até a década de 1990, para armazenagem de óleo e soja e insumos para a sua produção. Entretanto, desde então estão em desuso. Buscando resumir a infraestrutura de acostagem e armazenagem, foi elaborada a Tabela 17, com os descritivos do Porto Organizado de Pelotas e do Terminal Logístico de Pelotas.

Instalação Portuária	Infraestrutura de Acostagem	Infraestrutura de Armazenagem
<b>Porto Organizado de Pelotas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 5 berços em condição de operação, apenas 2 utilizados atualmente.</li> <li>» Comprimento acostável: 520 m;</li> <li>» Destinação operacional: grão de soja, trigo e toras de madeira.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 3 armazéns;</li> <li>» 4 pátios.</li> </ul>
<b>Terminal Logístico de Pelotas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 1 berço operacional em um píer discreto;</li> <li>» Destinação operacional: clínquer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» 1 armazém para armazenagem de clínquer</li> </ul>

Tabela 17: Infraestrutura de acostagem e armazenagem do Porto de Pelotas.

Figura 38: Armazéns do Terminal Logístico de Pelotas.



A energia elétrica no Porto de Pelotas e no Terminal Logístico de Pelotas é fornecida pela concessionária local, a Equatorial Energia – CEEE em 220/380 V. Além disso, o porto possui duas subestações (uma de 300 kVA/440V e outra de 225 kVA/370V). Ao longo do cais, rede de energia elétrica é disponibilizada para as embarcações. Recentemente foi implantado o projeto de modernização da rede de energia elétrica do terminal, com a instalação de 508 placas fotovoltaicas (Figura 39) e uma nova subestação com capacidade de 15 kV.

O abastecimento de água em ambos é realizado pela concessionária local – Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas (SANEP). Além disso, a região portuária conta com dois reservatórios de água (um elevado, com capacidade de 100 mil litros e uma cisterna, com capacidade de 200 mil litros). Por meio de hidrantes instalados ao longo do cais ocorre o fornecimento de água às embarcações.

Figura 39: Atualização do sistema de geração e fornecimento de energia elétrica do porto de Pelotas.



## 2.2.2 Operação

Atualmente, segundo UFSC (2019), o Porto de Pelotas apresenta como destinação operacional grãos de soja, trigo e toras de madeira, assim como opera clínquer. O armazém 1 é destinado a limpeza de caminhões utilizados no embarque de toras de madeira e é administrado pela CPMC Celulose Riograndense, o segundo para armazenagem de estruturas apreendidas pela Receita Federal e o terceiro para armazenagem de equipamentos portuários e, assim, como o segundo, mercadorias apreendidas pela Receita Federal. Estes dois últimos são

administrados pela SUPRG. Quanto aos pátios, dois deles são de uso público, destinados à movimentação de carga em geral e outros dois são destinados às operações de toras de madeira (Figura 40) e são utilizados pela CMPC Celulose Riograndense, por meio de contrato de uso

Figura 40: Pátios de toras utilizados pela CMPC Celulose Riograndense.



Segundo o Ministério da Infraestrutura (2020), as toras de madeira são embarcadas em barcaças que as transportam por navegação interior. A carga chega em caminhões até o Pátio Carga Geral e é descarregada por duas gruas móveis (Figura 41) ou segue direto para embarque nos cais, onde um multidocker faz as retiradas das toras de madeira dos caminhões e realiza o embarque dessas cargas nas barcaças (Figura 42).

A movimentação de grãos de soja e trigo ocorre até o Terminal Retro portuário Jayme Power por meio de caminhões, os quais são descarregados por tombadores e armazenados em um de seus armazéns (Figura 43). Em seguida, a carga é transferida até o cais por um sistema de correias transportadoras e carregada em barcaças, por gravidade, com a utilização de um carregador de navios.

Figura 41: Grua móvel de carga e descarga do pátio de carga geral.



Figura 42: Multidocker de carregamento de toras (JORNAL DO COMÉRCIO, 2021).



Figura 43: Sistematização de descarregamento, armazenamento e carregamento do terminal retroportuário Jayme Power (JAIME POWER, 2024).



O clínquer movimentado no Terminal Logístico chega ao terminal em caminhões, que são descarregados no Armazém Horizontal, e é embarcado em barcaças autopropulsadas. Em seguida, a carga é transportada até o cais por uma esteira fixa, que se conecta a uma esteira móvel, acoplada ao shiploader do Terminal, o qual realiza o embarque nas barcaças.

### 2.2.3 Acessos

O acesso rodoviário (Figura 44) pode ocorrer pelo Acesso Sul, pela BR-392, e pelo Acesso Oeste, a partir do entroncamento da BR-116 com a BR-392. Através da rodovia, o Porto Organizado de Pelotas interliga-se ao restante da malha rodoviária, tendo acesso às fronteiras da Argentina (Uruguaiana e São Borja) e Uruguai (principalmente Jaguarão e Chuí). Seu acesso principal é pela Avenida Viscondessa da Graça, a qual se apresenta duplicada em duas pistas de rolamento com asfalto. Segue-se por 465 m até o entroncamento com a Avenida

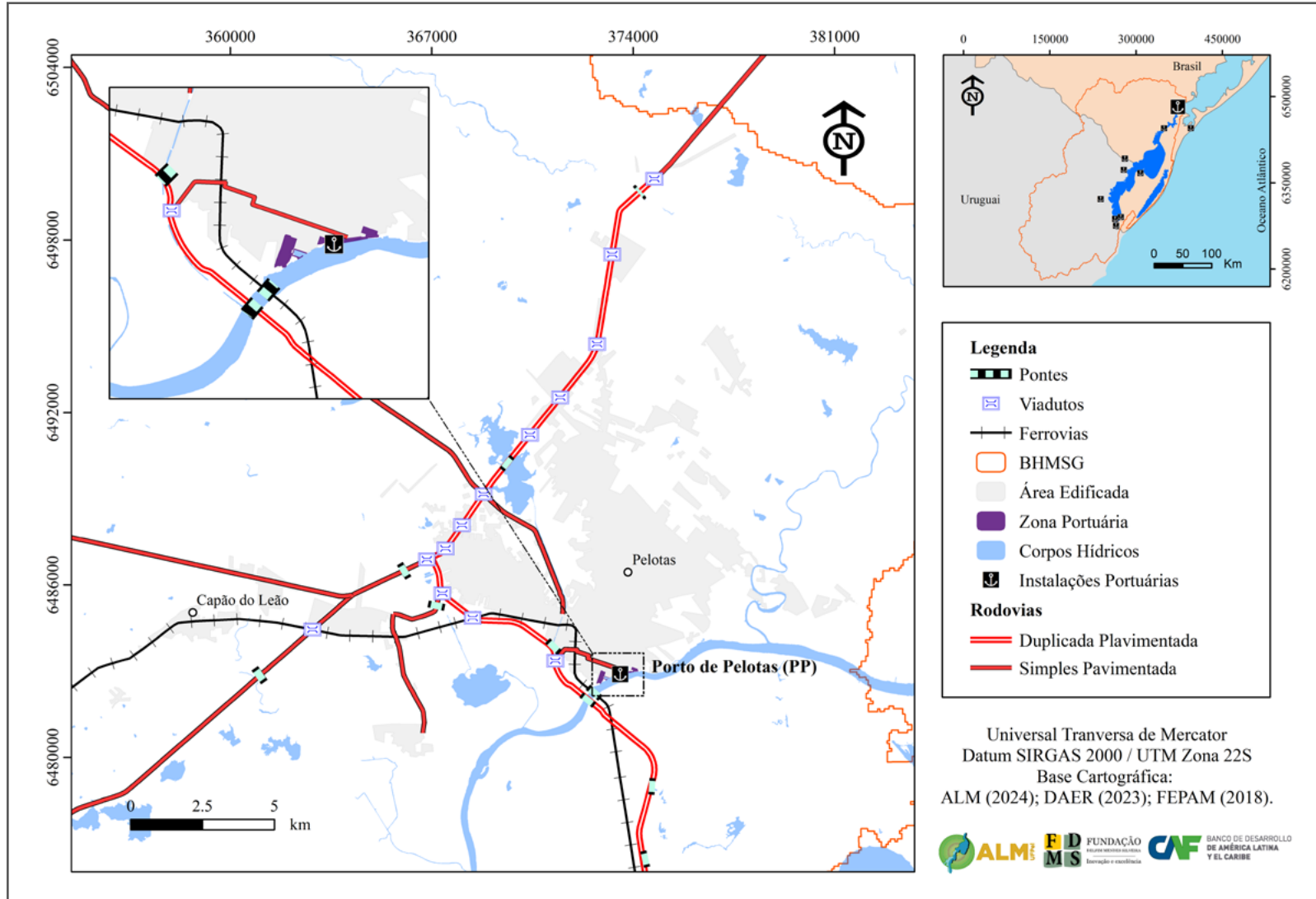


Saturnino de Brito por 420 m e efetuando uma conversão a direita até a rua Almirante Tamandaré, com nova conversão a direita, percorrendo a rua Santos Dumont, por 250 m, até a última conversão a direita, chegando na rua Conde de Porto Alegre, por cerca de 1.520 m em pavimento parte de concreto usinado e parte em asfalto, até o Porto Organizado de Pelotas.

No que tange o acesso ferroviário ao Porto de Pelotas, este tronco encontra-se inoperante. A malha ferroviária associada a este tronco é composta pela concessão sob responsabilidade da Rumo Malha Sul (RMS), que é a mesma do Porto de Rio Grande. Interliga-se, por meio da EF-293, à malha estadual ferroviária. No município de Cacequi-RS, conecta-se à EF-290, atingindo, na direção oeste, a malha ferroviária argentina na cidade de Uruguaiana-RS e, no sentido leste, a cidade de Porto Alegre-RS e a malha ferroviária do restante do país. A ligação com o Uruguai, que se realiza na cidade de Santana do Livramento-RS, que permaneceu interrompida por muitos anos, foi restabelecida novamente, face ao acordo entre os governos do Brasil e Uruguai (PELT-RS, 2017).

Em novembro de 2023, em reunião da Prefeitura de Pelotas e duas empresas que operam no Porto da cidade foram tratadas ações para a melhoria da infraestrutura viária da região do porto. As sugestões apresentadas pelas empresas buscam atender as demandas da comunidade do entorno da estrutura portuária e do acesso ao local, que pedem a redução do barulho e ruídos provocados pelos caminhões ao trafegarem sobre alguns desníveis na rua Conde de Porto Alegre e outra situação envolve a entrada e saída de caminhões no terminal para o descarregamento. Há registro que as empresas se responsabilizaram pela sinalização viária e a estudar diferentes tipos de pavimentação para diminuir os ruídos. Além disso, solicitaram a instalação de um quebra-molas para a redução da velocidade (PMP, 2023).

Figura 44: Acessos ao Porto Organizado de Pelotas.



O acesso aquaviário ao Porto de Pelotas (Figura 45) ocorre a partir do Canal do São Gonçalo, exclusivamente para barcaças. O Canal de Acesso ao Porto de Pelotas começa, segundo Brasil (2017), na Boia Luminosa São Gonçalo (Entrada) -  $31^{\circ}48'10,20''$  e  $52^{\circ}10'34,40''$  – e tem uma extensão aproximada de 8,5 milhas náuticas (pouco mais de 15 km) e se desenvolve através dos canais da Barra do São Gonçalo, da Foz do São Gonçalo, do Araçá, da Boca do Arroio, do Engenho e, por fim, do São Gonçalo até o Porto de Pelotas.

De acordo com a NPCP-RS (BRASIL, 2017a), a largura do canal é de 40 m e Calado Máximo Recomendado (CMR) é de 5,18 m e, nesta região, a navegação é realizada apenas para uma via de tráfego. Além disso, a navegação noturna é permitida no Canal do São Gonçalo para embarcações com calado máximo de 3,3 m. Ainda segundo o documento, a área de manobras do Porto de Pelotas tem 200 m de comprimento e corresponde a toda a extensão do cais, conforme Figura 46.

Figura 45: Mapa de localização do acesso hidroviário ao Porto de Pelotas.

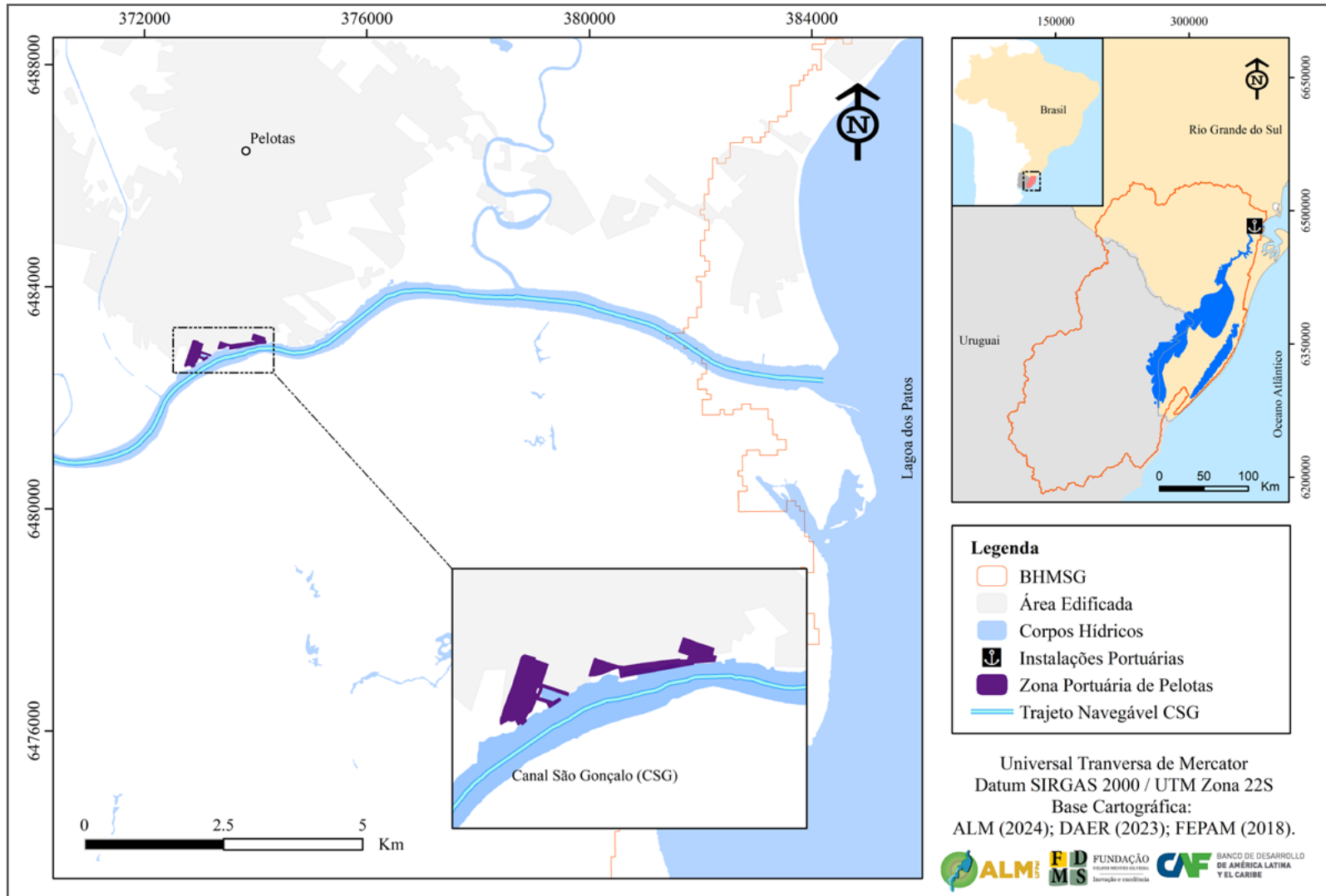


Figura 46: Área de manobras do Porto Organizado de Pelotas.



## 2.2.4 Licenciamento ambiental

O Porto Organizado de Pelotas mantém vigente uma Licença de Operação (LO) que se encontra no segundo ciclo de renovações. A LO N° 2756/2021, expedida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM e validada para um período de quatro anos (2021 a 2025), tem como objetivo “as atividades de gestão e operações portuárias realizadas no Porto Organizado de Pelotas/RS, localizado no município de Pelotas, bem como as operações de dragagem para a manutenção do calado nos cais de atracação e bacias de evolução” (PGA, 2023).

## 2.2.5 Intervenções em nível conceitual para repotencialização

Conforme Ministério da Infraestrutura (2020), uma recomendação para repotencialização do Porto de Pelotas, indicada por representante da Prática da Laguna dos Patos, é aprimorar o sistema de sinalização e balizamento instalado nos canais interiores

(acesso ao Porto de Pelotas e navegação interior), uma vez que a restrição para navegação noturna implica em aumentos nos custos operacionais.

## 2.2.6 Limitantes potenciais

Conforme destacado por PELT-RS (2017), o Porto de Pelotas está situado dentro da área urbana da cidade, sendo que o aumento da sua utilização certamente causará transtornos à circulação de veículos, implicando na necessidade de se projetar um novo acesso rodoviário que minimize este problema. Há um projeto (Figura 47), denominado “Novo Acesso Sul ao Porto de Pelotas”, descrito em CPMC (2014), que prevê a segregação do tráfego de caminhões em direção às instalações portuárias de Pelotas na maior parte do trecho, havendo intervenção de veículos de passeio apenas próximo à Rua Conde de Porto Alegre. Para isso foi projetada a construção de 1,2 km de rodovia entre o Km 60,7 da BR-392 e o cruzamento das ruas Gonçalves Chaves e Conde de Porto Alegre (Trecho 1), além da restauração e duplicação de 700 m da Rua Conde Porto Alegre até o Porto de Pelotas (Trecho 2).

Figura 47: Traçado do Novo Acesso Sul ao Porto de Pelotas (LabTrans/UFSC, 2019).



Em síntese, segundo Governo RS (2014), o projeto tem cerca de 2 km de extensão, ligando a Rodovia até o cais do Porto de Pelotas. A obra teve custo estimado, em 2014, da ordem de R\$60 milhões e previa a construção de uma elevada sobre o terreno alagado próximo à rodovia. Apesar do projeto ter sido entregue em 2014, até a elaboração deste relatório, nenhuma obra projetada foi realizada. Segundo Ministério da Infraestrutura (2020), apesar da conclusão do projeto executivo e aprovação pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), a execução - prevista para ser realizada pelo governo federal - não foi realizada devido à falta de recursos financeiros. Segundo PELT-RS (2014), uma vez iniciadas as obras que não demandam desapropriações, estima-se um prazo de 12 meses para a conclusão do novo acesso.

CMPC (2014) detalha que, com o intuito de transpor a linha férrea existente no local, bem como pequenos canais e a região de mangue, parte do Trecho 1 foi projetado para possuir traçado elevado com duas faixas em sentido duplo, enquanto que o restante do segmento, assim como no Trecho 2, foram projetados para contemplar a restauração e duplicação das vias existentes com remoção do atual pavimento e execução de uma estrutura de concreto sobre estacas revestida por uma camada de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Além disso, para ambos os trechos, foram projetadas sinalizações verticais e horizontal adequadas, limitando uma velocidade operacional máxima de 60 km/hora.

Cabe também destacar os gargalos das Obras de Arte do lote denominado Contorno de Pelotas, as quais foram identificados e mapeados a partir do limite norte deste lote, a partir do viaduto BR-116/ERS-737, a qual confere acesso ao município de Arroio do Padre/RS, apresenta vão livre de 5,5 m de altura e 14 m de largura. Com as mesmas dimensões de vão livre estão os viadutos Distrito Industrial e o viaduto Fernando Osório, com acesso à avenida de mesmo nome no município de Pelotas, conforme Figura 48.

Na direção sul do Contorno de Pelotas temos os acessos primários e secundários à cidade de Pelotas, começando pelo Viaduto 25 de Julho, o qual possibilita o acesso à avenida 25 de Julho, em direção ao bairro Três Vendas e na direção oeste ao bairro Sítio Floresta. Apresenta vão livre de 5,5 m de altura e 14 m de largura. Na sequência, a Ponte sobre a Barragem Santa Bárbara é a obra de arte que permite a travessia sobre o reservatório que abastece com água potável parte da cidade de Pelotas/RS, pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. A ponte apresenta comprimento de 55 m e uma largura de 8,2 m (Figura 49), em seção de estreitamento.

No trecho oeste-sul do contorno de Pelotas (Figura 50) chega-se ao viaduto Herbert Hadler, o qual confere acesso à avenida de mesmo nome. Este viaduto apresenta vão livre de 5,5 m de altura e 14 m de largura. Na sequência há o viaduto Cidade de Lisboa, com acesso à avenida de mesmo nome e com as mesmas dimensões de vão livre de 5,5 m de altura e 9 m de largura. Seguindo, há o viaduto de acesso a BR-392 (para Rio Grande/RS), BR-471 (para Santa Vitória do Palmar/RS) e a BR-116, sentido Pelotas/RS a Jaguarão/RS com vão livre de 5,5 m de altura e 14 m de largura.

No trecho sul-leste do contorno de Pelotas (Figura 51) chega-se ao viaduto de acesso à Avenida Duque de Caxias. O viaduto apresenta vão livre reduzido de 5,0 m de altura e 14 m de largura. Na sequência tem-se o viaduto sobre a linha férrea operada pela Rumo Logística, com largura de 9 m e comprimento de 80m. Já pela BR-116, em direção a cidade de Jaguarão/RS, no limite dos municípios de Pelotas e Capão do Leão/RS, temos a ponte sobre o Arroio Moreira, com largura de 12 m e comprimento de 90 m (Figura 52).

No último trecho do contorno de Pelotas (Figura 53), no seu limite sul, temos a ponte sobre o Arroio Santa Bárbara, a qual foi desviado de seu leito original e fixado em novo curso. A ponte apresenta um comprimento total de 121 m e 10 metros de largura em ambos os sentidos. Em seguida, tem-se o viaduto da Avenida Viscondessa da Graça com vão livre de 5 m e curvatura de saída da cidade de Pelotas. Já o acesso a cidade de Pelotas no sentido Porto Alegre-Rio Grande é realizado através de contorno situado a 600 m pós viaduto. Por fim, a última obra de arte rodoviária é a Ponte sobre o Canal São Gonçalo, com 1.023 metros de comprimento e largura de 11 m. Nesta ponte ocorre um estreitamento das faixas de duplicação da rodovia BR-392, operando em pista simples por cerca de 1.400 m. Já o gargalo hidroviário é a ponte levadiça ferroviária sobre o canal São Gonçalo, que apresenta um comprimento total de 284 m e vão levadiço de 44m de comprimento e em nível com vão livre de 3,5m aproximadamente (quando não içada).



Figura 48: Localização e acesso às obras de arte BR-116/ERS-737,

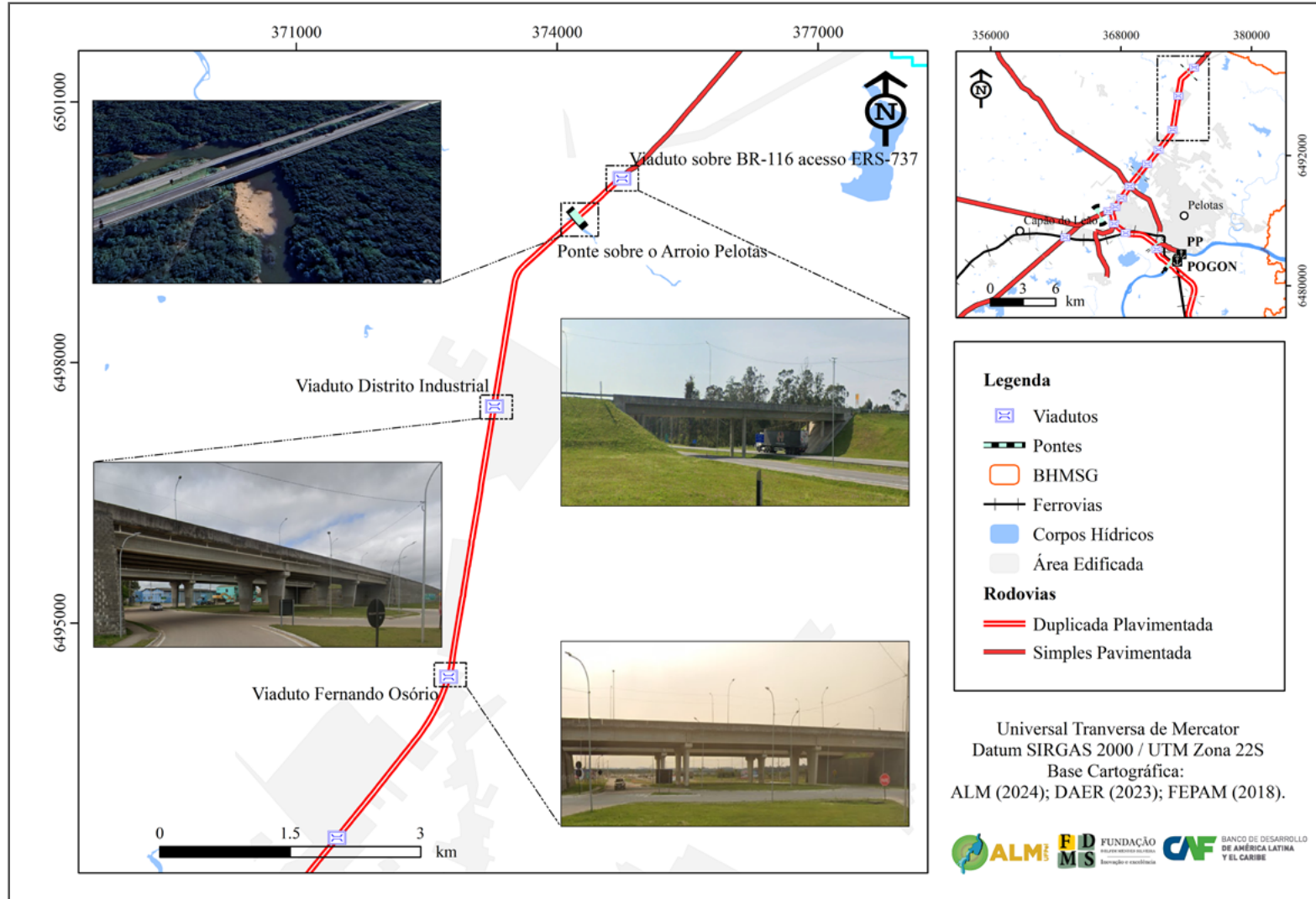
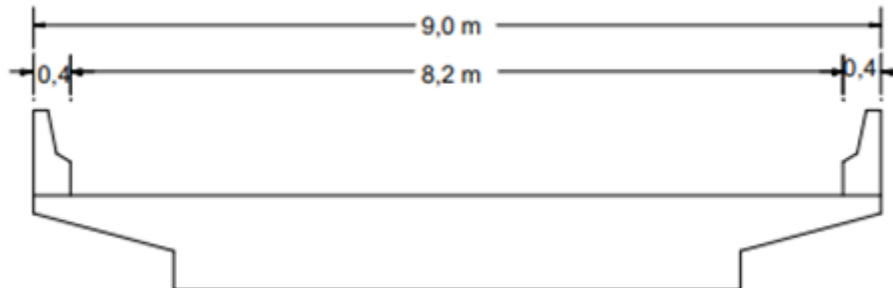


Figura 49: Representação esquemática em perfil sobre a Barragem Santa Bárbara.



Outro importante limitante, especialmente quanto aos custos de transporte, é a existência de pedágios inseridos na malha rodoviária. A Tabela 18 apresenta a relação de pedágios incluídos no programa de concessões federais e a Tabela 19 apresenta a relação daqueles incluídos no programa de concessões estaduais.

Polo	Rodovia	Trecho
Polo de Pelotas	BR-116	(Camaquã) - BR-392/471 (Pelotas)
	BR-116	BR-392 (Pelotas) - Jaguarão
	BR-293	BR-116 (Pelotas) - BR-153 (Bagé)
	BR-392	Santana da Boa Vista - BR-116 (Pelotas)
	BR-392	BR-116 (Pelotas) - (Rio Grande)

Tabela 18: Trechos de concessões federais (adaptado de PELT-RS, 2017).

Rodovia	Local da praça
ERS-115	Três Coroas
ERS-135	Coxilha
ERS-235	Gramado
ERS-239	Campo Bom
ERS-122	Portão
ERS-240	Portão
ERS-130/129	Encantado
RSC-453	Cruzeiro do Sul
ERS-287	Venâncio Aires - Candelária

Tabela 19: Trechos de concessões estaduais (PELT-RS, 2017).

Figura 50: Obras de arte do trecho oeste-sul do contorno de Pelotas.

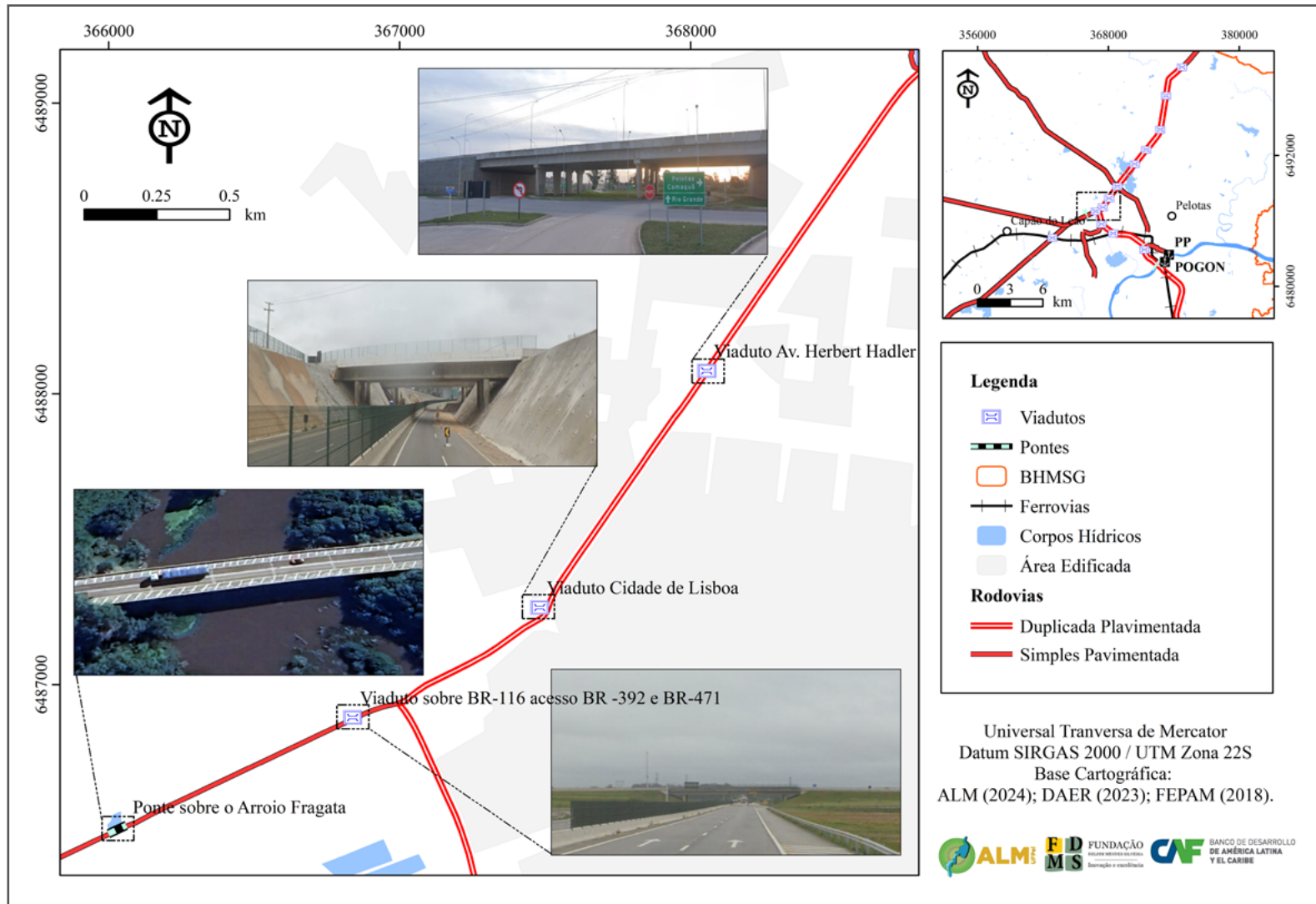


Figura 51: Obras de arte do trecho sul-leste do contorno de Pelotas.

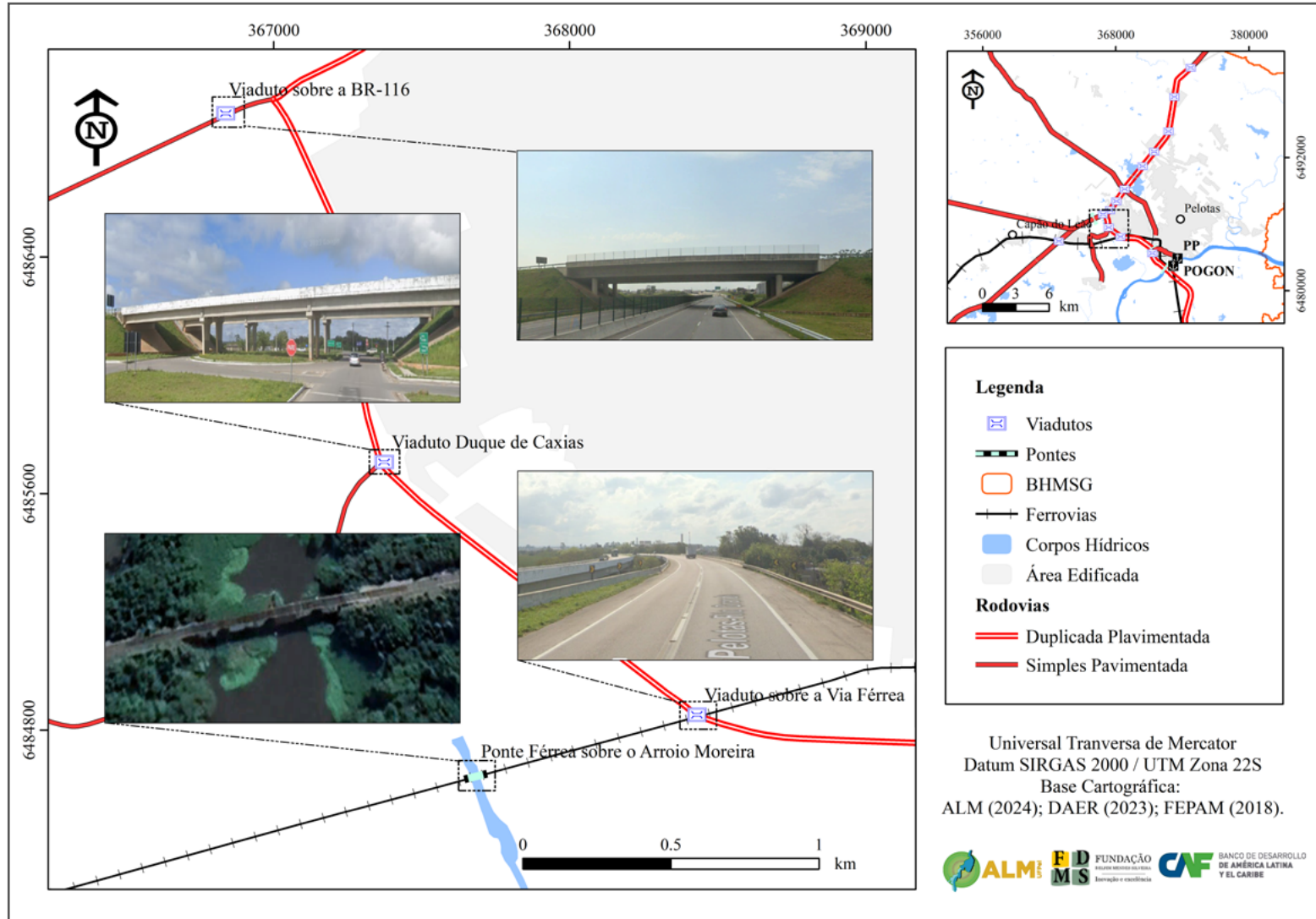


Figura 52: Obras de arte do trecho sudeste do contorno de Pelotas.

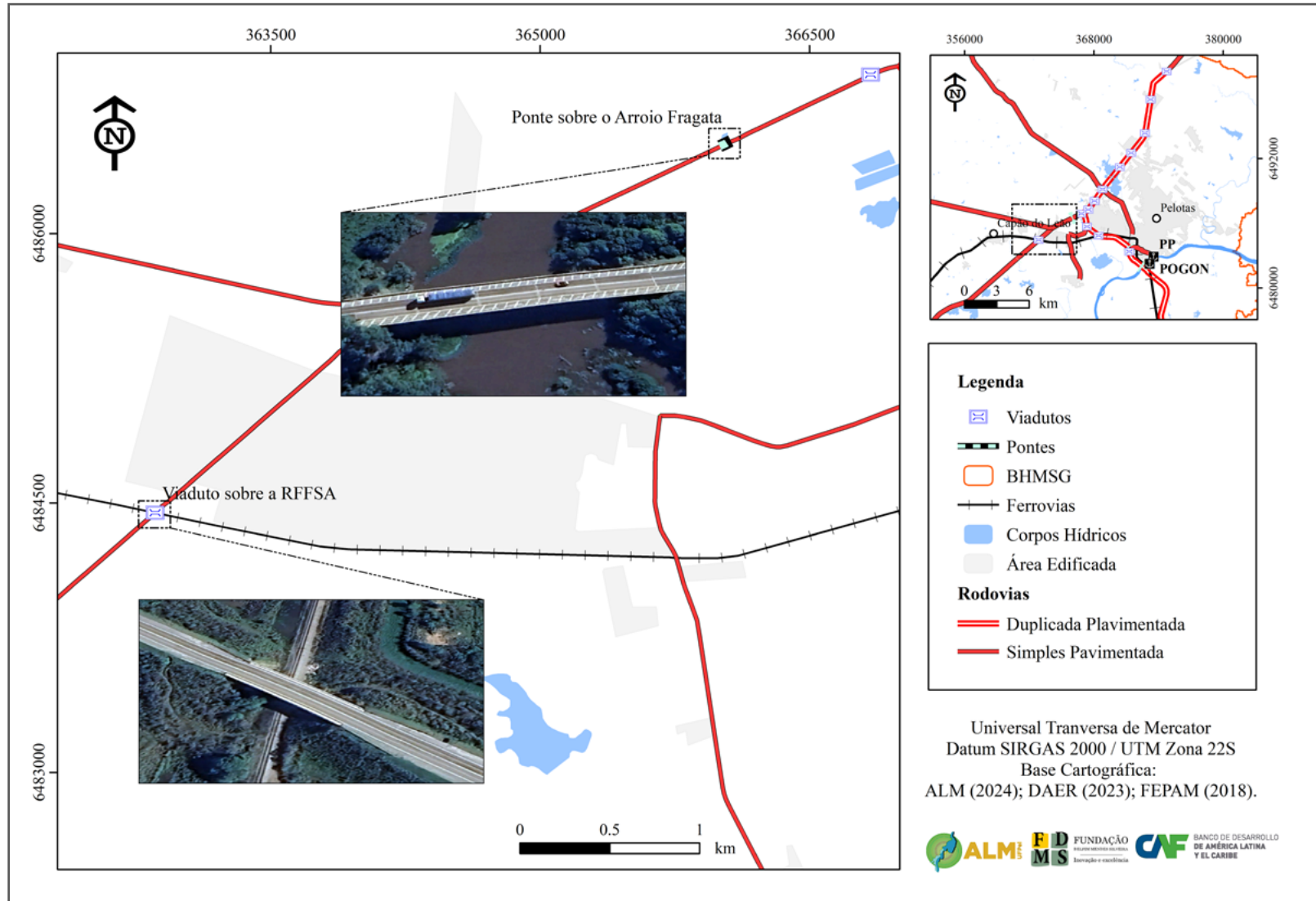
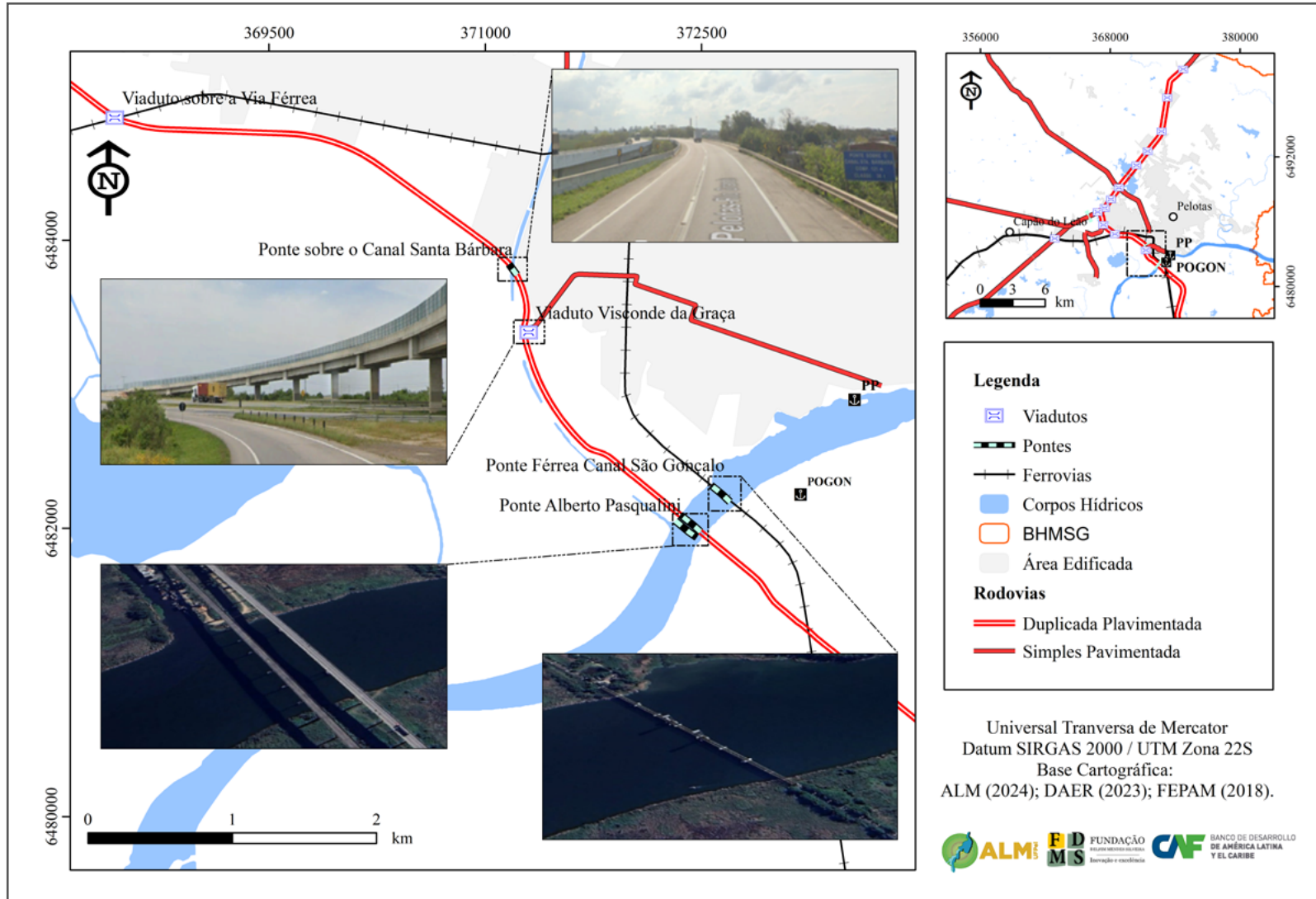


Figura 53: Obras de arte do trecho do contorno de Pelotas.



Capítulo 03

# CARACTERIZAÇÃO DOS PORTOS PREVISTOS





# 3 Caracterização dos Portos Previstos

## 3.1 POGON

### 3.1.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

O Terminal Portuário Multimodal São Gonçalo, ainda em fase de concepção, é um empreendimento sob o regime da iniciativa privada e está localizado na margem direita do Canal São Gonçalo, no município de Rio Grande. Ele conta com uma área de 130 hectares junto ao canal São Gonçalo, próxima a divisa dos municípios de Rio Grande e Pelotas. O projeto envolve 16 milhões de toneladas em logística, a partir do emprego dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário. O empreendimento, conforme projeto a ser entregue ao governo federal em abril de 2025, vai utilizar energia fotovoltaica e o aproveitamento de água da chuva, como diferenciais ambientais (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA, 2021).

Com licenças ambientais em andamento, o Terminal Multimodal, segundo Fabrício Tavares, assessor Jurídico da Pogon - empresa idealizadora do empreendimento -, pretende contribuir para defasagem de armazenagem de 43 milhões de toneladas de grãos junto ao Porto de Rio Grande. Além disso, o assessor fez referência a hidrovía Uruguai/Brasil, através das Lagoas dos Patos e Mirim, que poderá trazer um forte acréscimo de carga para a região.

Sendo assim, para o mapeamento da infraestrutura do Porto POGON, foi implantada uma infra-



Figura 54.a - Monumentação e rastreamento do marco geodésico do Porto POGON.

Figura 54.b- Monumentação e rastreamento do marco geodésico do Porto POGON.



estrutura geodésica (Figura 54) capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de documentação das redes geodésicas do IBGE em área que comporta o resguardo da estrutura e a monografia com os resultados posicionais constam na Figura 55.

Para o levantamento topográfico e reconhecimento da área do POGON, foi elaborado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 159 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

No ortomosaico (Figura 56), é possível observar a BR-392, a qual limita o terreno do empreendimento a oeste, mais a centro-oeste a ferrovia a qual poderá ser utilizada na composição dos modais de transporte e a área de 130 mil metros quadrados a qual alocará a estrutura do porto.

O levantamento topográfico (Figura 57) da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência do Canal São Gonçalo no momento do levantamento foi de 1,040 metros. A altitude ortométrica do terreno no nível Porto é de aproximadamente 1,60 metros até 1,95 metros, na área prevista para estocagem. Apesar de ser uma região extensamente plana e de baixas altitudes, a localização escolhida apresenta um patamar de aproximadamente 0,8 metros em relação ao nível de referência médio do Canal São Gonçalo, conferindo uma vantagem topográfica em relação às áreas adjacentes, mas com períodos de inundação do terreno.

Figura 55: Monografia do Marco Geodésico do Porto POGON.

## Relatório de Estação Geodésica

<b>Estação:</b>	M0002	<b>Nome da Estação:</b>	M0002	<b>Tipo:</b>	GNSS
<b>Município:</b>	Pelotas	<b>Inscrição na Chapa:</b>	ALM-002	<b>UF:</b>	RS
<b>Última Visita:</b>	18/06/2021	<b>Situação do Marco Principal:</b>	Bom	<b>Última Atualização:</b>	09/02/2023
<b>Conexões:</b>				<b>Inscrição chapa:</b>	

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
Latitude	-31°46'56,2602"	Altitude Normal (m)	3,28
Longitude	-52°19'27,3179"	Fonte	hgeoHNOR
Altitude Geométrica (m)	12,35	Sigma da Altitude (m)	0,09
Fonte	GNSS Geodésico	Datum	Imbituba
Origem	PPP-IBGE	Data da Medição	18/06/2021
Datum	SIRGAS2000	Data de Cálculo	09/02/2023
Data de Medição	18/06/2021	Fator de conversão (m)	9,07
Data de Cálculo	09/02/2023		
Sigma Latitude (m)	0,003		
Sigma Longitude (m)	0,007		
Sigma Altitude Geométrica (m)	0,014		
UTM (N)	6482931,664		
UTM (E)	374617,384		
MC	-51		

**Localização:**

Posicionado na UFPEL-Campus Anglo, na margem esquerda do Canal São Gonçalo, município de Pelotas, RS.

**Descrição:**

Marco de concreto de forma piramidal padrão RN-IBGE, medindo em sua base (L) 50cm, (C) 50cm, (A) 20cm e no seu topo (L) 18cm, (C) 18cm, (A) 20cm, onde em seu topo encontra-se uma placa geodésica.

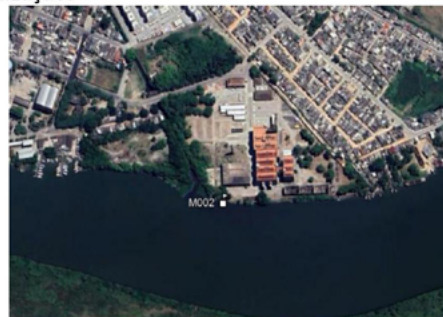
**Observação:**

O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.

**Foto:**



**Localização:**



Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim / Equipe Técnica:  
 Gilberto Loguercio Collares (Engenheiro Agrícola); Alexandre Felipe Bruch (Geógrafo); Angélica Cirolini (Geógrafa); George Marino Gonçalves (Engenheiro Hídrico); Guilherme Kruger Bartels (Engenheiro Agrônomo); Reginaldo Galski Bonczynski (Tecnólogo em Geoprocessamento).

Figura 56: Ortomosaico do POGON.

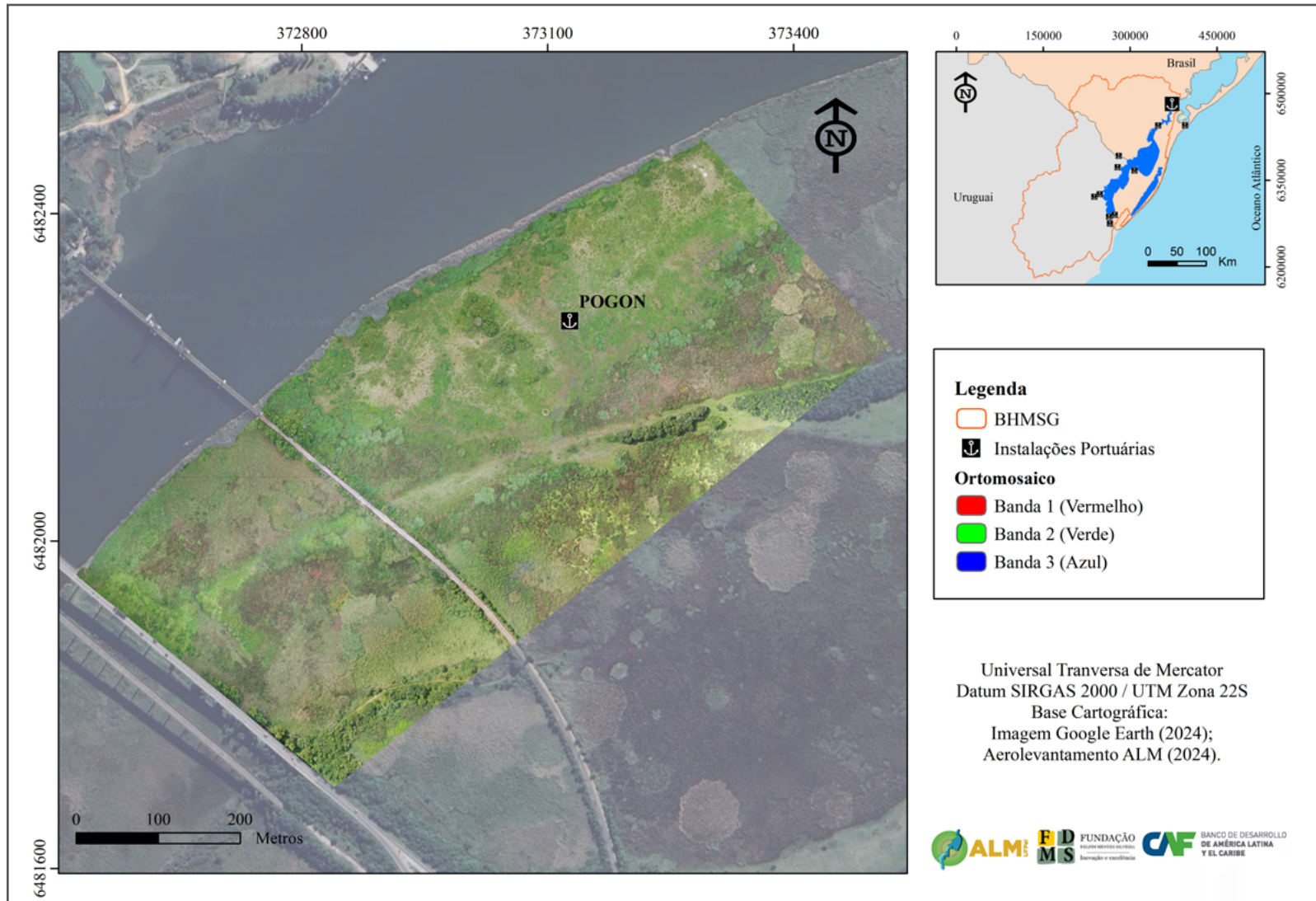
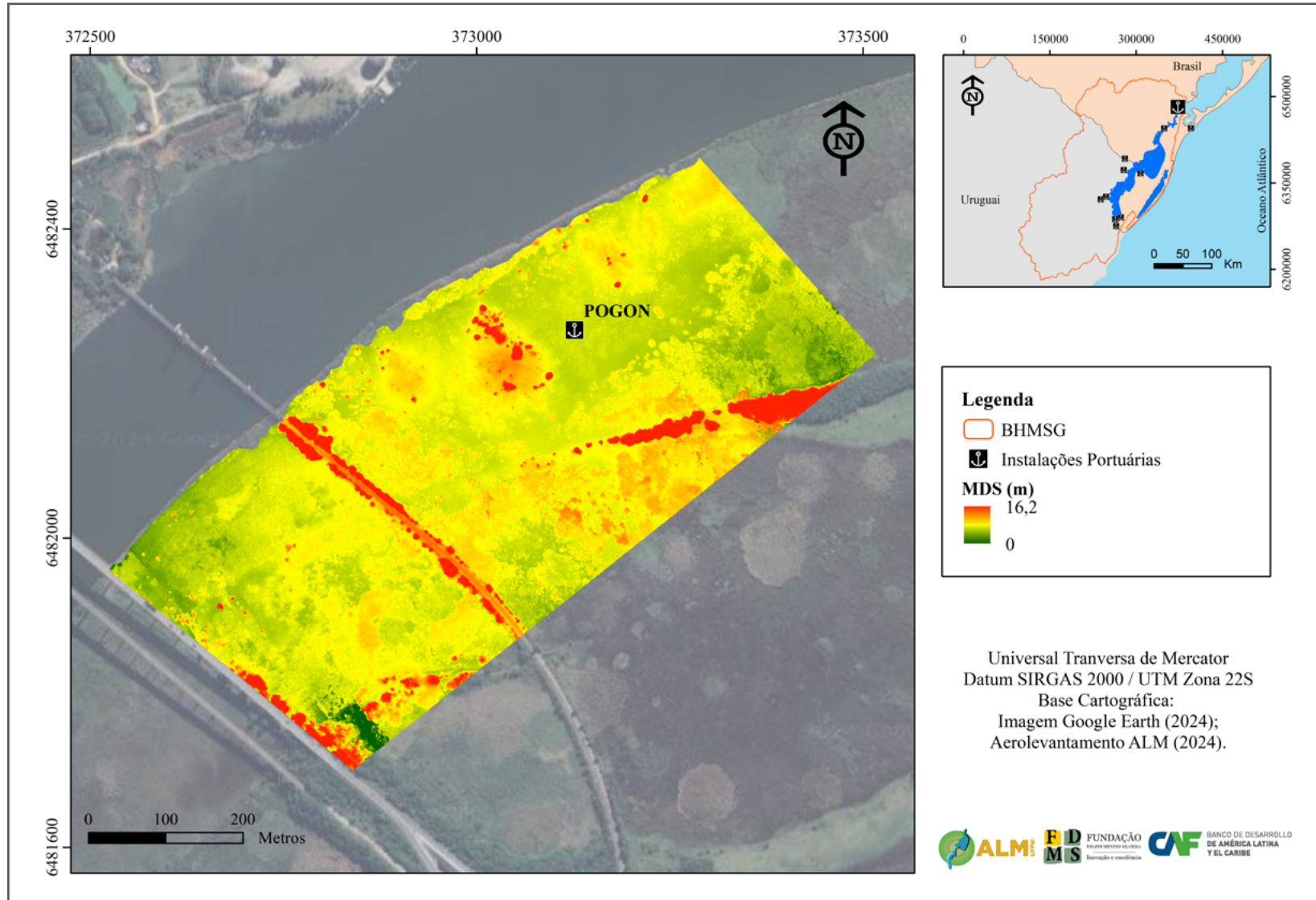


Figura 57: MDS do Porto POGON.



Corroborando para a geração de informações destinadas à elaboração de projetos do Porto Pogon, foram produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1 metro e a maior altitude no limite hipsométrico de 3 metros (Figura 58). A curva de nível de 3 metros representa o nível da via férrea a qual consta em nível, assim como a ponte da ALL Logística sobre o Canal São Gonçalo. Essa é a altitude de segurança é significativamente superior as cotas em eventos de alagamento e inundação do Canal São Gonçalo nessa região.

Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto POGON apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Pier 1 e 2 (referente ao píer de acostagem a montante e jusante da ferrovia); Sede, que inclui o pátio de armazenagem; Vias, com o acesso rodoviário pela BR-392; Ferrovia da linha da ALL Logística e Canal São Gonçalo (Figura 59). A área do lote do POGON é superior ao terminal delimitado (Sede), sendo que foi apenas apresentada a área com maior suporte geotécnico e de logística para cargas advindas do modal rodoviário e ferroviário.

Figura 58: Mapa de curvas de nível do Porto do POGON.

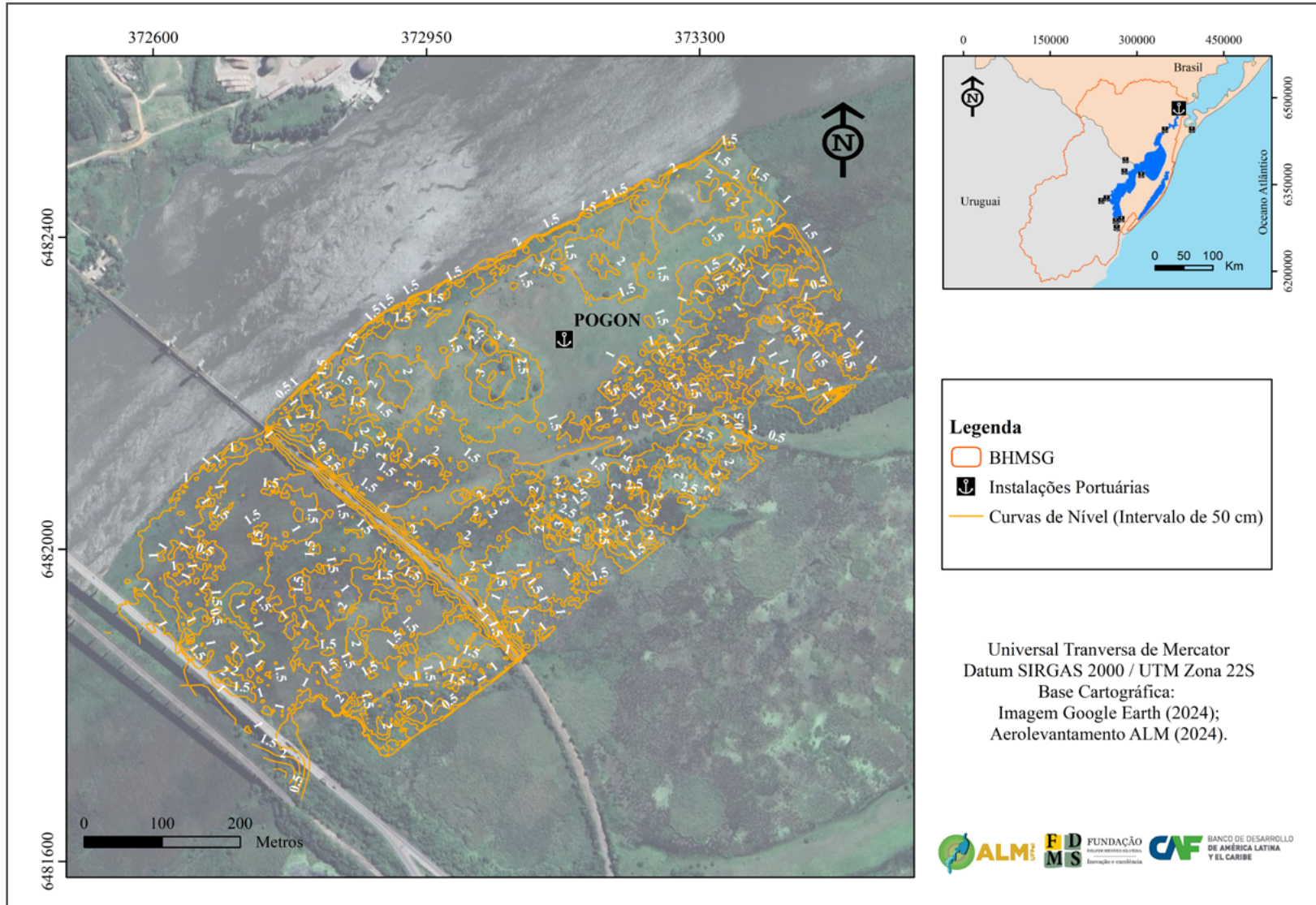
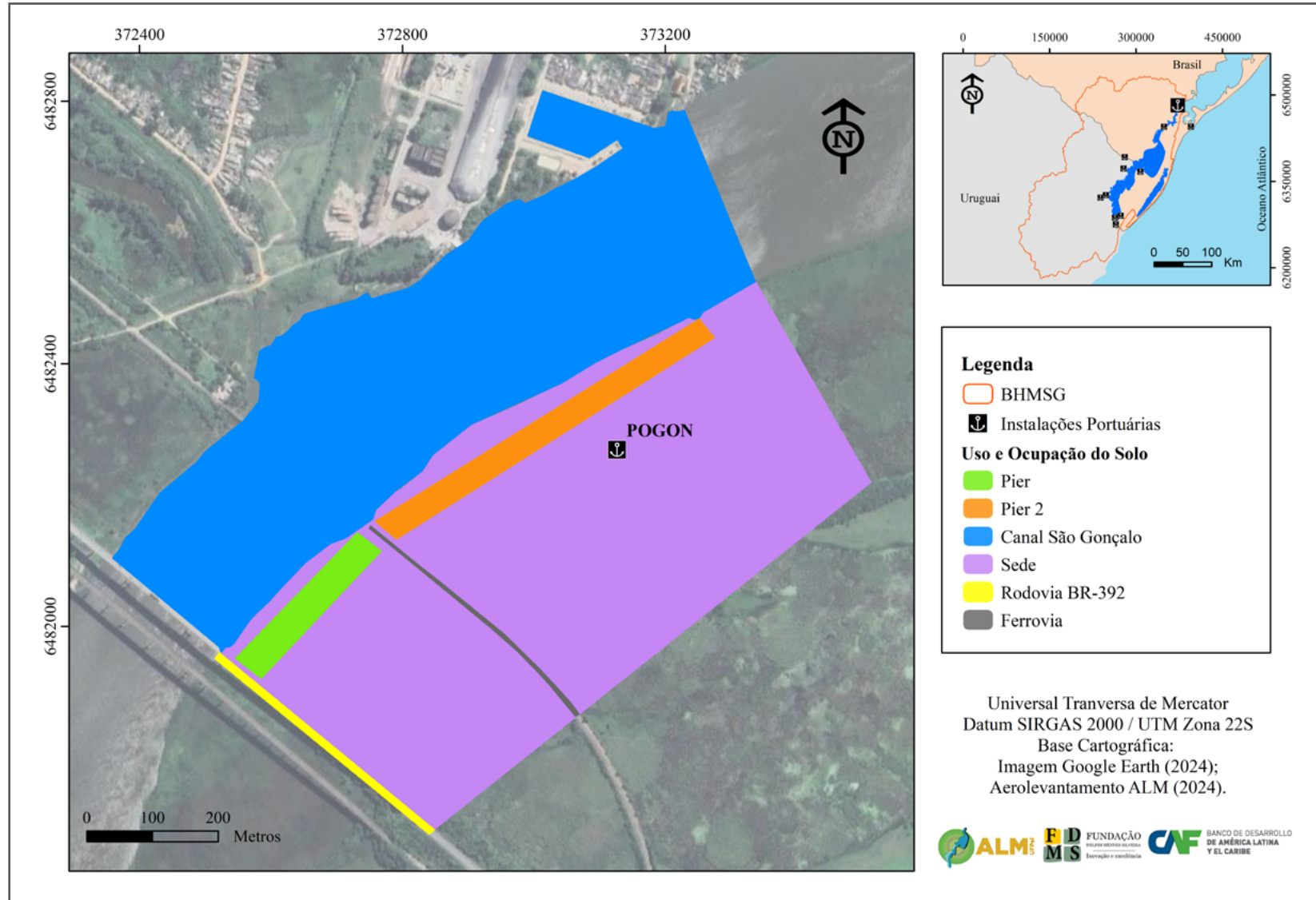


Figura 59: Mapa de uso e ocupação do Porto POGON.





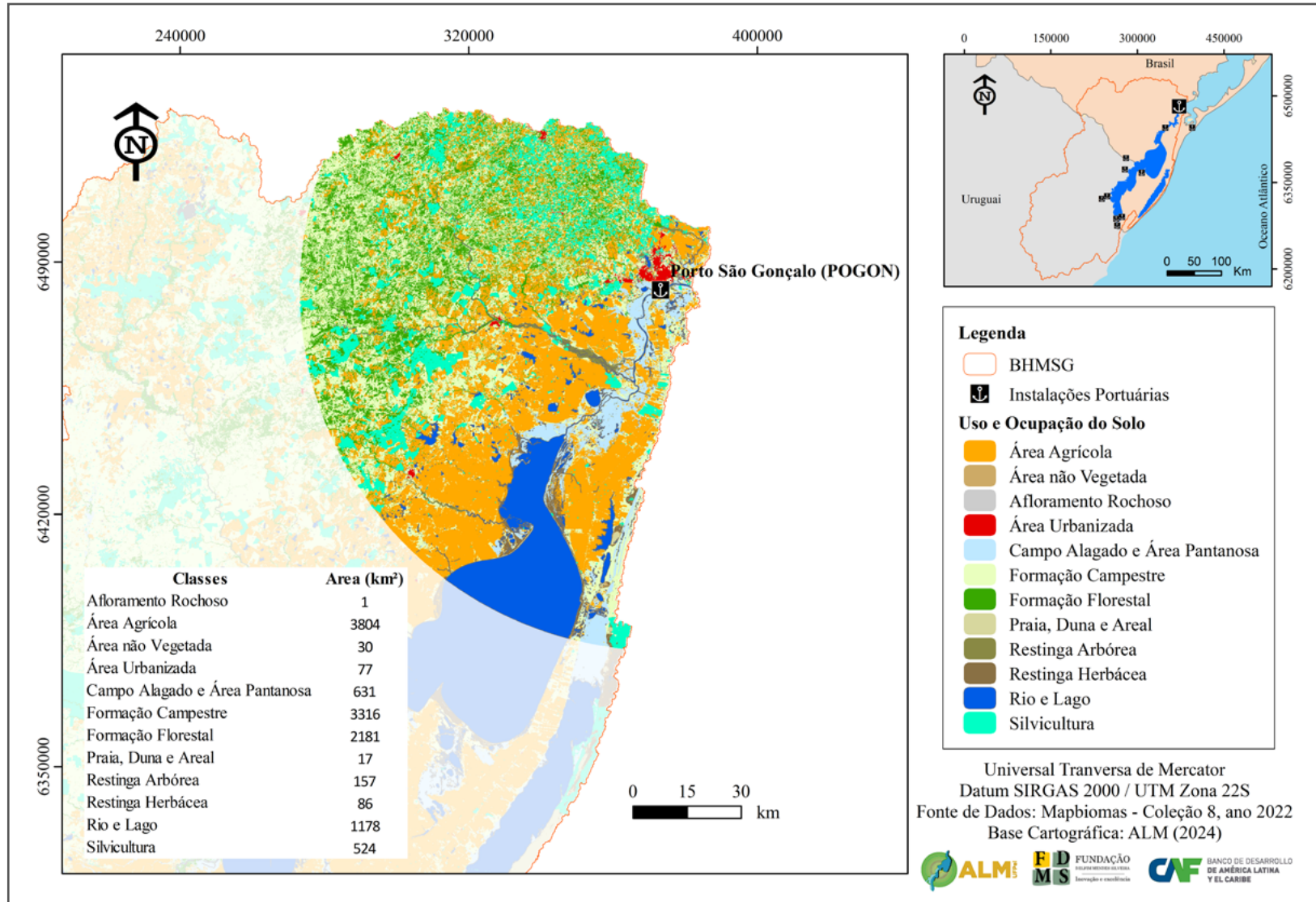
### 3.1.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

Considerando a tipologia do uso da terra, a vocação agrícola da região e a posição estratégica de localização do porto Pogon, principalmente pela proposta multimodal, foi definido um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Pogon. Cabe destacar que o Pogon está localizado próximo a diversos troncos rodoviários como BR-116, BR-392, BR-471 e BR-293, além de estar as margens de um dos mais importantes ramais ferroviários do RS.

Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Pinheiro Machado a oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a cidade de Arroio Grande ao sul e abrange até a cidade de Cristal ao norte. Dentro desse raio de busca de influência indireta, 31,7% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz na região da planície costeira do RS, e na encosta do Escudo Sul-Riograndense predominam as culturas da soja e do fumo nas partes mais altas. Já nos últimos anos, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja em áreas planas, utilizando-se as terras antes exclusivas da cultura do arroz.

A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 27,6% da área, refletindo a tradição pecuária da região, principalmente a bovina. Além disso, 4,4% da área é destinada à silvicultura, com a produção de madeira voltada principalmente para a indústria de papel a partir da celulose do eucalipto. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano (Figura 60 e Tabela 20).

Figura 60: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto POGON.



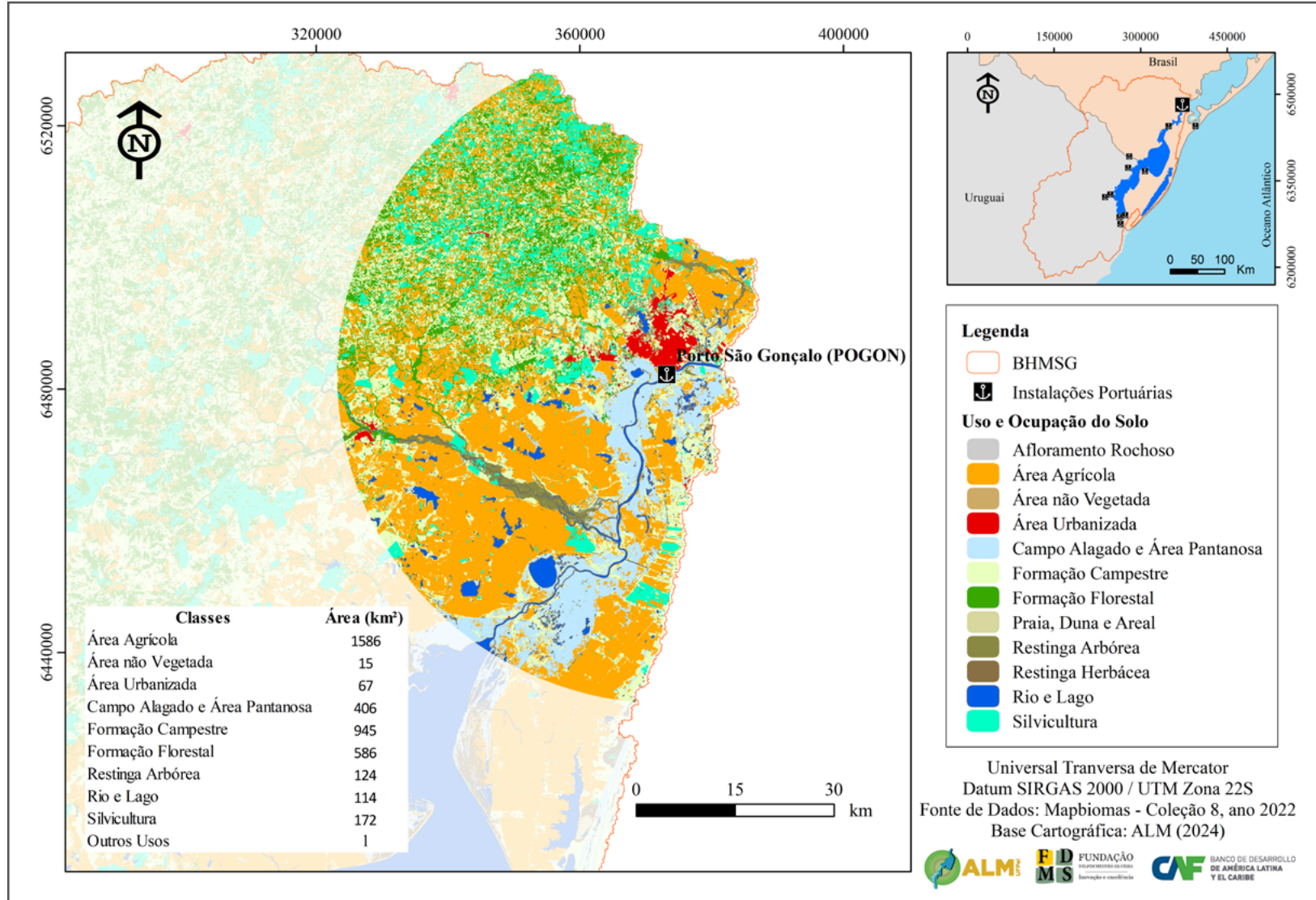
Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	1,164723342	0,010
Área Agrícola	3804,495959	31,7
Área não Vegetada	29,68841684	0,2
Área Urbanizada	77,36936592	0,6
Campo Alagado e Área Pantanosa	631,1506518	5,3
Formação Campestre	3316,073078	27,6
Formação Florestal	2181,232453	18,2
Praia, Duna e Areal	17,46515101	0,1
Restinga Arbórea	156,8397808	1,3
Restinga Herbácea	85,64032798	0,7
Rio e Lago	1178,382143	9,8
Silvicultura	523,7694601	4,4
<b>Total</b>	<b>12003,3</b>	<b>100</b>

Tabela 20: Uso e ocupação para o Porto POGON – Influência indireta.

Adicionalmente, a região conta com diversos polígonos dedicados à silvicultura (4,3% da área), com destaque para o cultivo do eucalipto voltado à produção de celulose. O restante do território, similarmente à área de influência indireta, é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 61 e Tabela 21).

Visto a posição e localização estratégica do Porto Pogon, o mesmo possui uma versatilidade de aporte de cargas e o seu transporte, pois se localiza numa região do Canal São Gonçalo compatível com as operações portuárias do Porto Organizado de Pelotas, aproveitando o trecho de hidrovias existente. Além disso, apresenta ampla área do Lote de implantação, permitindo inclusive a sua expansão (Figura 62).

Figura 61: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto POGON.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	2666,7	46,4
Área não Vegetada	25,3	0,4
Área Urbanizada	6,9	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1063,0	18,5
Formação Campestre	614,5	10,7
Formação Florestal	91,1	1,6
Praia, Duna e Areal	51,5	0,9
Restinga Arbórea	6,0	0,1
Restinga Herbácea	9,2	0,2
Rio e Lago	1210,4	21,1
Silvicultura	5,0	0,1
<b>Total</b>	<b>5749,6</b>	<b>100</b>

Tabela 21: Uso e ocupação para o Porto POGON - Influência direta.

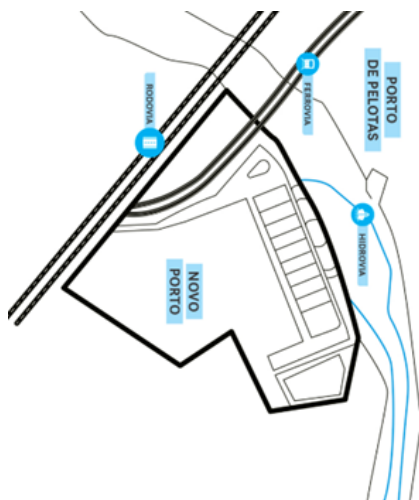


Figura 62: Lote de implantação do Porto POGON.

O modelo conceitual proposto pelo POGON (Figura 63) abrange uma diversidade de cargas, desde madeira em toras, cavaco, granéis sólidos e líquidos, contêineres, entre outros, sendo uma das propostas da hidrovia Uruguai-Brasil com a maior diversidade de cargas possíveis.

Além disso, o porto está sendo projetado para o transbordo de cargas entre embarcações de diversas capacidades, fomentando também o transporte marítimo de cargas oriundas da hidrovia Uruguai-Brasil (Figuras 64 e 65). Além disso, o POGON já propôs o modelo conceitual da estação de transbordo de barcaças (Figura 66).

Figura 63: Modelo conceitual do Porto POGON (DTA, 2023).



Figura 64: Modelo conceitual de estação de transbordo fluvial-marítimo (DTA, 2023).



Figura 65: Proposta de estrutura com cobertura para o Porto POGON (DTA, 2023).

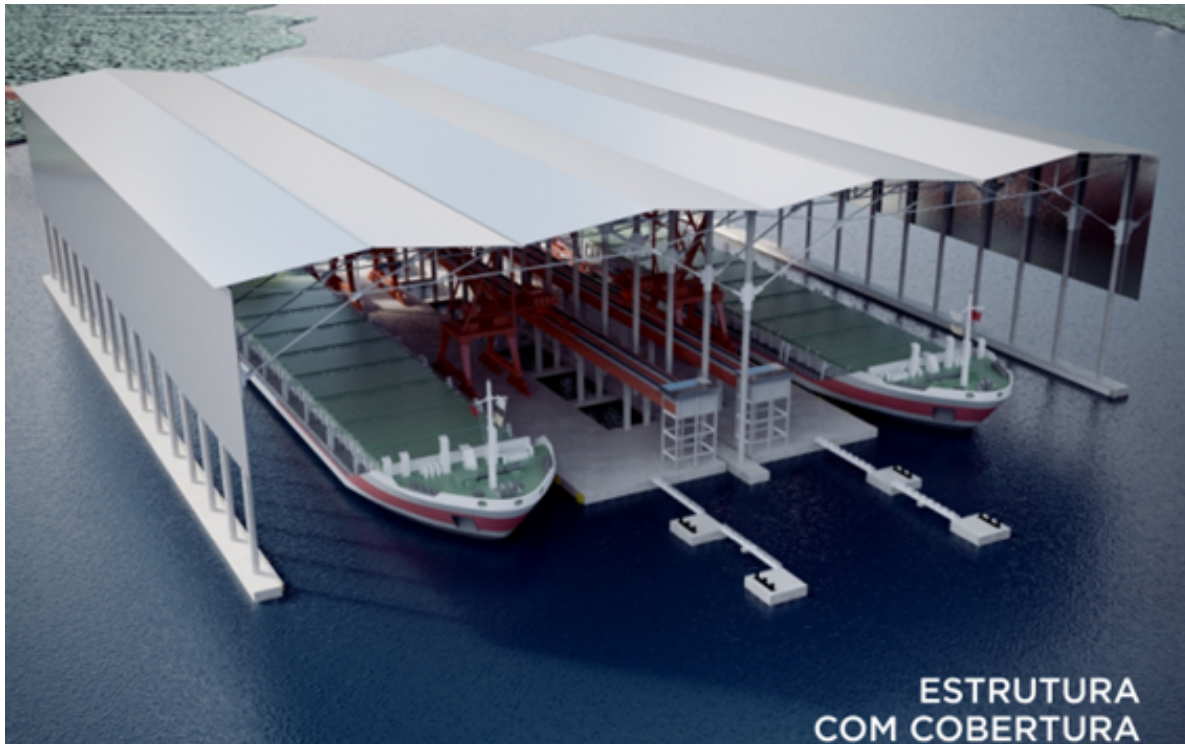
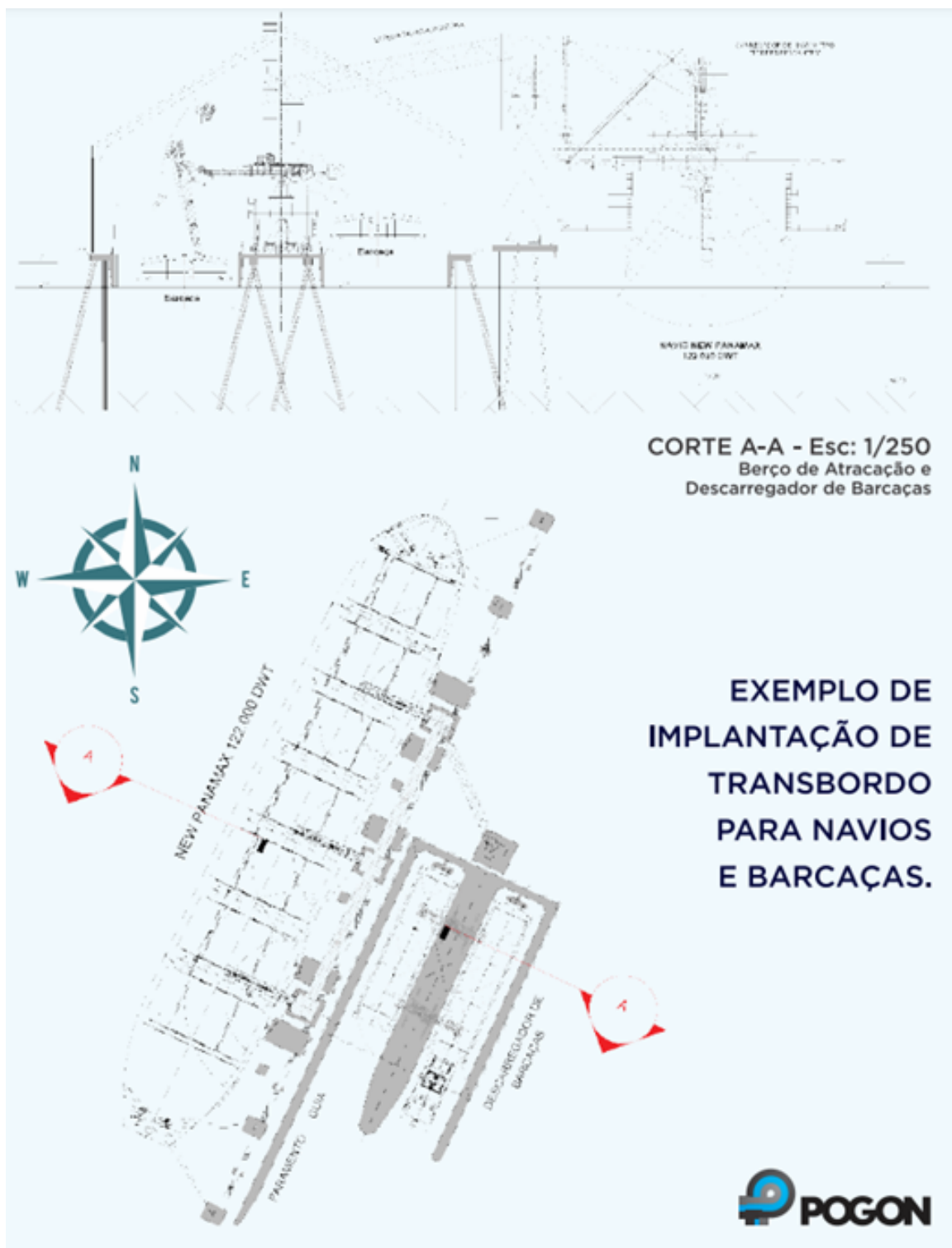


Figura 66: Modelo conceitual de estação de transbordo de barcaças.





### 3.1.3 Acessos terrestres

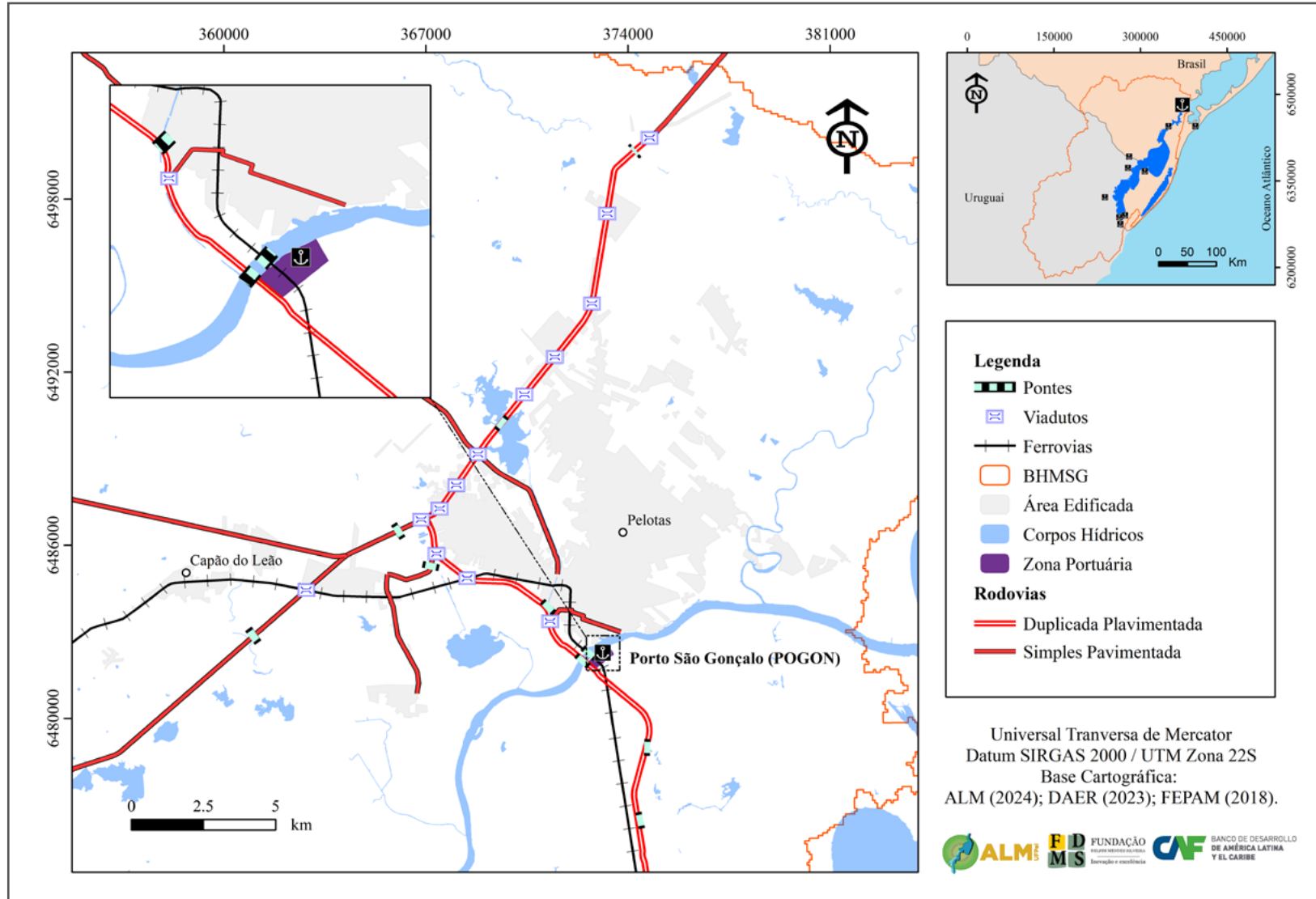
O acesso rodoviário (Figura 67) ao porto Pogon, ocorre pela BR-392, próximo a ponto sobre o Canal São Gonçalo (Ponte Alberto Pasqualini). Através da BR-392, o Porto Pogon interliga-se ao restante da malha rodoviária, tendo acesso às fronteiras da Argentina (Uruguaiana e São Borja) e Uruguai (principalmente Jaguarão e Chuí). Seu acesso principal é pela BR-392 nas proximidades do quilômetro 58, do sentido Pelotas-Rio Grande. Entra-se à direita em estrada secundária não-pavimentada por cerca de 1,2 km e chega-se ao lote do porto, às margens do Canal São Gonçalo.

### 3.1.4 Requisitos técnicos e ambientais para implementação

A instalação de um terminal portuário POGON terá como objetivo principal o transporte de grãos, madeira, containers, entre outros. A atual fase do empreendimento compreende a elaboração do licenciamento ambiental e estudos de viabilidade técnica, com os projetos de diagnóstico do patrimônio arqueológico, comunicação social e audiências públicas, identificação de comunidades afetadas, diagnóstico socioeconômico, uso e ocupação do solo, avaliação de impactos de ruído e vibração, faixa de domínio, Ecologia de Paisagem, Fauna Terrestre, Fauna Aquática, Plâncton, entre outros.

Sendo assim, a proposta do Pogon já contempla todas as fases de implementação de empreendimento portuário prevista na legislação brasileira, sendo várias destas etapas já em execução. Além disso, segue a instrução do termo de referência do IBAMA, com o objetivo informar aos grupos sociais das populações afetadas, as prefeituras, outros órgãos públicos e entidades civis locais e regionais, quanto às informações básicas sobre o empreendimento, o procedimento de licenciamento ambiental com destaque para as ações em curso nesta fase, a presença de equipes na região e canais de comunicação com o empreendedor.

Figura 67: Localização e acesso ao Porto POGON.



### 3.1.5 Limitantes potenciais

Cabe destacar que é uma área bem assistida de acesso rodoviário, ferroviário e aquaviário, apenas carece do estabelecimento de estrada de acesso compatível com as dinâmicas de veículos de carga para a operação. Também deve salientar que o porto necessitará da construção de obras de arte e rotatórias que garantam a segurança viária, principalmente nos acessos no sentido Rio Grande-Pelotas.

Além disso, a área de localização do Pogon é sensível ambientalmente, com amplos banhados onde ocorrem inundações frequentes, sendo uma zona de amortecimento no extravasamento do Canal São Gonçalo. Portanto, merece atenção nas etapas de licenciamento ambiental e no acompanhamento permanente das operações portuárias.

## 3.2 Porto de Santa Isabel

### 3.2.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

De acordo com o Ministério do Interior (1989), o terminal privativo de Santa Isabel do Sul, localizado na extremidade sul do Canal de São Gonçalo, próximo à Lagoa Mirim, situa-se na margem esquerda e destinava-se ao carregamento de calcário, que tinha como destino a fábrica de cimento de Morretes, próximo ao rio Cai. O carregamento das embarcações era realizado por meio de uma correia transportadora, com uma capacidade de 200 toneladas por hora, alimentada por uma moega com o auxílio de uma pá carregadeira. À medida que os porões eram carregados, a embarcação deslocava-se. O calado permissível durante o período de operação era de 2,5 metros. Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de Santa Isabel foi implantada uma infraestrutura geodésica (Figura 68) capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação das redes geodésicas do IBGE (Figura 69).

Na sequência, foi elaborado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 298 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante

destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba. No ortomosaico (Figura 70), é possível observar a infraestrutura do Porto de Santa Isabel do Sul/RS, o qual foi construído na forma de píer T, às margens do Canal São Gonçalo. A área total do empreendimento é de 12.546 metros quadrados, aproximadamente.

A instalação de acostagem consiste de um píer em concreto e dois dolphins afastados 15 metros (Figura 71). A ponte, com 24 metros de comprimento e sem inclinação, garante o acesso a uma plataforma de serviço junto a um dos dolphins por veículos de carga. Sua concepção foi baseada no leito da lagoa e levou em consideração as variações de nível que a mesma apresenta ao longo do ano. Portanto, a plataforma e o píer foram construídos a uma altitude de 3,7 metros acima do NMM, enquanto as guarnições laterais foram erguidas a uma altitude de 4 metros acima do NMM.



Figura 68.a - Monumentação e rastreo do marco geodésico em Santa Isabel.



Figura 68.b - Monumentação e rastreo do marco geodésico em Santa Isabel.

Figura 69: Monografia do Marco Geodésico de Santa Isabel.

## Relatório de Estação Geodésica

<i>Estação:</i>	M008	<i>Nome da Estação:</i>	M008	<i>Tipo:</i>	GNSS
<i>Município:</i>	Arroio Grande	<i>Inscrição na Chapa:</i>	ALM-008	<i>UF:</i>	RS
<i>Última Visita:</i>	12/07/2021	<i>Situação do Marco Principal:</i>	Bom	<i>Última Atualização:</i>	01/04/2022
<i>Conexões:</i>	IBGE-	<i>Inscrição chapa:</i>			

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
<i>Latitude</i>	-32°07'06,7107"	<i>Altitude Normal (m)</i>	5,90
<i>Longitude</i>	-52°35'35,9332"	<i>Fonte</i>	hgeoHNOR
<i>Altitude Geométrica (m)</i>	15,48	<i>Sigma da Altitude (m)</i>	0,09
<i>Fonte</i>	GNSS Geodésico	<i>Datum</i>	Imbituba
<i>Origem</i>	PPP-IBGE	<i>Data da Medição</i>	14/04/2021
<i>Datum</i>	SIRGAS2000	<i>Data de Cálculo</i>	01/04/2022
<i>Data de Medição</i>	14/07/2021	<i>Fator de conversão (m)</i>	9,58
<i>Data de Cálculo</i>	01/04/2022	<i>Altitude Ortométrica (m)</i>	5,812
<i>Sigma Latitude (m)</i>	0,001		
<i>Sigma Longitude (m)</i>	0,002		
<i>Sigma Altitude Geométrica (m)</i>	0,005		
<i>UTM (N)</i>	6445314,585		
<i>UTM (E)</i>	349688,349		
<i>MC</i>	-51		

**Localização:**

Posicionado nas dependências da Estação de Monitoramento de Santa Isabel do Sul, na margem esquerda do Canal São Gonçalo, município de Arroio Grande, RS.

**Descrição:**

Marco de concreto padrão MCF-IBGE, medindo em sua base (L) 100cm, (C) 130cm, (A) 20cm e no seu topo pilar cilíndrico com diâmetro (D) de 27cm e (A) de 135cm; possui em seu topo um dispositivo de centragem forçada/pino metálico; possui em sua face cilíndrica uma chapa metálica padrão placa geodésica. Nivelamento geométrico na Placa Geodésica na base do Marco com altitude de 4,5825 metros.

**Observação:**

O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.



Figura 70: Ortomosaico do Porto de Santa Isabel e adjacências.



Figura 71: Antiga infraestrutura do Porto de Santa Isabel.



O levantamento topográfico da área revelou que, em condições de calmaria, a altitude de referência da Lagoa Mirim no momento do levantamento foi de 1,510 metros. A rampa de acesso ao nível do Porto possui uma altitude de 3,50 metros na plataforma e 3,41 metros na correia transportadora. No píer de atracação, as altitudes variam de 3,66 metros até 3,72 metros, devido às variações topográficas próximas à escada de embarque/desembarque (Figura 72).

Corroborando para a geração de informações destinadas à elaboração de projetos de revitalização do Porto de Santa Isabel do Sul/RS, foram produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 0,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 4,5 metros (Figura 73). A mesma altitude e curva de nível representam a estrada de acesso à Vila de Santa Isabel do Sul (RS-473) a partir da interseção com a rua Duque de Caxias.

Figura 72: MDS do Porto de Santa Isabel e adjacências.

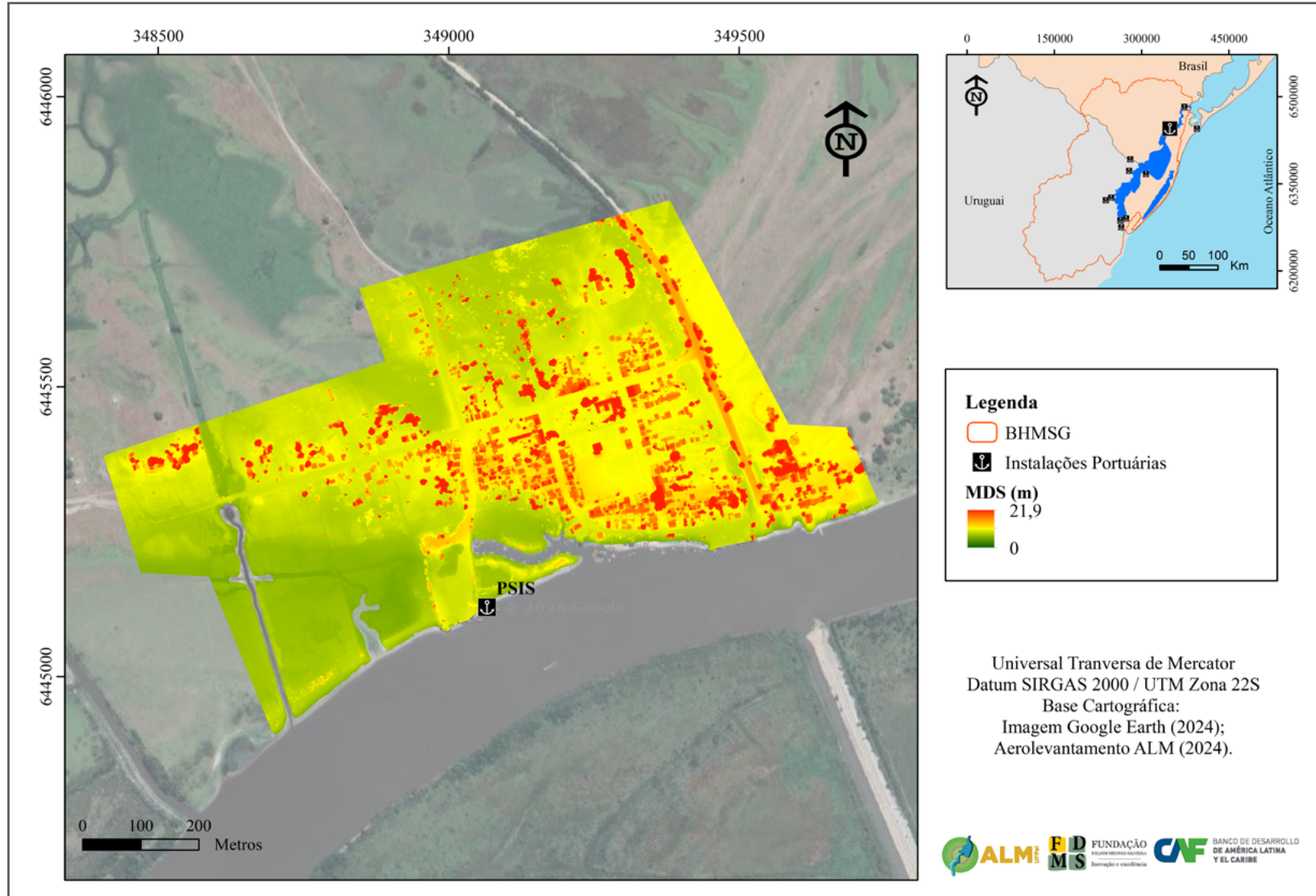
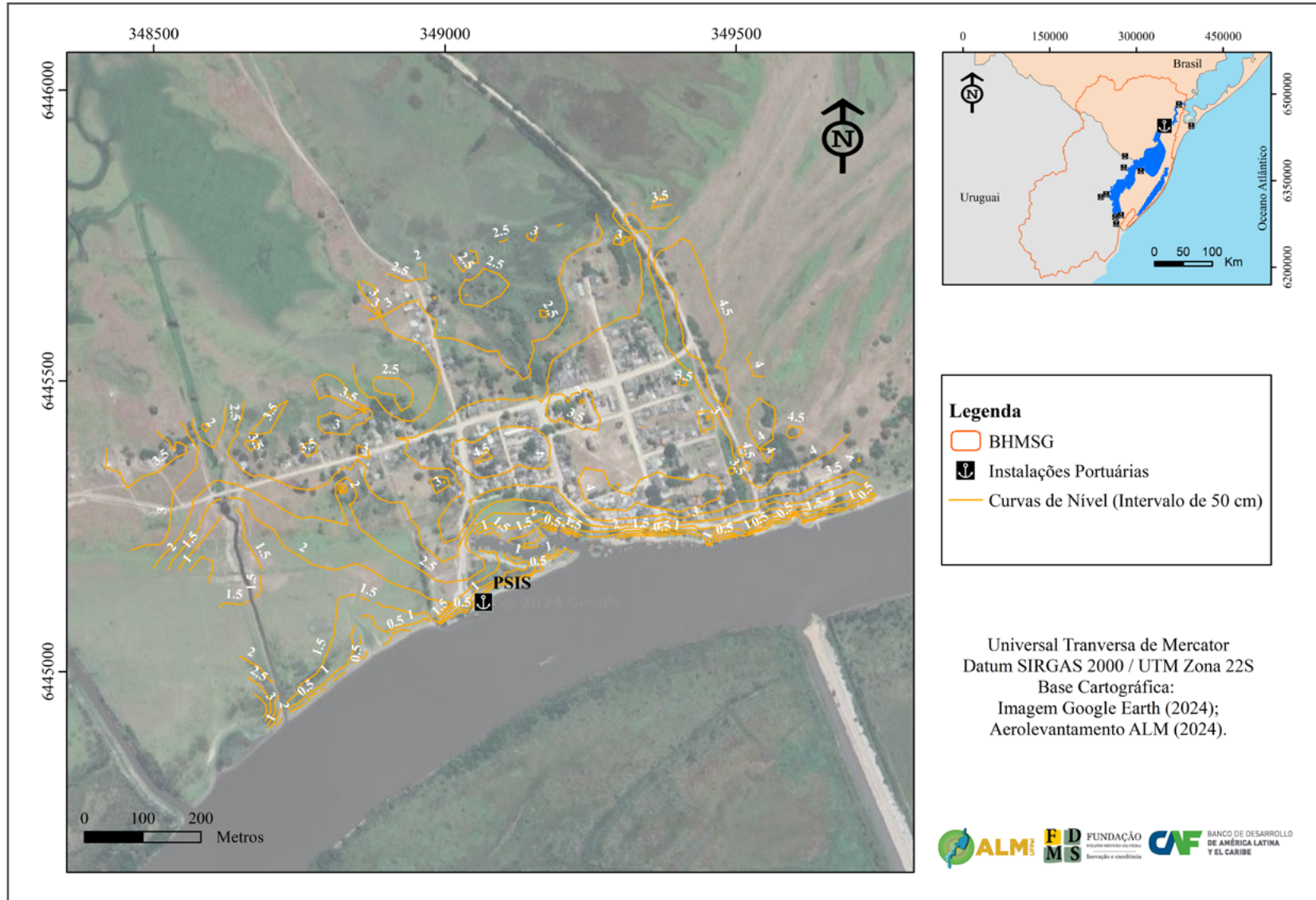




Figura 73: Mapa de curvas de nível.



Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto de Santa Isabel do Sul/RS apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Porto (referente ao píer de acostagem e acesso ao entorno), Sede, que inclui o pátio de armazenagem, Vias, com o acesso rodoviário pelas ruas Duque de Caxias e Andrade Neves (não pavimentadas no acesso mapeado) até o entroncamento com a RS-473, e Canal São Gonçalo e canal secundário de acesso a embarcações para recreação e pesca (Figura 74).

### 3.2.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

Considerando a tipologia do uso da terra e a vocação agrícola da região de Arroio Grande/RS, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de Santa Isabel do Sul. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Pinheiro Machado a oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a localidade de Arroito ao sul e abrange até a cidade de Pelotas/RS ao norte. Dentro desse raio de busca de influência indireta, 30% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 28% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 4% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano (Figura 75).

Figura 74: Mapa de uso e ocupação do Porto de Santa Isabel.

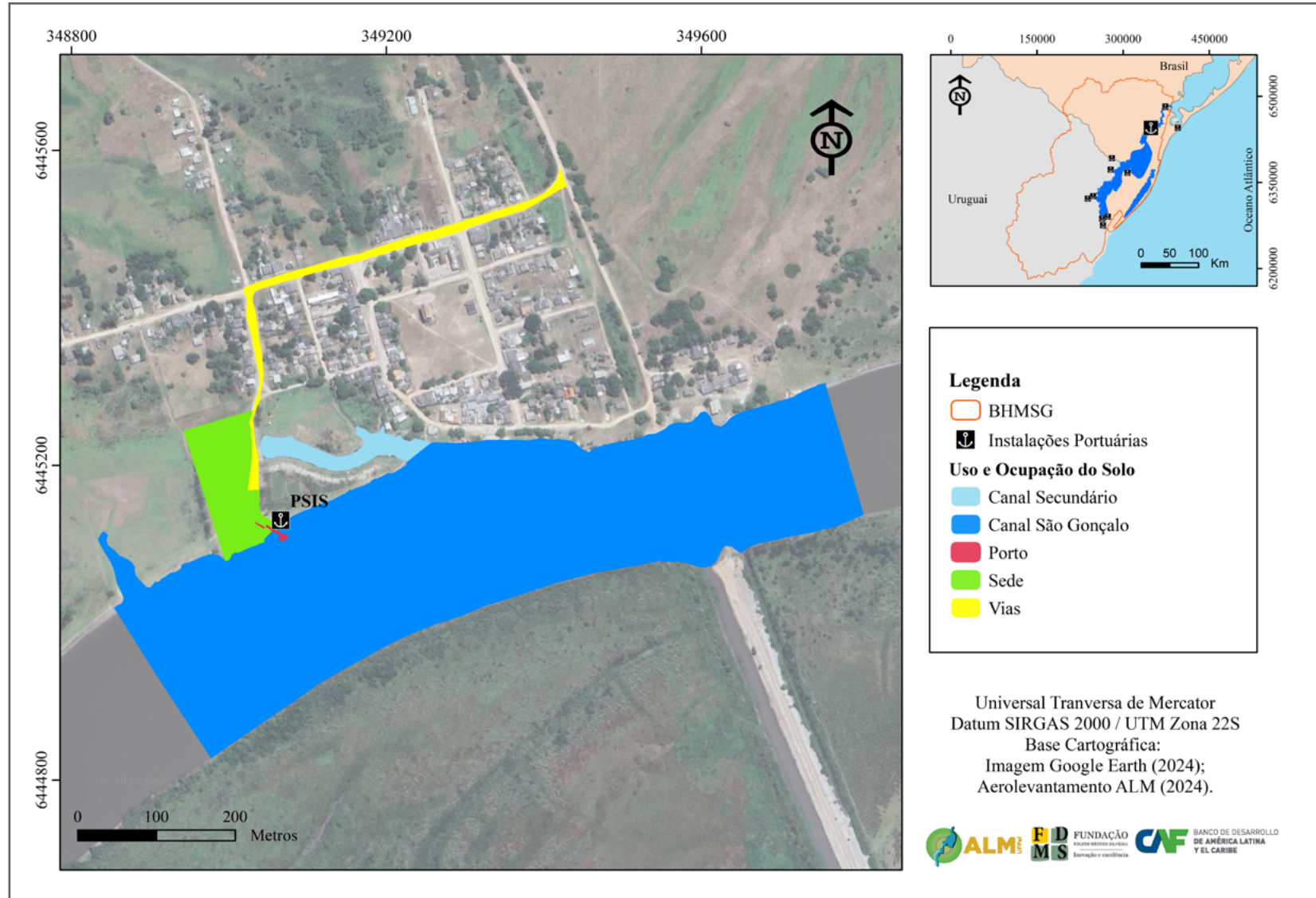
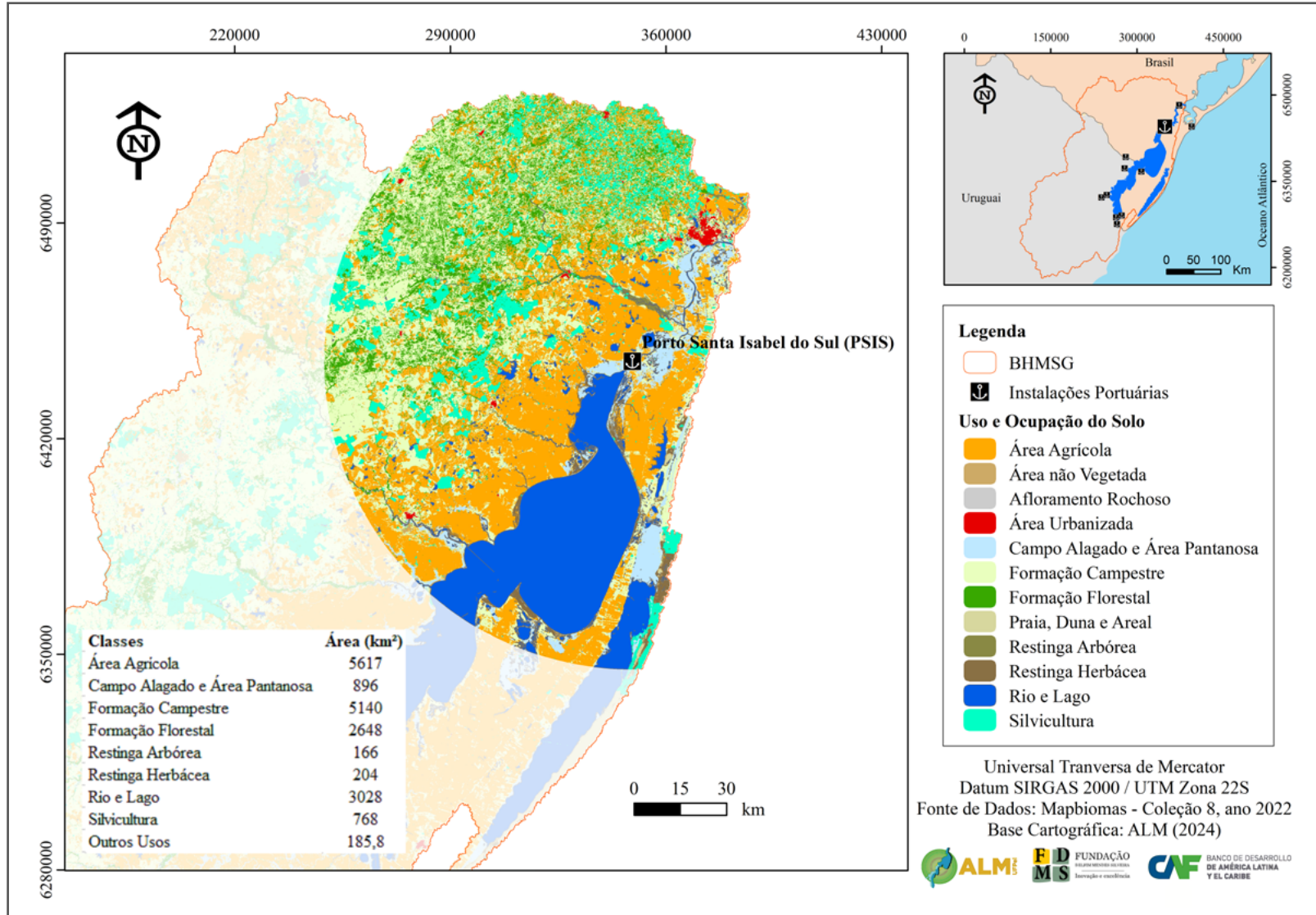


Figura 75: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Santa Isabel.



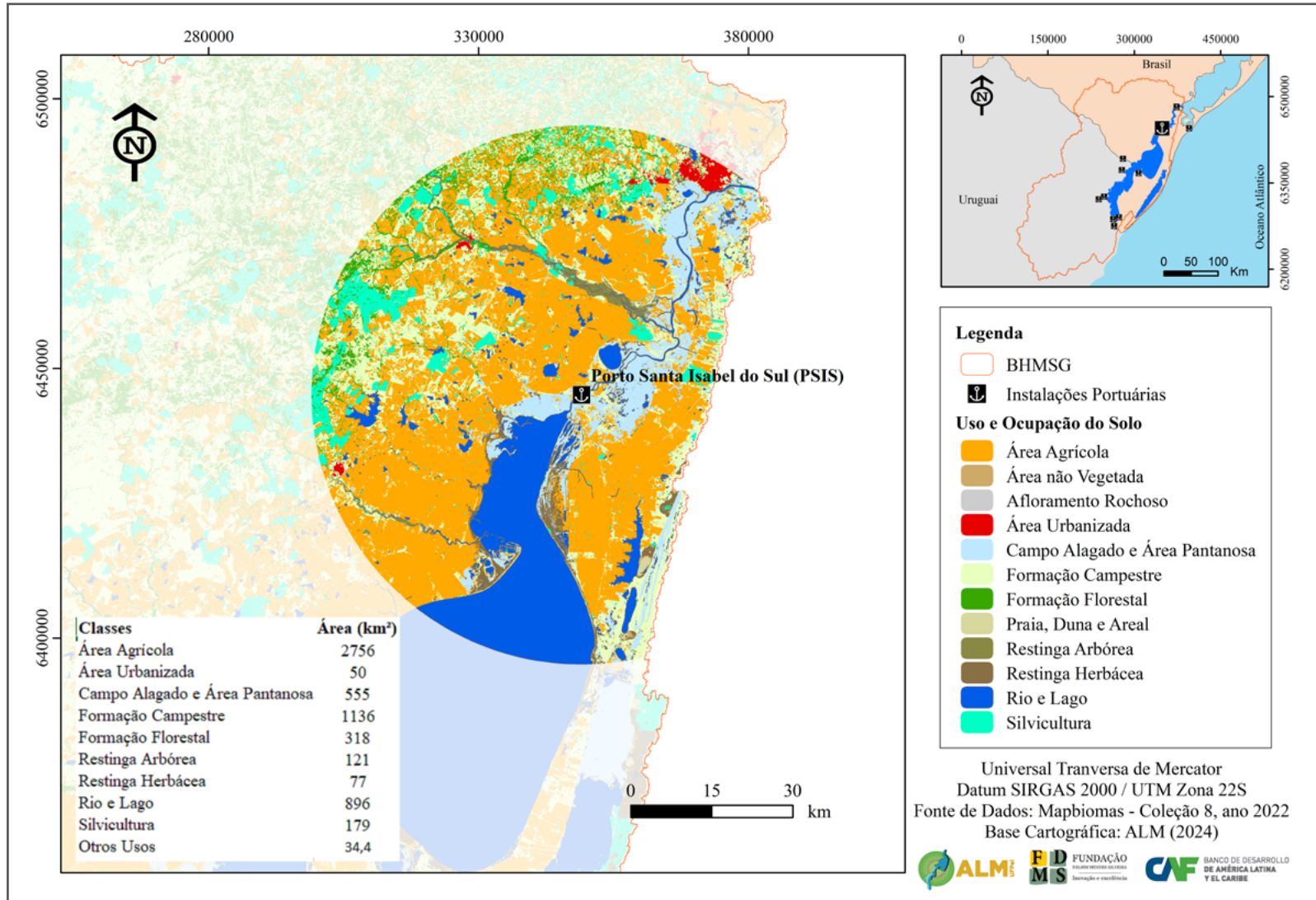
No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto de Santa Isabel do Sul (Figura 76), observa-se uma composição diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 45% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja. A formação campestre ocupa 19% da área, indicando uma maior vocação agrícola nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pela Lagoa Mirim e pelo Canal São Gonçalo. Adicionalmente, a região conta com diversos polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado à produção de celulose.

Uma menção importante refere-se às áreas de mineração de calcário, localizadas a cerca de 30 km do porto de Santa Isabel do Sul. As rochas calcárias, extraídas principalmente nas minas do Matarazzo, representam um significativo volume de cargas que foram transportadas através deste porto, justificando assim esta classificação no uso da terra.

O restante do território, similarmente à área de influência indireta, é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas. As Tabelas 22 e 23 sumarizam o uso e ocupação do solo para o Porto de Santa Isabel por influência indireta e direta, respectivamente.

A instalação deste porto visa facilitar o escoamento dos grãos produzidos na região Sul do país. O município de Arroio Grande destaca-se como um dos maiores produtores de arroz no Brasil, com sua produção aumentando anualmente. Em 2022, foram produzidas mais de 275 mil toneladas (IBGE, 2023). Além da agricultura, a pecuária desempenha um papel crucial na economia regional, contabilizando mais de 70.000 cabeças de gado em 2010 (IBGE, 2023). A operacionalização do porto promete impulsionar não apenas a exportação de grãos, mas também a de gado de corte, abrindo novos mercados internacionais para os produtores locais.

Figura 76: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Santa Isabel.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	2,3	0,01
Área Agrícola	5616,8	30,1
Área não Vegetada	62,1	0,3
Área Urbanizada	86,6	0,5
Campo Alagado e Área Pantanosa	895,6	4,8
Formação Campestre	5140,4	27,6
Formação Florestal	2648,3	14,2
Praia, Duna e Areal	34,9	0,2
Restinga Arbórea	166,4	0,9
Restinga Herbácea	204,0	1,1
Rio e Lago	3028,4	16,2
Silvicultura	767,7	4,1
<b>Total</b>	<b>18653,4</b>	<b>100</b>

Tabela 22: Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Isabel – Influência indireta.

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	0,1	0,001
Área Agrícola	2756,0	45,0
Área não Vegetada	19,8	0,3
Área Urbanizada	49,8	0,8
Campo Alagado e Área Pantanosa	554,7	9,1
Formação Campestre	1136,4	18,6
Formação Florestal	318,3	5,2
Praia, Duna e Areal	14,4	0,2
Restinga Arbórea	120,6	2,0
Restinga Herbácea	76,9	1,3

<b>Rio e Lago</b>	895,5	14,6
<b>Silvicultura</b>	179,4	2,9
<b>Total</b>	6121,9	100

Tabela 23: Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Isabel – Influência direta.

A mineração e a silvicultura também se beneficiarão com o novo porto. Espera-se que cargas, especialmente de rochas calcárias provenientes da localidade de Matarazzo, além de produtos da silvicultura como eucalipto – primordialmente destinados à produção de celulose pela indústria CPMC-Guaíba, sejam transportadas eficientemente. O Porto de Rio Grande/RS também se beneficiará, recebendo estas cargas. Adicionalmente, o projeto inclui a implementação da ‘Rota Turística do Peixe’, que valoriza a gastronomia típica da comunidade de pescadores da Vila de Santa Isabel do Sul/RS. Esta iniciativa não só promoverá o transporte de passageiros, mas também estabelecerá a área como um destino turístico atraente, complementando as atividades econômicas do porto

Conforme aporte de cargas e a previsão de roteiros turísticos propostos para Santa Isabel do Sul/RS, com possibilidade de traslado significativo de pessoas nessa região de influência direta a infraestrutura portuária foi proposta em pelo menos três piers, sendo um para o transporte de cargas a granel (soja e arroz principalmente) e outro de passageiros e suporte ao turismo.



Além disso, a reativação da balsa (Figura 77) que fará a travessia do Canal São Gonçalo, irá contribuir na redução da distância entre as cidades de Santa Vitória do Palmar e Jaguarão

Figura 77: Balsa de travessia do Canal São Gonçalo na RS-473 e Porto de Santa Isabel do Sul (GZH, 2015).



### 3.2.3 Acessos terrestres

A vila de Santa Isabel do Sul é interligada com outras localidades através da rodovia RS-473 (Figura 78), uma rodovia com sua jurisdição estadual, sendo administrada pelo DAER-RS. A rodovia é de suma importância para a região sul devido a seu acesso ao porto de Rio Grande através da conexão com a BR471 por 17 km de pista simples com revestimento solto. Chegando a BR471 por 25 km de pista simples com pavimento asfáltico, até a conexão com a BR392. Na BR392, localidade de Vila da Quinta, por mais 17 km de rodovia duplicada e com pavimento asfáltico até o Porto de Rio Grande.

No sentido contrário, partindo da vila de Santa Isabel do Sul em direção a Pelotas, são 27 km percorridos pela RS-473, com pista simples e revestimento solto, chegando à BR-116. A partir da BR-116, são aproximadamente 57 km até a cidade de Pelotas, em rodovia de pista simples e pavimento asfáltico.

### 3.2.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A instalação de um terminal portuário em Santa Isabel do Sul poderá ter como finalidade o transporte de grãos, pecuária e passageiros, principalmente de rotas turísticas. Neste sentido, a reativação da balsa que fará a travessia do Canal São Gonçalo, irá contribuir na redução da distância entre as cidades de Santa Vitória do Palmar e Jaguarão. Logo, a pesca é de suma importância para o vilarejo de Santa Isabel do Sul, podendo fazer o transporte da produção pesqueira do vilarejo para outras regiões. O turismo pode ser fomentado na região, com a pesca ecológica e passeios de barcos pela região (CEPAL, 2022).

### 3.2.5 Limitantes potenciais

Em uma proposta de 2002 do Ministério de Transportes y Obras Públicas uruguaio (MTO, 2002), destaca-se que em toda a região, não apenas do Porto de Santa Isabel do Sul, mas também nos outros propostos neste trabalho, o tráfego de embarcações é muito pequeno - e esta condição não se modificou desde então - e praticamente não traz consequências significativas sobre os aspectos naturais e socioeconômicos. Entretanto, as intervenções propostas, caso permitam disponibilizar um corredor de transporte fluvial permanente, trarão impactos diretos e indiretos. Entende-se que estes são predominantemente positivos em

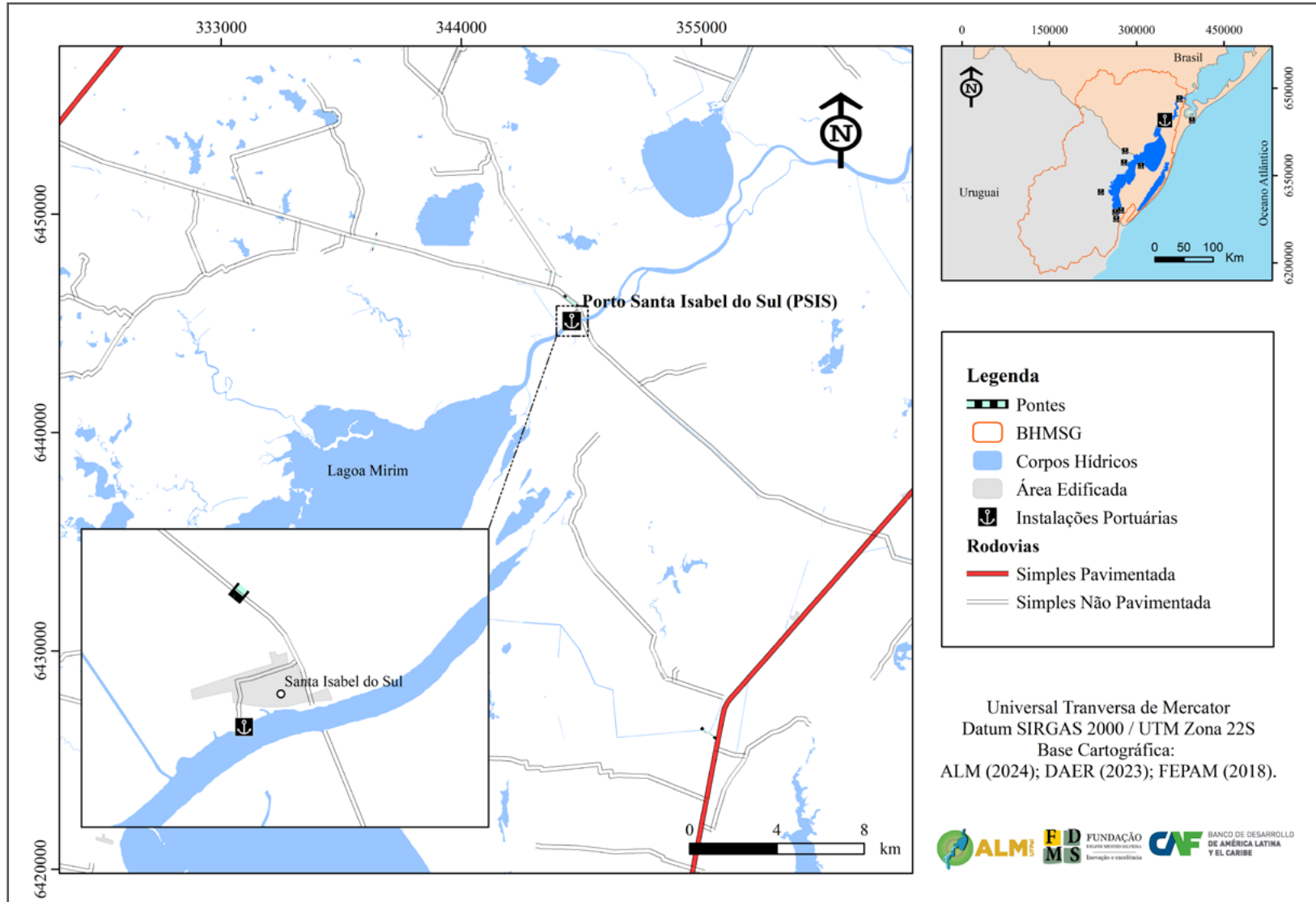
relação aos processos socioeconômicos, mas são parcialmente negativos sobre o meio natural. Entende-se que os principais impactos ao meio natural são:

- Mudança na dinâmica hidrossedimentológica e nos processos de erosão costeira devido ao aumento das ondas geradas pelos barcos, de forma local e permanente dependendo do calado das embarcações e da frequência e intensidade da navegação;
- Aumento da turbidez, predominantemente pontual e transitória, ao longo do canal, de duração ainda não estimada e que precisará ser melhor avaliada em etapas futuras;
- Impacto local no habitat costeiro e impacto na fauna aquática, variável em função das respostas do meio ambiente e a frequência e características da navegação comercial a ser alcançada.

Os principais impactos sobre os aspectos socioeconômicos são:

- Aumento da navegação de carga, em escala regional e permanente;
- Aumento das atividades econômicas, com impactos positivos em escala regional e permanente;
- Geração de empregos, com impactos positivos, gerados de forma indireta em escala regional e permanente;
- Provável mudança na paisagem (em escala local e permanente) pela presença das embarcações;
- Provável impacto nos outros usos do Rio Cebollatí e da Lagoa Mirim (como, por exemplo, usos turísticos, pesqueiro, recreativo, entre outros).

Figura 78: Localização e acesso ao Porto de Santa Isabel.



## 3.3 Porto de Jaguarão

### 3.3.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

A construção do porto de Jaguarão está diretamente ligada à história de construção e colonização da cidade, numa época em que o Rio Jaguarão era fortemente utilizado por navegações. Embarcações estas pelas quais chegavam mercadorias, armamentos e novos habitantes à cidade. Aí desembarcavam, também, muitas autoridades e pessoas que visitavam a cidade, quando o tráfego fluvial era intenso nesta região.

Os primeiros registros de aportagem remontam a 1802, quando portugueses se instalaram nas proximidades da antiga Guarda espanhola do Cerrito, também na forma de uma guarda, mas agora denominada “Guarda da Lagoa e do Cerrito”. O local foi escolhido em virtude da facilidade abastecimento do acampamento, através da navegação via Laguna dos Patos, Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim. Além disso, após a fundação do Pueblo de Arredondo, o lugar era estrategicamente localizado na margem esquerda do rio Jaguarão, permitindo a vigilância constante das movimentações militares espanholas.

Sendo assim, visto as constantes disputas entre portugueses e espanhóis no início dos anos de 1800, se instala a primeira infraestrutura do porto de Jaguarão, ainda como uma posição de guarda português. Entretanto apesar da divisão política, o porto de Jaguarão começou a assumir sua função nas atividades comerciais, sobretudo envolvendo carne, couro, tabaco, trigo, linho, milho, feijão, melancia, trigo e cevada, a partir de 1900 (Figura 79), quando eram desenvolvidas livremente entre os habitantes das duas margens do Rio Jaguarão, envolvendo, habitantes brasileiros e uruguaios (NEUTZLING et al., 2010).

Atualmente o porto de Jaguarão é utilizado apenas para atividades recreativas e o suporte a pesca artesanal da colônia de pescadores Z-25 de Jaguarão/RS (Figura 80). Nesse contexto, o levantamento da infraestrutura portuária foi expandido não apenas onde consta o Píer de atracação (cais do Porto), mas também nas rampas de acostagem dos barcos de pesca.

Figura 79: Porto de Jaguarão em 1913  
(Acervo do Instituto Histórico e Geográfico de Jaguarão).



Figura 80: Embarcações da colônia de pescadores Z-25.



Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de Jaguarão, foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária (Figura 81). O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de documentação das redes geodésicas do IBGE. A Figura 82 apresenta a Monografia deste marco geodésico.



Figura 81.a - Movimentação e rastreamento do marco geodésico de Jaguarão.



Figura 81.b - Movimentação e rastreamento do marco geodésico de Jaguarão.

Para o levantamento topográfico foi elaborado o plano de voo, a qual serviu para o aerolevantamento do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevantamento, foram geradas 322 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: mosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

Figura 82: Monografia do marco geodésico de Jaguarão.

## Relatório de Estação Geodésica

<i>Estação:</i>	M0020	<i>Nome da Estação:</i>	M0020	<i>Tipo:</i>	GNSS
<i>Município:</i>	Jaguarão	<i>Inscrição na Chapa:</i>	ALM-020	<i>UF:</i>	RS
<i>Última Visita:</i>	31/05/2021	<i>Situação do Marco Principal:</i>	Bom	<i>Última Atualização:</i>	28/02/2023
<i>Conexões:</i>	<i>Inscrição chapa:</i>				

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
<i>Latitude</i>	-32°34'17,0956"	<i>Altitude Normal (m)</i>	4,40
<i>Longitude</i>	-53°22'02,3552"	<i>Fonte</i>	hgeoHNOR
<i>Altitude Geométrica (m)</i>	16,06	<i>Sigma da Altitude (m)</i>	0,10
<i>Fonte</i>	GNSS Geodésico	<i>Datum</i>	Imbituba
<i>Origem</i>	PPP-IBGE	<i>Data da Medição</i>	31/05/2021
<i>Datum</i>	SIRGAS2000	<i>Data de Cálculo</i>	28/02/2023
<i>Data de Medição</i>	31/05/2021	<i>Fator de conversão (m)</i>	11,66
<i>Data de Cálculo</i>	28/02/2023	<i>Altitude Ortométrica (m)</i>	4,361
<i>Sigma Latitude (m)</i>	0,004		
<i>Sigma Longitude (m)</i>	0,005		
<i>Sigma Altitude Geométrica (m)</i>	0,012		
<i>UTM (N)</i>	6393751,869		
<i>UTM (E)</i>	277764,975		
<i>MC</i>	-51		

**Localização:**

Posicionado na margem esquerda do rio Jaguarão, no late Clube do município de Jaguarão, RS.

**Descrição:**

Marco de concreto de forma piramidal padrão RN-IBGE, medindo em sua base (L) 50cm, (C) 50cm, (A) 20cm e no seu topo (L) 18cm, (C) 18cm, (A) 20cm, onde em seu topo encontra-se uma placa geodésica.

**Observação:**

O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.

**Foto:**



**Localização:**



No ortomosaico (Figura 83), é possível observar a infraestrutura do Porto de Jaguarão, assim como as áreas de acostagem de barcos de pesca artesanal, aportados a jusante do cais principal do porto, às margens do Rio Jaguarão. A jusante da ponte Mauá consta os píeres de atracação, o antigo terminal portuário, seguindo com área de acostagem de barcos de pesca artesanal. Cabe destacar que estes últimos não utilizam a infraestrutura física do porto, como píer e dolphins, apenas as barrancas do Rio Jaguarão para a aportagem dos pequenos barcos de pesca. As instalações de acostagem consistem em dois píeres em concreto e rocha. O primeiro com cerca de 37 metros de comprimento e 27 metros de largura, com escadaria de acesso ao nível do Rio Jaguarão. Já o píer principal, com cerca de 195 metros de comprimento e 45 metros de largura, também comporta o antigo armazém do porto. Entre os dois píeres existe uma rampa de acesso para pequenas embarcações, principalmente recreativas. A rampa apresenta um comprimento de 23 metros e uma largura de 4,5 metros, suficiente para o lançamento de pequenas embarcações através de reboques tracionados. A rampa de acesso possui uma inclinação de 10 graus.

A jusante, o píer principal possui uma área de acostagem com cerca de 190 metros de comprimento e 45 metros de largura, a qual pode fornecer suporte a embarcações maiores. Por fim, tem-se um trecho de cerca de 800 metros da margem esquerda do Rio Jaguarão que serve de acostagem para pequenas embarcações de pesca artesanal.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência do Rio Jaguarão no momento do levantamento foi de 1,733 metros. A rampa de acesso ao nível do Porto possui uma altitude de 4 metros na plataforma e entre 3 e 4 metros no Píer menor. No píer de atracação, as altitudes variam de 2,50 metros até 4 metros, devido às variações topográficas próximas à escada de embarque/desembarque (Figura 84).

De forma complementar e buscando gerar informações destinadas à elaboração de projetos de revitalização do Porto de Jaguarão/RS, foram produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 15 metros (Figura 85).



Figura 83: Ortomosaico do Porto de Jaguarão e adjacências.

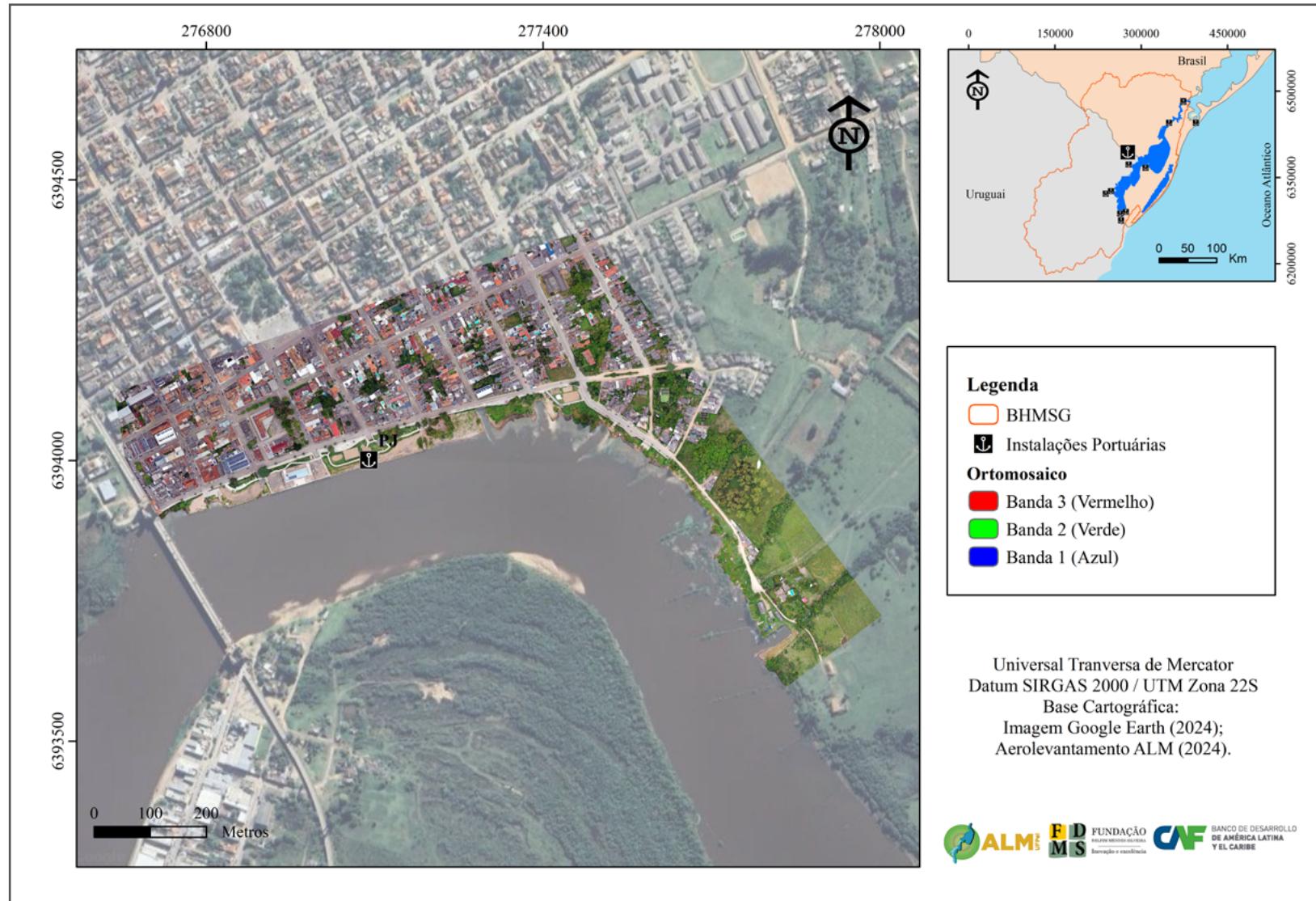


Figura 84: MDS do Porto de Jaguarão.

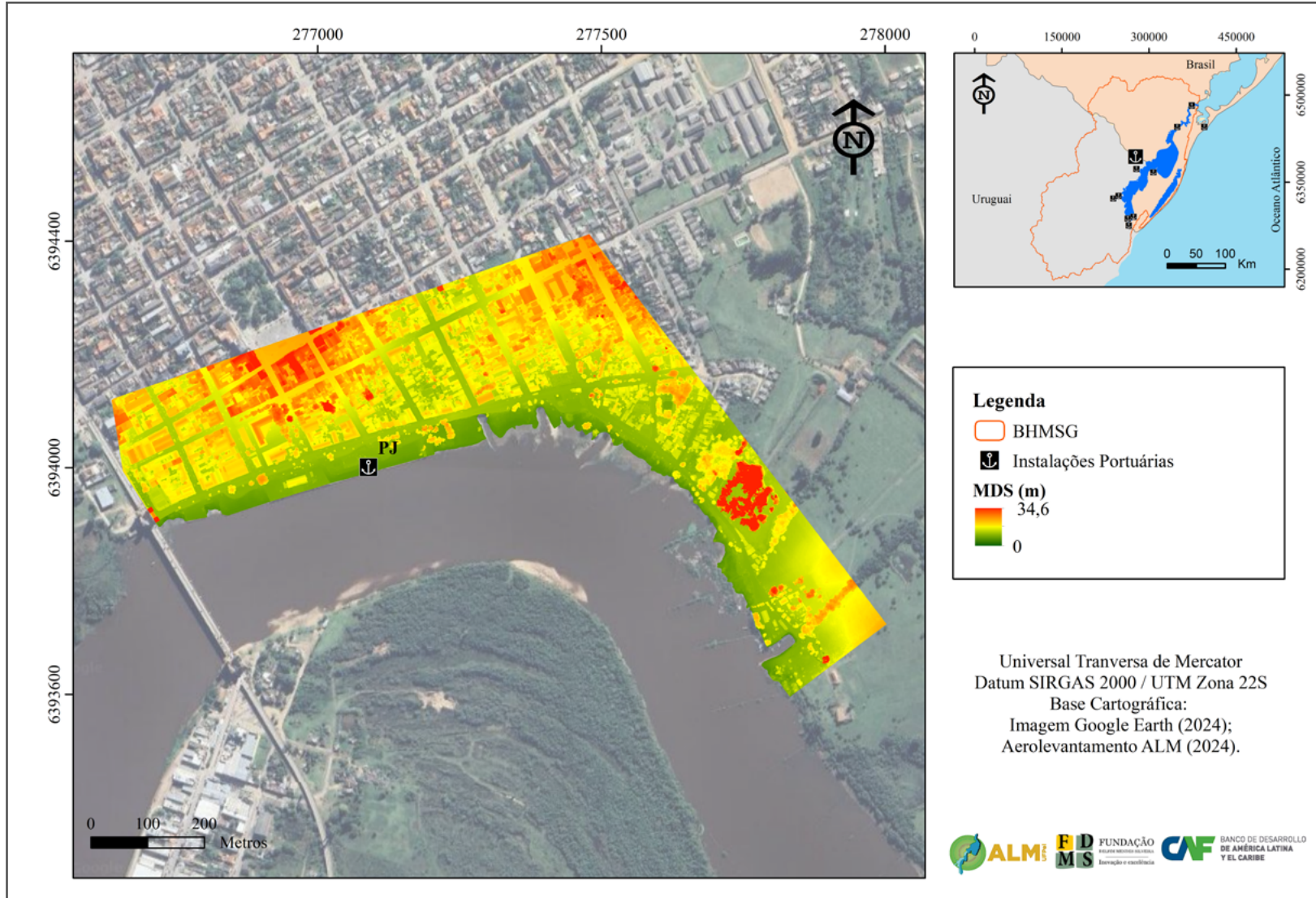
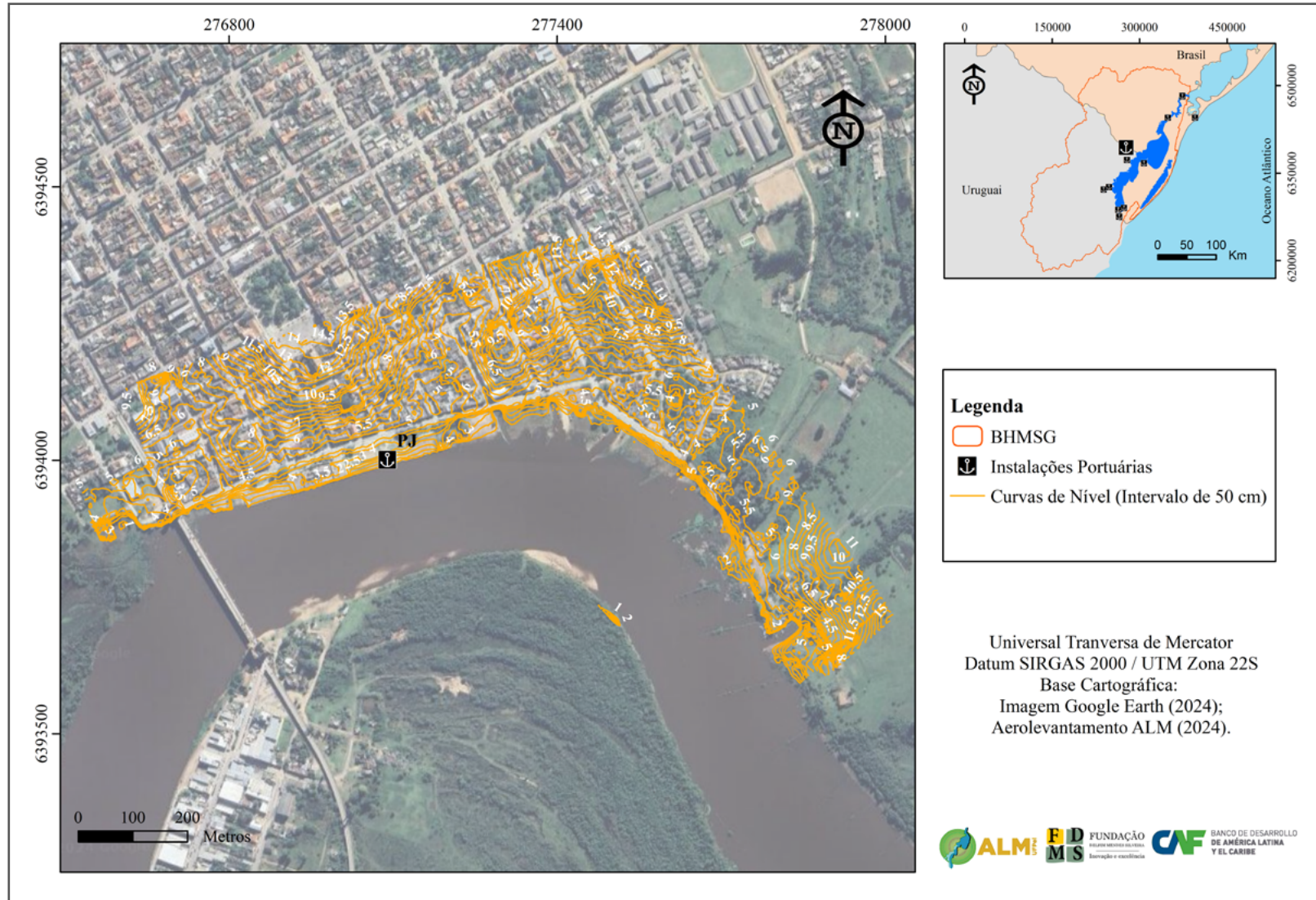


Figura 85: Mapa de curvas de nível do Porto de Jaguarão.



Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto de Jaguarão/RS apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Píer carga geral, com cerca de 7.700 m<sup>2</sup>, Píer Recreativo com 4.400 m<sup>2</sup>, rampas de acesso com 240 m<sup>2</sup>, Área pesqueira com 21.580 m<sup>2</sup>, Sede, que inclui o pátio de armazenagem, Vias referente a rua João Pessoa e Avenida 20 de setembro e o Rio Jaguarão, com o acesso rodoviário pelas ruas Duque de Caxias e Andrade Neves (Figura 86).

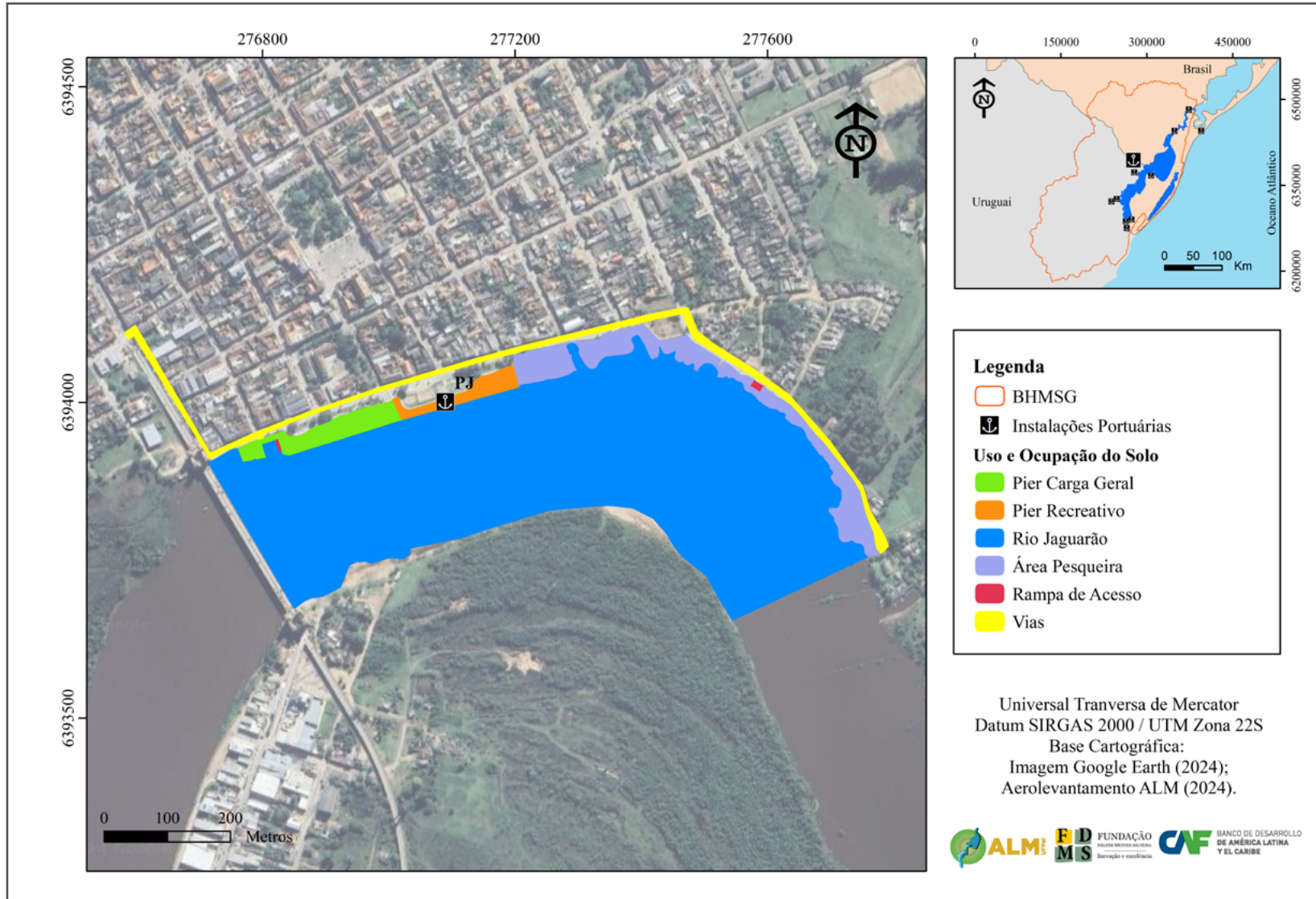
### 3.3.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

O porto de Jaguarão possui atualmente suas atividades dedicadas ao suporte de práticas recreativas com pequenos barcos e lanchas, assim como moto náutica. Já na parte adjacente à consolidada, ocorre a atracação de embarcações para o uso pesqueiro, principalmente da colônia de pescadores Z-25.

Visto a tipologia do uso da terra e das características comerciais da zona de livre comércio (Freeshops), as propostas de aporte de cargas tangem as cargas de granéis sólidos e containerizados com produtos eletrônicos para os freeshops. Além disso, visto o incremento turístico e pesqueiro, fomenta-se a reabilitação das rugosidades do porto existente para as atividades citadas.

Sendo assim, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023, buscando entender os possíveis aportes de cargas nos raios de influência direta e indireta. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de Jaguarão. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a oeste cidade de Melo, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega praticamente até a cidade de Treinta Y Tres ao sul e abrange até a localidade de Santa Isabel/RS ao norte-nordeste.

Figura 86: Mapa de uso e ocupação do Porto de Jaguarão.



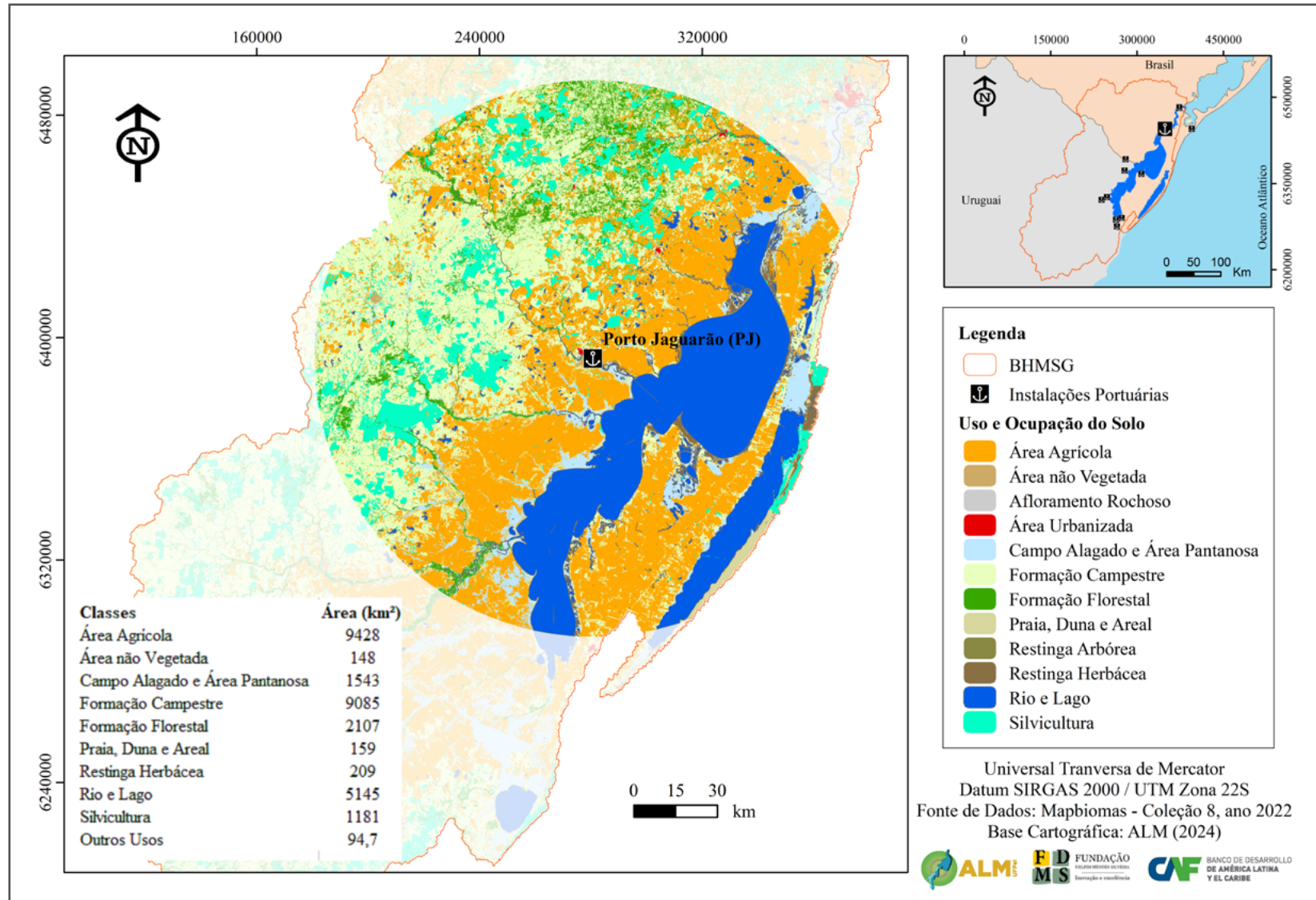
Dentro desse raio de busca de influência indireta, 32,4% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja, conforme Tabela 24. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 31,2% da área, refletindo a tradição da pecuária bovina na região. Além disso, 4,1% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas (não agrícolas), solos expostos ou de uso urbano e lagos (Figura 87).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>Afloramento Rochoso</b>	2,5	0,009
<b>Área Agrícola</b>	9428,3	32,4
<b>Área não Vegetada</b>	148,2	0,5
<b>Área Urbanizada</b>	15,9	0,1
<b>Campo Alagado e Área Pantanosa</b>	1542,8	5,3
<b>Formação Campestre</b>	9085,4	31,2
<b>Formação Florestal</b>	2107,2	7,2
<b>Praia, Duna e Areal</b>	159,4	0,5
<b>Restinga Arbórea</b>	76,3	0,3
<b>Restinga Herbácea</b>	208,7	0,7
<b>Rio e Lago</b>	5144,9	17,7
<b>Silvicultura</b>	1180,6	4,1
<b>Total</b>	29100,2	100

Tabela 24: Uso e ocupação na área indireta do Porto de Jaguarão.

No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto de Jaguarão, observa-se uma composição diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta, conforme Tabela 25. Nesta zona mais próxima ao porto, 39,25% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja. A cultura do arroz irrigado se utiliza das águas do rio Jaguarão e da Lagoa Mirim, se beneficiando dessas fontes perenes de águas para o mantimento das lavouras, justificando as altas taxas de ocupação agrícola da região.

Figura 87: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Jaguarão.

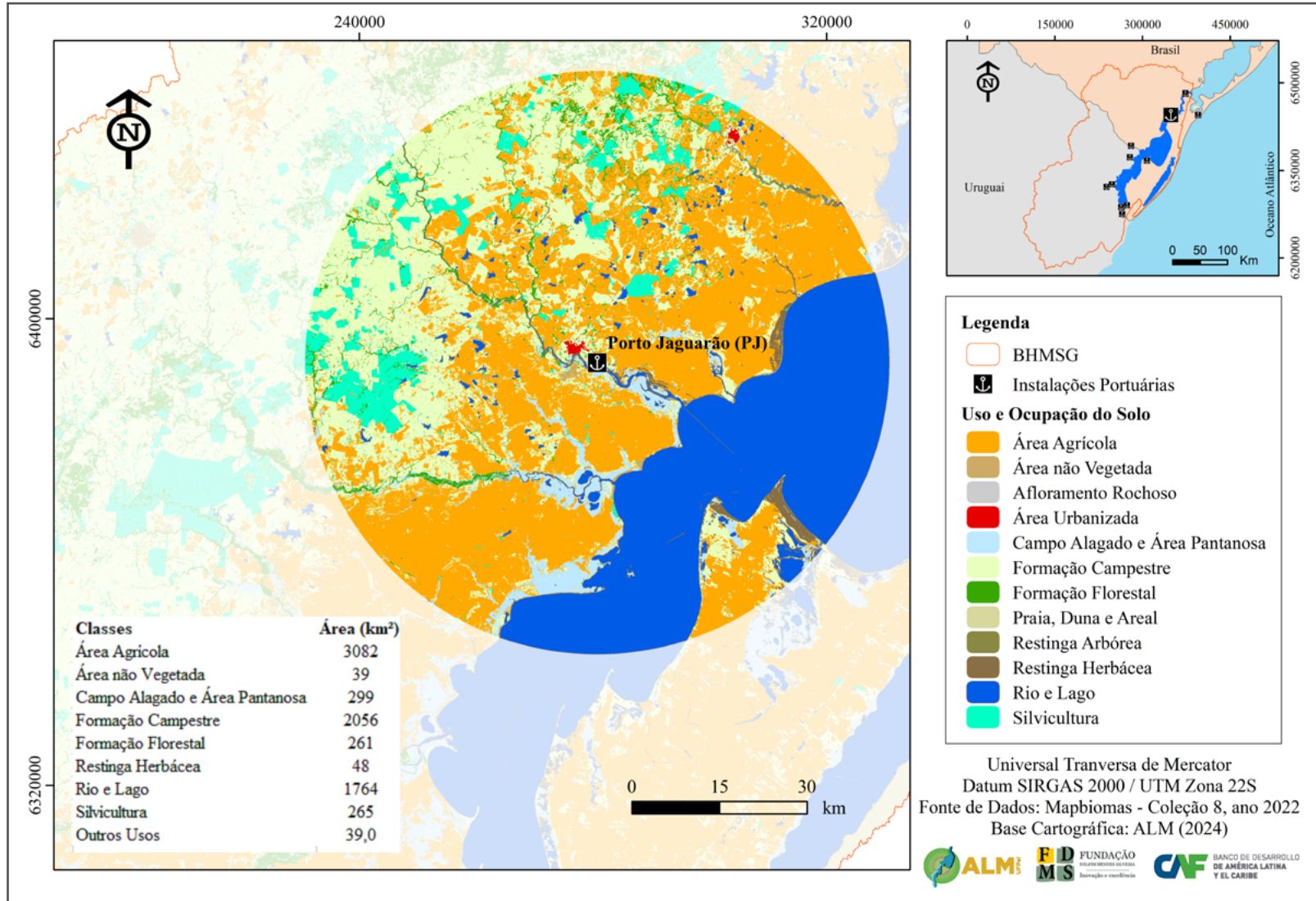


<b>Classes</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área (%)</b>
Afloramento Rochoso	0,1	0,001
Área Agrícola	3082,1	39,2
Área não Vegetada	39,4	0,5
Área Urbanizada	9,4	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	298,8	3,8
Formação Campestre	2056,1	26,2
Formação Florestal	260,6	3,3
Praia, Duna e Areal	4,9	0,1
Restinga Arbórea	24,6	0,3
Restinga Herbácea	48,0	0,6
Rio e Lago	1764,5	22,5
Silvicultura	265,5	3,4
<b>Total</b>	<b>7853,9</b>	<b>100</b>

Tabela 25: Uso e ocupação na área direta do Porto de Jaguarão.



Figura 88: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Jaguarão.



Já a formação campestre ocupa 26,2% da área, indicando ainda um forte uso da terra para a criação de gado, principalmente o bovino. Adicionalmente, a região conta com diversos polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado à produção de celulose. O restante do território, similarmente à área de influência indireta, é composto por áreas não produtivas (não agrícolas), solos expostos ou de uso urbano, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 88).

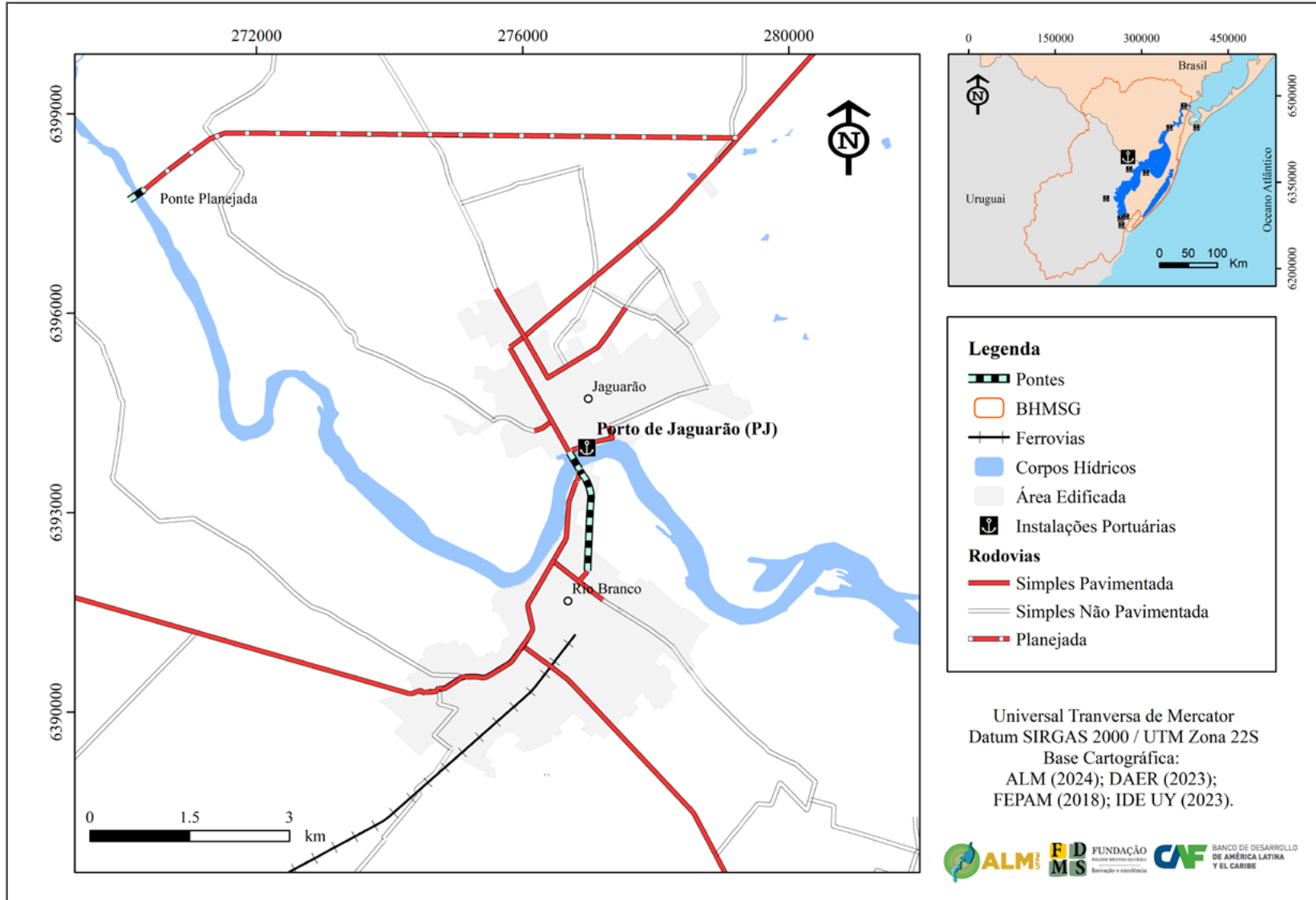
Cabe destacar, que existe um significativo volume de cargas na região, conforme já foi destacado por AIC (2023) e o levantamento de uso do solo apresentado aqui, principalmente de granéis sólidos. Também pode ser observado, a importância do contexto histórico que o porto de Jaguarão possui para o estabelecimento desta cidade, além do suporte que fornece as atividades recreativas e pesqueiras. Nesse sentido, deve-se observar que para o estabelecimento de novos usos, esses devem ser compatíveis com a infraestrutura urbana existente, assim como as limitações e capacidades da região portuária.

### 3.3.3 Acessos terrestres

O acesso ao porto de Jaguarão é realizado por vias urbanas, sendo que partindo da BR-116 (sentido Pelotas-Jaguarão) no entroncamento com a Rua Uruguai, realiza-se uma conversão à esquerda na direção da Ponte Barão de Mauá. Segue-se por cerca de 1.600 metros até a intersecção com a Rua João Pessoa à esquerda. Desloca-se por cerca de 240 metros até a orla no Rio Jaguarão, margeando o porto existente através da Avenida 20 de Setembro.

Todo trecho apresenta-se com revestimento asfaltado, sendo que cerca de 900 metros da Rua Uruguai se apresentam duplicado. O contorno da orla no setor de atracação de embarcações pesqueiras também possui acesso asfaltado, assim como calçamento e estacionamento para veículos. Também é possível o acesso a partir da cidade de Rio Branco a partir da Virrey Arredondo ou da rua General José Artigas, chegando até a Ponte Barão de Mauá e seguindo o trecho pela Rua João Pessoa e Avenida 20 de Setembro. A Figura 89 apresenta a localização e acessos ao Porto de Jaguarão.

Figura 89: Localização e acesso ao Porto de Jaguarão.



### 3.3.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

O terminal portuário de Jaguarão tem sua funcionalidade atual voltada para o uso recreativo e o atendimento das demandas da pesca artesanal. Sua reativação como porto de cargas ou de suporte a roteiros turísticos carece de uma avaliação criteriosa e a realização do As Built completo da estrutura existente, buscando avaliar o possível aproveitamento das obras de arte. Também carece a avaliação estrutural da integridade do Píer de atracação, assim como das rampas de acesso.

Além disso, cabe a avaliação do impacto as estruturas históricas, assim como seu enquadramento junto ao IPHAN, buscando informações sobre o tombamento ou inventariado dos prédios. Também carece da análise, avaliação e monitoramento da ictiofauna, assim como o impacto sobre a pesca da comunidade Z-25.

### 3.3.5 Limitantes potenciais

Um dos fatores limitantes para a reativação ou a implementação de um novo porto no município é a Ponte Internacional Barão de Mauá. Um ponto possível para a construção do mesmo na cidade só se daria a jusante da margem brasileira no Rio Jaguarão. No local, atualmente, não existem instalações portuárias e os terrenos são baixos e alagáveis em condições de cheias no rio, além de estarem distantes das principais vias de acesso do município. Por fim, a proximidade com o porto pelotense implica na desvantagem econômica da aplicação de um porto em Jaguarão, já que o frete hidroviário seria praticado numa distância relativamente pequena, comparada com outros portos da hidrovia Uruguai-Brasil.

Por fim, cabe destacar que o atual porto de Jaguarão está localizado num trecho do rio Jaguarão a qual é relativamente raso, com calado por vezes inferior a 2m. Ainda, apresenta leito rochoso em parte do seu curso entre a foz na Lagoa Mirim e a cidade de Jaguarão, dificultando a dragagem. Sendo assim, para o transporte de cargas, principalmente de granéis, as melhores opções tangem a construção de um novo porto, mais próximo da foz do rio Jaguarão na Lagoa Mirim.

## 3.4 Porto do Tacuari

### 3.4.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

O terminal de cargas do Rio Tacuari, é uma iniciativa da empresa uruguaia Hidrovia del Este S.A., que já conta com projetos e concessões aprovadas (tanto pelos órgãos ambientais, como pelo Ministério do Transporte do Uruguai, com Decreto emitido pelo Presidente Tabaré Vázquez, em 2017). Estima-se o início das obras para o ano de 2024, com a expectativa de ser realizada concomitantemente com a execução da dragagem do Canal São Gonçalo, em licitação pelo governo brasileiro. Estas ações integradas fazem parte dos recentes acordos entre os governos do Brasil e Uruguai.

Conterá com um terminal com capacidade de carregamento de 250 ton/hora e uma planta de silos com capacidade de operação de 40.000 toneladas de grãos, além de área para cargas em geral, resultando num terminal logístico multiuso. A área de implantação do terminal foi escolhida dada a sua proximidade com a Lagoa Mirim, pela largura adequada do rio (mesmo nos trechos sinuosos), e pela facilidade do acesso rodoviário, uma vez que está a apenas 3 km da Ruta 26 (estrada que liga Rio Branco ao Balneário Lago Merín).

Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de Tacuari, foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de referência de nível (Figuras 90 e 91).

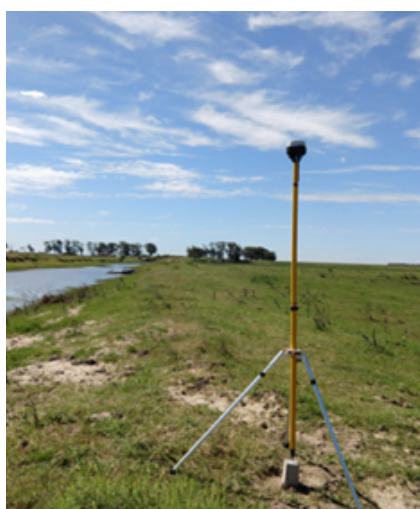


Figura 90.a - Monumentação e rastreamento do marco geodésico do futuro Porto do Tacuari.

Figura 90.b - Monumentação e rastreamento do marco geodésico do futuro Porto do Tacuari.



Na sequência, foi elaborado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 214 fotos, as quais foram posteriormente mosaicas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes ortométricas a partir do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

No ortomosaico (Figura 92), é possível observar a infraestrutura do Porto de Tacuari, o qual foi idealizado a partir da infraestrutura pré-existente de uma fazenda, aproveitando a variação topográfica e acessos rodoviários. O porto foi pensado numa configuração norte/sul, partindo ao norte da sede da fazenda até o Sul, às margens do Rio Tacuari.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência da Lagoa Mirim no momento do levantamento foi de 1,605 metros. A rampa de acesso ao nível do Porto possui uma altitude de 9,50 metros, na área prevista para estocagem e operação de carga e descarga, e 3,20 metros na área do canal de acesso. A configuração do píer de atracação prevê altitudes que variam de 3,20 metros até 3,60 metros, devido às variações topográficas próximas ainda em estudo (Figura 93).

Corroborando para a geração de informações destinadas à elaboração de projetos de implantação do Porto de Tacuari, foram produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 0,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 14 metros na altitude de coroamento do canal de descarga de bombeamento da irrigação (Figura 94). A curva de nível predominante no nível dos depósitos e armazéns propostos é de 9,50 metros e no canal de acesso é de 2,5 metros.

Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto de Tacuari, apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Sede, que inclui o pátio de armazenagem e futuras instalações portuárias; Vias, com o acesso rodoviário pela estrada rural até a sede da fazenda e continuando até a Ruta 26 (estrada que liga Rio Branco ao Balneário Lago Merín); e Canal de Acesso ao porto, Canal de Irrigação, Reservatório e Rio Tacuari (Figura 95).

### 3.4.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

Considerando a tipologia do uso da terra e a vocação agrícola da região de Melo/UY, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de Tacuari. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Melo a oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a cidade de Chuí/Chuy ao sul e abrange até a localidade de Santa Isabel/RS ao norte.

Figura 91: Monografia do Marco Geodésico do Porto de Tacuari.

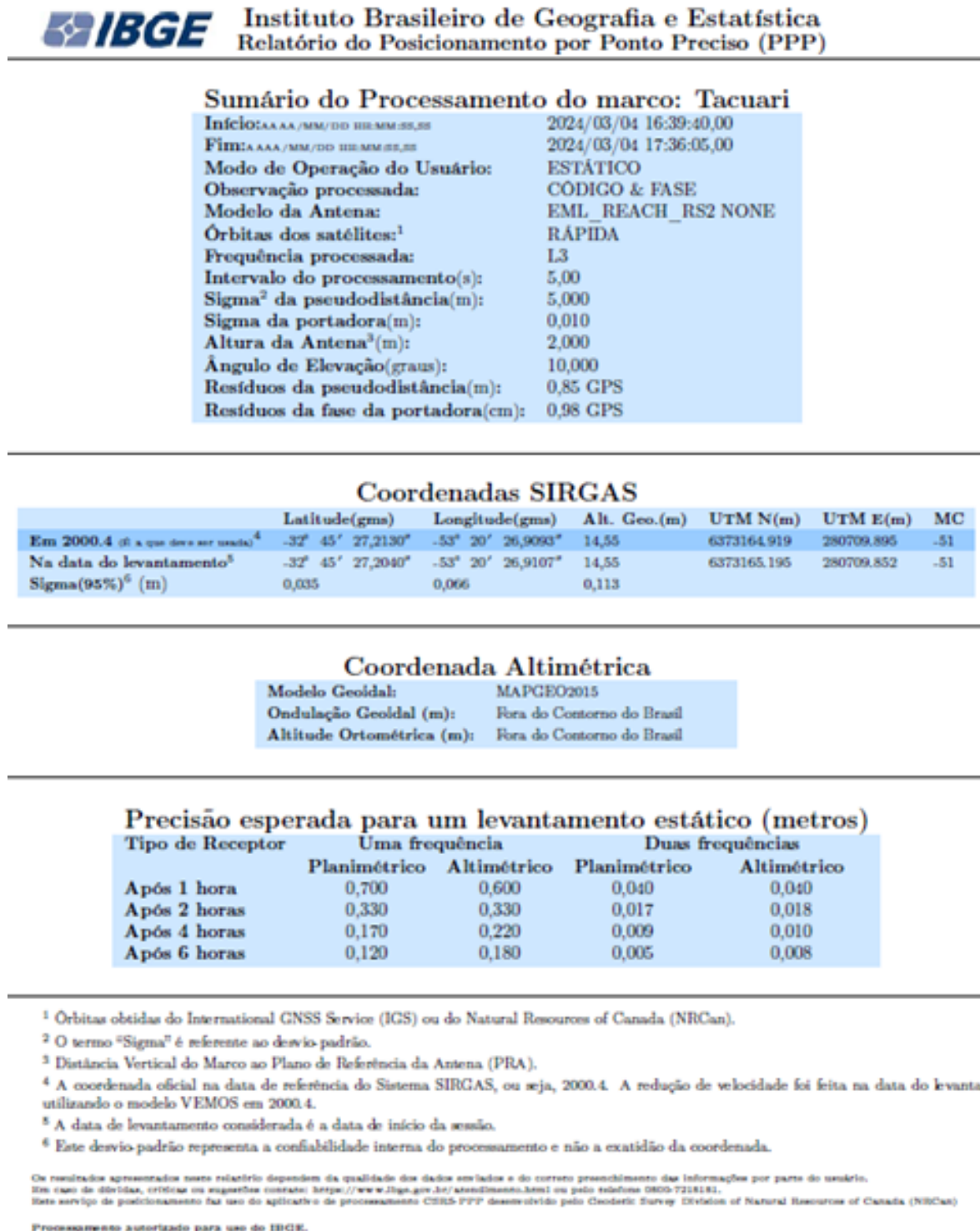




Figura 92: Ortomosaico do Porto de Tacuari.



Figura 93: MDS do Porto de Tacuari.

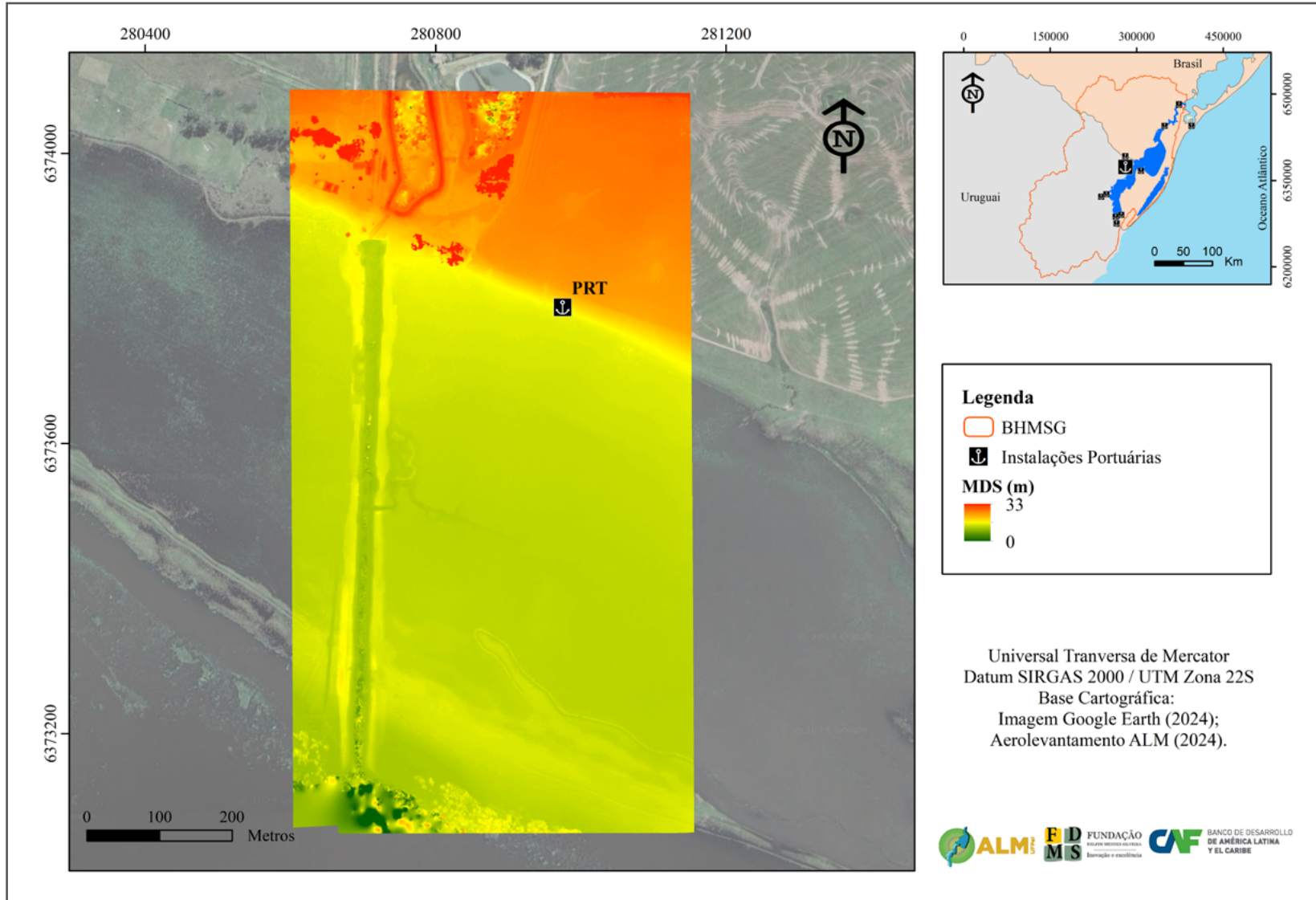


Figura 94: Mapa de curvas de nível.

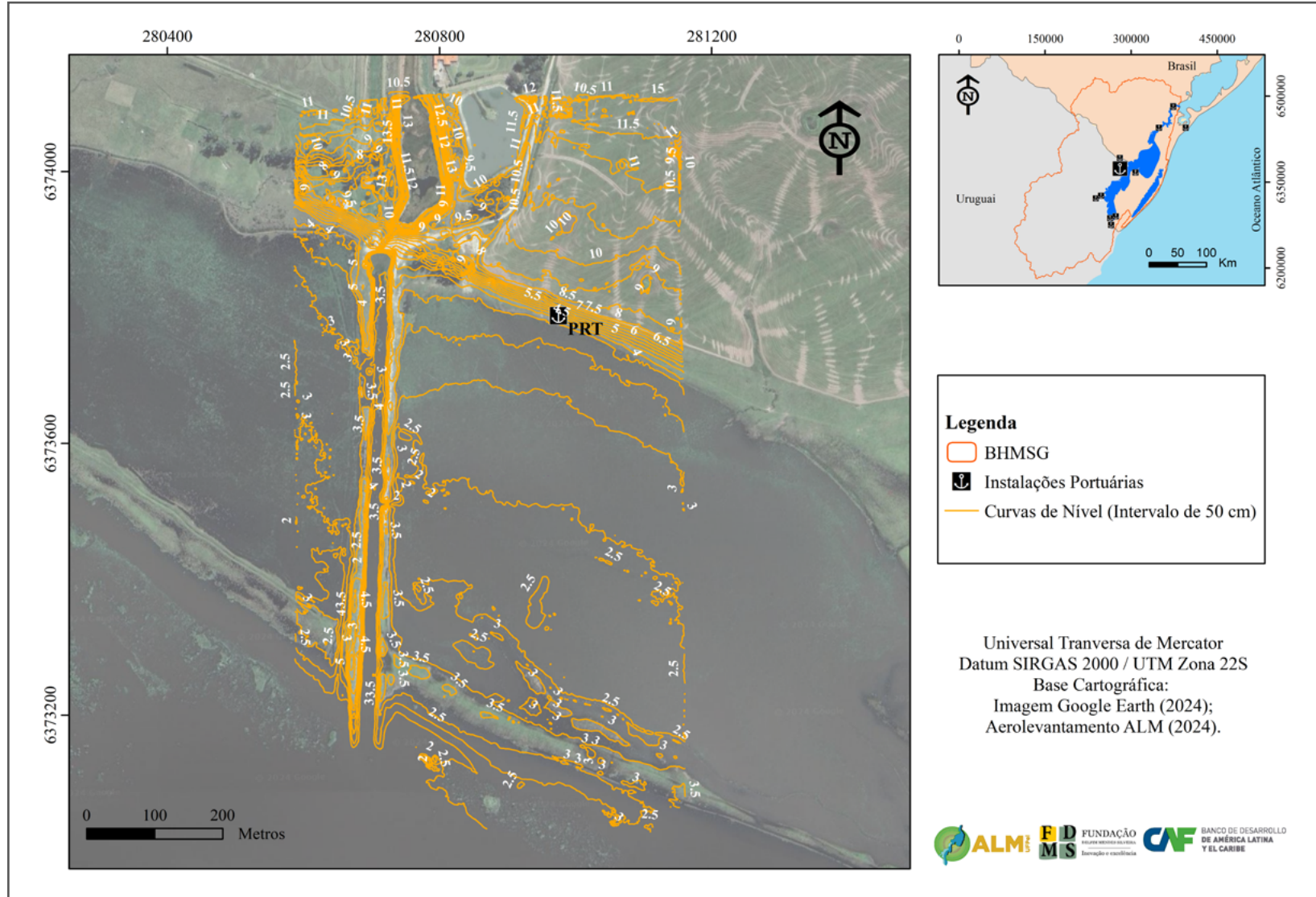
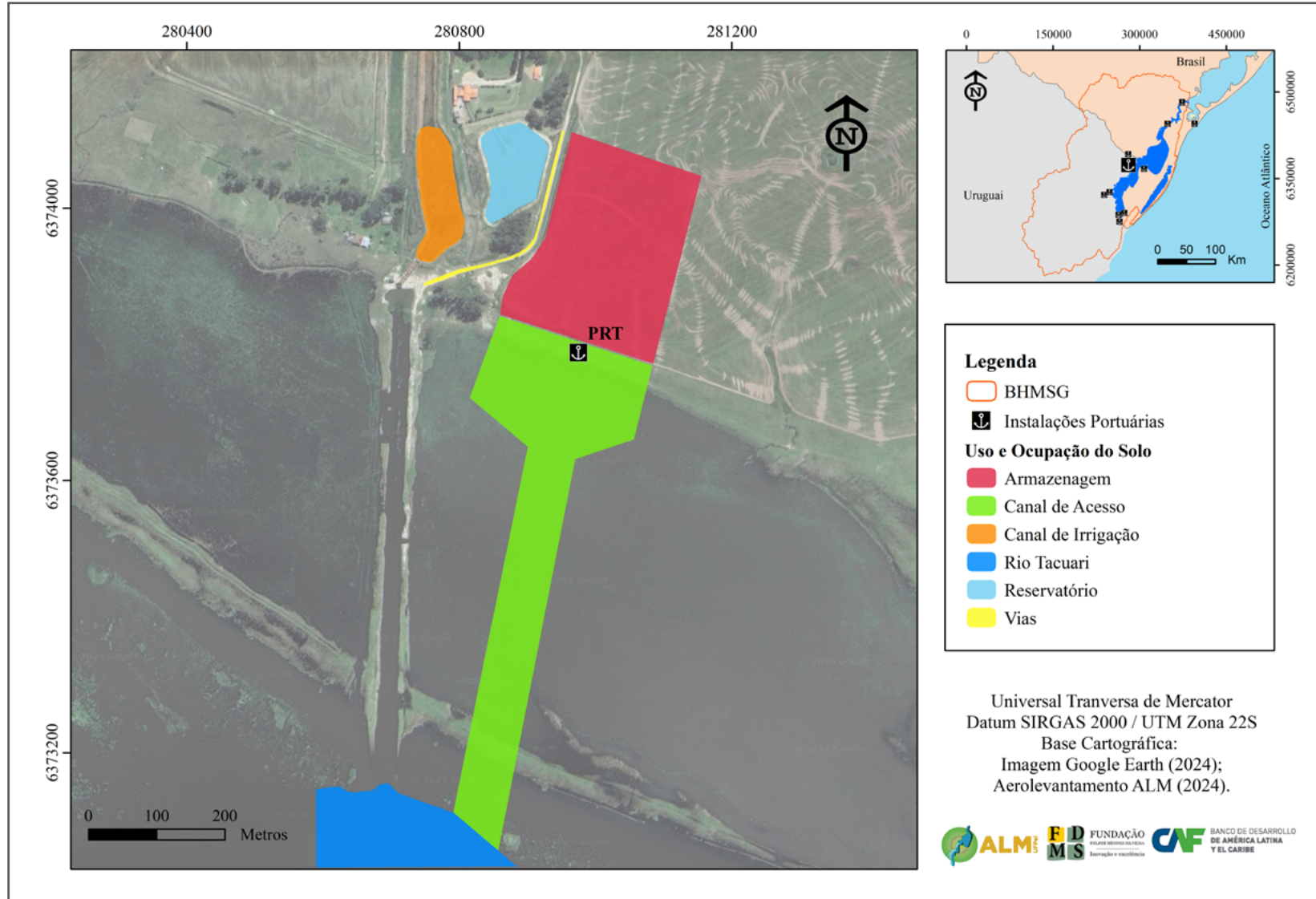


Figura 95: Mapa de uso e ocupação do Porto Tacuari.



Dentro desse raio de busca de influência indireta, 33,2% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 30% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 3,8% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano e lagos (Figura 96). A Tabela 26 apresenta o uso e ocupação do solo por influência indireta.

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	1,6	0,006
Área Agrícola	9311,6	33,2
Área não Vegetada	154,8	0,6
Área Urbanizada	17,5	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1755,9	6,3
Formação Campestre	8416,7	30,0
Formação Florestal	1604,3	5,7
Praia, Duna e Areal	193,2	0,7
Restinga Arbórea	54,4	0,2
Restinga Herbácea	212,1	0,8
Rio e Lago	5255,4	18,7
Silvicultura	1067,8	3,8
<b>Total</b>	<b>28045,2</b>	<b>100</b>

Tabela 26: Uso e ocupação do solo para o Porto de Tacuari - Influência indireta.

No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto de Tacuari, observa-se uma composição diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 46,4% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja e milho. A formação campestre ocupa 10,7% da área, indicando uma maior vocação agrícola nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse

cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pela Lagoa Mirim e pelo Rio Tacuari. Na região ocorrem alguns polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para o abrigo de animais, principalmente. O restante do território, similarmente à área de influência indireta, é composto por áreas não produtivas (não agrícola), solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 97). A Tabela 27 apresenta as classes e percentuais do uso e ocupação do solo por influência direta.

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	0,01	0,0001
Área Agrícola	3348,2	42,6
Área não Vegetada	44,7	0,6
Área Urbanizada	5,7	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	502,3	6,4
Formação Campestre	1379,8	17,6
Formação Florestal	135,5	1,7
Praia, Duna e Areal	5,4	0,1
Restinga Arbórea	11,0	0,1
Restinga Herbácea	53,6	0,7
Rio e Lago	2225,2	28,3
Silvicultura	141,8	1,8
<b>Total</b>	<b>7853,3</b>	<b>100</b>

Tabela 27: Uso e ocupação do solo para o Porto Tacuari - Influência direta.

Conforme os dados de uso do solo e o descrito por Amorín et al. (2010), a vocação agrícola da região gera os produtos e as principais cargas para o Porto de Tacuari, onde são previstos dois molhes de atracação, os quais teriam um terminal de carga com capacidade de 250 ton/hora e estrutura, na parte alta do terreno, com capacidade de armazenamento de 40.000 toneladas estáticas. Um dos terminais seria exclusivamente para grãos e outro para outras cargas. Ainda

segundo os autores, a curto prazo estima-se que o trânsito médio mensal de caminhões graneleiros induzido pelo terminal será de 800 caminhões/mês, sendo a estimativa de trânsito máximo de 26 caminhões/dia. Estima-se que se movimente 200.000 ton/ano de graneis (soja, trigo, cevada e arroz). Além disso, no trabalho é descrito que a área de influência terrestre está limitada pelos custos de transporte de carga entre o terminal e os estabelecimentos de produção, sendo 200 km a distância limite de rentabilidade. A Figura 98 apresenta a região de localização prevista para este porto e a Figura 99 apresenta o modelo conceitual do porto do Rio Tacuari.

Conforme o levantamento de Amorín et al. (2012), a obra consiste na abertura de um canal com 400m de extensão a partir da margem do Rio Tacuari, que desembocará em uma baía de manobra de 14,5 ha, escavada em área de banhado (Figura 100). A área de atracação terá dois molhes com 100 m de comprimento e 2,5 m de calado. Ainda, da desembocadura do Rio Tacuari até o canal de navegação na Lagoa Mirim, deve-se dragar um trecho de, aproximadamente, 10 km de extensão, totalizando 160.000 m<sup>3</sup>. Também serão necessárias obras de infraestrutura de estradas (ligação entre o terminal e a Ruta 26) e energia.

Figura 96: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Tacuári.

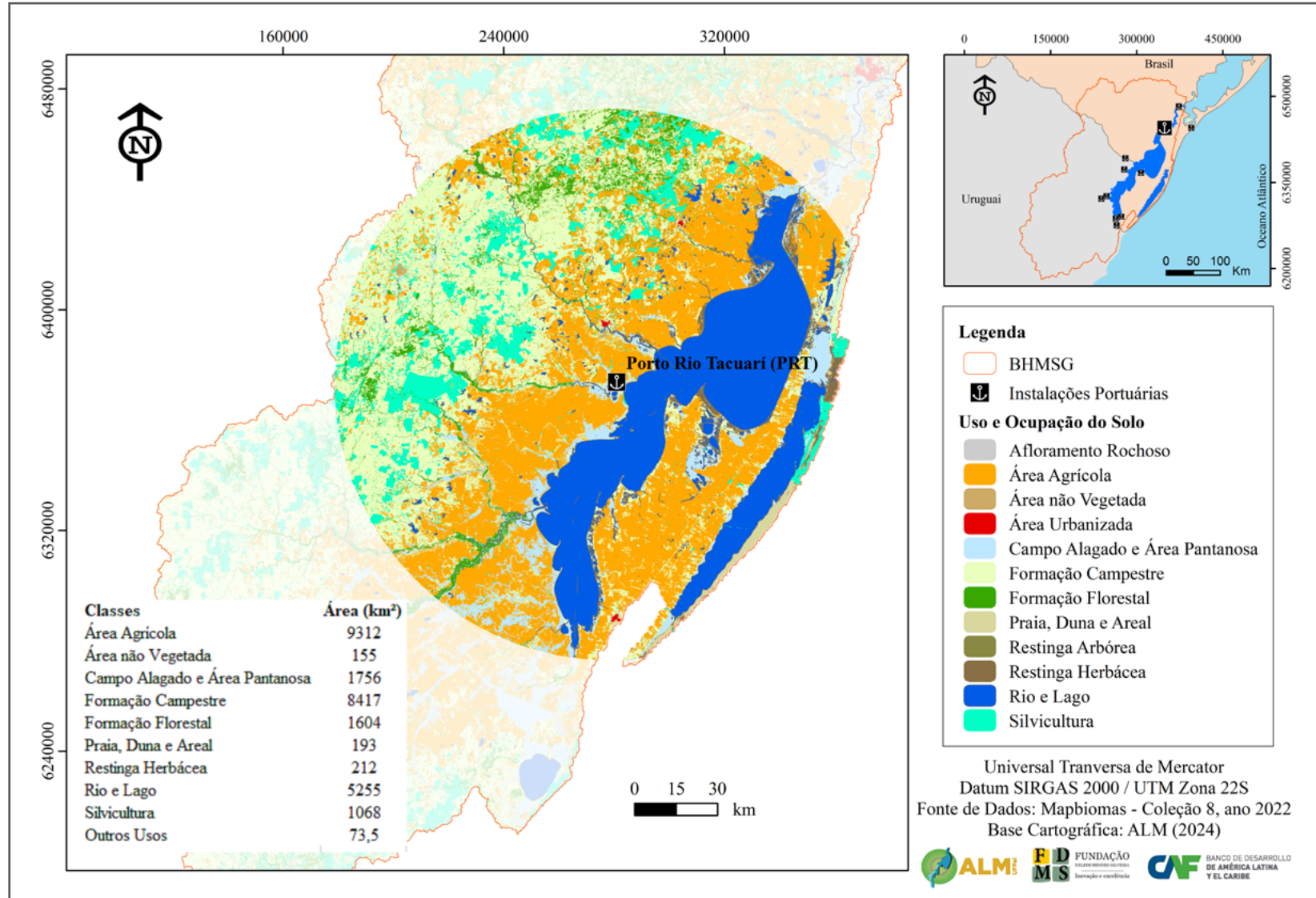




Figura 97: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Tacuári.

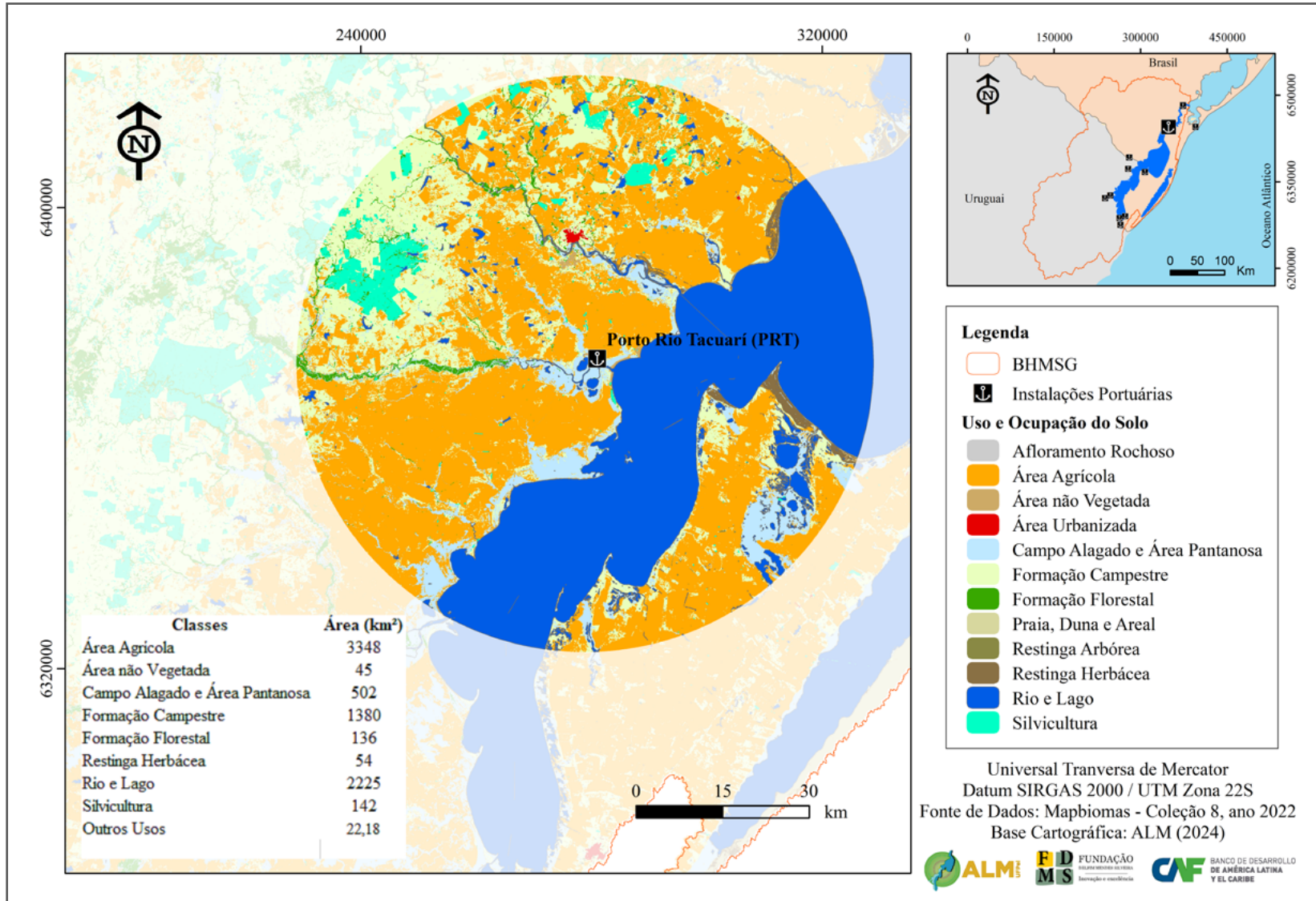


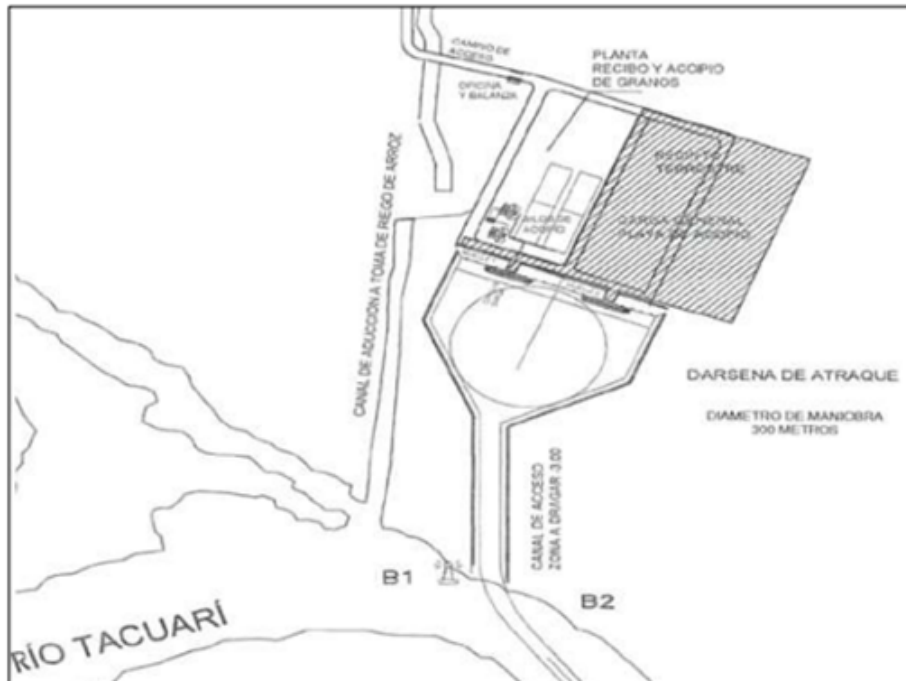
Figura 98: Localização do Porto de Tacuari - adaptado de Amorim et al. (2010).



Figura 99: Modelo conceitual do Porto de Tacuari.



Figura 100: Planta de implantação do projeto do terminal multiuso do Rio Tacuari – Empreendimento da Hidrovia del Este S.A – Administração das Hidrovias do Sul (AHSUL, 2011) e Freitas Jr. (2024).



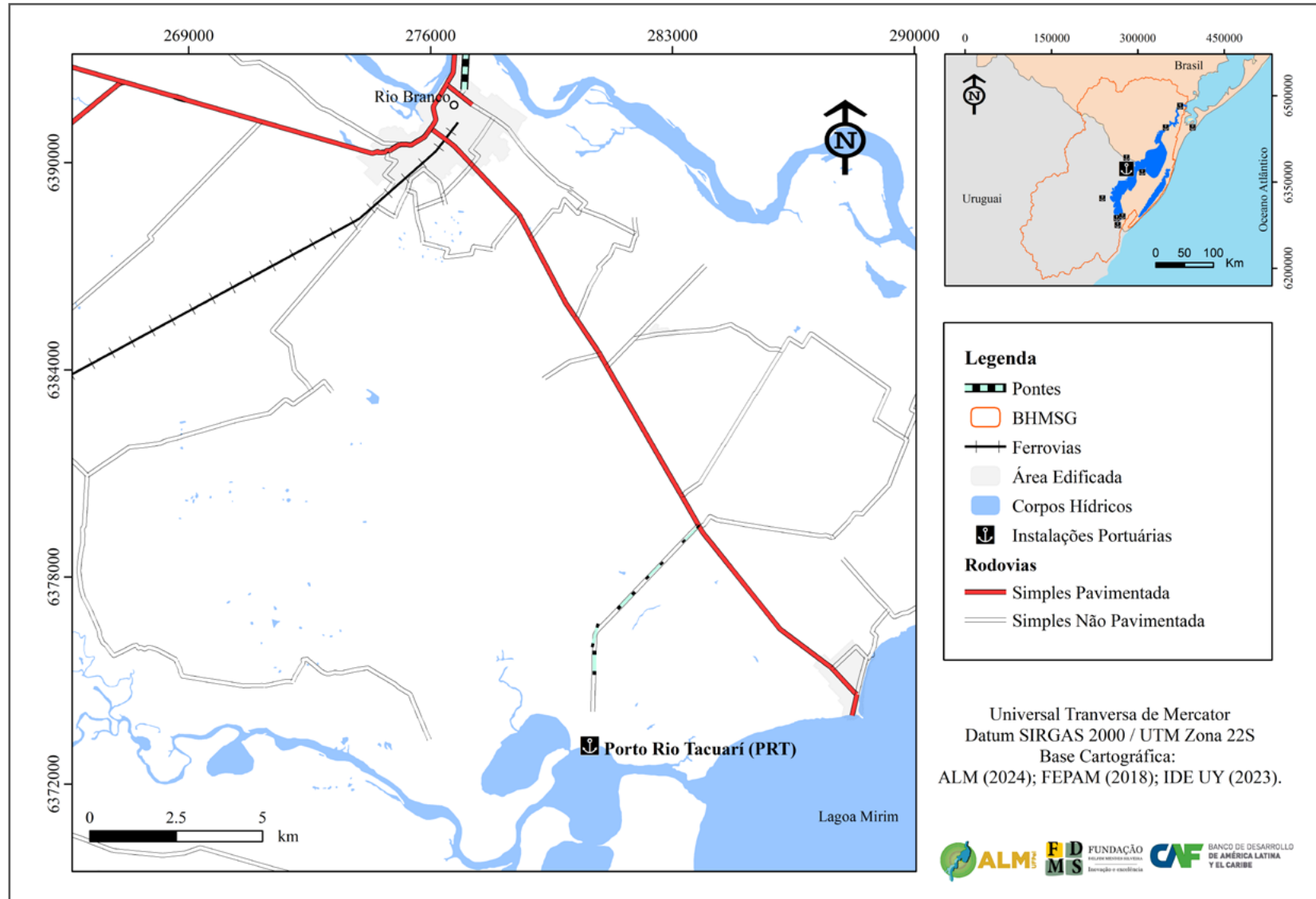
### 3.4.3 Acessos terrestres

O terminal do Porto de Tacuari está localizado a 5 km da desembocadura do Rio Tacuari, na costa oeste da Lagoa Mirim e a 20 km do município uruguaio de Rio Branco, conforme Figura 101. Seu acesso se faz a partir da cidade de Rio Branco pela Ruta 26, seguindo em direção ao Balneário Lago Merín por 14,1 km em estrada asfaltada com pista simples. Realizando a conversão à direita na entrada da conhecida Coopagre Agroecologia, por estrada simples de revestimento solto por 6,8 km chega-se à sede da fazenda a qual perfaz a área do Porto de Tacuari. Visto a estrada ser utilizada para o transporte de grãos e insumos para a agricultura, apresenta boa conservação e em parte com recuperação de pavimento. Além disso, pelo significativo acesso ao Balneário Lago Merín a Ruta 26 também apresenta várias ações de manutenção e correção do pavimento asfáltico.

### 3.4.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A instalação de um terminal portuário no Rio Tacuari terá como objetivo principal o transporte de grãos, principalmente de soja e arroz. No início da operação e induzidos pelo terminal, estima-se um trânsito médio mensal de caminhões graneleiros igual a 800 caminhões/mês e trânsito máximo diário de 26 caminhões/dia, o que remete a necessidade de melhorias na infraestrutura viária no trecho de 20 km que liga o terminal a Rio Branco. Também serão necessárias obras de infraestrutura de estradas (ligação entre o terminal e a Ruta 26) e energia. São previstos investimentos na ordem de U\$ 10 milhões para implantação da planta do terminal (AMORÍN et al., 2012). A previsão de movimentação de cargas é de 200.000t/ano de granéis (soja, trigo, cevada e arroz). Ainda, segundo o idealizador do projeto e diretor da Hidrovía del Este, Carlos Foderé, a obra do terminal, além de atender o transporte da produção existente, poderá fomentar o uso das áreas adjacentes para produção agrícola, além de novas culturas (FOSSATI, 2013).

Figura 101: Localização e acesso ao Porto de Tacuari.



### 3.4.5 Limitantes potenciais

Os limitantes potenciais enumerados por Fossati (2013) tangem a necessidade de dragagem no trecho da desembocadura do Rio Tacuari até o canal de navegação na Lagoa Mirim, deve-se dragar, aproximadamente, 10 km de extensão, totalizando 160.000 m<sup>3</sup>. Além disso, para o acesso ao terminal é necessária uma obra que consiste na abertura de um canal com 400m de extensão a partir da margem do Rio Tacuari, que desembocará em uma baía de manobra de 14,5 ha, escavada em área de banhado (Figura 102).

Para os portos em território uruguaio, conforme destacado por Ministerio de Transportes y Obras Publicas (MTO, 2002), caso o transporte passe a ser realizado por via fluvial, a Dirección Nacional de Hidrografia uruguaia deverá solicitar à Dirección Nacional de Aduanas, do mesmo país, que delimite o correspondente recinto aduaneiro, o qual é definido como a parte do território aduaneiro nacional, onde estão os portos e cargas a serem transportadas.

Figura 102: Área de banhado na região de implantação do Terminal do Rio Tacuari.



## 3.5 Porto La Charqueada

### 3.5.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

Segundo MTOP (2022), o rio Cebollati é um afluente da margem oeste da Lagoa Mirim e está situado inteiramente em território uruguaio. O rio conta com 150 km de extensão, tem sua nascente no Departamento de Lavalleja, tendo curso na direção sudoeste-nordeste, até a desembocadura na Lagoa Mirim, em forma de delta. O rio limita o Departamento de Rocha com os Departamentos de Lavalleja e Treinta y Tres, sendo considerado o curso d'água mais importante da região.

Segundo Freitas Junior (2024) em estudo de viabilidade contratado pelo governo uruguaio em 2002, foram analisados quatro locais com potencial para construção do terminal: a) no município de Rio Branco, nas margens do Rio Jaguarão; b) em Punta Muniz, nas margens da Lagoa Mirim e próximo do Balneário Lago Merín; c) próximo à foz do Rio Tacuari, na Lagoa Mirim (local diferente do atual projeto deste rio); d) em La Charqueada, na margem esquerda do Rio Cebollati, sendo essa a alternativa indicada como melhor opção naquele período (CARDINI, 2003; AZAMBUJA, 2005). Assim, a localidade de General Enrique Martínez, em La Charqueada, na margem esquerda do Rio Cebollati e distante 27 km da desembocadura na Lagoa Mirim, surgiu como primeira opção para construção de um terminal de cargas que pudesse atender as demandas oriundas da implantação da Hidrovia da Lagoa Mirim.

Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de La Charqueada, foi utilizada uma obra de arte na frente do terminal do Ministério dos Transportes e Obras Portuárias MTOP La Charqueada, a qual é capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária (Figura 103). O referencial geodésico foi demarcado e gerada a sua monografia de localização (Figura 104).

Figura 103: Localização do marco de referência do levantamento cadastral do Porto de La Charqueada.



Na sequência, foi elaborado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 119 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes ortométricas e do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

No ortomosaico (Figura 105), é possível observar a infraestrutura do Porto de La Charqueada, a qual consta na localidade de General Enrique Martínez, foi revitalizado recentemente pelo Ministério dos Transportes e Obras Públicas do Uruguai. O porto existente está nas margens do Rio Cebollati, sendo atualmente utilizado para atividades recreativas, principalmente. Já a nova operação proposta consta nos limites da localidade de General Henrique Martínez, aproveitando a infraestrutura de vias existentes e a menor perturbação da área urbana.



Figura 104: Monografia do Marco Geodésico do Porto de La Charqueada.

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

**Sumário do Processamento do marco: N/A**

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/03/05 19:46:10,99
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2024/03/05 20:12:32,99
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	EML_REACH_RS2 NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	2,000
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,27 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,06 GPS

**Coordenadas SIRGAS**

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-33° 12' 32,0752"	-53° 48' 07,5259"	20,99	6322053.283	238817.027	-51
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-33° 12' 32,0662"	-53° 48' 07,5276"	20,99	6322053.559	238816.976	-51
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,090	0,130	0,311			

**Coordenada Altimétrica**

Modelo Geoidal:	MAPGEO2015
Ondulação Geoidal (m):	Fora do Contorno do Brasil
Altitude Ortométrica (m):	Fora do Contorno do Brasil

**Precisão esperada para um levantamento estático (metros)**

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, consulte em qualquer momento: <http://www.ibge.gov.br/sistema/posicionamento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CORS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência no Rio Cebollati no momento do levantamento foi de 2,525 metros. A rampa de acesso ao nível do Porto possui uma altitude de 8,05 metros, na área prevista para estocagem. A configuração do píer de atracação prevê altitudes que variam de 2,20 metros até 9,00 metros, devido às variações topográficas e de nível do Rio Cebollati, as quais ainda estão em estudo (Figura 106).

Também foram geradas informações destinadas à elaboração de projetos de revitalização e implantação do novo Porto de La Charqueada, sendo produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 2,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 13,00 metros de altitude ao sul da estrada de acesso à ponte sobre o Rio Cebollati (Figura 107). A curva de nível predominante no nível dos depósitos e armazéns propostos é de 9,00 metros e no Rio Cebollati é de 2,5 metros.

Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto de La Charqueada, apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Sede, que inclui o pátio de fluxo de pessoas e usuários, Vias, com o acesso rodoviário pela estrada local até a Ruta 91 (estrada que liga General Enrique Martínez a localidade de Cebollati), o próprio rio Cebollati e o Píer de atracação, a qual é atualmente utilizado apenas para embarcações recreativas (Figura 108).

Figura 105: Ortomosaico do Porto de La Charqueada.

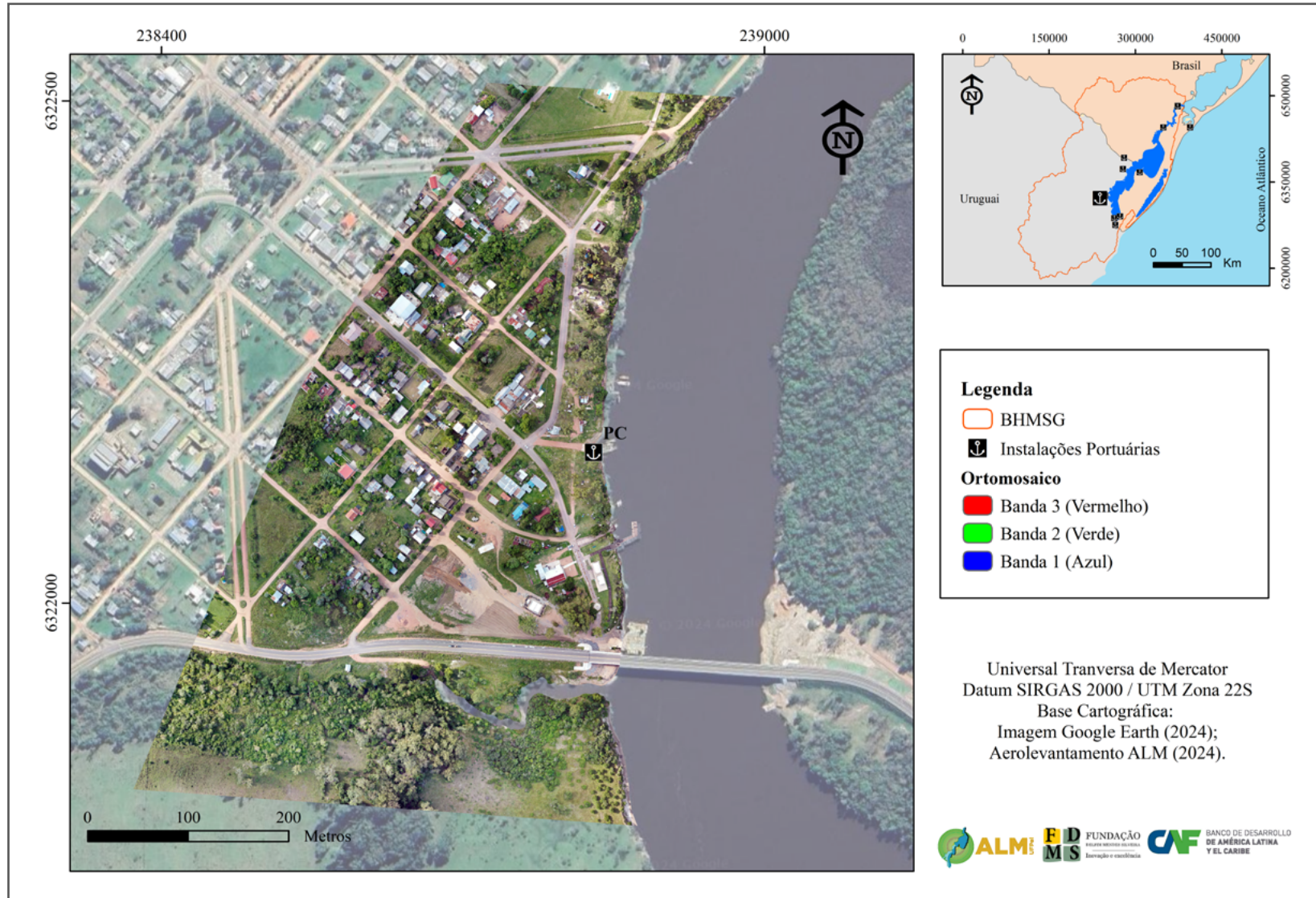


Figura 106: MDS do Porto de La Charqueada.

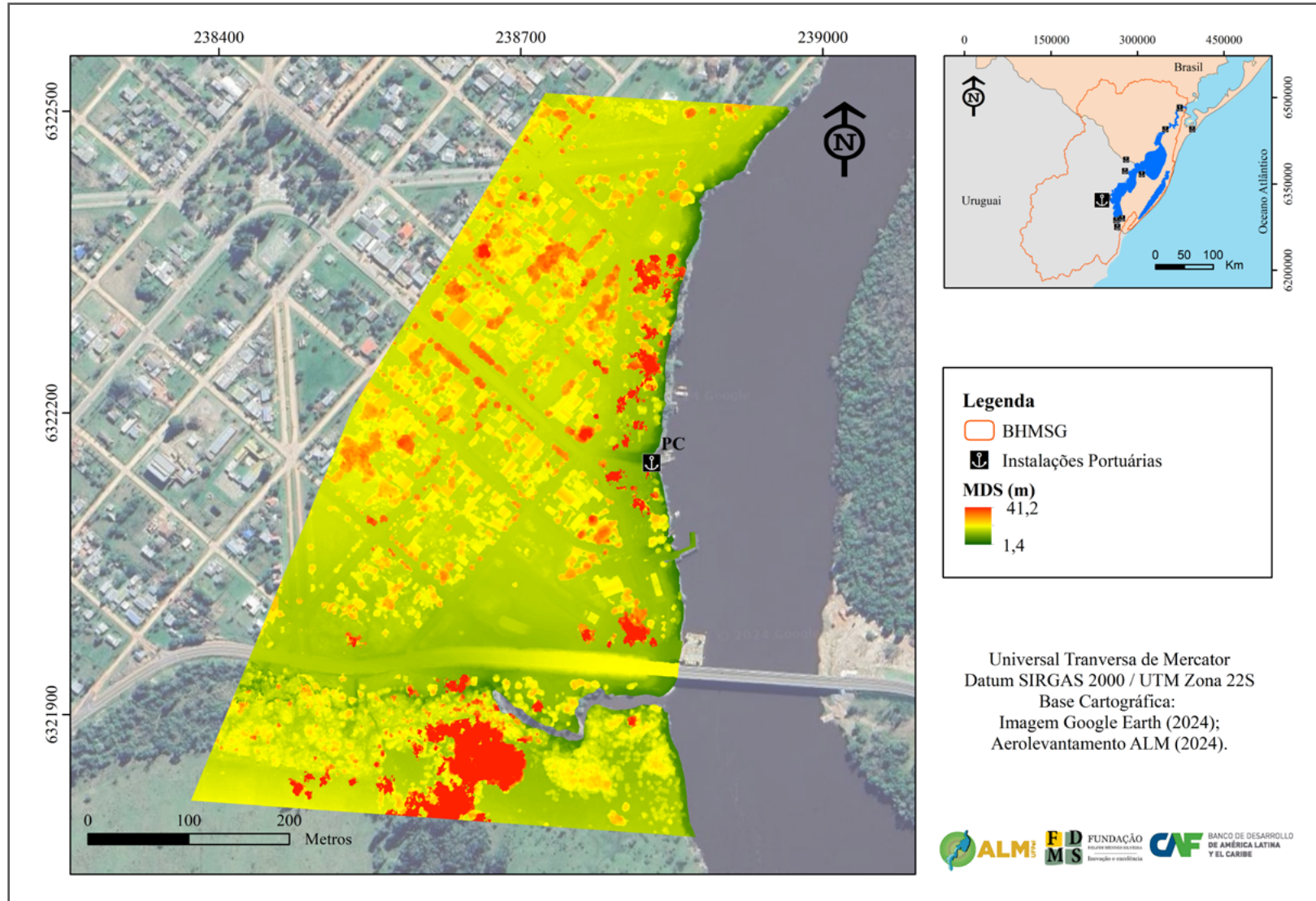


Figura 107: Mapa de curvas de nível do Porto de La Charqueada.

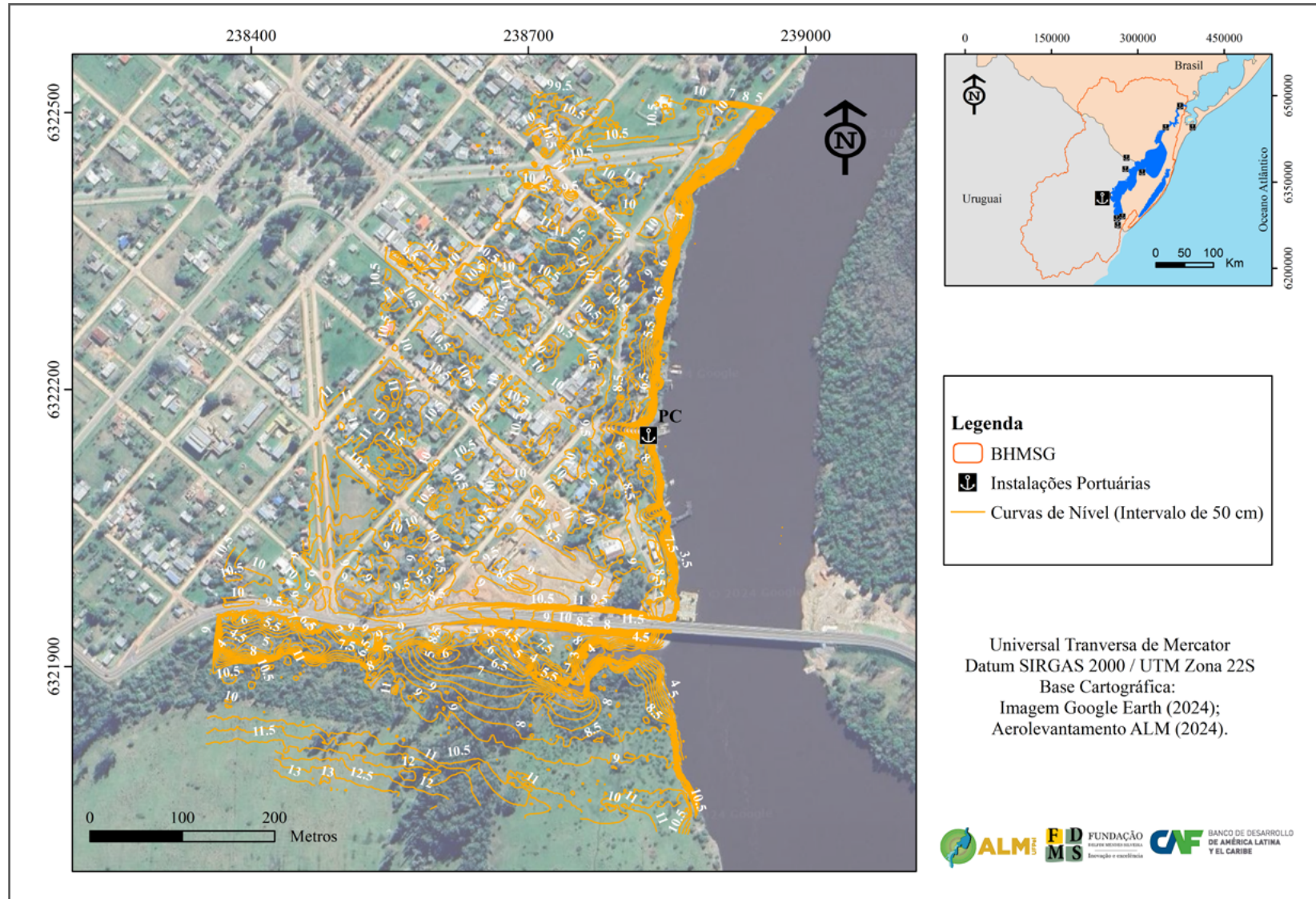
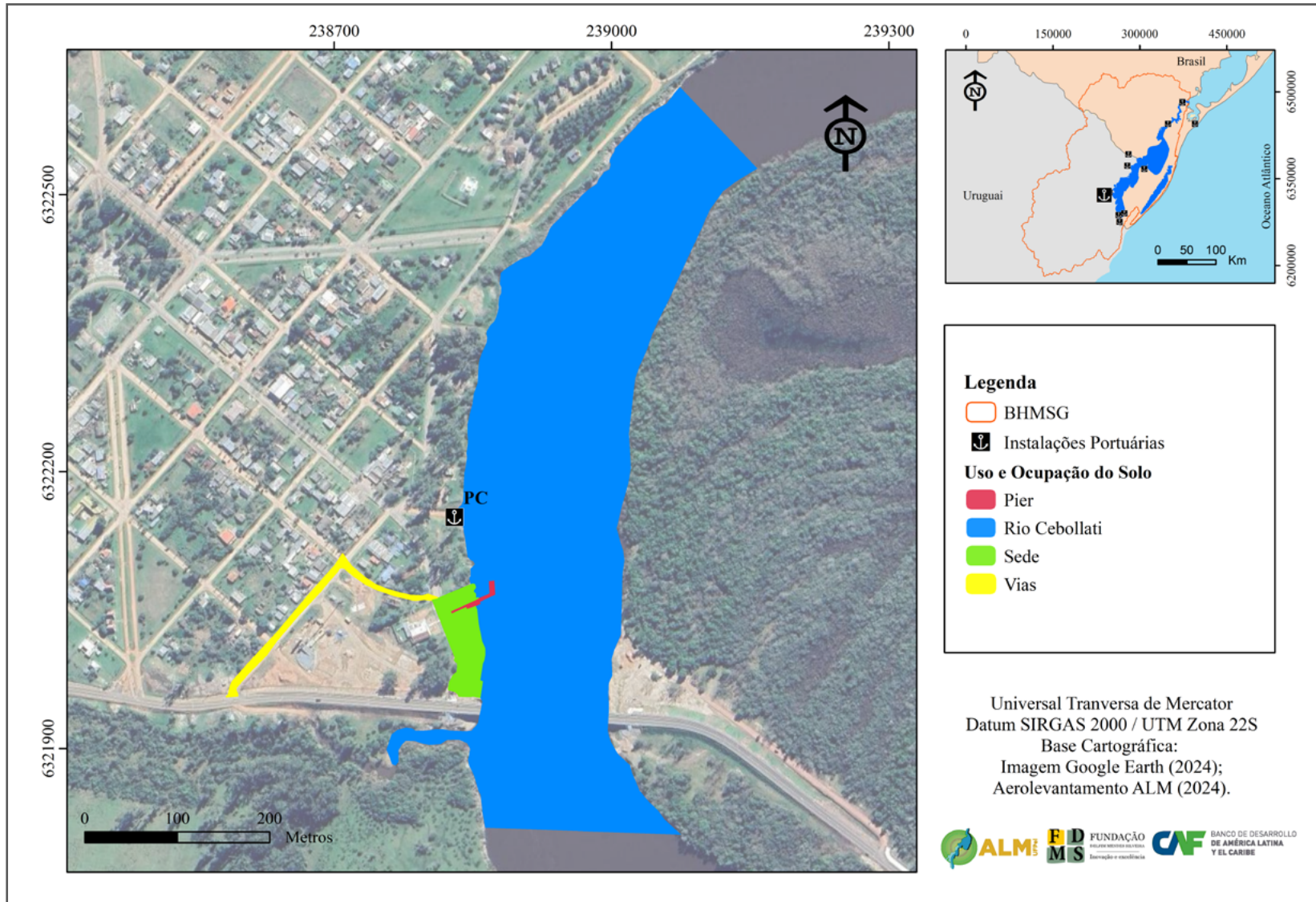


Figura 108: Mapa de uso e ocupação do Porto de La Charqueada.



### 3.5.2 Operação prevista

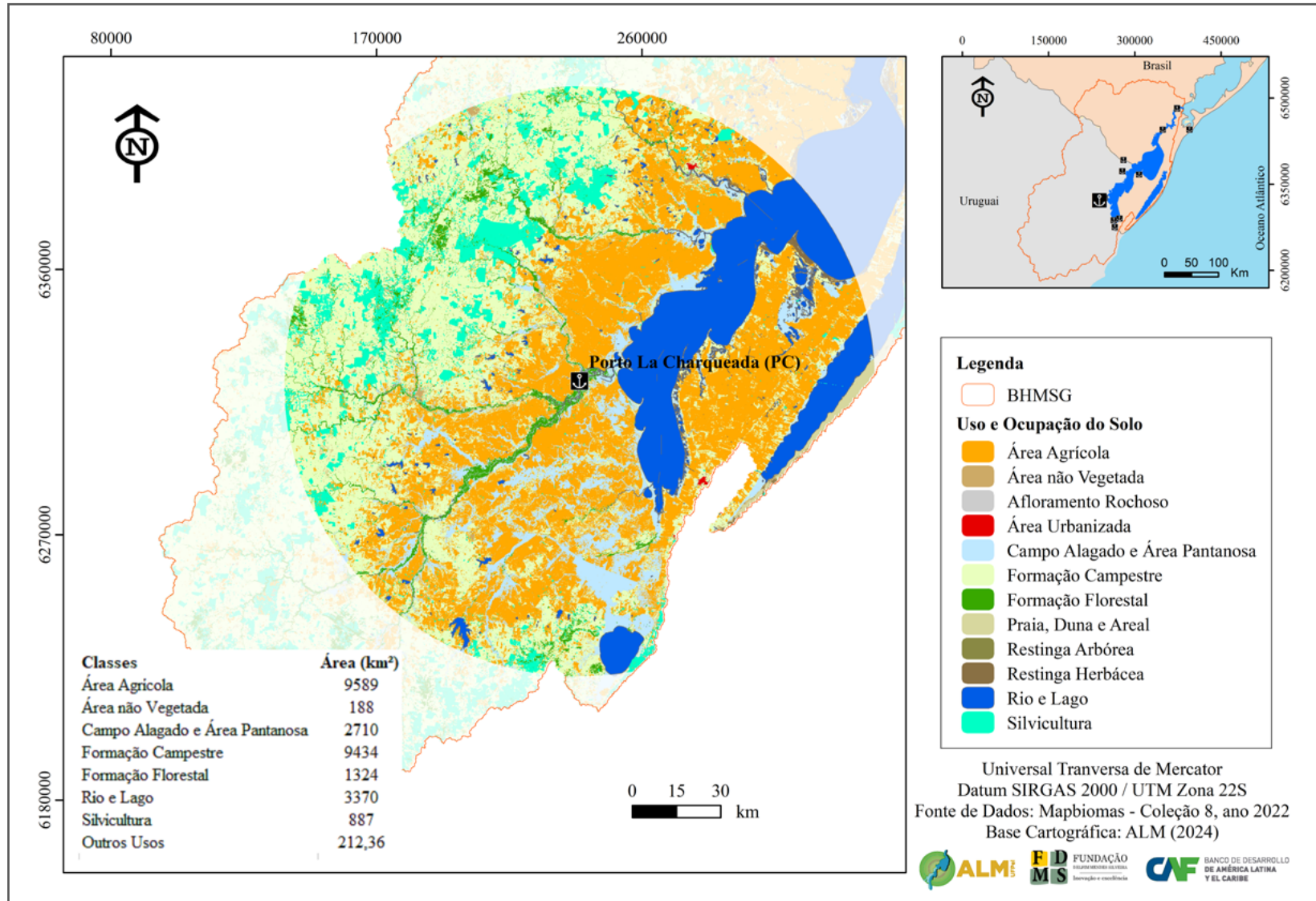
A partir dos dados de uso da terra e a vocação agrícola da região de Treinta y Tres, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de La Charqueada. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Melo a Noroeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até Castillos ao sul e abrange até a cidade de Jaguarão/RS ao norte.

Dentro desse raio de busca de influência indireta (Tabela 28), 34,60% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja e milho. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 34,04% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 3,2% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, lagos e campos alagados (Figura 109).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	0,01	0,00003
Área Agrícola	9589,4	34,60
Área não Vegetada	188,3	0,68
Área Urbanizada	12,6	0,05
Campo Alagado e Área Pantanosa	2709,8	9,78
Formação Campestre	9433,6	34,04
Formação Florestal	1324,4	4,78
Praia, Duna e Areal	133,5	0,48
Restinga Arbórea	16,6	0,06
Restinga Herbácea	49,6	0,18
Rio e Lago	3370,1	12,16
Silvicultura	886,9	3,20
<b>Total</b>	<b>27714,9</b>	<b>100,00</b>

Tabela 28: Uso e ocupação do solo para o Porto de La Charqueada – Influência indireta.

Figura 109: Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência indireta do Porto de La Charqueada.





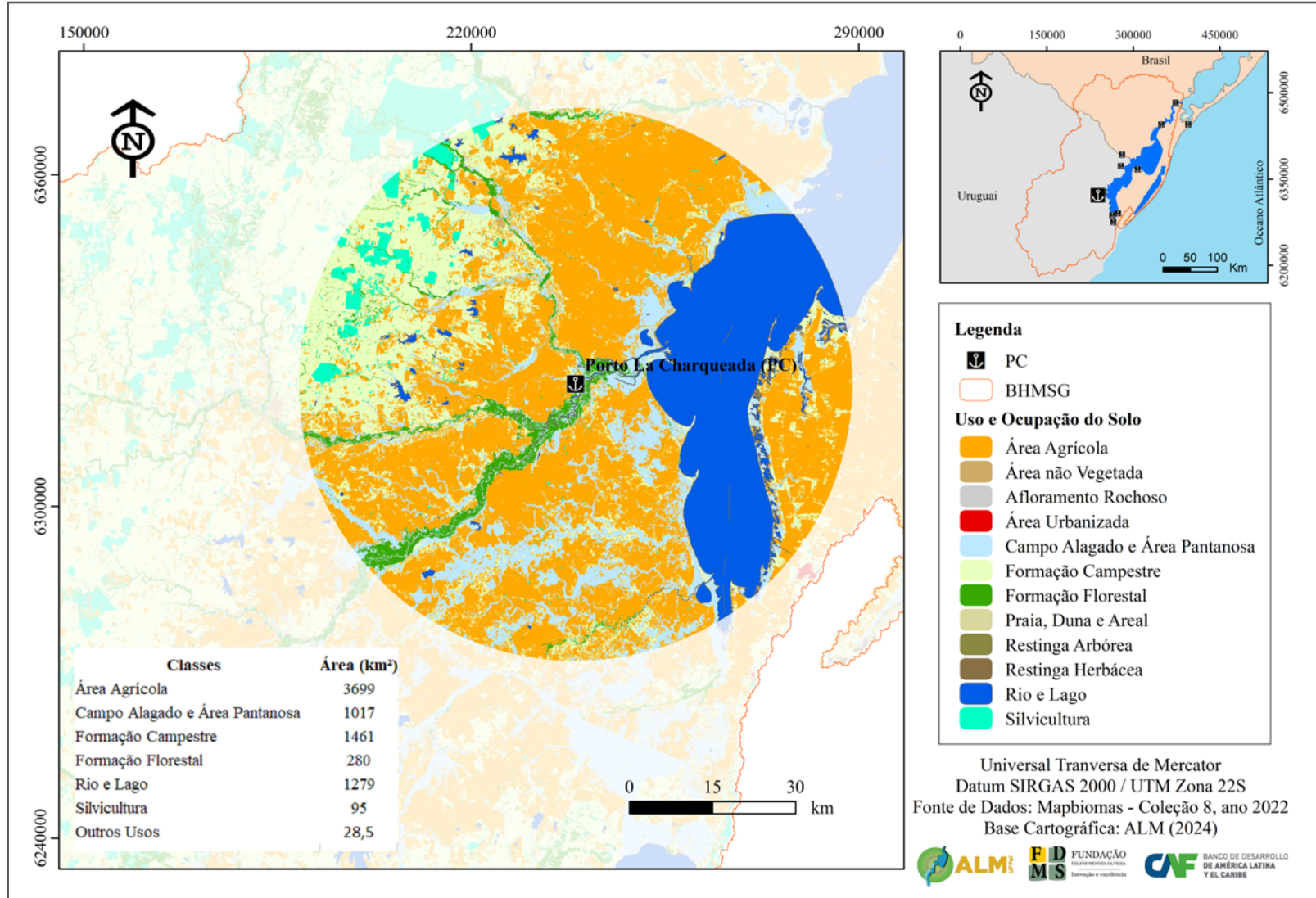
No raio de busca de influência direta (Tabela 29), que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto de La Charqueada, observa-se uma composição diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 47,06% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja e milho. A formação campestre ocupa 18,59% da área, indicando uma maior vocação agrícola nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pelo rio Cebollati e seus tributários. Na região ocorrem alguns polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para a silvicultura, principalmente para a produção de celulose e painéis de madeira.

O restante do território, similarmente à área de influência direta, é composto por áreas não produtivas (não agrícolas), solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 110).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>Área Agrícola</b>	3698,7	47,06
<b>Área não Vegetada</b>	26,2	0,33
<b>Campo Alagado e Área Pantanosa</b>	1017,1	12,94
<b>Formação Campestre</b>	1461,5	18,59
<b>Formação Florestal</b>	279,6	3,56
<b>Praia, Duna e Areal</b>	1,1	0,01
<b>Restinga Arbórea</b>	1,2	0,01
<b>Rio e Lago</b>	1279,2	16,28
<b>Silvicultura</b>	95,2	1,21
<b>Total</b>	7859,7	100

Tabela 29: Uso e ocupação do solo para o Porto de La Charqueada - Influência direta.

Figura 110: Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência direta do Porto de La Charqueada.



Apesar da vocação agrícola da região, as operações portuárias previstas por MTOP (2002), não são mais compatíveis com a estrutura viária da localidade do General Enrique Martínez, visto a condição de urbanização e infraestrutura residencial consolidada. Cabe destacar que, os atuais usos são os mais compatíveis com a instalação portuária existente, sendo: atendimento a barcos de passeio e recreativos (Figura 111), além de pequenas embarcações de pesca artesanal.

Figura 111: Porto de La Charqueada com uso de barcos recreativos (Google Earth®, 2023).



O porto La Charqueada apresentou uma potencialidade a operação de cargas fluviais e de passageiros, visto estar junto a cidade de General Enrique Martinez, também conhecida como a localidade de La Charqueada, as margens do rio Cebollatí. Fomentava a operação portuária uma estrutura com balsa, onde uma pequena balsa conectava os departamentos de Treinta y Tres com Rocha, na travessia sobre rio Cebollatí. Em julho de 2023, houve a inauguração da ponte sobre o rio Cebollati, segundo descrito no Portal Servicio de Comunicación Audiovisual Nacional do Uruguay (SEUGI, 2023).

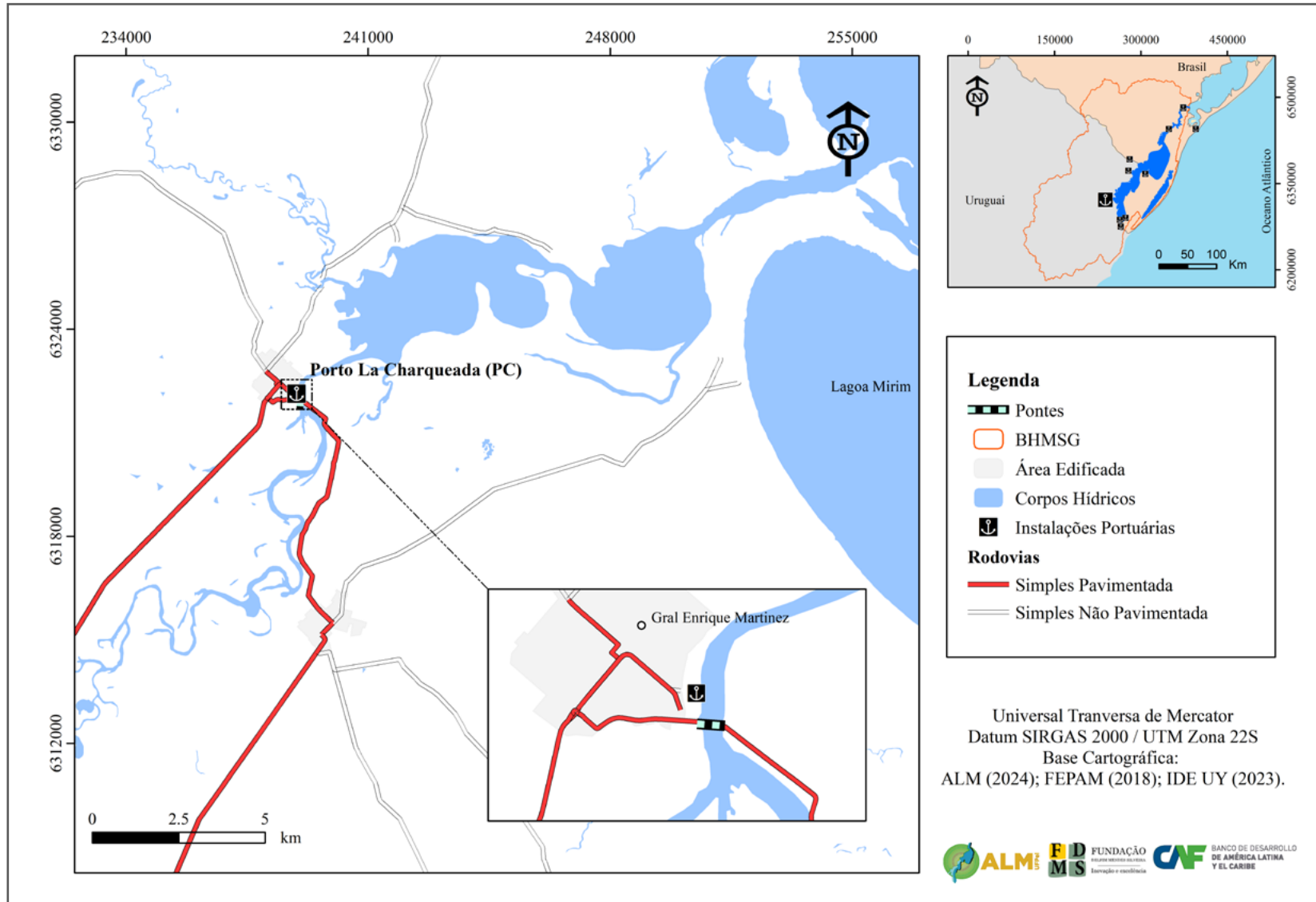
A construção de um novo porto no local, auxiliaria no escoamento da produção de grãos, celulose e cimento, reduzindo os custos do transporte terrestre, visto que não existem portos na parte leste do país. Além disso, segundo CLM (2012), no Departamento de Treinta y Tres existem reservas calcárias que comportam um volume de 70 milhões de toneladas passíveis de exploração. Assim, segundo Méndez (2016), o desenvolvimento da mineração neste depar-

tamento reflete-se em projetos de instalação de novas fábricas de cimento e cal, criando-se um polo de desenvolvimento econômico na região.

### 3.5.3 Acessos Terrestres

O terminal do Porto de La Charqueada está localizado a 18 km da desembocadura do Rio Cebollati, na costa oeste da Lagoa Mirim, na localidade de General Enrique Martínez. Seu acesso se faz a partir da cidade de Treinta Y Tres pela Ruta 17 por 9,7 km, sendo realizada uma conversão à direita na confluência com a Ruta 18. Por mais 48 km pela Ruta 18 chega-se à localidade de General Enrique Martinez. A estrada apresenta conservação relativa, com significativa quantidade de incisões no pavimento. Além disso, apresenta uma série de obras de arte com estreitamento de pista (pista única). Já partindo da localidade de Cebollati, são 7,1 km pela Ruta 91 na direção norte até o Porto de La Charqueada, tem-se a ponte sobre o Rio Cebollati e em seguida a localidade e o Porto. Visto a recente inauguração desta ponte, o pavimento asfáltico da Ruta 91 é impecável, assim como os acessos. A Figura 112 apresenta a localização desses acessos.

Figura 112: Localização e acesso ao Porto de La Charqueada.



### 3.5.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A instalação de um terminal portuário em La Charqueada depende uma série de análises de impactos sociais, econômicos e ambientais, uma vez que está situado na área urbana da localidade de General Enrique Martínez, podendo trazer perturbações de diversas escalas, como por exemplo ruído, movimentação de sedimentos, poeira, entre outros. Sendo assim, é uma área sensível por já ser urbanizada e apresentar dinâmicas de uso menos intensas que as projetadas para esse porto, pois atualmente é utilizado com viés recreativo ou para a pesca artesanal.

Nesse sentido, caso a viabilidade e a implantação sejam confirmadas, cabem estudos profundos sobre os impactos na dinâmica da localidade, principalmente sobre os moradores e o ambiente. Também cabem estudos sobre a necessidade de aprofundamento do canal no Rio Cebollati, assim como o impacto da dragagem.

### 3.5.5 Limitantes potenciais

Segundo Freitas Jr. (2024), houve um novo projeto uruguaio, datado de 2002, em que foi escolhido realizar o projeto na localidade de General Enrique Martínez, em La Charqueada, na margem esquerda do Rio Cebollati e distante cerca de 27 km da desembocadura da Lagoa Mirim. Segundo Fossati (2013), as instalações deste terminal foram projetadas para serem construídas em três etapas: (i) a primeira em uma área de aproximadamente 2 ha, para cargas a granel e paletizadas (Figura 113); (ii) a segunda para carregamento de cavaco de madeira, em uma área total de 20 ha e com capacidade de carga de 100 ton/hora; e (iii) a terceira para transporte de cimento e derivados. As Figuras 114 e 115 apresentam um detalhamento deste projeto.

Entretanto, de acordo com Freitas Jr. (2024), o projeto foi alvo de restrições pelos órgãos ambientais uruguaios, uma vez que, para implementá-lo, seria necessário movimentar grandes volumes em obras de dragagem (principalmente no trecho superior do rio, a partir do km 12, da barra do Rio Cebollati em direção à localidade de General Enrique Martínez). Fogetti (2000) argumenta que se deve considerar que o leito do Rio Cebollati é caracterizado por grande quantidade de sedimentos arenosos, oriundos de erosões extensas ao longo deste trecho. O

delta possui uma distribuição de areia produzida pelos ventos dominantes do leste, sudoeste e norte, formando espigões desde toda a extensão da foz.

Figura 113: Localização do Porto do Rio Cebollati com seus três terminais – adaptado do Ministério dos Transportes do Uruguai (2002).

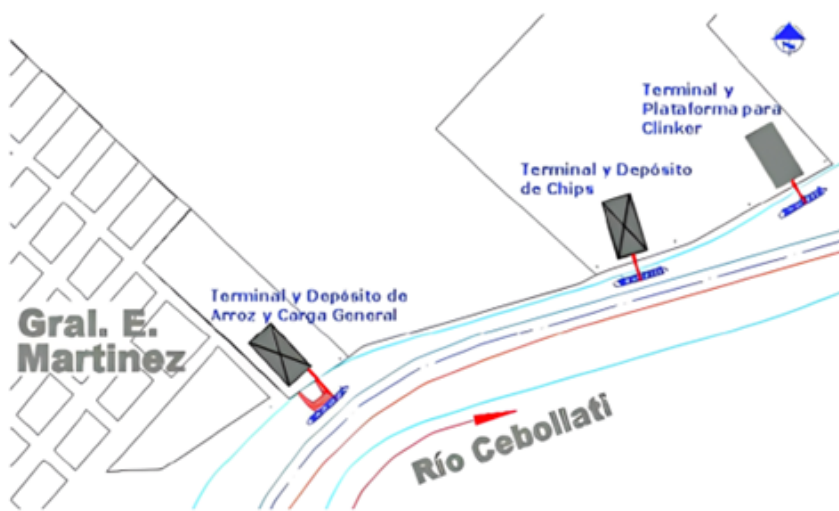


Figura 114: Terminal para arroz, carga geral e carga containerizada – adaptado de Ministério de Transportes do Uruguai (2002).

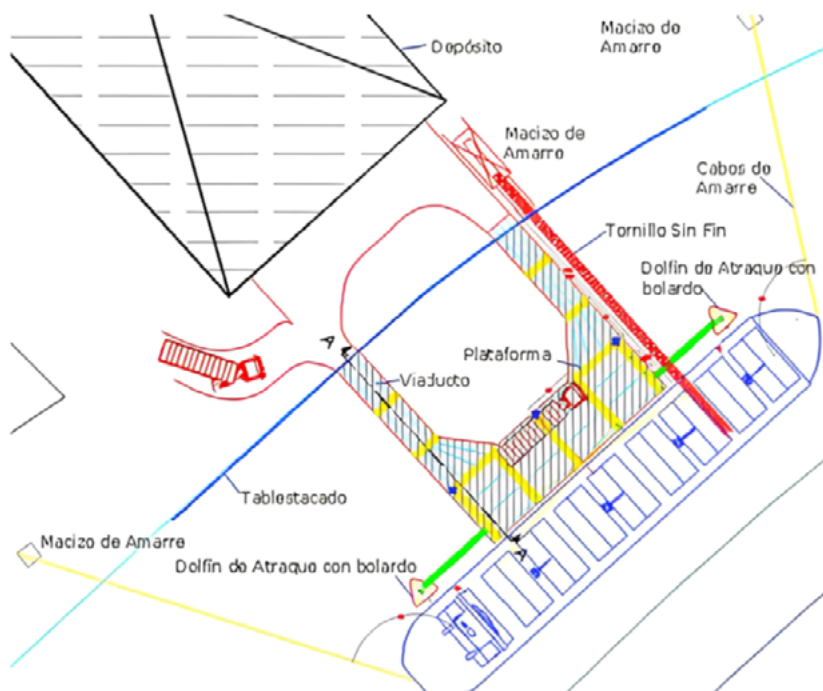
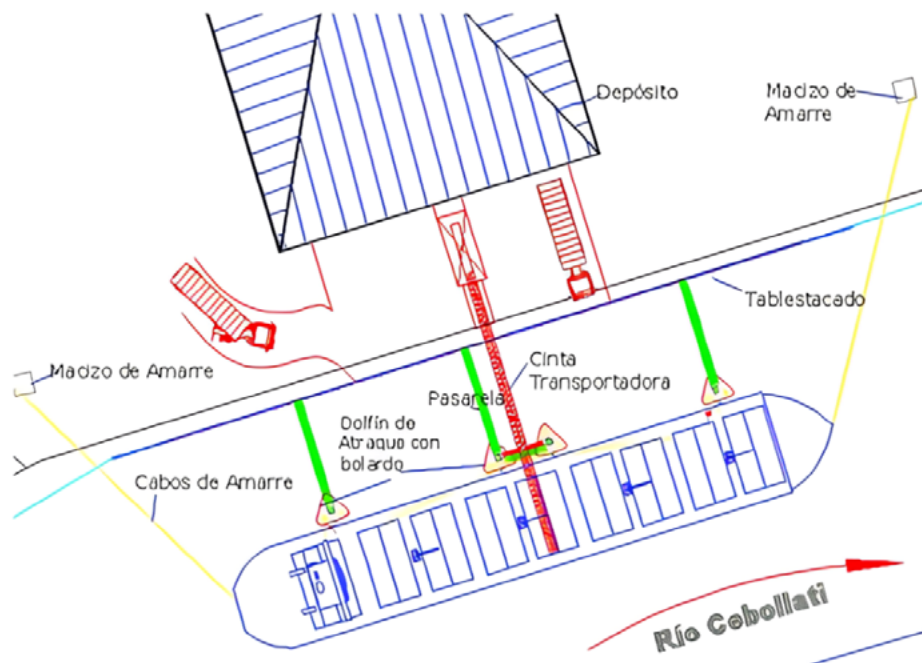


Figura 115: Terminal para cavacos de madeira – adaptado de Ministério de Transportes do Uruguai (2002).



Freitas Jr. (2024) ainda alerta que no trecho superior também se faz necessária a retirada de solos das margens curvilíneas, o que consiste na ampliação da largura da seção de dragagem de 30 para 40 m (sobre largura de 10 m). Além disso, nas zonas de cruzamento de embarcações, a largura da seção transversal teria que ser aumentada em 30 m, chegando a 70 m. Ressalta-se que, neste trecho, o Rio Cebollati é sinuoso e suas curvas são bastante fechadas, o que impossibilita a navegação de barcas autopropulsadas com comprimento igual ou superior a 100 m.

Assim, caso os grandes volumes de dragagem sejam empecilhos à instalação do porto, há outro local possível, mas que requer aprofundamento do estudo. A opção, descrita em Freitas Jr. (2024), é no final da Ruta 15, com acesso ao Rio Cebollati e muito próximo à Lagoa Mirim. Recentemente foi inaugurada a ponte que une as localidades de La Charqueada e Cebollati, em margens opostas do rio, possibilitando livre acesso a Ruta 15 (trânsito veicular entre as regiões oeste e leste do rio). Além disso, Fossati (2013) destaca que esta análise da dragagem foi realizada considerando o calado de 3 m - calado máximo estudado em MTOP (2002) - mas que, atualmente, as embarcações-tipo utilizadas no rio são de 3,5 metros.



## 3.6 Porto NLC

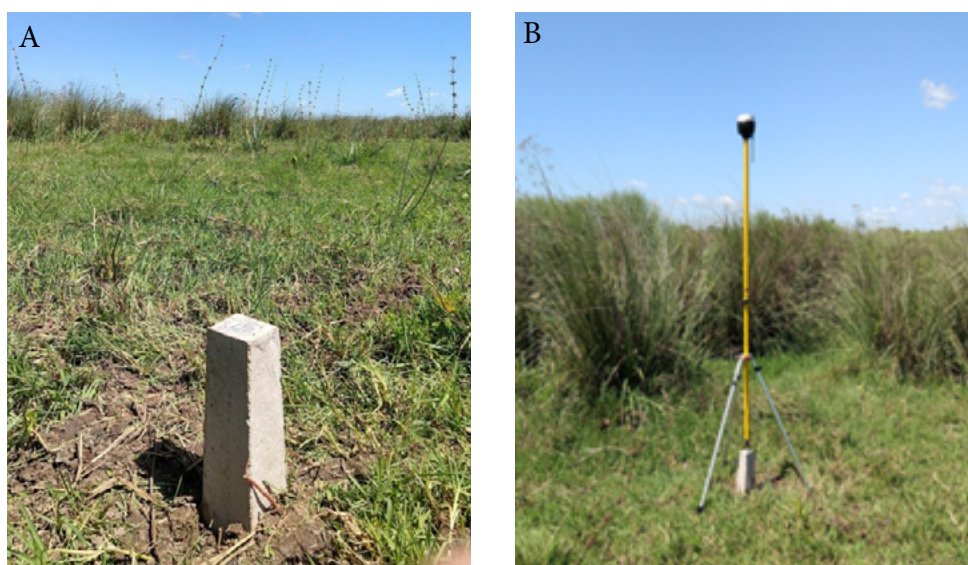
### 3.6.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

O Rio Cebollati é um dos mais importantes afluentes da margem oeste da Lagoa Mirim e está situado inteiramente em território uruguaio. Este rio já foi apresentado no item anterior assim como a importância regional da localidade de General Enrique Martínez, principalmente em termos de localização.

Sendo assim, e baseado no Projeto Nodo Logístico Cebollati - NLC da CINCLUS S.A., uma nova opção para um terminal portuário no rio Cebollati fica situado mais próximo a desembocadura na Lagoa Mirim, distante cerca de 7 km. Essa localização apresenta vantagens significativas com relação ao terminal de La Charqueada, principalmente por causa de uma distância menor no canal de acesso e da ausência de obstáculos de trajetória de navegação, visto que o rio Cebollati, nos setores a montante do NLC, apresenta-se bastante meandrante.

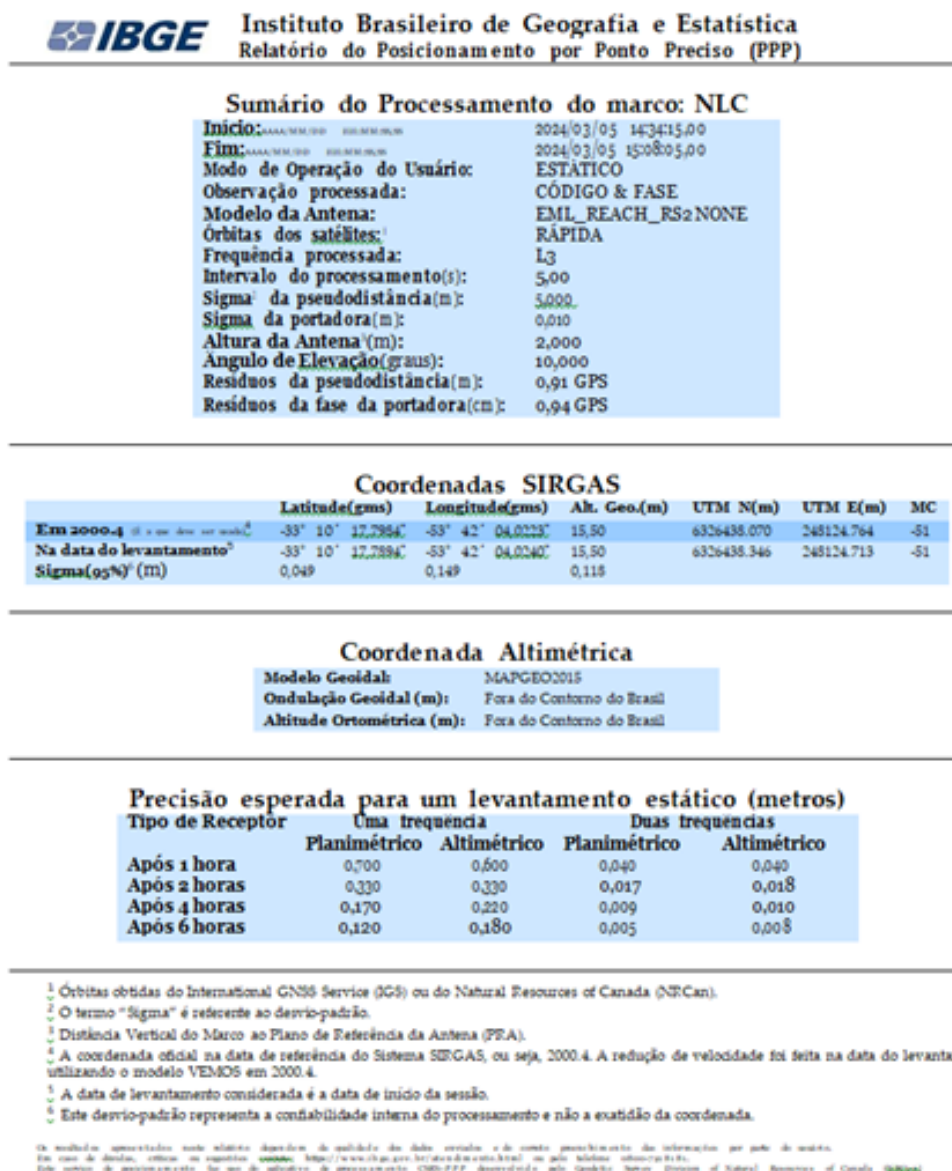
Para o mapeamento da infraestrutura do Porto NLC, foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de referência de nível (Figura 116). O referencial geodésico foi demarcado e gerada a sua monografia de localização (Figura 117).

Figura 116: Monumentação e rastreamento do marco geodésico do futuro Porto do Cebollati.



Na sequência, foi elaborado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 140 fotos, as quais foram posteriormente mosaicas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imituba.

Figura 117: Monografia do marco geodésico do Porto do Cebollati - NLC.



No ortomosaico (Figura 118), é possível observar a infraestrutura do Porto Nodo Logístico Cebollati - NLC, a qual consta 12 km a leste da localidade de General Enrique Martínez, próximo a foz do rio Cebollati. O porto a ser construído consta na margem esquerda do Rio Cebollati, sendo a área atualmente utilizada para a criação de animais, com tipologia campestre. Já a operação proposta utiliza-se da proximidade com a localidade de General Enrique Martínez, aproveitando a infraestrutura de vias e mão-de-obra existentes.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência no Rio Cebollati no momento do levantamento foi de 1,117 metros conforme MDS apresentado na figura 119. A altitude ortométrica do terreno no nível Porto é de aproximadamente 2,17 metros, chegando até 2,70 metros, na área prevista para estocagem. Apesar de ser uma região extensamente plana e de baixas altitudes, a localização escolhida apresenta um patamar de aproximadamente 1 metro em relação ao nível de referência médio do Rio Cebollati, conferindo vantagens em termos geotécnicos de estabilidade e perfil vertical consolidado.

Também foram geradas informações destinadas à elaboração de projetos de implantação do Porto NLC, sendo produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros (Figura 120). Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 4,5 metros de altitude, referente aos diques marginais do Rio Cebollati, ou seja, uma rampa com inclinação sul/norte. A curva de nível predominante no nível dos depósitos e armazéns propostos é de 2,50 metros e no Rio Cebollati é de 1,5 metros.

Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do futuro Porto NLC, apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Sede, que inclui o pátio de fluxo de pessoas e usuários Vias, com o acesso pela estrada vicinal interna (acesso que liga o porto a estrada La Aduana), o próprio rio Cebollati e o Píer de atracação, a qual foi determinado na face mais retilínea do lote, assim como na margem com maior profundidade, conforme Figura 121.

Figura 118: Ortomosaico de localização do Porto NLC.

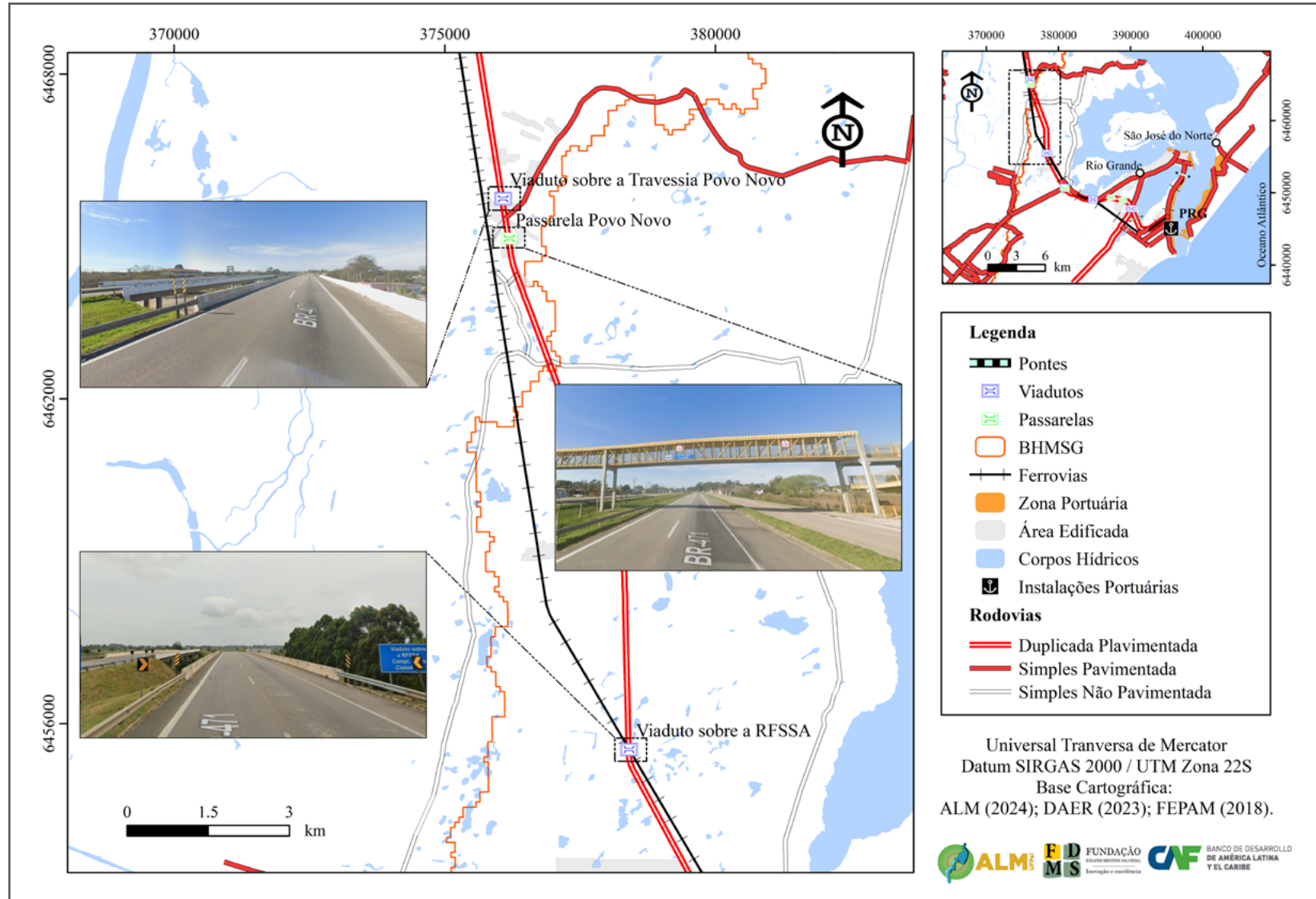


Figura 119: MDS do Porto NLC: MDS do Porto NLC.

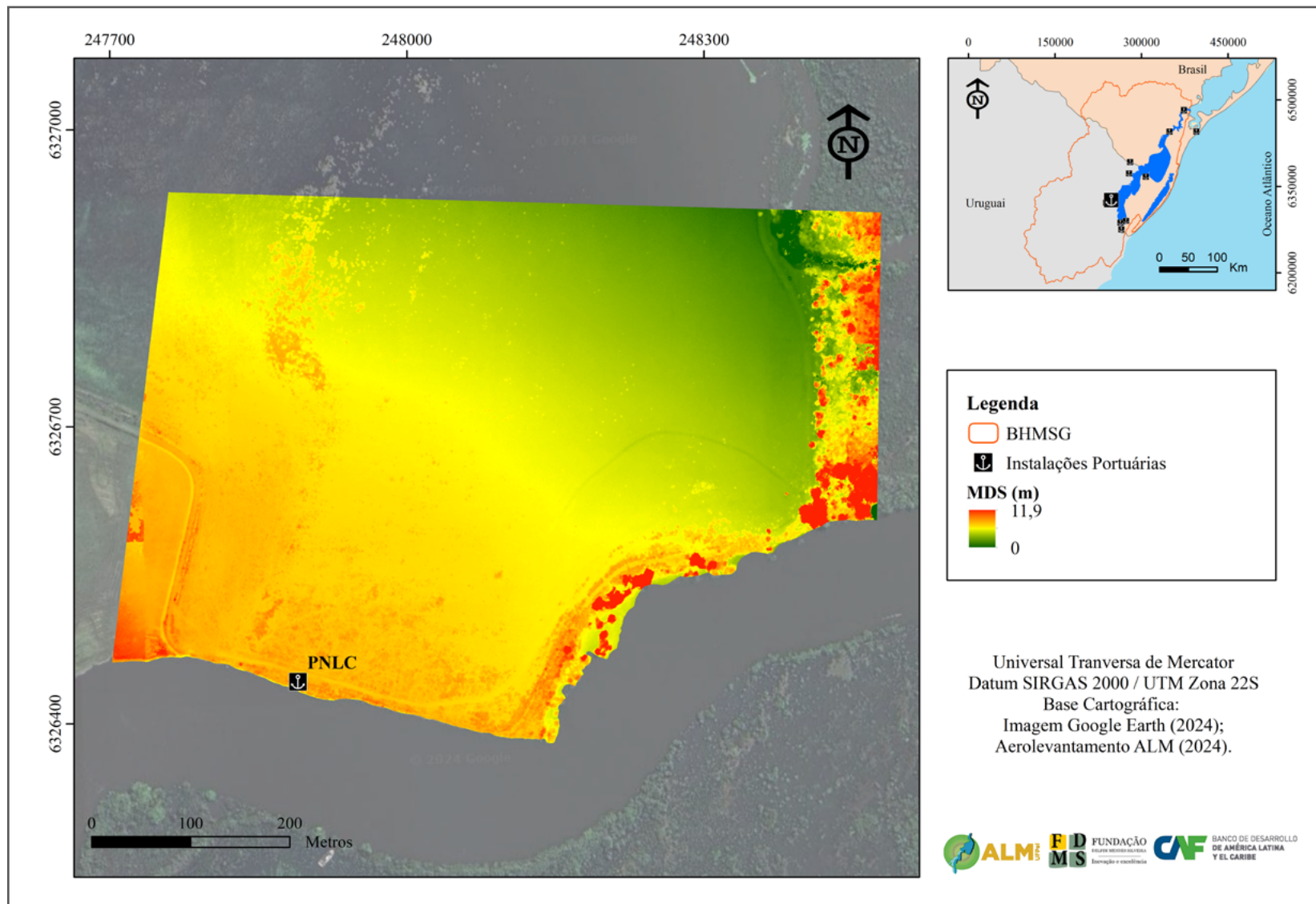


Figura 120: Mapa de curvas de nível do Porto NLC.

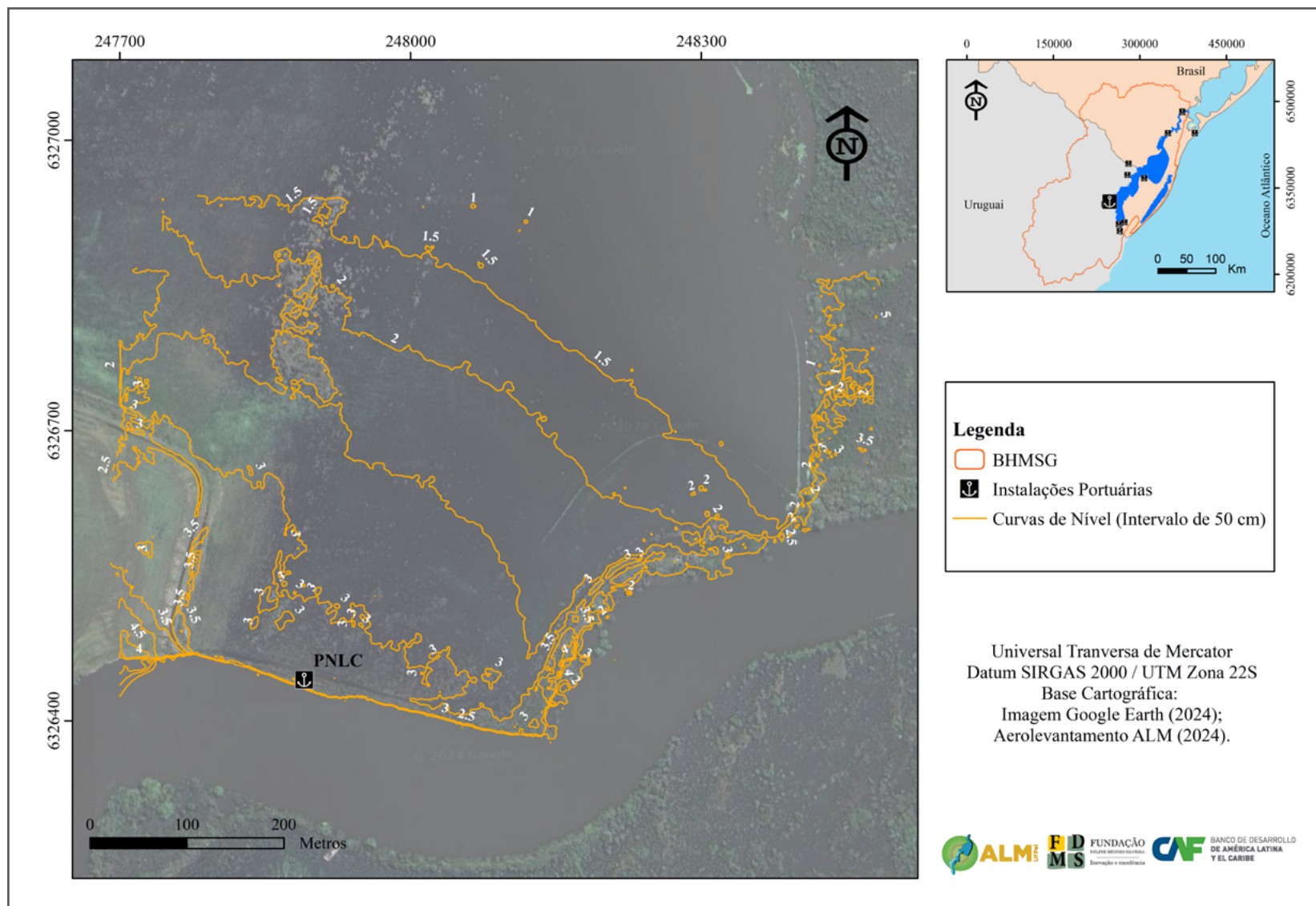
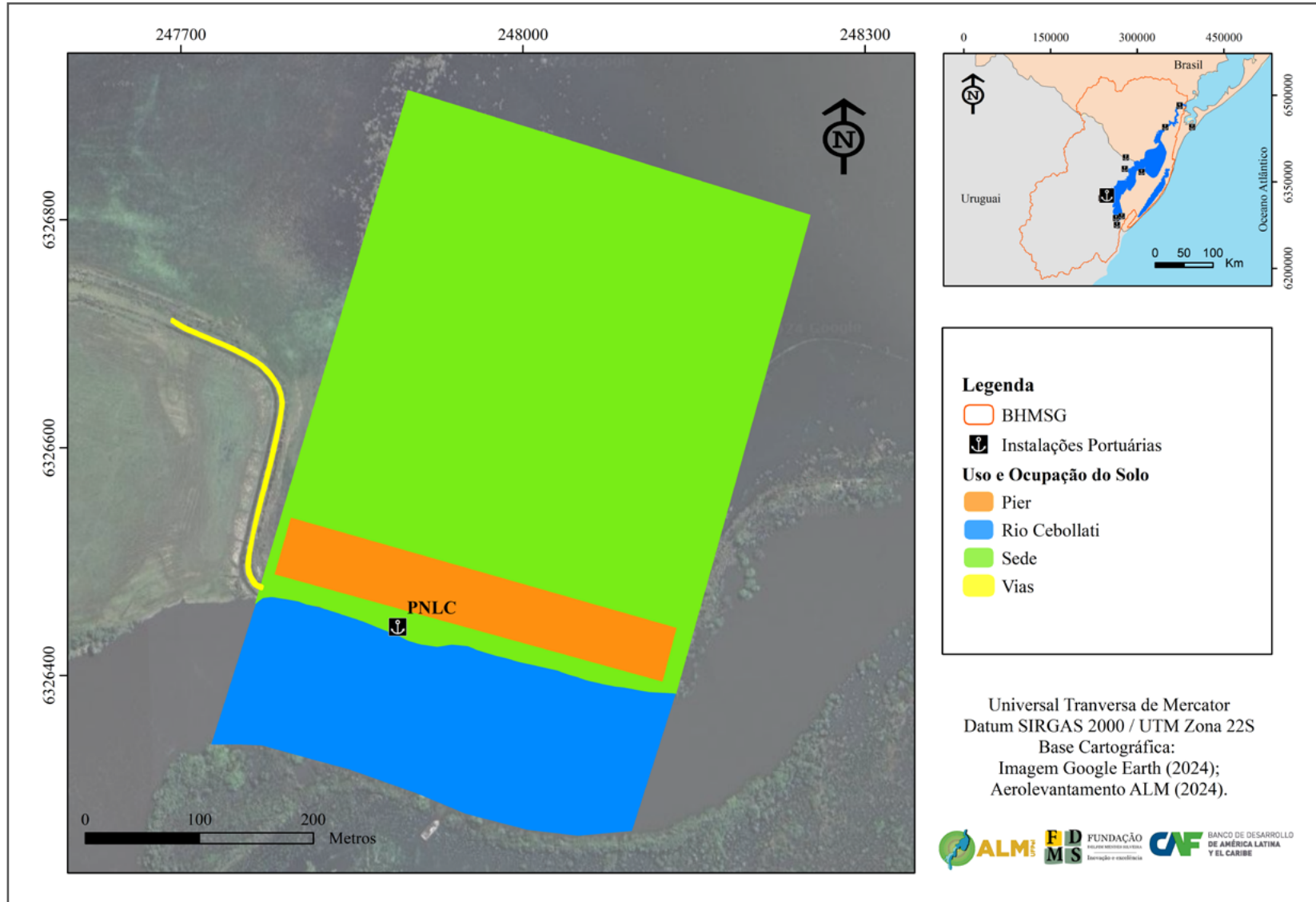


Figura 121: Mapa de uso e ocupação do Porto NLC.



### 3.6.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

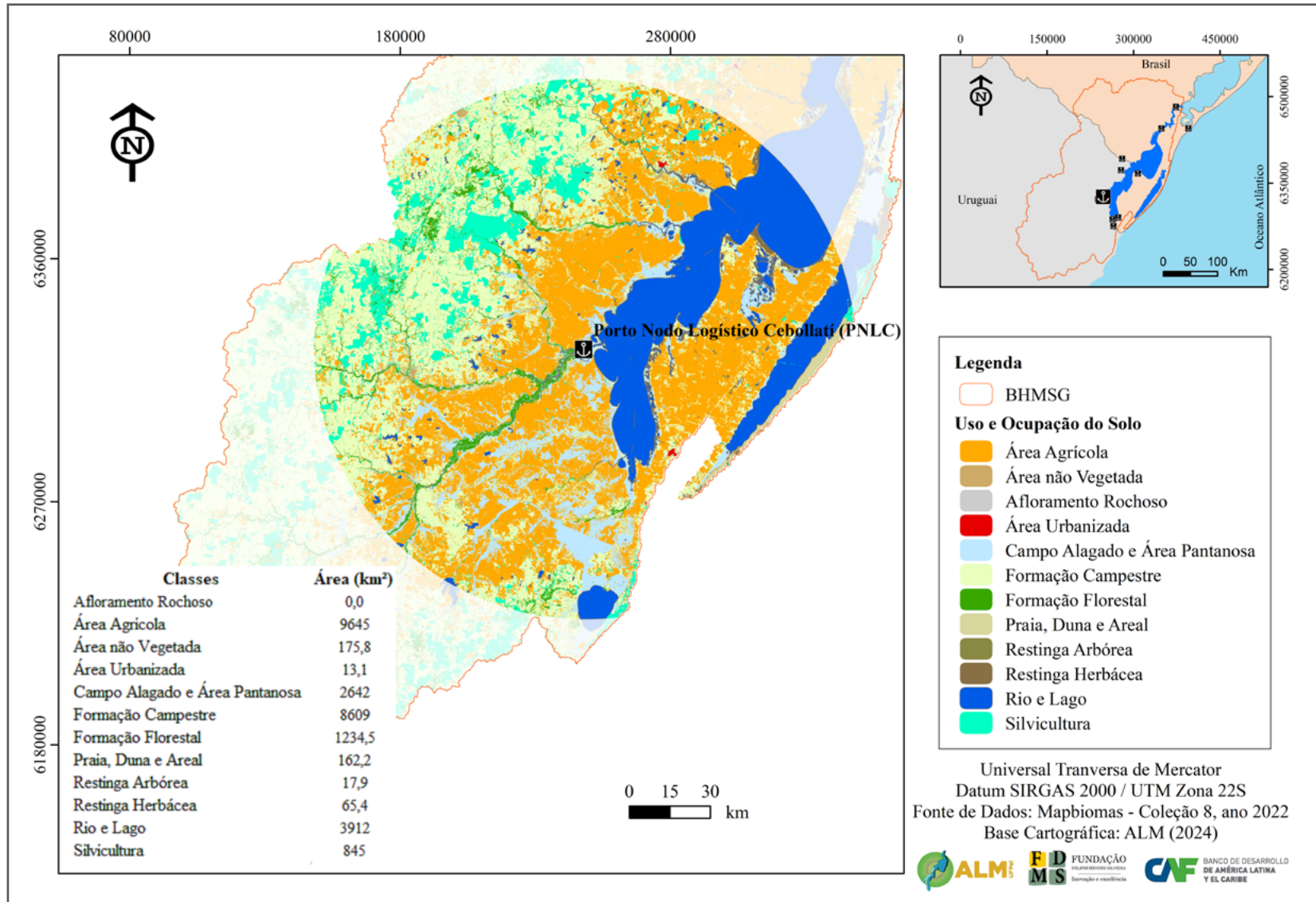
É inegável a vocação agropecuária da maior parte da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim, principalmente na sua metade leste. A partir dos dados de uso da terra e a vocação agrícola da região de Treinta y Tres, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto NLC. A área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Melo a Noroeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a Castillos ao sul e abrange até a cidade de Jaguarão/RS ao norte.

Dentro desse raio de busca de influência indireta, 35,3 % da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja e milho. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 31,5% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 3,1% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, lagos e campos alagados (Figura 122 e Tabela 30).

Complementando o raio de influência indireta foi confeccionado o mapeamento de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto NLC, observa-se uma composição diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 49,40 % da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja e milho. A formação campestre ocupa 15,7% da área, indicando uma maior vocação agrícola que a pecuária nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pelo rio Cebollati e seus tributários. Na região ocorrem alguns polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para o abrigo de animais.



Figura 122: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto NLC.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	0,01	0,0
Área Agrícola	9645,40	35,3
Área não Vegetada	175,76	0,6
Área Urbanizada	13,05	0,0
Campo Alagado e Área Pantanosa	2642,36	9,7
Formação Campestre	8609,19	31,5
Formação Florestal	1234,46	4,5
Praia, Duna e Areal	162,17	0,6
Restinga Arbórea	17,89	0,1
Restinga Herbácea	65,35	0,2
Rio e Lago	3912,22	14,3
Silvicultura	845,13	3,1
<b>Total</b>	<b>27322,99</b>	<b>100,0</b>

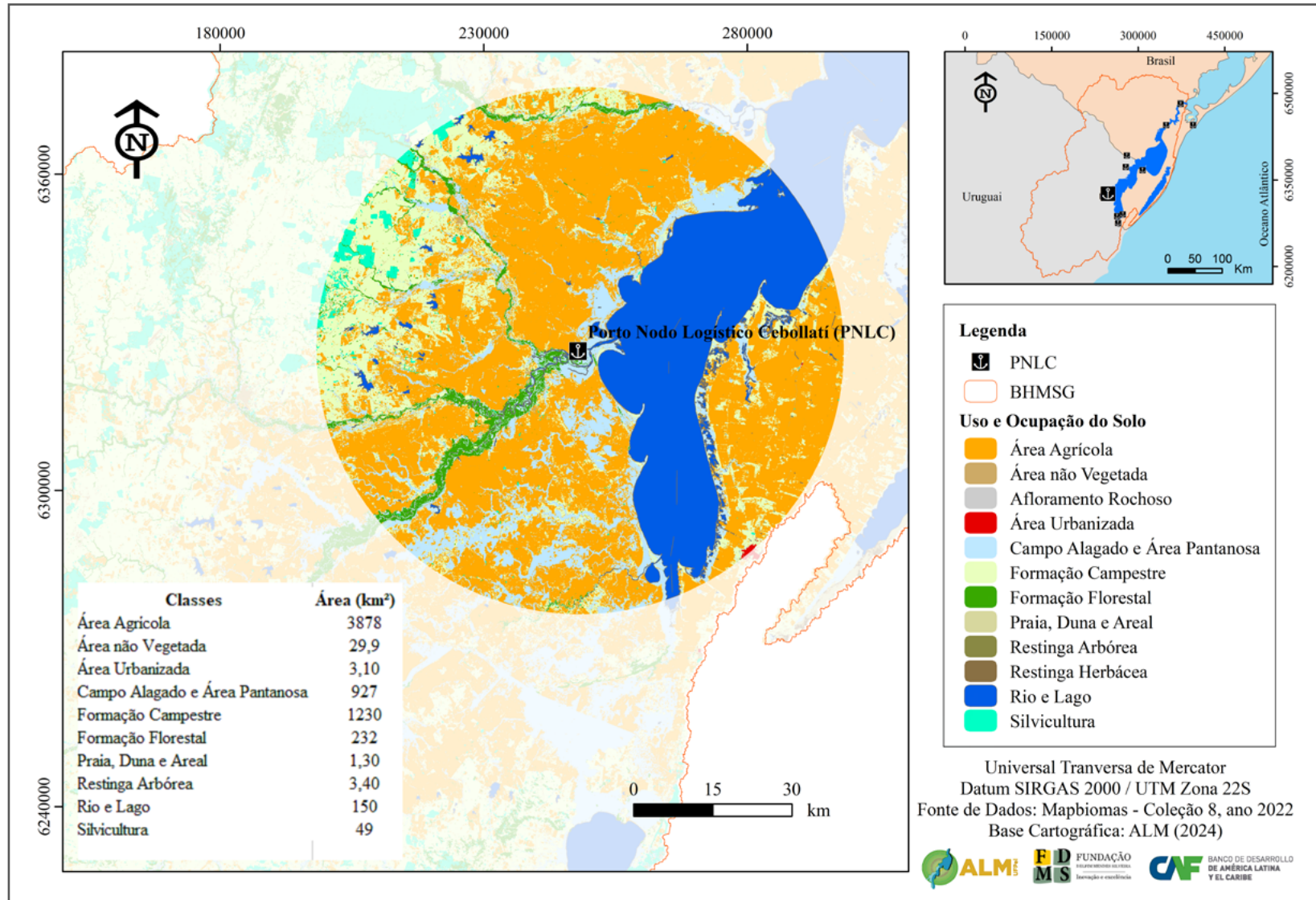
Tabela 30: Uso e ocupação para o Porto NLC – Influência indireta.

O restante do território, similarmente à área de influência direta, é composto por áreas não produtivas (não agrícola), solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 123 e Tabela 31).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	3878,4	49,4
Área não Vegetada	29,9	0,4
Área Urbanizada	3,1	0,0
Campo Alagado e Área Pantanosa	927,3	11,8
Formação Campestre	1229,8	15,7
Formação Florestal	232,3	3,0
Praia, Duna e Areal	1,3	0,0
Restinga Arbórea	3,4	0,0
Rio e Lago	1503,3	19,1
Silvicultura	48,8	0,6
<b>Total</b>	<b>7857,6</b>	<b>100</b>

Tabela 31: Uso e ocupação para o Porto NLC - Influência direta.

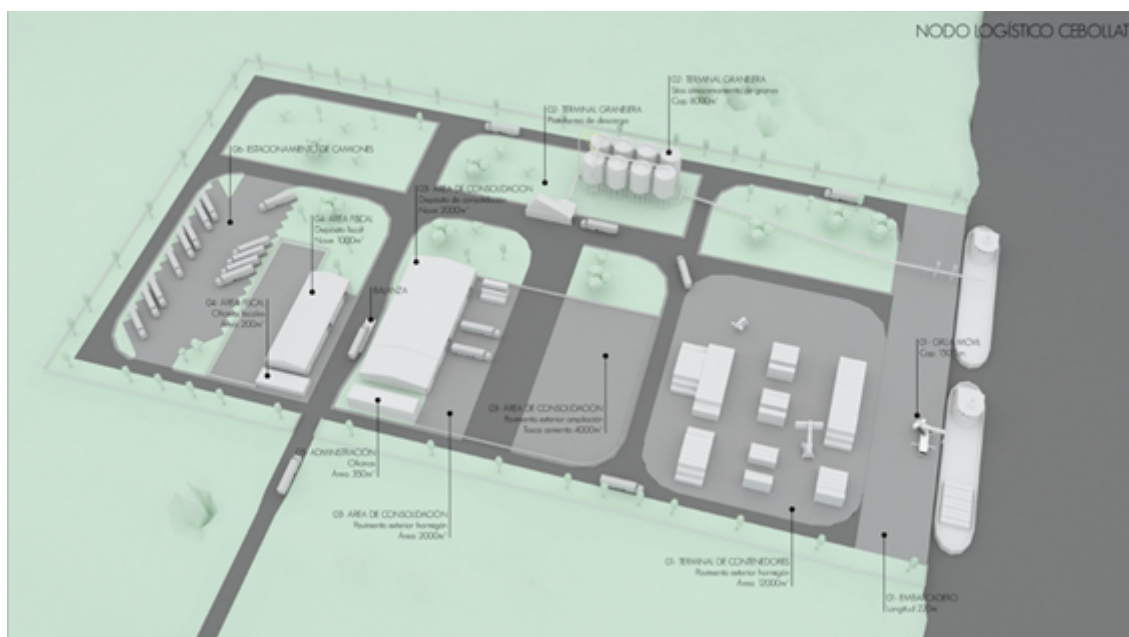
Figura 123: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto NLC.



Apesar da vocação agrícola da região, as operações portuárias previstas para o porto NLC pela Cinclus S/A (2024), não são compatíveis com a atual estrutura viária da localidade do General Enrique Martínez e acessos próximos, visto que são estradas secundárias de acesso rural, em sua maioria.

Mas cabe destacar que é de suma importância a construção de um porto na região central-leste do Uruguai, pois, auxiliaria no escoamento da produção de grãos, celulose e cimento, reduzindo os custos do transporte terrestre, visto que não existem portos na parte leste do país. Conforme descrito pela Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (CLM, 2012), no Departamento de Treinta y Tres existem reservas calcárias que comportam um volume de 70 milhões de toneladas passíveis de exploração. Assim, segundo Méndez (2016), o desenvolvimento da mineração neste departamento reflete-se em projetos de instalação de novas fábricas de cimento e cal, criando-se um polo de desenvolvimento econômico na região. Nesse sentido, o porto NLC apresenta significativa importância, visto que foi projetado para uma operação multicarga, atendendo as demandas de granéis sólidos, principalmente soja e arroz, terminal de contêineres, depósito para cargas diversas, como madeira e celulose, estacionamento para caminhões, áreas fiscais para despacho aduaneiro, administração e área de expansão. Além disso, o píer também foi projetado para cargas diversas, com gruas e correias transportadoras (Figura 124). Na configuração proposta, entende-se como um porto multicarga modelo para as cargas da região de influência direta e indireta.

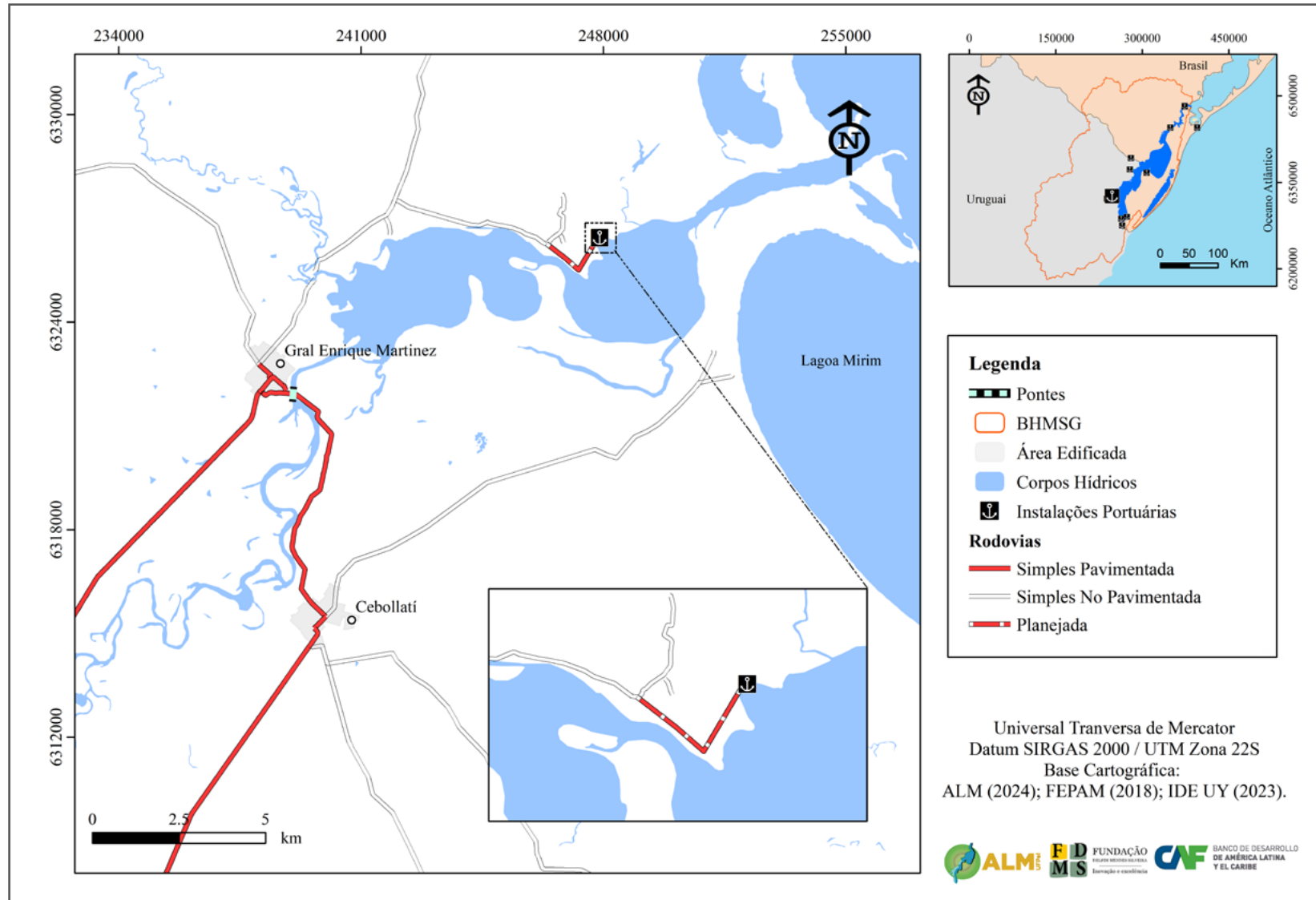
Figura 124: Configuração do Porto NLC.



### 3.6.3 Acessos terrestres

O terminal do Porto NLC está localizado a cerca de 7 km da desembocadura do Rio Cebollati, na costa oeste da Lagoa Mirim na localidade de General Enrique Martinez (Figura 125). Seu acesso se faz a partir da cidade de Treinta Y Tres pela Ruta 17 por 9,7 km, sendo realizada uma conversão à direita na confluência com a Ruta 18. Por mais 48 km pela Ruta 18 chega-se à localidade de General Enrique Martinez. Segue-se pelo Caminho a La Balsa del Parao por cerca de 2,5 km. Após a Balsa El Peludo, segue-se pelo Caminho a La Balsa por mais 3,2 km, sendo realizada uma conversão à direita no Caminho La Aduana a qual deve ser percorrido por cerca de 5 km até o seu final, próximo ao porto NLC.

Figura 125: Localização e acesso ao Porto NLC.

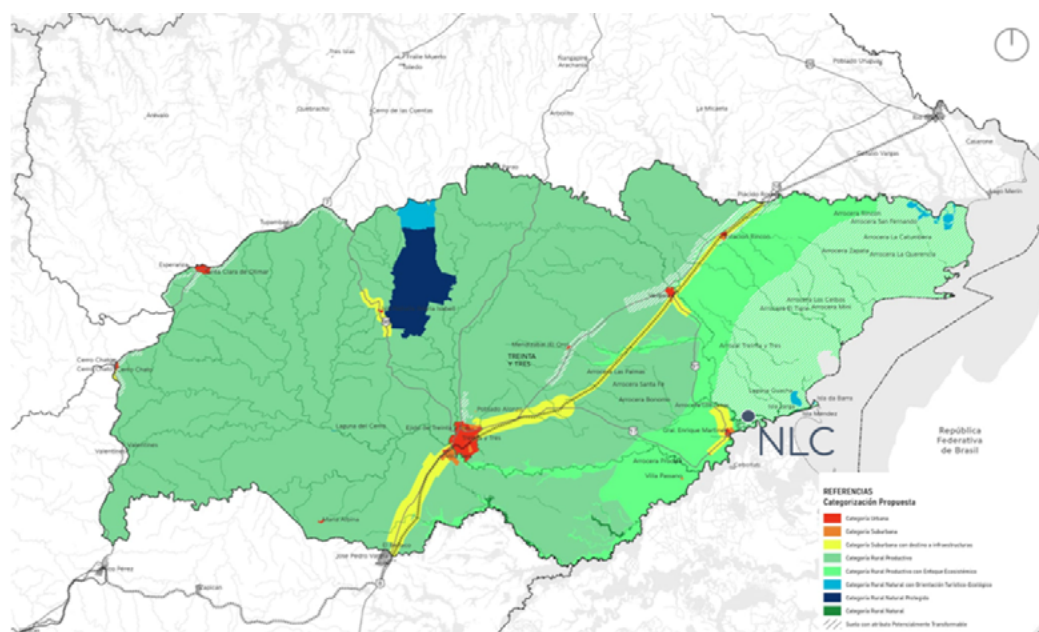


Os Caminhos La balsa del Parao, La Balsa e La Aduana apresentam conservação relativa, necessitando correções no revestimento solto, assim como no leito e sub-leito. Além disso, as intersecções de vias não foram projetadas para o tráfego de veículos articulados/longos, formando gargalos rodoviários.

### 3.6.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

Os requisitos técnicos e ambientais foram avaliados pela equipe do projeto do Porto NLC, sendo que o novo zoneamento econômico da região de Treinta Y Tres denominado pela Diretrizes Departamentais de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Sustentável, na sua última resolução departamental de 13 de dezembro de 2022, prevê na sua borda leste a Categoria Rural Produtiva com Enfoque Ecosistêmico, com uso do solo com potencial de transformação (Figura 126), ou seja, são áreas produtivas, em equilíbrio ambiental e potencialmente transformáveis, conforme o empreendimento. Sendo assim, com projeto em consonância com os órgãos ambientais uruguaios, existe a potencialidade da operação do porto em equilíbrio com o meio natural, carecendo de monitoramento da operação.

Figura 126: Inserção do Porto NLC conforme organização de uso do solo.





### 3.6.5 Limitantes potenciais

Os limitantes potenciais a implantação do Porto NLC tange primeiramente a solicitação à Dirección Nacional de Aduanas, do Uruguay, que delimite o correspondente recinto aduaneiro, o qual é definido como a parte do território aduaneiro nacional. Além disso, são necessárias melhorias nas condições das vias de acesso, principalmente do Caminho La Aduana, a qual necessita de manutenção no revestimento solto, assim como a ampliação da mesma por cerca de 2 km.

Além disso, é necessário construir uma ponte com aproximadamente 180 metros de comprimento sobre o Arroio Parao, a qual permite a ligação entre a localidade de General Enrique Martinez e o porto NLC, ligação atualmente realizada através da balsa (Figura 127). Também é possível a melhoria da condição de operação da balsa El Peludo, permitindo um melhor fluxo de veículos de carga.

Figura 127: Balsa do Arroio Parao (Balsa El Peludo).



## 3.7 Porto São Luís

### 3.7.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

O Rio São Luis é um importante afluente da margem sudoeste da Lagoa Mirim e está situado inteiramente em território uruguaio. O rio conta com cerca de 52 km de extensão, com sua bacia de contribuição inteiramente no Departamento de Rocha, com

aproximadamente 2.360 km<sup>2</sup> tendo curso na direção sudoeste - nordeste, até a desembocadura na Lagoa Mirim, em forma de delta.

As obras hídricas na bacia do Rio São Luis não são recentes. No final da década de 1930, foi construído um trecho do canal artificial denominado Canal nº 1 (13 km) para drenar campos nas cabeceiras do rio San Luis. Em 1958, o Estado concedeu ao engenheiro Luis Andreoni a concessão para drenar o Pantanal de Rocha. Andreoni construiu o trecho do canal que leva seu nome, desde o Oceano Atlântico em La Coronilla até uma distância de 3 km para o interior. Por volta de 1959, a empresa Salinas Marítimas ampliou este canal, totalizando 16 km. Tanto o canal Andreoni quanto seu prolongamento fazem parte do Canal N°2 Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA, 2017). Estes canais foram pensados como obras hídricas de aporte a irrigação de lavouras de arroz, principalmente, mas os levantamentos do projeto já fomentavam a implementação de um acesso hidroviário até a localidade de San Luis. Sendo assim, a proposta de instalação portuária no Rio São Luis está calcada na justificativa da existência de cargas de granéis sólidos, principalmente do arroz, através da Lagoa Mirim.

Para o mapeamento da infraestrutura do Porto São Luis, foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de referência de nível (Figura 128). O referencial geodésico foi demarcado e gerada a sua monografia de localização (Figura 129).

Figura 128: Monumentação e rastreo do marco geodésico do futuro Porto de São Luis.



Figura 129: Monografia do Marco Geodésico o Porto de São Luis.

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

**Sumário do Processamento do marco: Tacuari**

Início:AAAA,MM/DD HH:MM:SS.SS	2024/03/13 15:13:15,00
Fim:AAAA,MM/DD HH:MM:SS.SS	2024/03/13 16:35:50,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	EML_REACH_RS2 NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	5,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	2,000
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,74 GPS
Resíduos da fase da portadora(cm):	1,17 GPS

**Coordenadas SIRGAS**

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-33° 31' 58,4845"	-53° 33' 12,2467"	16,87	6286711.931	262885.279	-51
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-33° 31' 58,4756"	-53° 33' 12,2483"	16,87	6286712.204	262885.231	-51
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,029	0,051	0,124			

**Coordenada Altimétrica**

Modelo:	lgeoHNOR_IMBITUBA
Fator para Conversão (m):	Fora do Contorno do Brasil Incerteza (m): 0,1
Altitude Normal (m):	Fora do Contorno do Brasil

**Precisão esperada para um levantamento estático (metros)**

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: <https://www.ibge.gov.br/atendimento.html> ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CIRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Na sequência, foram elaborados dois planos de voo para os aerolevantamentos com Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esses aerolevantamentos, foram geradas 428 fotos, sendo que se referem às propostas portuárias na margem esquerda e direita do Rio São Luis, a aproximadamente 1,5 km da foz, conforme informações da prefeitura de 18 de Julio. As imagens foram mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: mosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imituba.

No ortomosaico (Figura 130), é possível observar que praticamente não existe infraestrutura prévia para a instalação portuária em ambas as margens. Na proposta da margem esquerda existe uma pequena estrada vicinal que pode fornecer suporte às incursões iniciais. A partir da localidade de 18 de Julio são 16 km até a margem direita do rio São Luis e a partir da localidade de San Luis al Medio, são 28 km até a proposta portuária da margem esquerda.

O levantamento topográfico da área (Figura 131) revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência no Rio São Luis no momento do levantamento foi de 0,52 metros. A altitude ortométrica do terreno no nível Porto é de aproximadamente 2,05 metros até 2,40 metros. Apesar de ser uma região extensamente plana e de baixas altitudes, existem ondulações no terreno, elevando algumas porções e chegando a altitudes próximas a 3 metros, principalmente em alinhamentos sudoeste/nordeste de diques marginais ao rio São Luis.

Também foram geradas informações destinadas à elaboração de projetos de implantação do Porto São Luis, sendo produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros (Figura 132). Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 0,50 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 5,5 metros de altitude, referente aos diques marginais do Rio São Luis, ou seja, uma rampa com inclinação a partir das margens até aproximadamente 35 metros adentrando no terreno da sede. A curva de nível predominante é de 2,00 metros, com significativa área variando de 1,5 a 2,5 metros.

Figura 130: Ortomosaico da localização do Porto de São Luis.



Figura 131: MDS do Porto de São Luis.

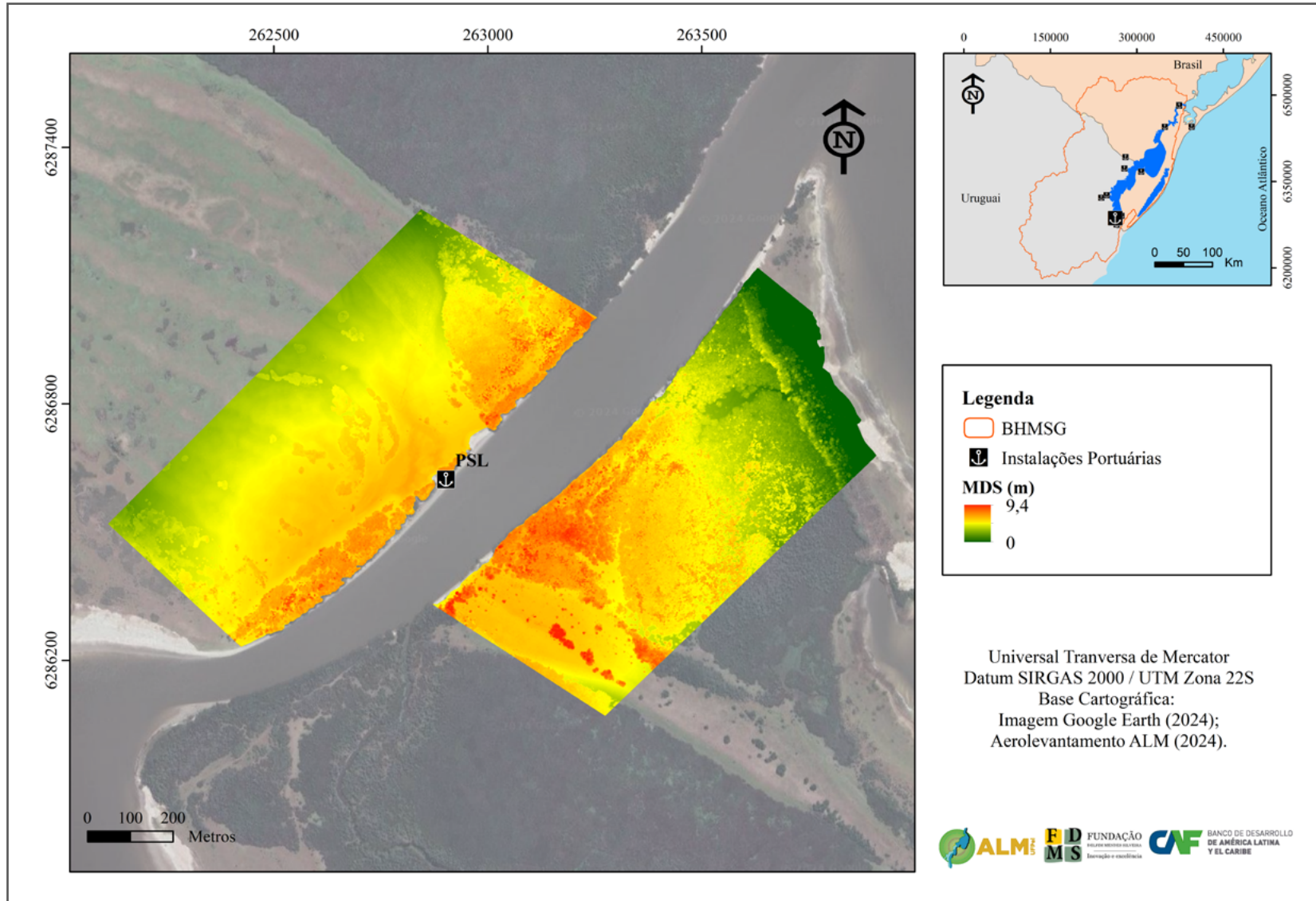


Figura 132: Mapa de curvas de nível do Porto de São Luis.

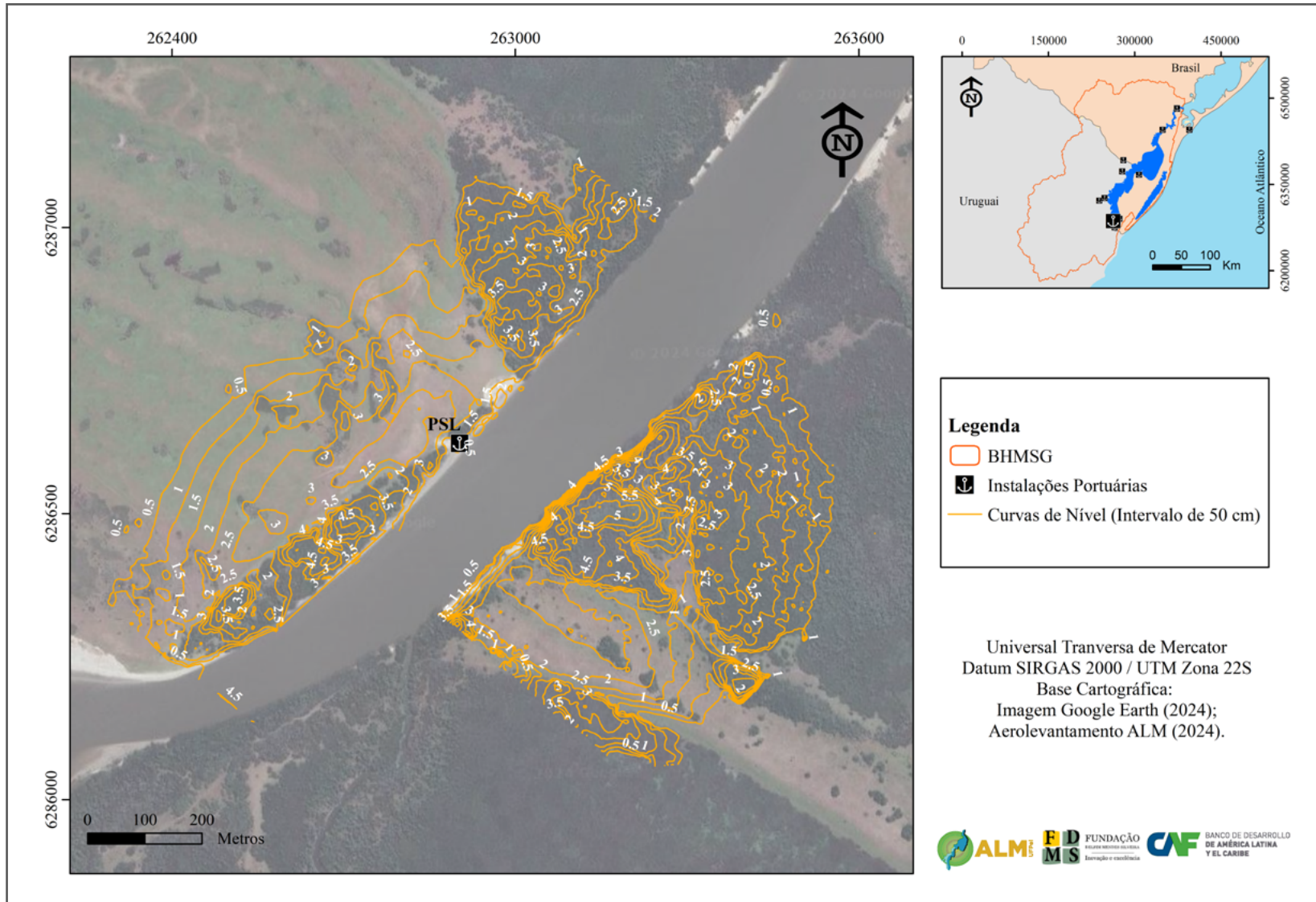
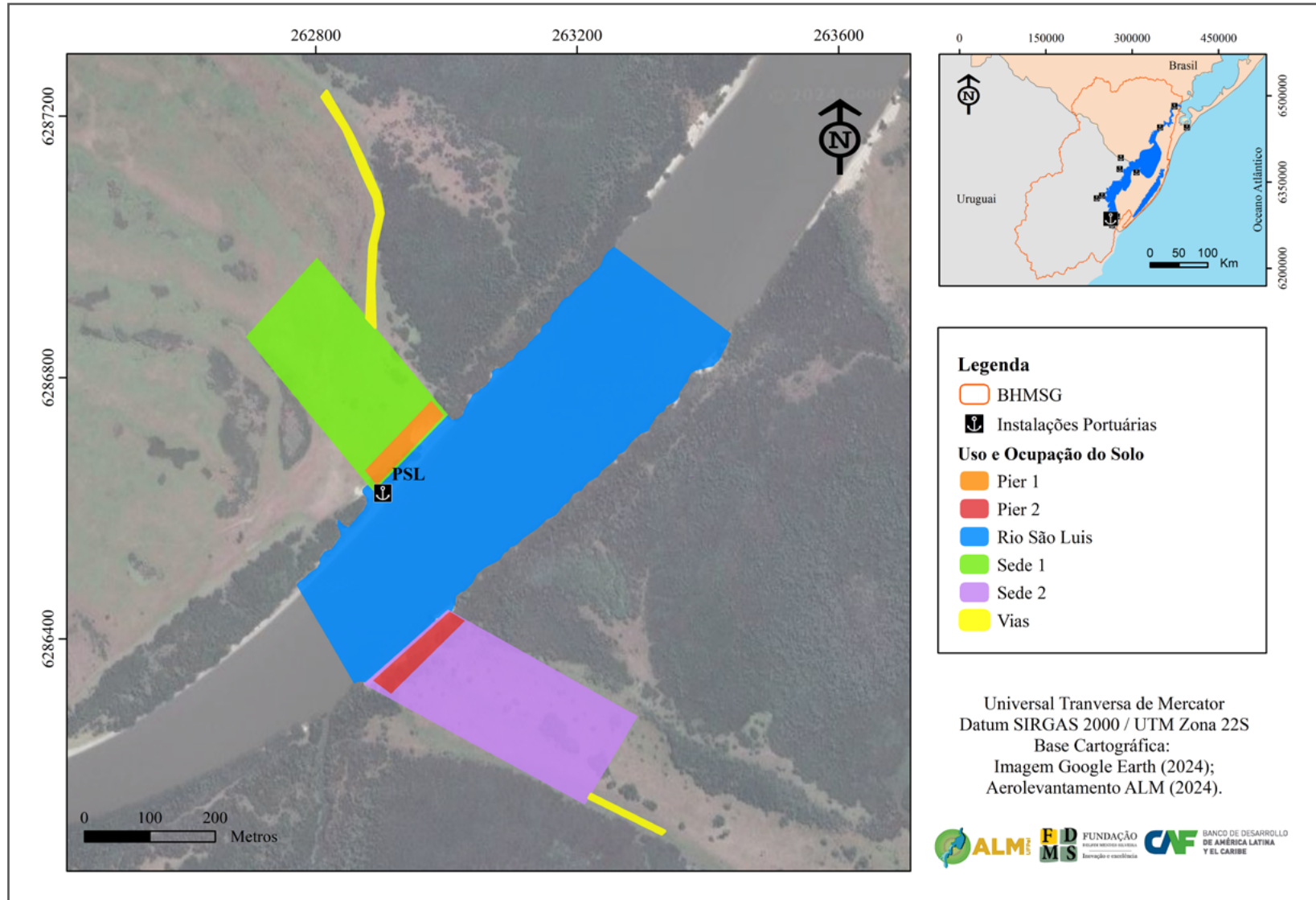


Figura 133: Localização de uso do Porto São Luis.





Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do futuro Porto São Luis, apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Sede, que inclui o pátio de fluxo de pessoas e usuários, Vias, com o acesso pela estrada vicinal interna (acesso que liga o porto da margem direita a estrada La Herradura e o acesso para o porto da margem esquerda se faz pela estrada Elias Lizardo), o próprio rio São Luis e o Pier de atracação da margem Direita e margem esquerda, as quais foram determinados pelos lados mais retilíneos dos lotes. Cabe destacar que é uma proposta conceitual conforme indicações dos dirigentes locais (Figura 133).

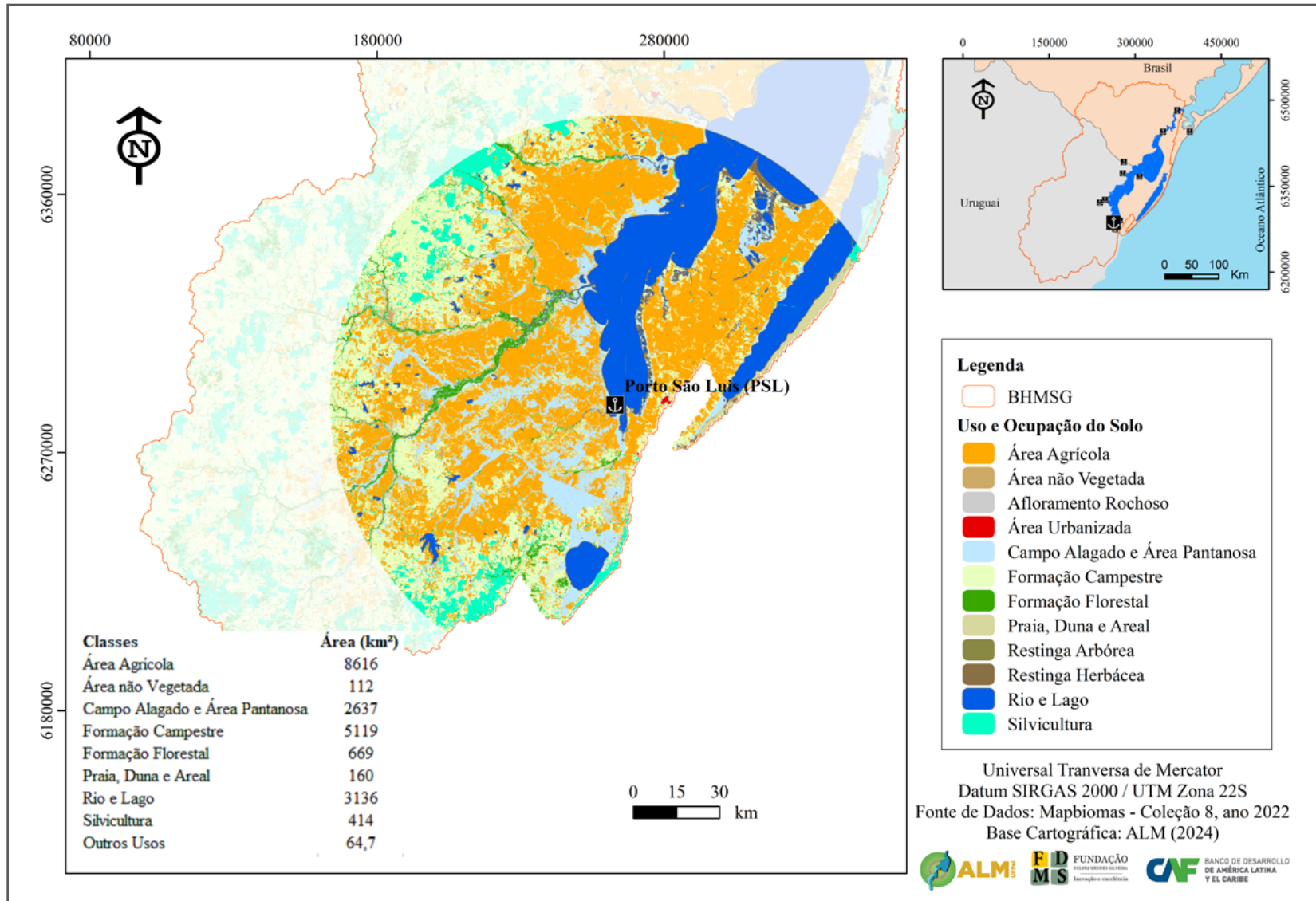
### 3.7.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

A partir dos dados de uso da terra e a vocação agrícola da região de Rocha, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto do Rio São Luis. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de Treinta y Tres a oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a Castillos/Cabo Polonio ao sul e abrange até praticamente a cidade de Jaguarão/RS ao norte.

Dentro desse raio de busca de influência indireta, 41,20% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz. Visto a tipologia de campos alagados e áreas planas alagadas, a cultura do arroz encontra a morfologia do terreno mais próxima do ideal, principalmente vislumbrando a sistematização de lavouras. Já a formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 24,5% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 2% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas (não agrícolas), solos expostos ou de uso urbano, lagos e campos alagados (Figura 134 e Tabela 32).

No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto São Luis, observa-se uma composição ainda mais propícia à agricultura, principalmente do arroz irrigado. Nesta zona mais próxima ao porto, 48% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz, principalmente. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pelo rio São Luis, que inclusive apresenta parte canalizada no setor superior da bacia.

Figura 134: Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência indireta do Porto São Luis.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	8615,9	41,2
Área não Vegetada	112,0	0,5
Área Urbanizada	7,3	0,0
Campo Alagado e Área Pantanosa	2636,7	12,6
Formação Campestre	5118,5	24,5
Formação Florestal	669,1	3,2
Praia, Duna e Areal	160,1	0,8
Restinga Arbórea	12,5	0,1
Restinga Herbácea	44,9	0,2
Rio e Lago	3136,1	15,0
Silvicultura	413,7	2,0
<b>Total</b>	<b>20926,8</b>	<b>100</b>

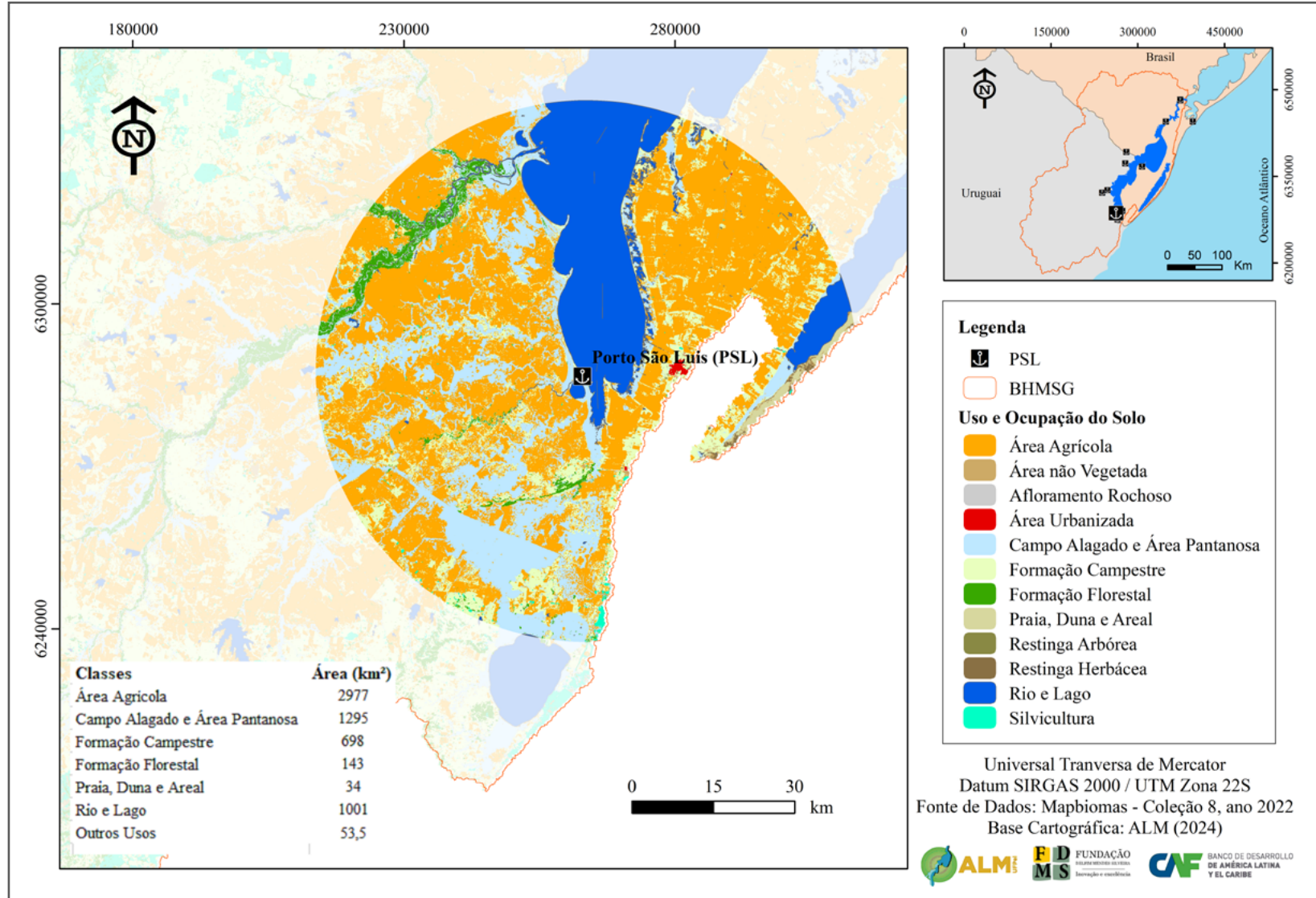
Tabela 32: Uso e ocupação do solo para o Porto de São Luis – Influência indireta.

A formação campestre ocupa 11,3% da área, sendo que parte destes campos apresentam mosaicos com vegetação secundária entremeada formando um campo com arbustos. Na região ocorrem alguns polígonos dedicados à silvicultura, com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para a geração de energia e abrigo de animais.

O restante do território, similarmente à área de influência direta, é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 135 e Tabela 33).

Visto as condições naturais do ambiente, tanto na proposta de localização da estrutura portuária na margem esquerda ou direita do Rio São Luis, devem ser realizados estudos aprofundados sobre o melhor modelo portuário para o atendimento às principais demandas de cargas, as quais foram aqui mapeadas e propostas para granéis sólidos, principalmente o arroz.

Figura 135: Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência direta do Porto São Luis.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	2977,1	48,0
Área não Vegetada	25,1	0,4
Área Urbanizada	6,9	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1295,1	20,9
Formação Campestre	697,8	11,3
Formação Florestal	143,3	2,3
Praia, Duna e Areal	34,3	0,6
Restinga Arbórea	5,2	0,1
Restinga Herbácea	8,9	0,1
Rio e Lago	1001,1	16,1
Silvicultura	7,3	0,1
<b>Total</b>	<b>6202,1</b>	<b>100</b>

Tabela 33: Uso e ocupação do solo para o Porto São Luis - Influência direta.

Cabe destacar que os terrenos apresentados para a localização portuária apresentam características semelhantes a do Porto NLC, sendo que no Porto de São Luis, ambas altitudes de implantação são inferiores ao NLC, carecendo de maior preparação do terreno da sede, inclusive demandando uma profunda análise geotécnica. Além disso, os acessos são mais deficientes em relação a outros portos, carecendo um detalhado estudo viário, principalmente das obras de arte necessárias, dimensionamentos, capacidades, etc.

### 3.7.3 Acessos terrestres

Os dois terminais propostos para o Porto São Luis estão localizados a cerca de 1 km da desembocadura do Rio São Luis, na costa oeste da Lagoa Mirim, próximo a localidade de 18 de Julio, conforme apresentado na Figura 120. Seu acesso se faz a partir da localidade de 18 de Julio pela Ruta 19, seguindo pela estrada Elias Lizardo (não pavimentada) por cerca de 12 km até a sede da fazenda à margem direita do Rio São Luis. Por um caminho da

fazenda, depois de 7,3 km chega-se à possível sede do Porto São Luis da margem direita (Figura 136).

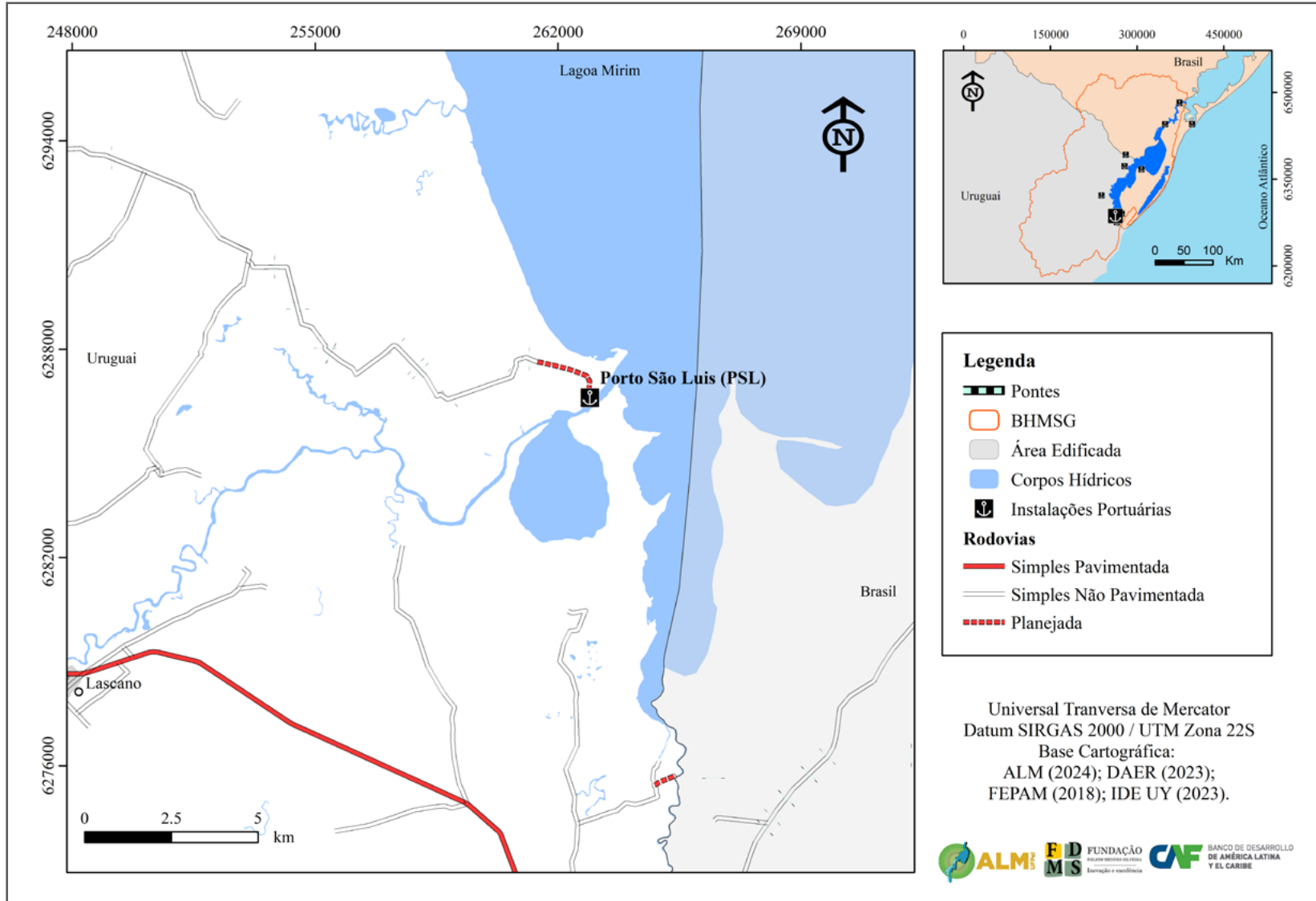
Já a opção de localização da margem esquerda do Rio São Luis se faz através da Ruta 19, partindo da localidade de San Luis al Medio, por cerca de 3,3 km em rodovia pavimentada de pista simples. Realizando uma conversão à direita para estrada La Herradura, por cerca de 15 km até a fazenda Yonas. Novamente é realizada uma conversão à direita, na estrada de acesso ao Estabelecimento Chico Loco, por cerca de 11,5 km, chega-se às margens do Rio São Luis. Os últimos 1,5 km são realizados por caminhos internos de estabelecimentos rurais. A partir da estrada La Herradura, todas as vias são de revestimento solto em pista simples ou caminhos de propriedades particulares.

### 3.7.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

Visto que não foram encontrados projetos de implantação consolidados com dados, estima-se uma análise dos fatores ambientais, principalmente das extensas áreas úmidas as quais apresentam vegetação com característica em condição de ambiente natural. Além disso carece uma análise geotécnica profunda, visto que são locais com dinâmica de deposição recente de sedimentos, sendo que em vários trechos ocorrem processos erosivos, principalmente o solapamento das margens.

Ainda, deve-se citar as condições precárias dos acessos, principalmente das estradas de acesso interno aos estabelecimentos rurais. Por fim, a avaliação das condições das obras de arte de travessia de drenagens, visto que existem uma série de canais de atendimento das lavouras.

Figura 136: Localização e acesso ao Porto de São Luis.

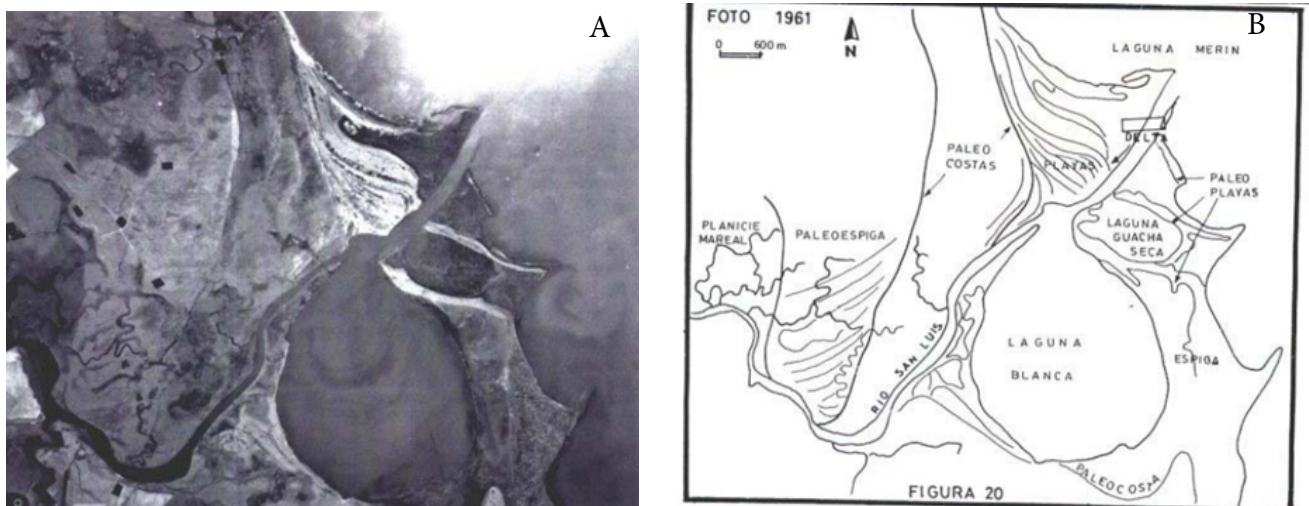


### 3.7.5 Limitantes potenciais

A Laguna Blanca, localizada logo a montante da foz do rio São Luis, atua como um freio na energia atual do rio e produz a maior parte da sedimentação daquele lugar. Isso resulta em seu preenchimento contínuo do canal de acesso ao rio São Luis. Na própria saída do rio San Luis, o curso está gerando um pequeno delta de avanço lento com o acúmulo de materiais de granulação fina (Figura 137). A areia que aparece nesta desembocadura é transportada do Norte pelas atuais correntes costeiras da lagoa Mirim (MONTANÃ, 1995). Sendo assim, Montañá (1995) salienta a variabilidade constante entre os níveis de profundidade da desembocadura do Rio São Luis em função dos regimes de aporte e transporte de sedimentos.

Além disso, existe a dificuldade da implementação da estrutura viária, principalmente se a opção de instalação da infraestrutura portuária estiver condicionada à margem direita do Rio São Luis, pois são maiores as distâncias até os mais importantes troncos rodoviários, além da existência de extensas áreas úmidas/banhados.

Figura 137: Progressão do delta do Rio São Luis (MONTANÃ, 1995).





## 3.8 Porto de São Miguel

### 3.8.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

O Porto de São Miguel é uma proposta portuária calcada na viabilidade de rotas turísticas na região da Lagoa Mirim, além de passageiros com fluxo contínuo. O terminal a ser projetado às margens do arroio São Miguel, poderia aproveitar o fluxo de visitantes/turistas do Forte de São Miguel, assim como uma rota turística com outros pontos de visitação na Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo.

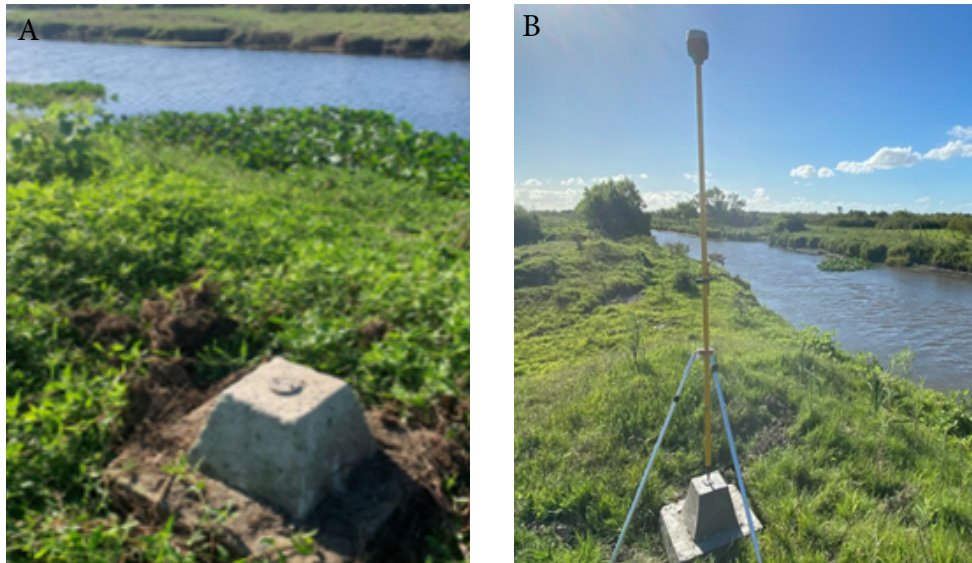
Estudo realizado pela CEPAL afirma que a hidrovia Uruguai-Brasil possibilita não apenas o transporte de cargas, mas também de pessoas com diferentes finalidades. Cita também a possibilidade de integração de rotas com a Argentina, fomentando o turismo nos três países. O estudo da CEPAL demonstra um potencial de mobilidade para 14 milhões de pessoas, na área ampliada de influência do projeto (ROCHA, 2023).

Em conferência realizada em setembro de 2023, CEPAL apresentou o estudo de pré-viabilidade no anexo do Palácio Legislativo Uruguaio, incluindo o prefeito de Rocha, Alejo Umpiérrez, o ministro interino do Meio Ambiente, Gerardo Amarilla, e o Subsecretário do Ministério dos Transportes e Obras Públicas, Juan José Olaizola, entre outras autoridades. O empresário Juan Carlos López Mena, presidente da Buquebus, presenciou a exposição entre o público, sendo parte interessada no projeto (ROCHA, 2023).

Nesse sentido, o terminal do Porto São Miguel foi mapeado com a finalidade do transporte de passageiros e turístico, pois o arroio São Miguel apresenta limitações de dimensões, principalmente de largura, assim como seu denso meandramento, que condiciona a utilização de embarcações menores.

Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de São Miguel, foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de referência de nível (Figura 138) e a monografia com informações da localização estão na Figura 139.

Figura 138: Monumentação e rastreo do Marco Geodésico do futuro Porto São Miguel.



Para o levantamento fotogramétrico automatizado foi elaborado um plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevante, foram geradas 157 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

Figura 139: Monografia do Marco Geodésico do Porto de São Miguel.



### Relatório de Estação Geodésica



<b>Estação:</b>	M0047	<b>Nome da Estação:</b>	M0047	<b>Tipo:</b>	GNSS
<b>Município:</b>	Sta. Vt. Palmar	<b>Inscrição na Chapa:</b>	ALM-047	<b>UF:</b>	RS
<b>Última Visita:</b>	09/02/2022	<b>Situação do Marco Principal:</b>	Bom	<b>Última Atualização:</b>	28/02/2023
<b>Conexões:</b>	<i>Inscrição chapa:</i>				

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
Latitude	-33°38'00,5176"	Altitude Normal (m)	2,89
Longitude	-53°31'24,4641"	Fonte	hgeoHNOR
Altitude Geométrica (m)	15,59	Sigma da Altitude (m)	0,10
Fonte	GNSS Geodésico	Datum	Imbituba
Origem	PPP-IBGE	Data da Medição	09/02/2022
Datum	SIRGAS2000	Data de Cálculo	28/02/2023
Data de Medição	09/02/2022	Fator de conversão (m)	12,70
Data de Cálculo	28/02/2023		
Sigma Latitude (m)	0,002		
Sigma Longitude (m)	0,004		
Sigma Altitude Geométrica (m)	0,009		
UTM (N)	6275626,143		
UTM (E)	265938,160		
MC	-51		

**Localização:**

Posicionado na margem direita da Lagoa Mirim, no município de Santa Vitória do Palmar, RS, a 17,2 km ao sul da cidade de mesmo nome.

**Descrição:**

Marco de concreto de forma piramidal padrão RN-IBGE, medindo em sua base (L) 50cm, (C) 50cm, (A) 20cm e no seu topo (L) 18cm, (C) 18cm, (A) 20cm, onde em seu topo encontra-se uma placa geodésica.

**Observação:**

O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.

**Foto:**



**Localização:**



No ortomosaico (Figura 140), é possível observar a infraestrutura do Porto de São Miguel, o qual foi aqui pensado a partir de dois limitantes principais, sendo o acentuado meandramento do arroio e a supressão mínima de vegetação nativa, localizou-se o mesmo no primeiro meandro a partir da desembocadura do arroio São Miguel, onde a vegetação predominante é a gramínea. Cabe destacar que o arroio diminui a sua largura e são maiores os ângulos meandrantés a partir desta localização.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência da Lagoa Mirim e do arroio São Miguel no momento do levantamento foi de 1,48 metros (Figura 141). O talude de acesso a possível localização do porto não apresenta altura superior a 1m. As altitudes predominantes na proposta de píer de atracação variam de 2,20 metros até 2,60 metros, devido às variações topográficas próximas ainda em estudo. Cabe ressaltar que é uma região muito plana, de baixa altitude e sujeita a inundações periódicas, carecendo de acompanhamento de nível para o estabelecimento de uma cota de segurança. Auxiliando na geração de informações destinadas à elaboração de projetos de implantação do Porto de São Miguel, foram produzidas as curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1,5 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 4 metros na altitude no topo do dique marginal longitudinal de sentido norte/sul (Figura 142). A curva de nível predominante no nível do Píer proposto é de 2,50 metros e no canal de acesso é de 1,5 metros.

Por fim, o mapeamento do uso e ocupação do Porto de São Miguel, apresenta os limites das classes de referência, conforme proposta de localização descrita anteriormente, sendo elas: Sede, que inclui a área de translado portuário e visitação, Vias, com o acesso rodoviário pela estrada rural até a sede da fazenda e continuando até a Ruta 19 (estrada que liga San Luis al Medio e 18 de Julio), Pier de atrac o e o Rio São Luis (Figura 143).

Figura 140: Ortomosaico do Porto São Miguel.

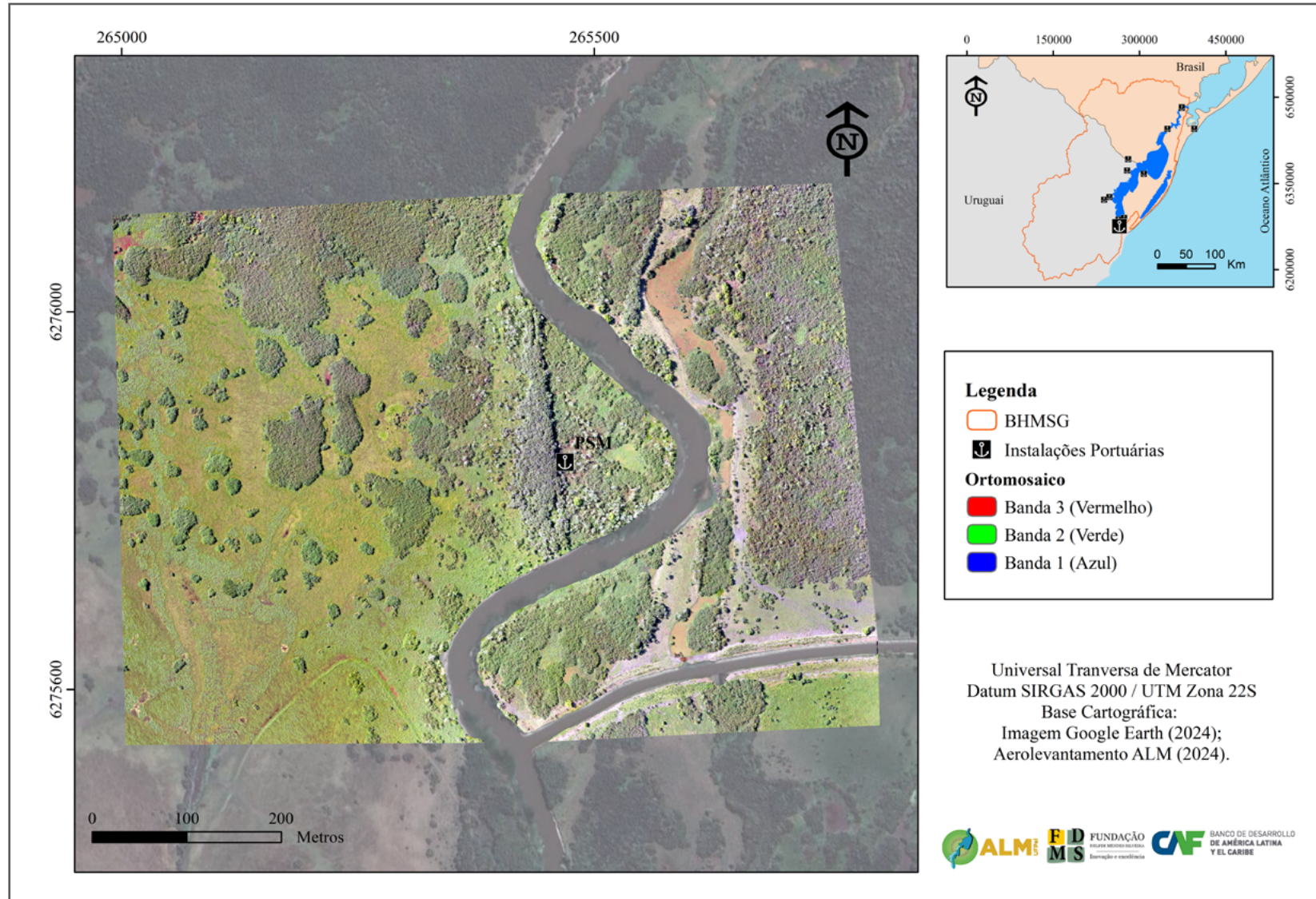


Figura 141: MDS do Porto de São Miguel.

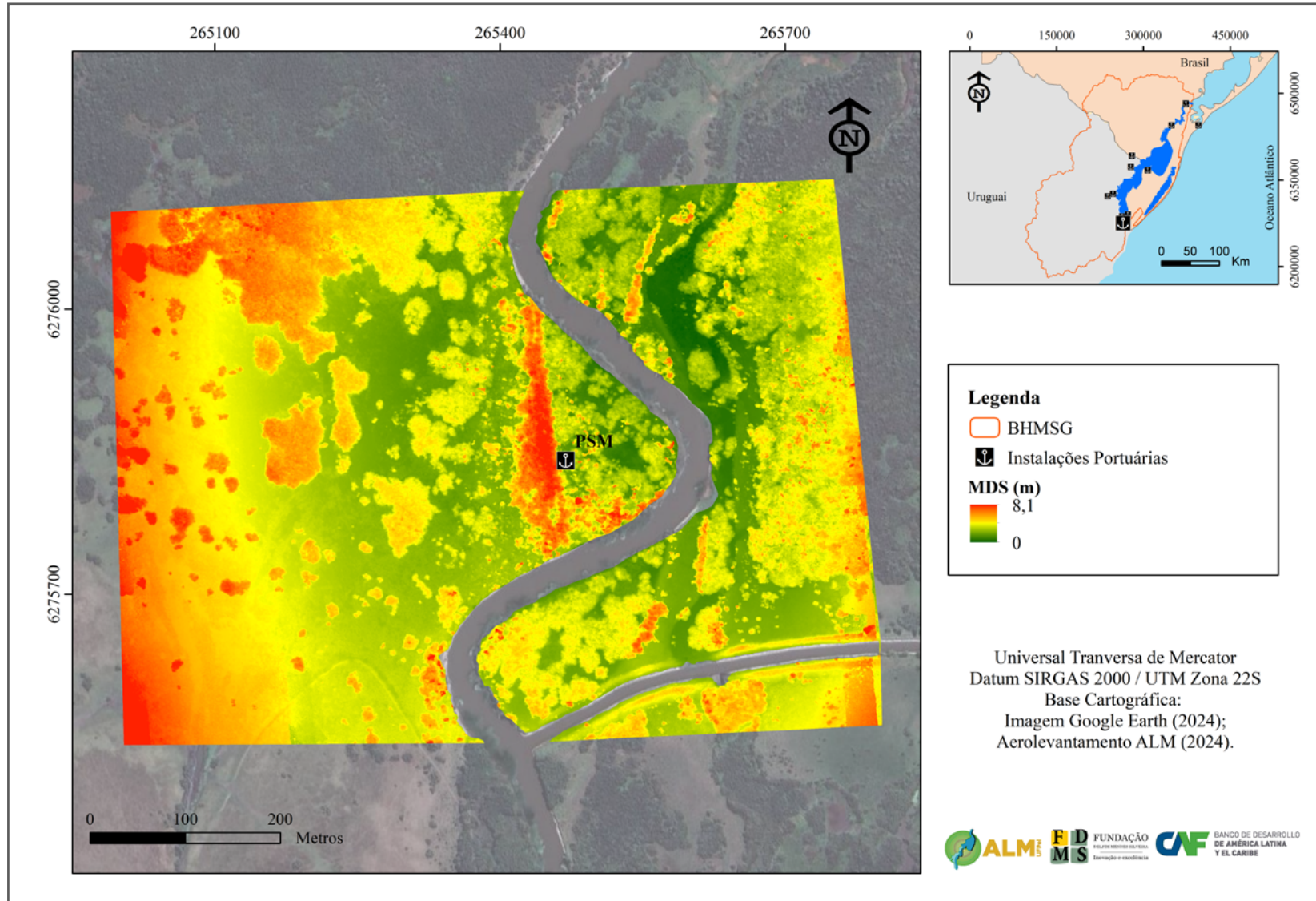


Figura 142: Mapa de curvas de nível do Porto de São Miguel.

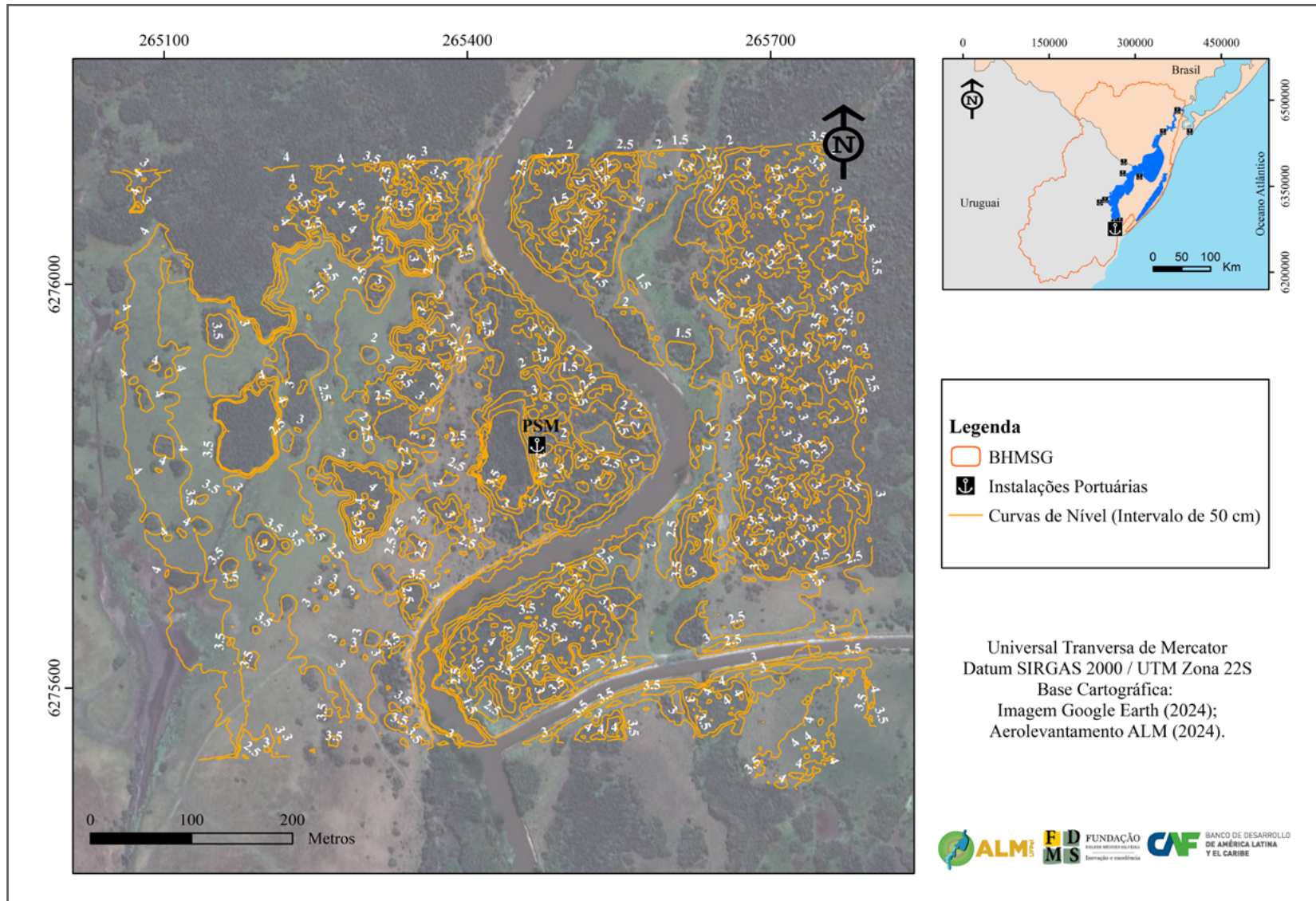
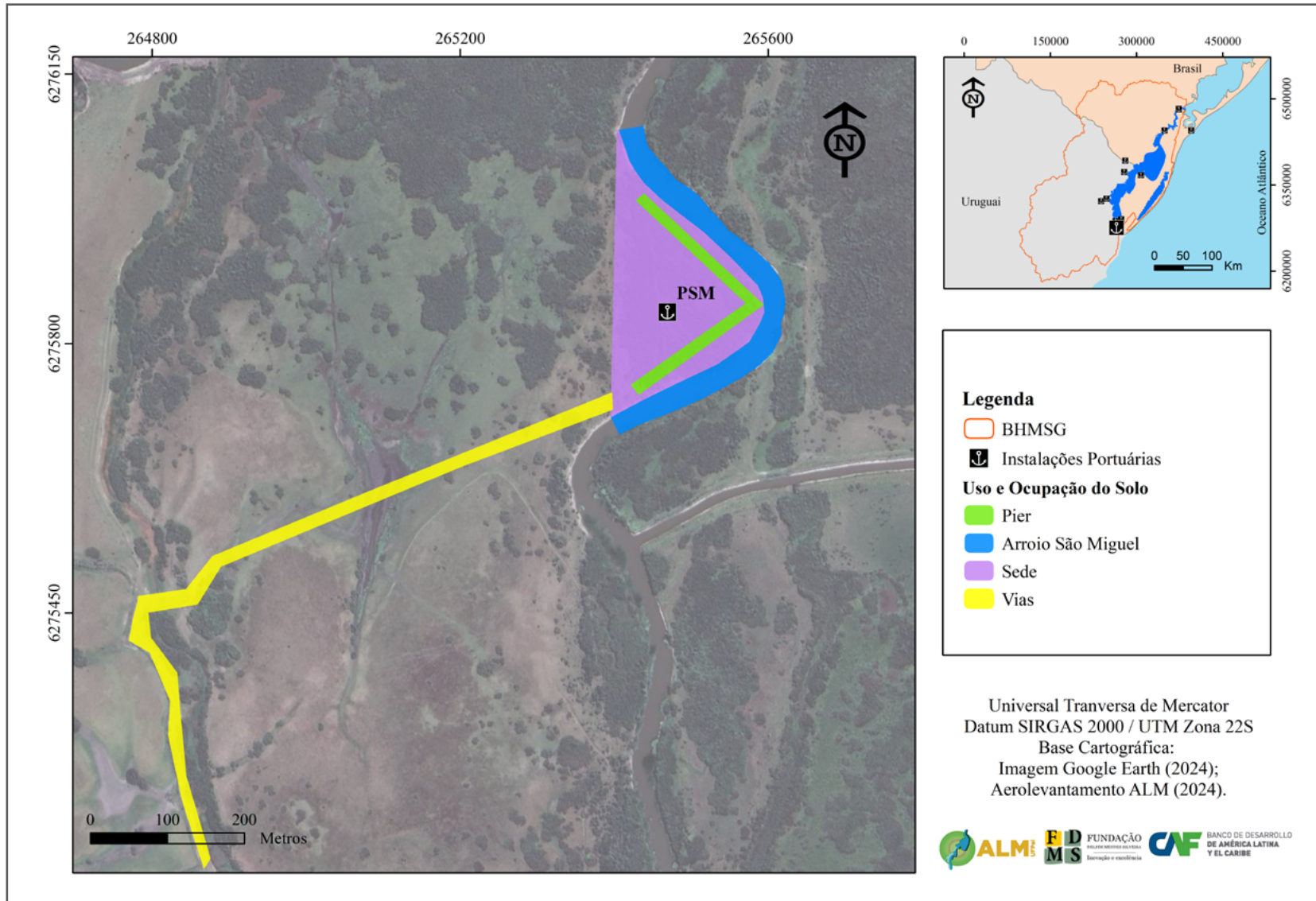


Figura 143: Mapa de uso do Porto de São Miguel.





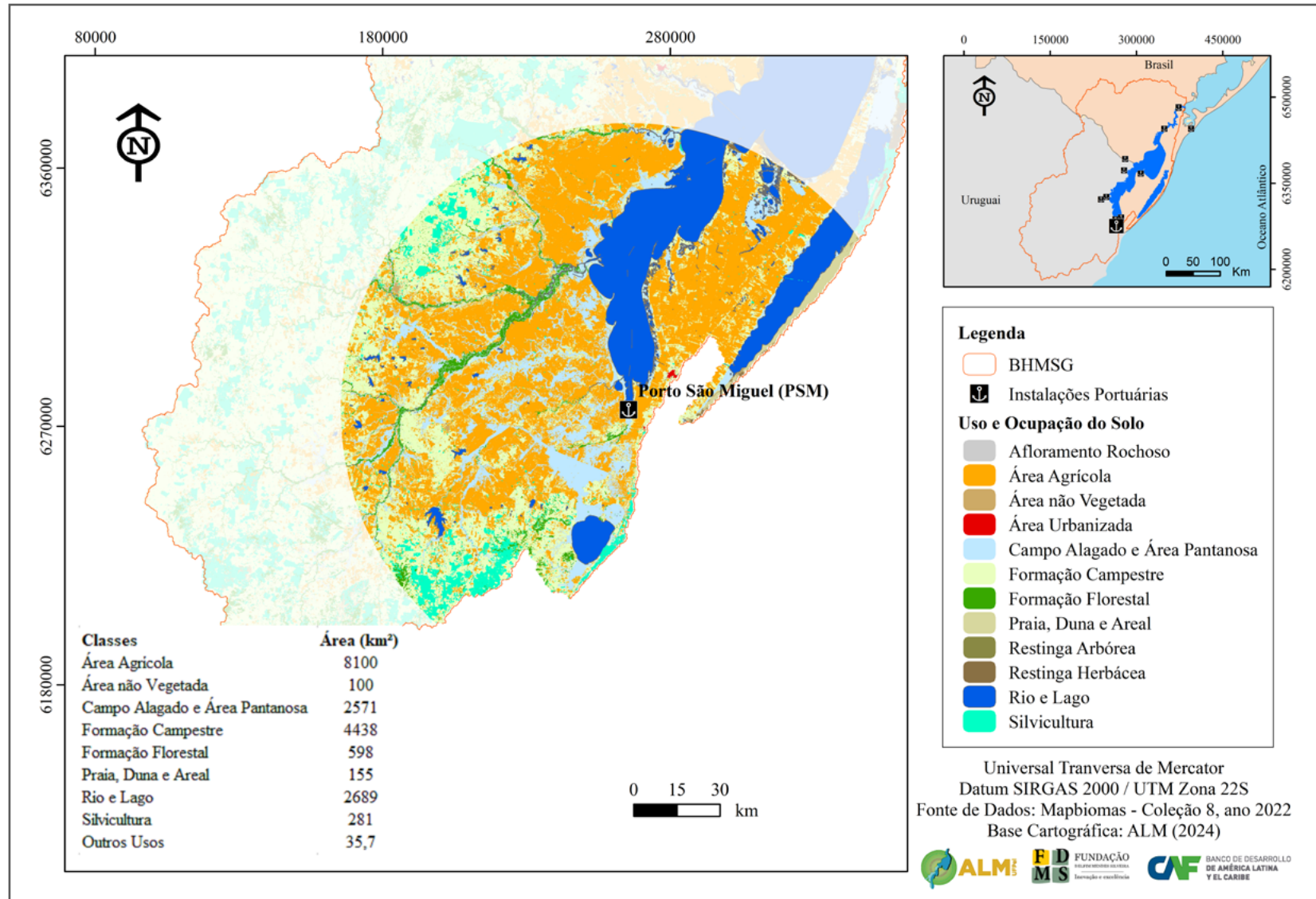
### 3.8.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

O porto de São Miguel apresenta vocação para o suporte a atividade turística e de passageiros, visto que está estrategicamente localizado perto de uma série de localidades as quais são pontos turísticos de visitação contínua como é o caso do Forte de São Miguel, assim como de deslocamento para compras em Free Shops, como é o caso do Chui/Chuy. Mesmo com essas características e entendendo as limitações naturais que o arroio São Miguel apresenta para a navegação de embarcações de carga, foi realizado o levantamento dos produtos agrícolas (vocação da região da planície costeira uruguaia) possíveis de serem transportados através deste porto.

O mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023 foi elaborado com um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de São Miguel. Neste contexto, a área de influência estende-se aproximadamente até a cidade de José Pedro Varela a oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega praticamente até a cidade de Rocha ao sul e abrange até a localidade de Anselmi/RS ao norte.

Dentro desse raio de busca de influência indireta, 42,7% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 23,4% da área, refletindo a tradição pecuária da região. Além disso, 1,5% da área é destinada à silvicultura. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano e lagos (Figura 144 e Tabela 34). Cabe destacar as significativas áreas de campo alagado nessa região, visto as baixas altitudes, formando áreas pantanosas.

Figura 144: Mapa de uso e ocupação do solo - área de influência indireta do Porto de São Miguel.



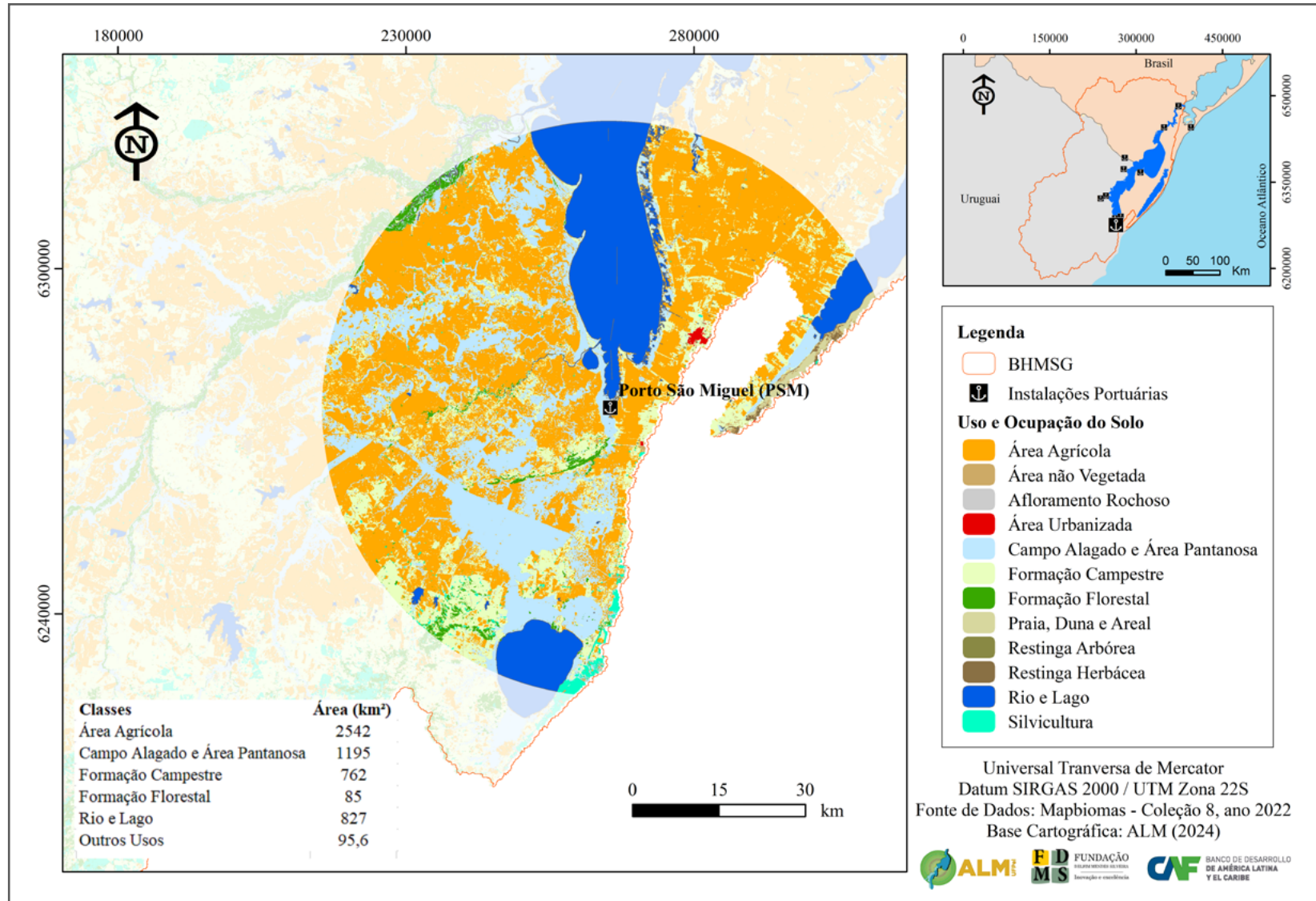
Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	8099,7	42,7
Área não Vegetada	99,8	0,5
Área Urbanizada	7,2	0,0
Campo Alagado e Área Pantanosa	2570,7	13,6
Formação Campestre	4437,6	23,4
Formação Florestal	597,8	3,2
Praia, Duna e Areal	155,5	0,8
Restinga Arbórea	11,3	0,1
Restinga Herbácea	17,2	0,1
Rio e Lago	2688,9	14,2
Silvicultura	281,1	1,5
<b>Total</b>	<b>18967,0</b>	<b>100</b>

Tabela 34: Uso e ocupação do solo para o Porto São Miguel - área de influência indireta.

No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto São Miguel, observa-se uma composição semelhante no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 46,2% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja e pequenas com milho. A formação campestre ocupa 13,8% da área, indicando uma maior vocação agrícola e agropastoril nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado pela Lagoa Mirim e pelo Rio São Miguel, inclusive no lado brasileiro. Na região ocorrem áreas dedicados à silvicultura (0,4% da área), com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para o abrigo de animais, principalmente.

O restante do território, similarmente à área de influência indireta, é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 145 e Tabela 35).

Figura 145: Mapa de uso e ocupação na área de influência direta do Porto de São Miguel.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	2541,5	46,2
Área não Vegetada	24,5	0,4
Área Urbanizada	6,8	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1195,5	21,7
Formação Campestre	762,0	13,8
Formação Florestal	84,7	1,5
Praia, Duna e Areal	30,8	0,6
Restinga Arbórea	4,5	0,1
Restinga Herbácea	8,6	0,2
Rio e Lago	826,6	15,0
Silvicultura	20,5	0,4
<b>Total</b>	<b>5505,9</b>	<b>100</b>

Tabela 35: Uso e ocupação do solo para o Porto São Miguel - área de influência direta.

Apesar da vocação agrícola das áreas próximas ao Porto de São Miguel, a condição natural do arroio não permite o acesso de embarcações de maior porte, principalmente para o transporte de cargas, como granéis sólidos. Nesse contexto sugere-se concentrar esforços na busca de projetos que viabilizem o porto para o transporte de passageiros, recreativo ou turístico, a qual poderá dar suporte aos pontos turísticos da região nordeste do Uruguai e extremo sul do Brasil.

A CEPAL analisou estudos anteriores para revisar “os benefícios potenciais do projeto” e concluiu que existem “expectativas importantes” em quatro áreas: redução dos custos operacionais de transporte, diminuição das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aumento da área de superfície produtiva e o já mencionado apoio ao desenvolvimento de serviços turísticos.

Nesse sentido, os técnicos da CEPAL observam, “preliminarmente, a comodidade de localizar um terminal portuário, de características a analisar oportunamente, no extremo sul da Lagoa Mirim, no setor uruguaio, para ampliar o aproveitamento de todo o corpo hídrico.” O relatório propõe que, de acordo com iniciativas pré-existentes e com a possibilidade de criação

de novos circuitos, as alternativas para a instalação de um terminal no arroio São Miguel são prementes, com estruturas simplificadas de Píer/atracadouro e plataforma de embarque.

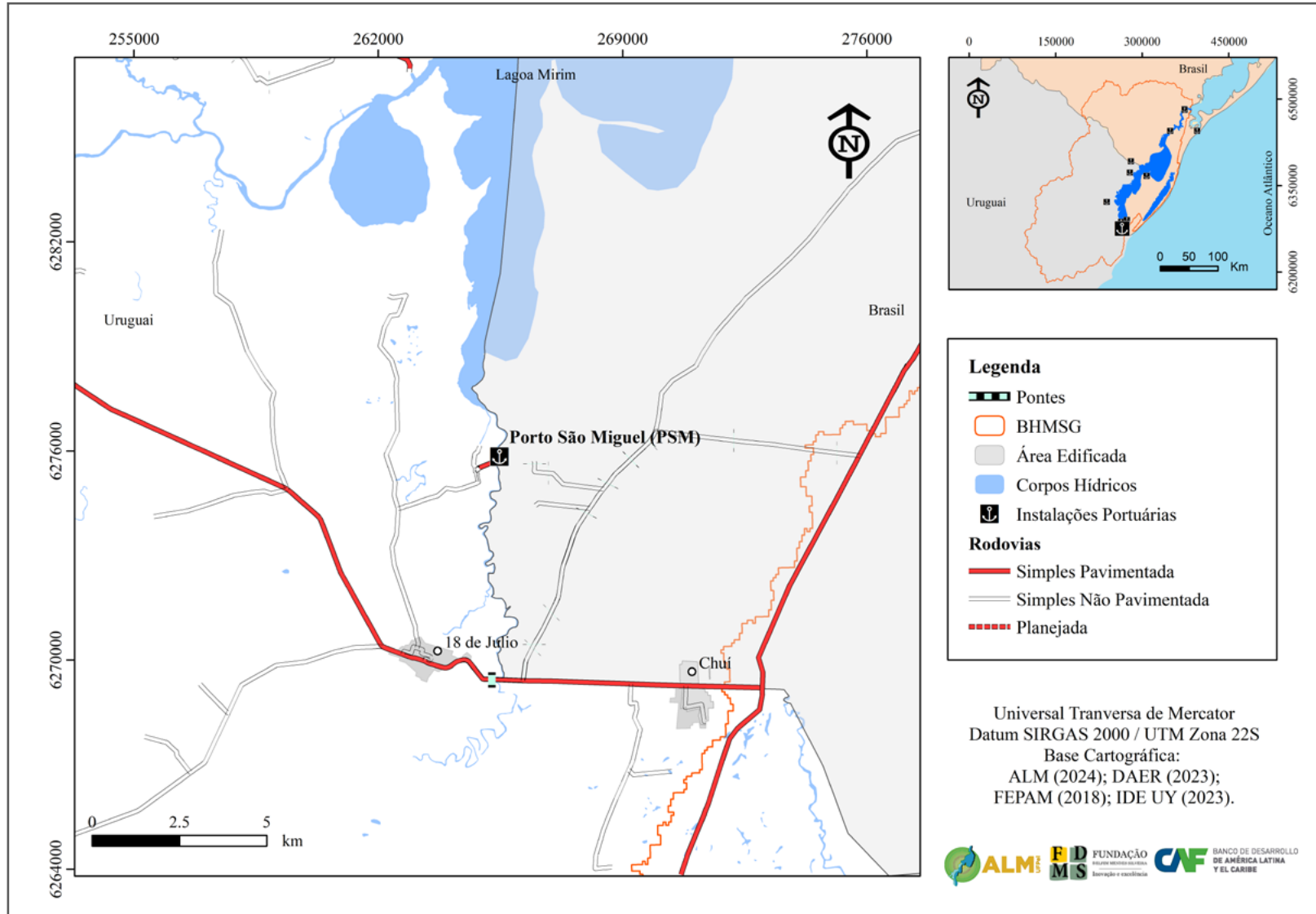
Contudo, CEPAL propõe a modalidade de viagem de Microcruzeiro, de dois ou três dias, com barcos com cabines que percorreriam as lagoas e o canal São Gonçalo desde Porto Alegre ao leste do Uruguai. Exemplo de circuito intermediário seria que poderiam até chegar à Ilha Padre, no rio Cebollatí, uma área protegida departamental e de propriedade do Município, que se define como “a área mais semelhante à Amazônia no sul do continente.”

### 3.8.3 Acessos terrestres

O terminal do Porto São Miguel foi proposto a 2,7 km da desembocadura do arroio São Miguel, no limite sul da Lagoa Mirim e a 9,6 km das cidades de Chui/Chuy. Seu acesso se faz a partir da cidade de 18 de Julio pela Estrada Elias Lizardo, seguindo em direção norte em pista simples não pavimentada. Após 4,7 km é realizada uma conversão à direita no caminho de uma fazenda sem identificação. Por mais 3,4 km pelo caminho interno a fazenda chega-se ao terreno onde foi proposto a implantação do Porto São Miguel (Figura 146).

Visto a estrada ser utilizada para o transporte interno da fazenda, ela necessita de vários reparos, assim como o dimensionamento compatível com o fluxo contínuo de veículos e/ou cargas.

Figura 146: Localização e acesso ao Porto de São Miguel.



### 3.8.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A instalação de um terminal portuário no arroio São Miguel tem como objetivo principal proposto o transporte de passageiros, sendo eles em deslocamento entre pontos turísticos de visitação ou de compras. Nesse sentido, são necessárias avaliações de circuitos de deslocamentos, implantação de acessos e infraestrutura rodoviária e portuária, entre outros. Isso porque não foram encontrados projetos consolidados de implantação deste porto.

Além disso, é uma região com topografia extremamente rebaixada, com o nível dos terrenos sujeitos a inundações, então são necessárias intervenções topográficas significativas, com supressão e recomposição da vegetação, causando significativas mudanças ambientais. Cabe destacar, que a região extremo sul da Lagoa Mirim é citada pelos pescadores locais como uma área de berçário para a fauna aquática, visto que são locais abrigados na dinâmica da lagoa. Sendo assim, a implantação deste porto carece de estudos ambientais significativos, principalmente de monitoramento da ictiofauna.

### 3.8.5 Limitantes potenciais

Os limitantes potenciais principais tangem a largura do canal do arroio São Miguel, as pequenas profundidades em alguns pontos, principalmente no delta com a Lagoa Mirim. Além disso, ocorre a significativa formação de macrófitas no arroio São Miguel, as quais dificultam a navegação de barcos de diferentes dimensões (Figura 147).

Por fim, cabe destacar que o arroio São Miguel é o limite natural da marcação de fronteira do Uruguai com o Brasil e sendo assim, é necessário o estabelecimento de regras aduaneiras compatíveis com um espaço de fronteira binacionais, que permitam de maneira desburocratizada a movimentação de pessoas e produtos.



Figura 147: Formação de macrófitas no arroio São Miguel.



### 3.9 Porto de Santa Vitória do Palmar

#### 3.9.1 Infraestrutura atual e levantamento cadastral

A construção do Porto de Santa Vitória do Palmar foi considerada a maior obra de engenharia até a chegada dos anos 1950, permitindo acesso à cidade e diminuindo o isolamento que dificultava as comunicações com outros municípios, assim como com o restante do Brasil. O Porto de Santa Vitória do Palmar foi construído entre 1938 a 1957 está às margens da Lagoa Mirim (Figura 148), distante 6 km do centro da cidade. Esta sua posição estratégica permitiu o fluxo de mercadorias e pessoas, fomentando o desenvolvimento da região dos campos neutrais, principalmente antes da construção da BR-471.

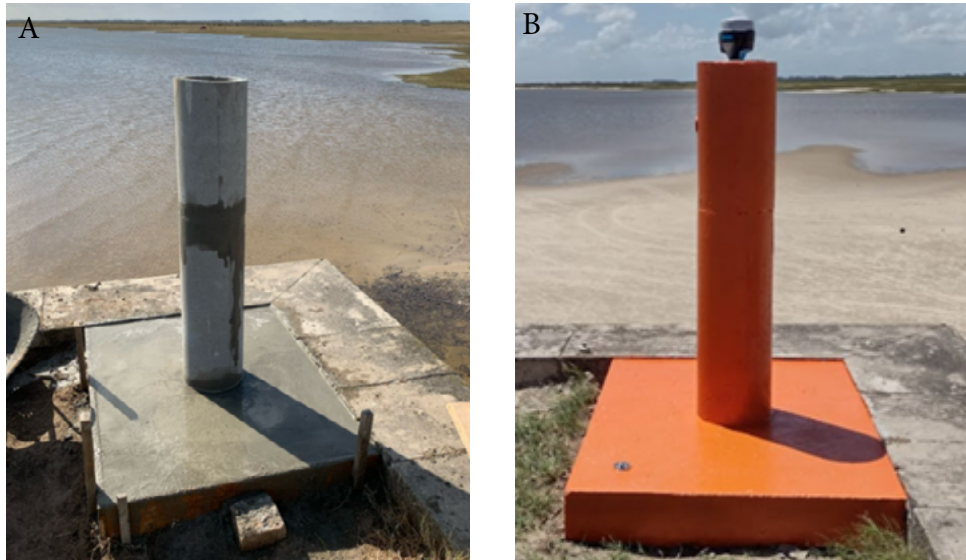
Figura 148: Vista aérea do Porto de Santa Vitória do Palmar (AHSUL, 2023).



Mas com o término da construção da rodovia BR-471, a ligação entre os outros municípios e o exterior não continuou via lacustre. Hoje o prédio do Porto compõe a paisagem juntamente à Lagoa Mirim, onde os moradores do município vão admirar o pôr do sol aos finais de semana, principalmente na estação do inverno. Vários relatos tangem o atual uso do Porto de Santa Vitória do Palmar com a contemplação da beleza cênica, principalmente a observação do pôr do sol, fomentando o desenvolvimento do turismo na Lagoa Mirim e representa a recuperação da importância econômica e comercial do Porto de Santa Vitória do Palmar. Atualmente o prédio do antigo cais do Porto abriga um museu paleontológico e arqueológico, que proporciona à comunidade a apreciação das riquezas que parecem arquivadas pelo tempo em remotas eras geológicas. O Museu Coronel Tancredo Fernandes de Mello possui um acervo de mamíferos fósseis do pleistoceno, material arqueológico lítico, cerâmico e histórico.

Para o mapeamento da Infraestrutura do Porto de Santa Vitória do Palmar/RS, foi implantada uma Infraestrutura Geodésica que comporte a geolocalização e mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de redes geodésicas do IBGE (Figuras 149 e 150).

Figura 149: Monumentação e rastreio do marco geodésico do Porto de Santa Vitória do Palmar.



Na sequência, foi realizado o plano de voo para o aerolevante do Veículo Aéreo Não-Tripulado. Nesse aerolevante foram geradas 380 fotos as quais foram mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram gerados os produtos denominados ortomosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. Cabe destacar que ambos produtos foram gerados a partir das altitudes do nível médio do mar (NMM) referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imbituba.

Figura 150: Monografia do Marco Geodésico do Porto de Santa Vitória do Palmar.



<i>Estação:</i>	M0045	<i>Nome da Estação:</i>	M0045	<i>Tipo:</i>	GNSS
<i>Município:</i>	Sta. Vt. Palmar	<i>Inscrição na Chapa:</i>	ALM-045	<i>UF:</i>	RS
<i>Última Visita:</i>	07/02/2022	<i>Situação do Marco Principal:</i>	Bom	<i>Última Atualização:</i>	07/03/2023
<i>Conexões:</i>	IBGE-			<i>Inscrição chapa:</i>	

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
<i>Latitude</i>	-33°29'51,6703"	<i>Altitude Normal (m)</i>	6,05
<i>Longitude</i>	-53°26'08,9028"	<i>Fonte</i>	hgeoHNOR
<i>Altitude Geométrica (m)</i>	18,56	<i>Sigma da Altitude (m)</i>	0,10
<i>Fonte</i>	GNSS Geodésico	<i>Datum</i>	Imbituba
<i>Origem</i>	PPP-IBGE	<i>Data da Medição</i>	07/02/2022
<i>Datum</i>	SIRGAS2000	<i>Data de Cálculo</i>	07/03/2023
<i>Data de Medição</i>	07/02/2022	<i>Fator de conversão (m)</i>	12,51
<i>Data de Cálculo</i>	07/03/2023	<i>Altitude Ortométrica (m)</i>	5,798
<i>Sigma Latitude (m)</i>	0,002		
<i>Sigma Longitude (m)</i>	0,003		
<i>Sigma Altitude Geométrica (m)</i>	0,005		
<i>UTM (N)</i>	6290881,699		
<i>UTM (E)</i>	273716,348		
<i>MC</i>	-51		

**Localização:**

Posicionado no atracadouro do Porto, na margem direita da Lagoa Mirim, no município de Santa Vitória do Palmar, RS.

**Descrição:**

Marco de concreto padrão MCF-IBGE, medindo em sua base (L) 100cm, (C) 130cm, (A) 20cm e no seu topo pilar cilíndrico com diâmetro (D) de 27cm e (A) de 135cm; possui em seu topo um dispositivo de centragem forçada/pino metálico; possui em sua face cilíndrica uma chapa metálica padrão placa geodésica. Nivelamento geométrico na Placa Geodésica na base do Marco com altitude de 4,767 metros.

**Observação:**

O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.



No ortomosaico (Figura 151) observa-se que a infraestrutura do Porto de Santa Vitória do Palmar/RS foi construída na forma de pontalete, com píer transversal à margem da acostagem da Lagoa Mirim. Possui cabeços de amarração em ambas as laterais com distanciamento de aproximadamente 25 m. Segundo Ministério do Interior (1989), o porto consiste basicamente de um píer com uma extensão total de 451,10 m, localizado perpendicularmente à costa e dividido da seguinte maneira: (i) o primeiro trecho com uma ponte em nível de 201 m; (ii) o segundo com um cais em rampa de 1,4% e 175,10 m; e (iii) o terceiro com um cais em nível de 75 m, completando a extensão total. A largura da ponte é de 7 m e a do cais 16,6 m. Sua concepção foi baseada na concepção de fundo da lagoa e levando em consideração as variações de nível que a mesma apresenta ao longo do ano.

O complexo portuário de Santa Vitória do Palmar/RS foi construído com um trapiche de atracação com 250 metros e uma ponte de concreto de 200 m interligando o armazém com trapiche. Para a estocagem de mercadorias o porto dispõe apenas de um pequeno armazém com aproximadamente 500 m<sup>2</sup>. Na margem sul existe um canal com aproximadamente 20 m de largura e profundidade próximo a 1 metro. O canal é utilizado para o acesso a pequenas embarcações de pesca e recreativas.

O levantamento topográfico da área demonstrou que em condição de nível de calmaria a altitude de referência da Lagoa Mirim no momento do levantamento foi de 0,685 m e com rampa de acesso ao nível do Porto (Altitude de 4,98 metros) na face sul por 187 m e na face norte por até 358 m. Já na doca de atracação, as altitudes variaram de 2,48 m até 1,22 m, visto os processos erosivos e o desgaste/transporte do material presente (Figura 152).

Corroborando para a geração de informações para a elaboração de projetos de revitalização do Porto de Santa Vitória do Palmar/RS, foram geradas as curvas de nível com equidistância de 0,50 m, as quais demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1,00 m e a maior altitude no limite hipsométrico de 4,5m (Figura 153). A mesma altitude e curva de nível representa a estrada de acesso ao porto (Avenida Getúlio Vargas) a partir da ponte da drenagem até o prédio da sede portuária.

Figura 151: Ortomosaico do Porto de Santa Vitória do Palmar.



Figura 152: MDS do Porto de Santa Vitória do Palmar.

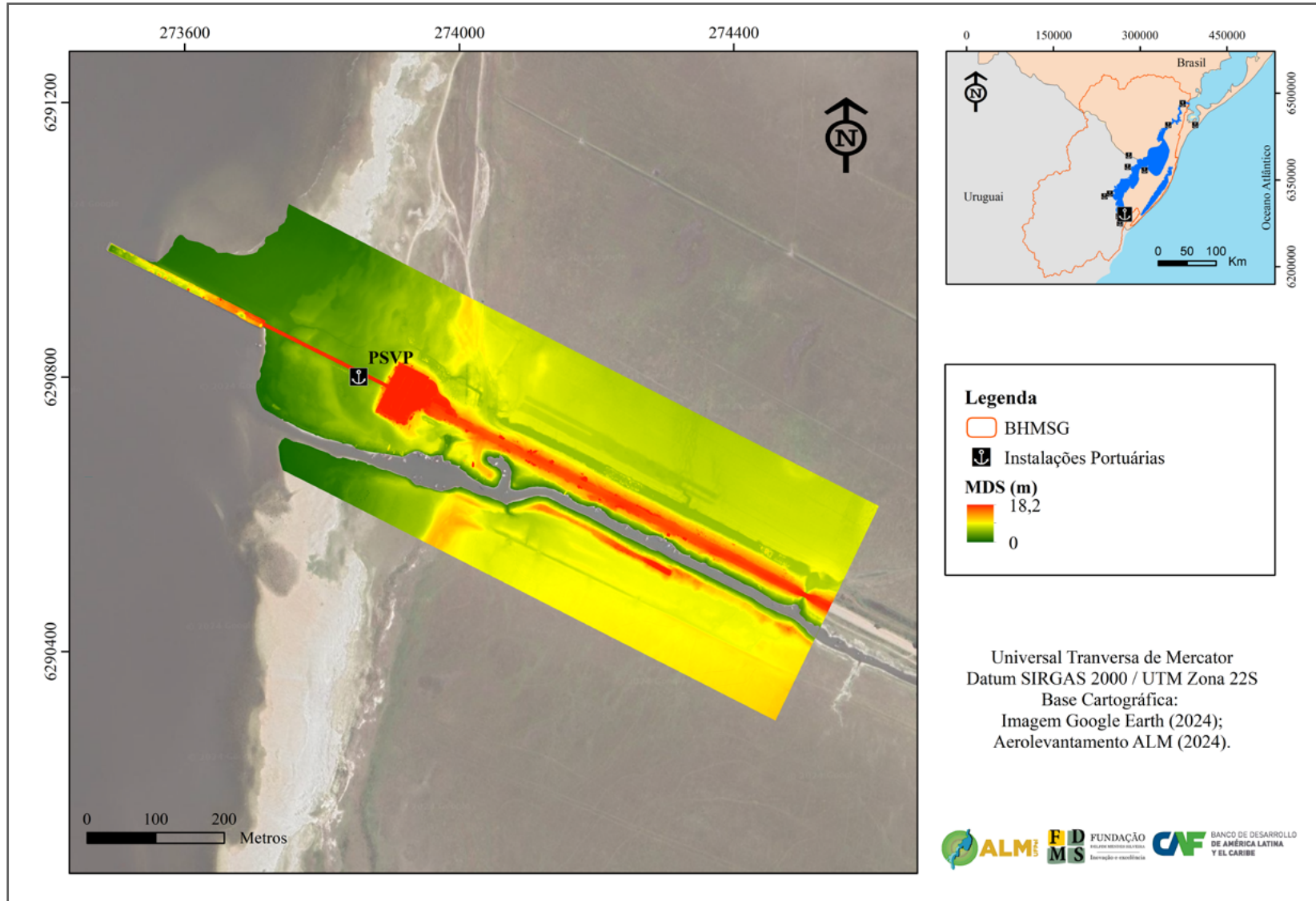
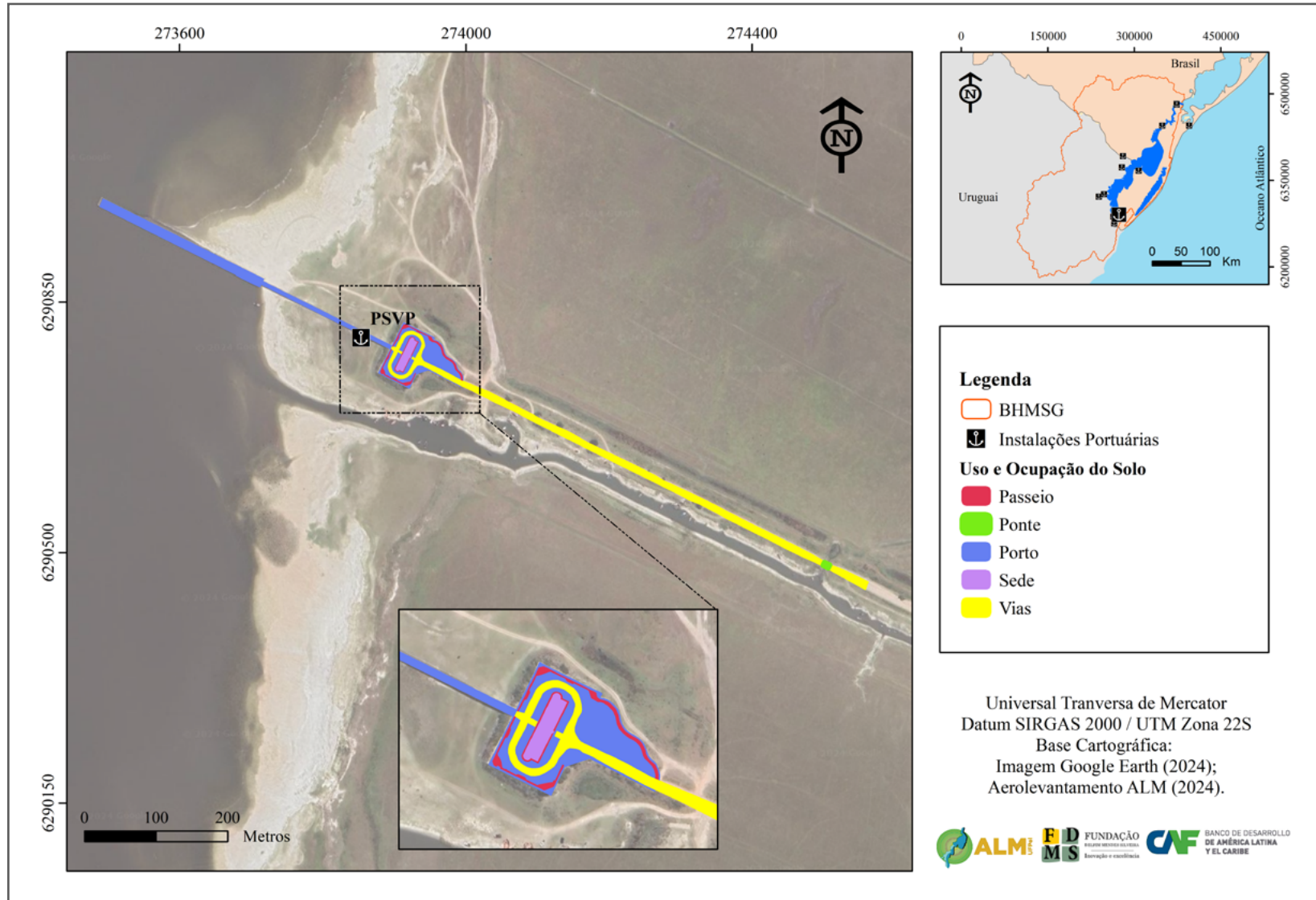


Figura 153: Mapas de curvas de nível do Porto de Santa Vitória do Palmar.





Figura 154: Mapa de uso e ocupação do Porto de Santa Vitória do Palmar.



Por fim, o mapeamento de uso e ocupação do porto de Santa Vitória do Palmar/RS apresenta os limites das classes de referência, sendo elas: Porto (referente ao cais de acostagem e acesso ao entorno), Sede a qual tange o prédio de armazém e administração, Passeio com a área para transeuntes, Vias com o acesso rodoviário pela Avenida Getúlio Vargas (não pavimentada no acesso mapeado) e a ponte do canal de escoamento lateral (Figura 154).

### 3.9.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

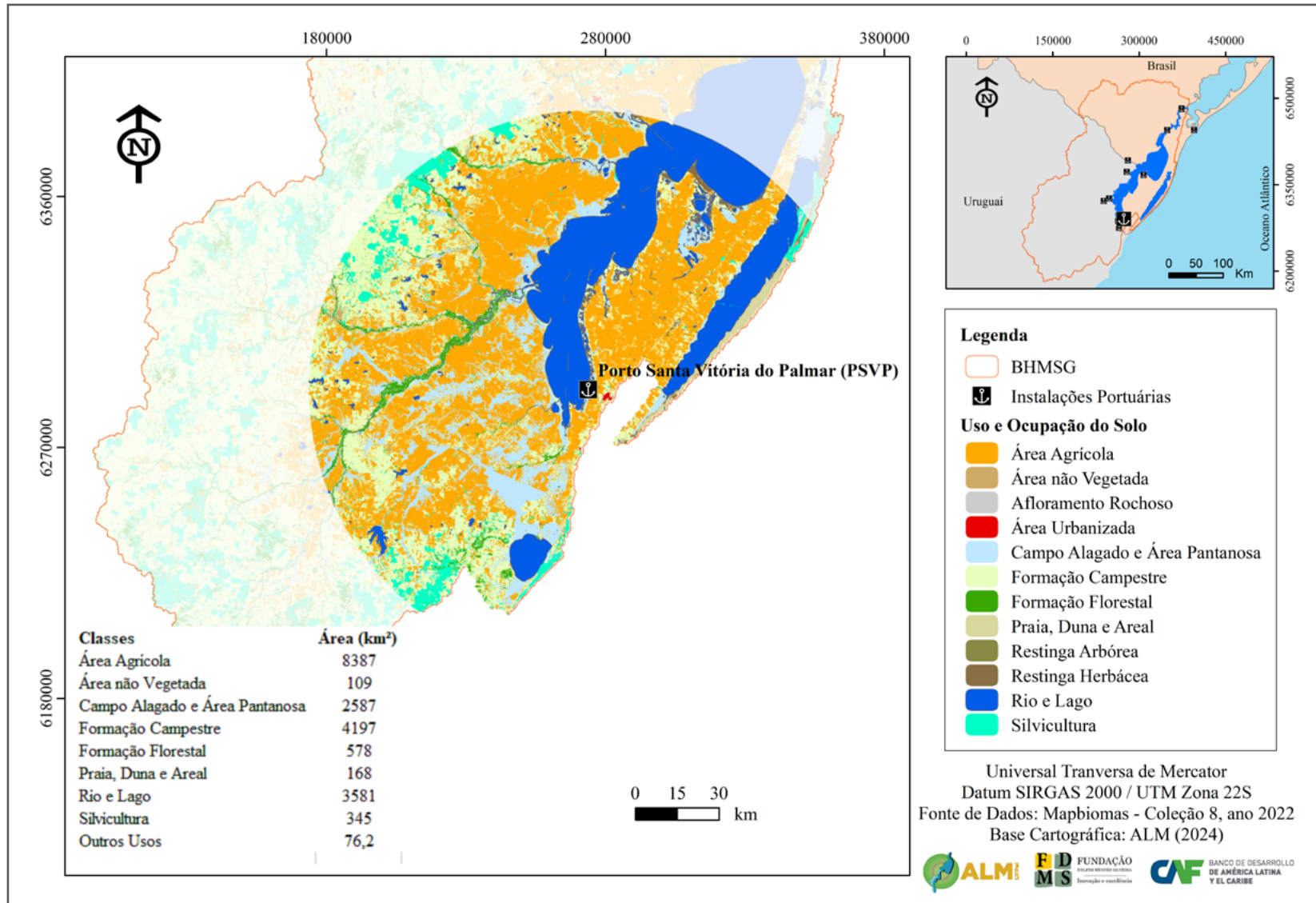
Visto a tipologia do uso da terra e a vocação agrícola da região dos campos neutrais no sul do Rio Grande do Sul, foi realizado o mapeamento do uso da terra do ano de 2023. Em termos de região de influência indireta, foi determinado um raio de busca de 100 km, fomentando a otimização dos sistemas de transportes rodoviário e hidroviário e evitando sobreposição com portos previstos na região. A partir do Porto de Santa Vitória do Palmar, a área de influência se aproxima da cidade de Treinta y Tres a oeste, Oceano Atlântico a leste, a localidade de Arroito a norte e a sul a localidade de Castillos.

Sendo assim, no raio de busca de influência indireta, 41,9% da área é agrícola, ocupada principalmente com a cultura do arroz e recentemente com significativas áreas em expansão com a cultura da soja. A formação campestre ocupa 21% da área, o que demonstra a antiga vocação para a pecuária dos campos neutrais e 1,7% da área apresenta silvicultura. O restante da área está reservada em áreas não produtivas, solo exposto ou uso urbano (Figura 155 e Tabela 36).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	8386,8	41,9
Área não Vegetada	109,1	0,5
Área Urbanizada	7,3	0,0
Campo Alagado e Área Pantanosa	2586,6	12,9
Formação Campestre	4197,4	21,0
Formação Florestal	578,0	2,9
Praia, Duna e Areal	168,3	0,8
Restinga Arbórea	13,1	0,1
Restinga Herbácea	55,8	0,3
Rio e Lago	3580,7	17,9
Silvicultura	345,3	1,7
<b>Total</b>	<b>20028,6</b>	<b>100</b>

Tabela 36: Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Vitória - Influência indireta.

Figura 155: Mapa de uso e ocupação na área de influência imediata do Porto e Santa Vitória do Palmar.



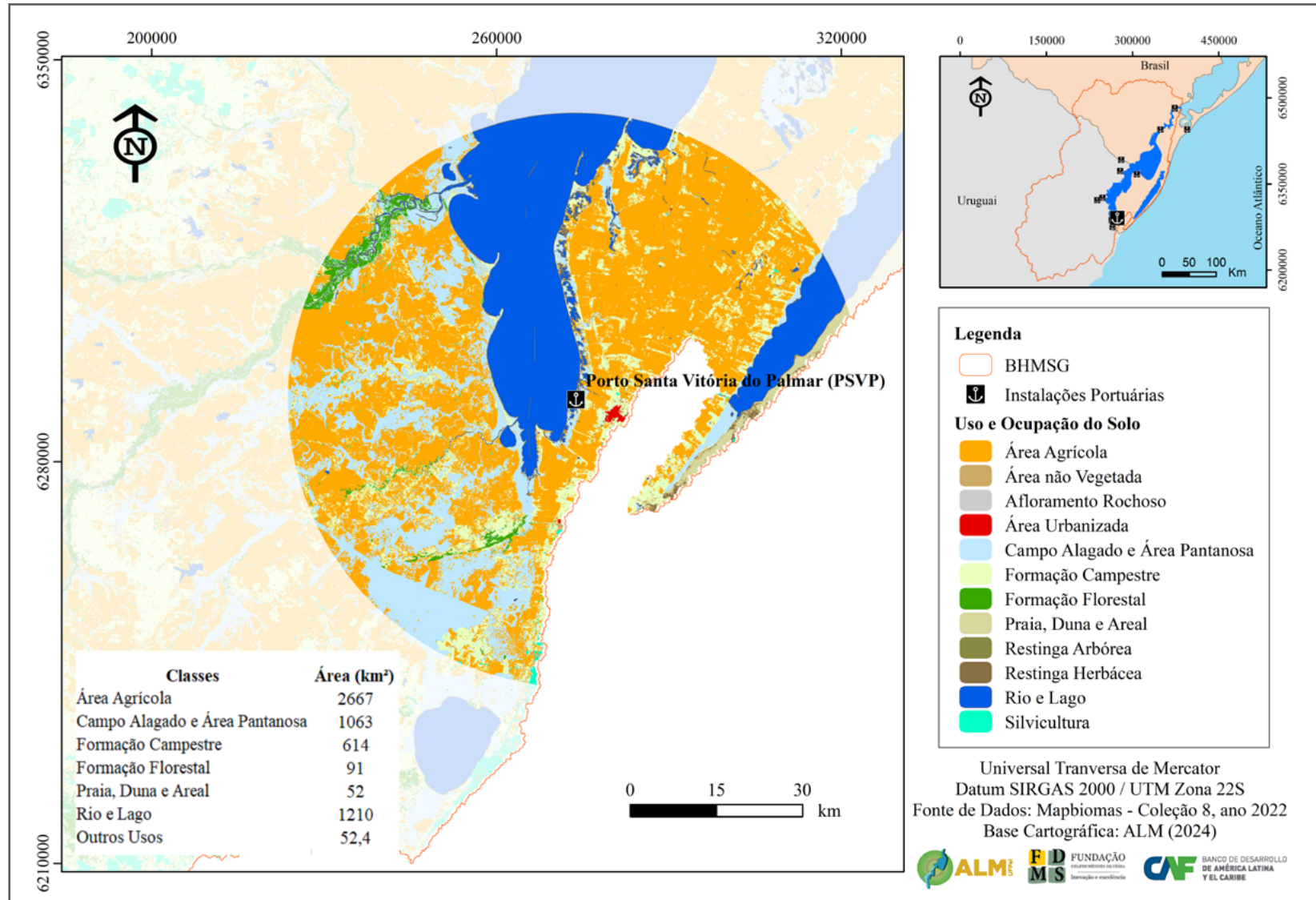
Já no raio de busca de influência direta, 46,4% da área é agrícola, ocupada principalmente com a cultura do arroz, e recentemente com significativas áreas em expansão com a cultura da soja. A formação campestre ocupa 10,7% da área, o que demonstra que áreas mais próximas ao porto apresentam maior vocação agrícola, principalmente para o arroz irrigado uma vez que depende do fornecimento de água em partes fornecido pela Lagoa Mirim. O restante da área está reservado em áreas não produtivas, solo exposto ou uso urbano (Figura 156 e Tabela 37).

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	2666,7	46,4
Área não Vegetada	25,3	0,4
Área Urbanizada	6,9	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1063,0	18,5
Formação Campestre	614,5	10,7
Formação Florestal	91,1	1,6
Praia, Duna e Areal	51,5	0,9
Restinga Arbórea	6,0	0,1
Restinga Herbácea	9,2	0,2
Rio e Lago	1210,4	21,1
Silvicultura	5,0	0,1
<b>Total</b>	<b>5749,6</b>	<b>100,0</b>

Tabela 37: Uso e ocupação do solo para o Porto Santa Vitória - Influência direta.

A instalação deste porto objetiva o escoamento dos grãos produzidos na região sul. O município de Santa Vitória do Palmar é um dos maiores produtores de arroz no país, estando em segundo lugar no país, sua produção cresce a cada ano, no ano de 2022 foram produzidas mais de 580 mil toneladas (IBGE, 2023). A produção da pecuária também é fundamental para a região, onde em 2010 tiveram mais de 200.000 cabeças de gado apenas em Santa Vitória (IBGE, 2023). A pecuária também pode se beneficiar com o porto em atividade, com os avanços da exportação do gado de corte para outros países.

Figura 156: Mapa do uso e ocupação na área de influência direta do Porto de Santa Vitória do Palmar.



Conforme aporte de cargas e a previsão de roteiros turísticos propostos por AIC (2023) para Santa Vitória do Palmar e Chui-Chuy, com possibilidade de traslado de mais de 40.000 pessoas nessa região de influência direta a infraestrutura portuária foi proposta em pelo menos dois píeres, sendo um para o transporte de cargas a granel (arroz e soja principalmente) e outro de passageiros e suporte ao turismo (Figura 157 e 158).

Figura 157: Proposta de revitalização da acostagem norte do Porto de Santa Vitória do Palmar.



Figura 158: Proposta de reforma da estrutura de recepção do Porto de Santa Vitória do Palmar (COUTINHO et al, 2013).



### 3.9.3 Acessos terrestres

A cidade de Santa Vitória do Palmar é interligada com outras cidades através da Rodovia BR 471, uma rodovia com sua jurisdição mista, onde uma parte dela é concessionada a uma empresa, o restante é administrado pelo DNIT-RS. A rodovia é de suma importância para a região sul devido a seu acesso ao porto de Rio Grande, onde transita a quase totalidade do comércio exterior do Rio Grande do Sul. Esta rodovia apresenta-se em pavimento asfáltico em pista simples com interligando Santa Vitória do Palmar a Rio Grande/RS por 192 km. Já de Santa Vitória do Palmar até o Chui/RS são mais 21 km por esta rodovia.

Acessando a cidade de Santa Vitória do Palmar a partir da BR471 e Avenida Justino Amonte Anacker por 1500 metros e conseguinte pela rua Barão de Rio Branco por mais 1600 metros, realiza-se uma conversão à esquerda pela rua Augusto Álvaro de Carvalho por 370 metros até chegar na Avenida Getúlio Vargas, a qual leva até o porto de Santa Vitória do Palmar, após serem percorridos 3.900 metros por pavimento asfáltico e 1.600 por acesso não pavimentado (Figura 159). Também é possível realizar o acesso ao porto através das ruas Arachanes e José de Souza Castro, ambas com segmentos com revestimento solto.

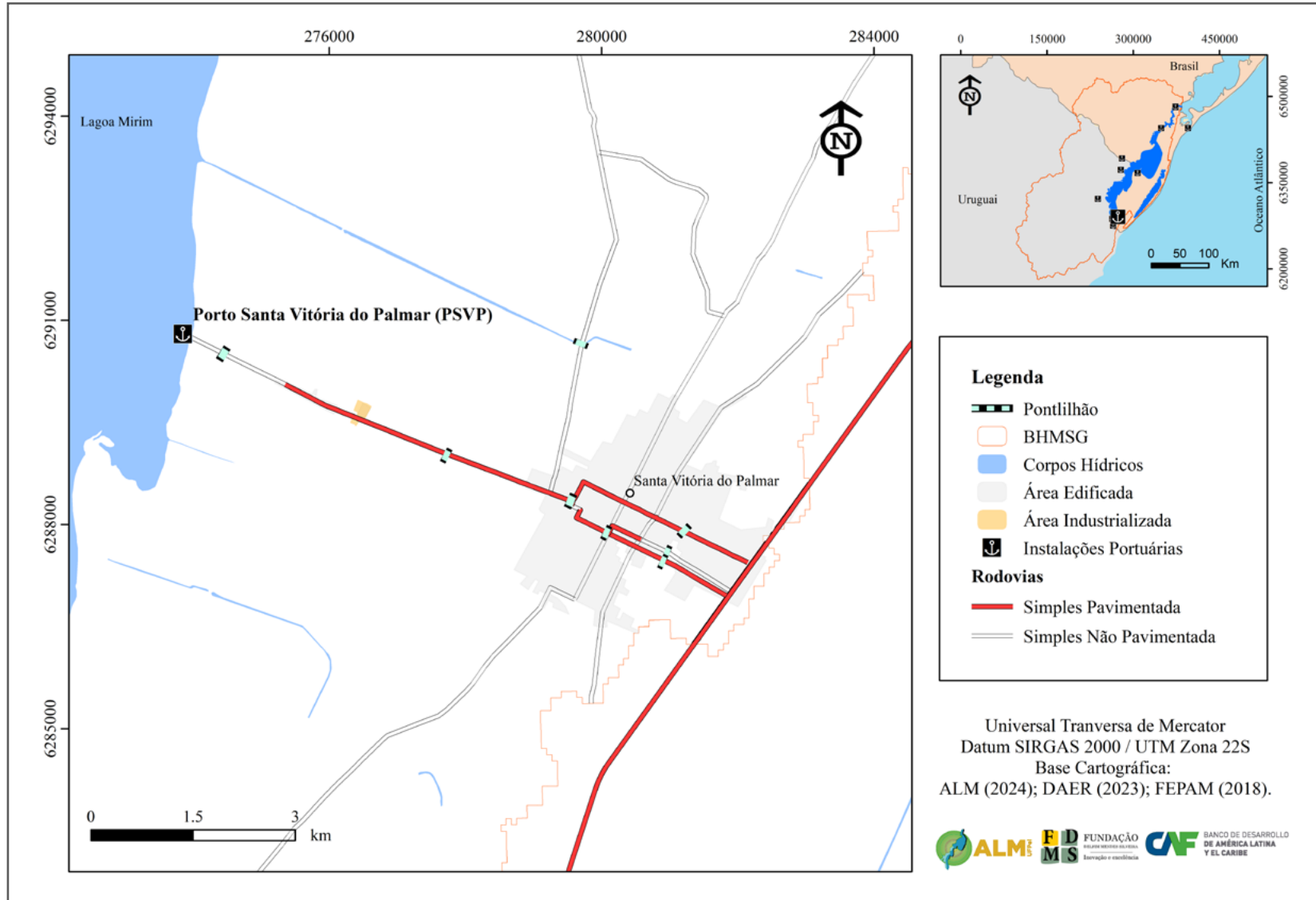
### 3.9.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A reativação do terminal portuário em Santa Vitória do Palmar terá como objetivo principal o transporte de grãos, pecuária e passageiros. Neste sentido, é importante a realização do As Built completo da estrutura existente, buscando avaliar o possível aproveitamento das obras de arte e estruturas físicas. Também carece a avaliação estrutural da integridade do Píer de atracação, visto a existência de significativas trincas e deslocamentos.

Cabe destacar, que a região extremo sul da Lagoa Mirim é citada pelos pescadores locais como uma área de berçário para a fauna aquática, visto que são locais abrigados na dinâmica da lagoa. Sendo assim, a reativação deste porto carece de estudos ambientais significativos, principalmente de monitoramento da ictiofauna.



Figura 159: Localização e acesso terrestre ao Porto de Santa Vitória do Palmar.



### 3.9.5 Limitantes potenciais

Os principais limitantes na reativação deste terminal portuário tangem a recuperação da estrutura física do porto, a dragagem do canal de acesso, assim como o seu acesso rodoviário, a qual é realizado praticamente apenas pelas ruas do ciclo urbano. Os acessos principais são pela Avenida Justino Amonte Anacker, rua Barão de Rio Branco e rua Augusto Álvaro de Carvalho, são realizadas por vias de tráfego intenso, cruzando o centro urbano. Já a Avenida Getúlio Vargas, a qual leva até o porto de Santa Vitória do Palmar, é estreita (aproximadamente 6 metros) sem acostamento, assim como as obras de arte no seu trajeto.

Contudo, as intervenções propostas, caso permitam disponibilizar um corredor de transporte fluvial permanente, trarão impactos diretos e indiretos. Entende-se que estes são predominantemente positivos em relação aos processos sócio-econômicos, mas são parcialmente negativos sobre o meio natural. Entende-se que os principais impactos ao meio natural são:

Impacto local no habitat costeiro e impacto na fauna aquática, variável em função das respostas do meio ambiente e a frequência e características da navegação comercial a ser alcançada.

Os principais impactos sobre os aspectos socioeconômicos são:

- Aumento da navegação de carga, em escala regional e permanente;
- Aumento das atividades econômicas, com impactos positivos em escala regional e permanente;
- Geração de empregos, com impactos positivos, gerados de forma indireta em escala regional e permanente;
- Provável mudança na paisagem (em escala local e permanente) pela presença das embarcações.

## 3.10 Porto de Arroito

### 3.10.1 Infraestrutura e levantamento cadastral

O Porto de Arroito é uma proposta portuária calcada na viabilidade do transporte de granéis sólidos, principalmente de arroz e soja. Está localizado em uma região estratégica na Lagoa Mirim, visto estar na metade da distância entre os portos extremos de Pelotas e Santa Vitória do Palmar, além de estar próximo a desembocadura do Rio Jaguarão.

A área do Porto de Arroito está situada no município de Santa Vitória do Palmar. Não foram encontradas informações oficiais publicadas sobre o interesse privado de implantação de um terminal na área. A área apontada no “Projeto básico para a execução de dragagem de implantação do canal navegável na Lagoa Mirim do DNIT (2019) (Figura 160), não possui nenhum tipo de estrutura de obra portuária, mas foram realizados todos os levantamentos topográficos básicos de cadastramento e localização.

O terreno possui alguns pequenos canais, provavelmente utilizados para irrigação de arroz na área, pertencentes às propriedades rurais e agrícolas presentes na região. A área fica a uma distância de 60 km de estrada, partindo do acesso da rodovia BR 471 no acesso de Árvore Só e Marasco. Possui uma área de relevante interesse Ecológico Pontal dos Latinos e Pontal dos Santiago.

Figura 160: Localização proposta para o canal de acesso ao Porto de Arroito.



Para o mapeamento da infraestrutura do Porto de Arroito foi implantada uma infraestrutura geodésica capaz de comportar a geolocalização e o mapeamento topográfico da região portuária. O marco geodésico foi implantado conforme os padrões de monumentação de referência de nível (Figura 161) e a monografia com informações da localização estão na Figura 162.

Figura 161: Monumento e rastreo do marco geodésico do futuro Porto de Arroito.



Figura 162: Monografia do Marco Geodésico do Porto de Arroito.

## Relatório de Estação Geodésica

<b>Estação:</b>	M0035	<b>Nome da Estação:</b>	M0035	<b>Tipo:</b>	GNSS
<b>Município:</b>	Sta. Vt. Palmar	<b>Inscrição na Chapa:</b>	ALM-035	<b>UF:</b>	RS
<b>Última Visita:</b>	25/04/2023	<b>Situação do Marco Principal:</b>	Bom	<b>Última Atualização:</b>	15/05/2023
<b>Conexões:</b>	<i>Inscrição chapa:</i>				

Dados Planimétricos		Dados Altimétricos	
Latitude	-32°48'04,1998"	Altitude Normal (m)	4,80
Longitude	-53°07'59,6626"	Fonte	hgeoHNOR
Altitude Geométrica (m)	16,15	Sigma da Altitude (m)	0,11
Fonte	GNSS Geodésico	Datum	Imbituba
Origem	PPP-IBGE	Data da Medição	25/04/2023
Datum	SIRGAS2000	Data de Cálculo	15/05/2023
Data de Medição	25/04/2023	Fator de conversão (m)	11,35
Data de Cálculo	15/05/2023		
Sigma Latitude (m)	0,003		
Sigma Longitude (m)	0,002		
Sigma Altitude Geométrica (m)	0,009		
UTM (N)	6368740,460		
UTM (E)	300256,652		
MC	-51		

**Localização:**  
 Posicionado na margem direita da Lagoa Mirim, no município de Santa Vitória do Palmar, RS, na localidade conhecida como Pontal de Santiago.

**Descrição:**  
 Marco de concreto de forma piramidal padrão RN-IBGE, medindo em sua base (L) 50cm, (C) 50cm, (A) 20cm e no seu topo (L) 18cm, (C) 18cm, (A) 20cm, onde em seu topo encontra-se uma placa geodésica.

**Observação:**  
 O marco geodésico foi construído de acordo com as normas padrão para marcos referente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), incluindo o processo de sua implantação e fixação em solo (medidas da cava no solo e das bases de proteção lateral). O marco pode ser facilmente identificado devido a sua pintura ser visualmente realçada quando comparada ao seu entorno.



O levantamento fotogramétrico automatizado foi realizado através de um plano de voo para o Veículo Aéreo Não-Tripulado. Durante esse aerolevanteamento, foram geradas 191 fotos, as quais foram posteriormente mosaicadas com coordenadas geodésicas de apoio (pontos de controle). Por fim, foram produzidos os seguintes produtos: mosaico, modelo digital de superfície, modelo digital de elevação, uso da estrutura, curvas de nível e modelagem 3D. É importante destacar que ambos os produtos foram gerados utilizando altitudes do nível médio do mar (NMM), referenciado pelo Sistema de Referência Altimétrico oficial do Brasil, o Datum Imituba.

No ortomosaico (Figura 163), é possível observar a possível localização da área do Porto de Arroito, o qual foi aqui pensado a partir de dois limitantes principais, a localização proposta por DNIT (2019), visto a proximidade com o canal principal da hidrovia e o distanciamento da Área de Relevante Interesse Ecológico Pontal dos Latinos e Pontal dos Santiagos sendo uma importante unidade de conservação do Rio Grande do Sul.

O levantamento topográfico da área revelou que em condições de calmaria, a altitude de referência da Lagoa Mirim nas margens de localização do Porto de Arroito no momento do levantamento foi de 1,377 metros (Figura 164). A rampa de acesso a possível localização do porto na apresenta altura superior a 1,5 metros. As altitudes predominantes na proposta de píer de atracação variam de 2,10 metros até 2,50 metros, devido às variações topográficas próximas ainda em estudo. Cabe ressaltar que é uma região muito plana, sendo que existe um canal de irrigação na margem sudoeste do terreno a qual funciona como dique, assim como um canal com dimensões menores localizado no limite nordeste do terreno. A altitude máxima no terreno não é muito superior a 5 metros.

Também foram geradas as curvas de nível (Figura 165) buscando auxiliar na geração de informações destinadas à elaboração de projetos de implantação do Porto de Arroito. Foram geradas curvas de nível com equidistância de 0,50 metros. Essas curvas demonstram a menor altitude de referência na curva hipsométrica de 1,5 metros e a maior altitude no limite hipsométrico de 5 metros na altitude no topo do dique marginal do canal de irrigação. A curva de nível predominante no nível do Píer proposto é de 2,50 metros e no canal de acesso é de 1,5 metros.

Figura 163: Ortomosaico do Porto de Arroito.



Figura 164: MDS do Porto de Arroito.

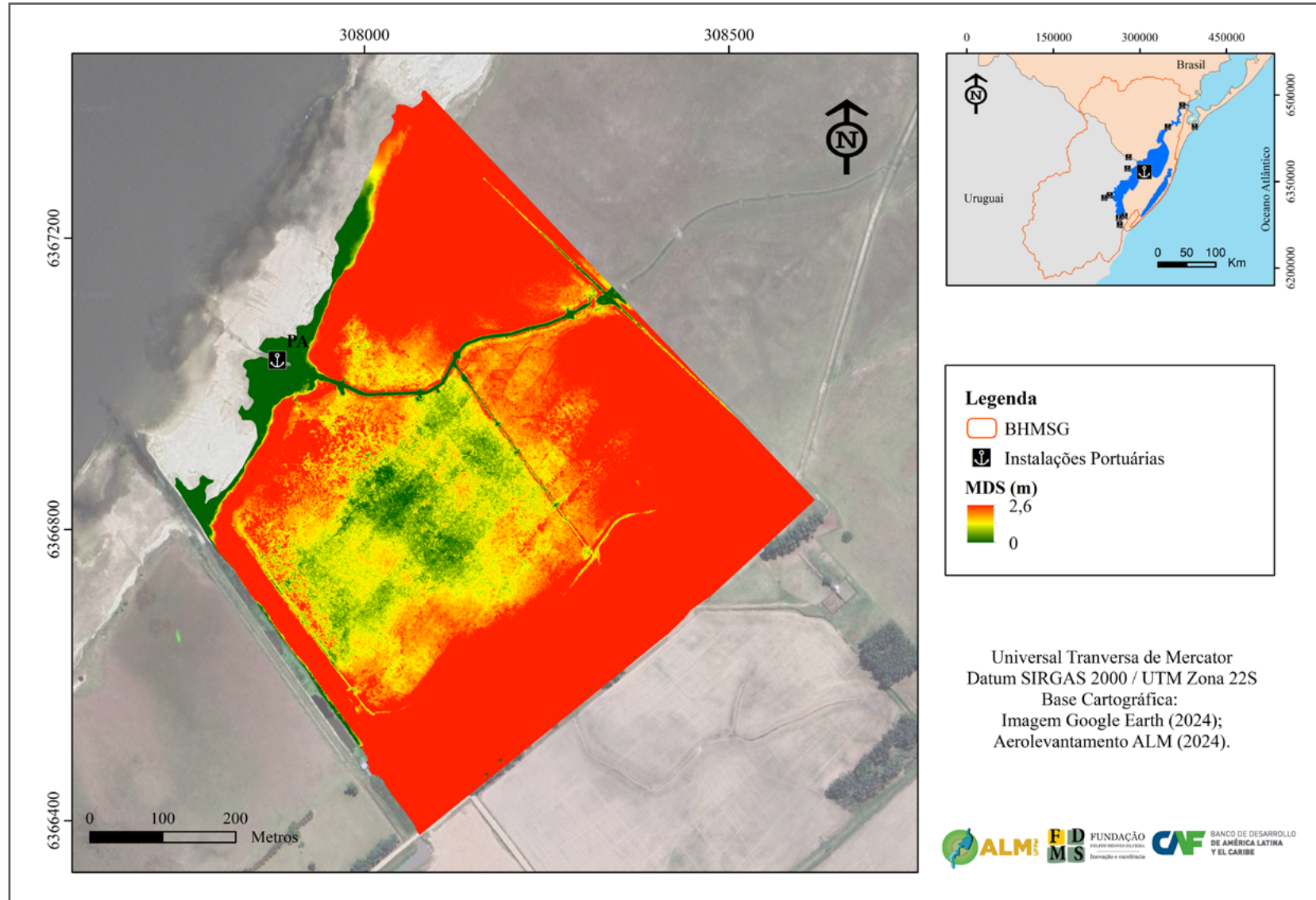
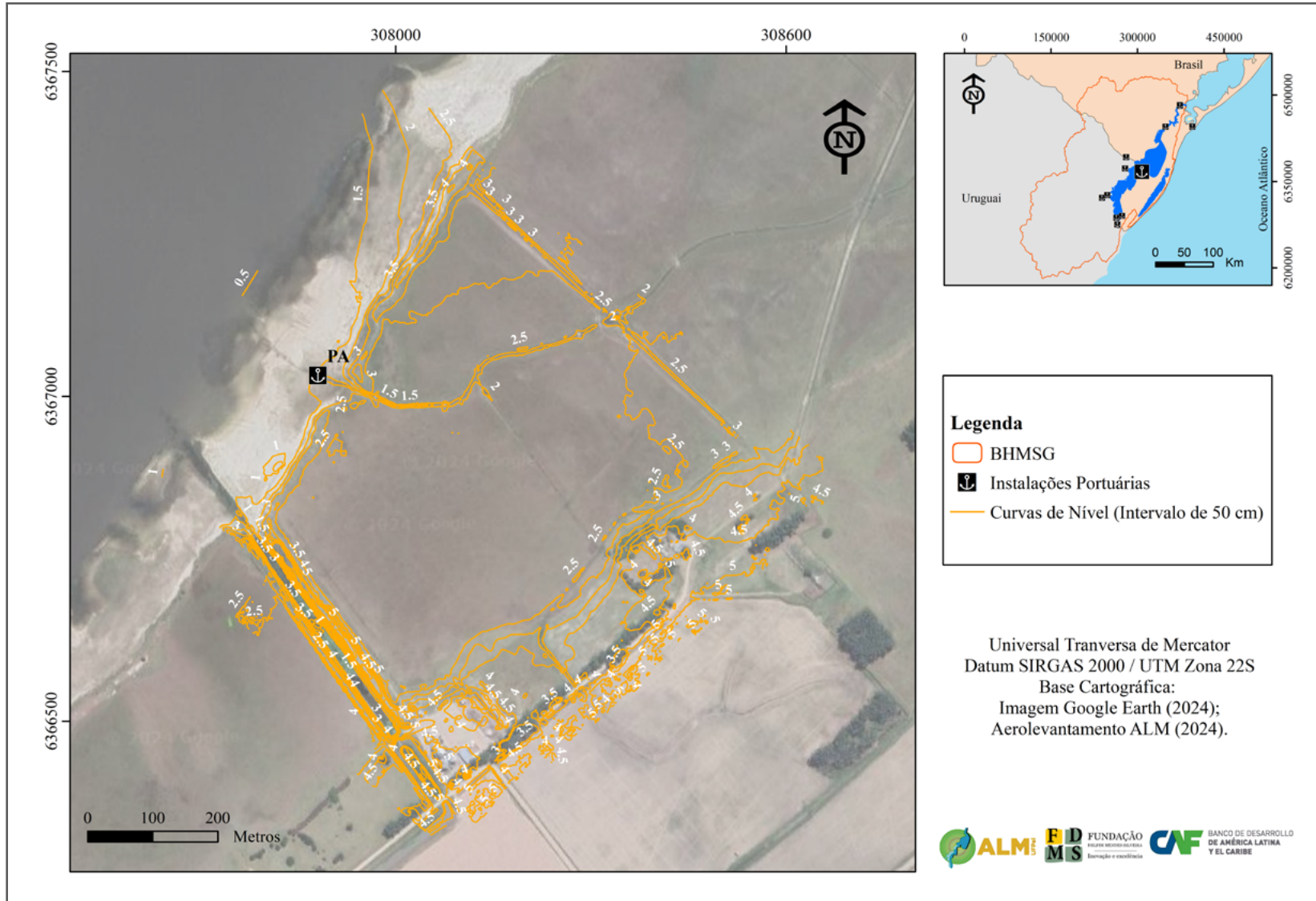




Figura 165: Mapas de curvas de nível.

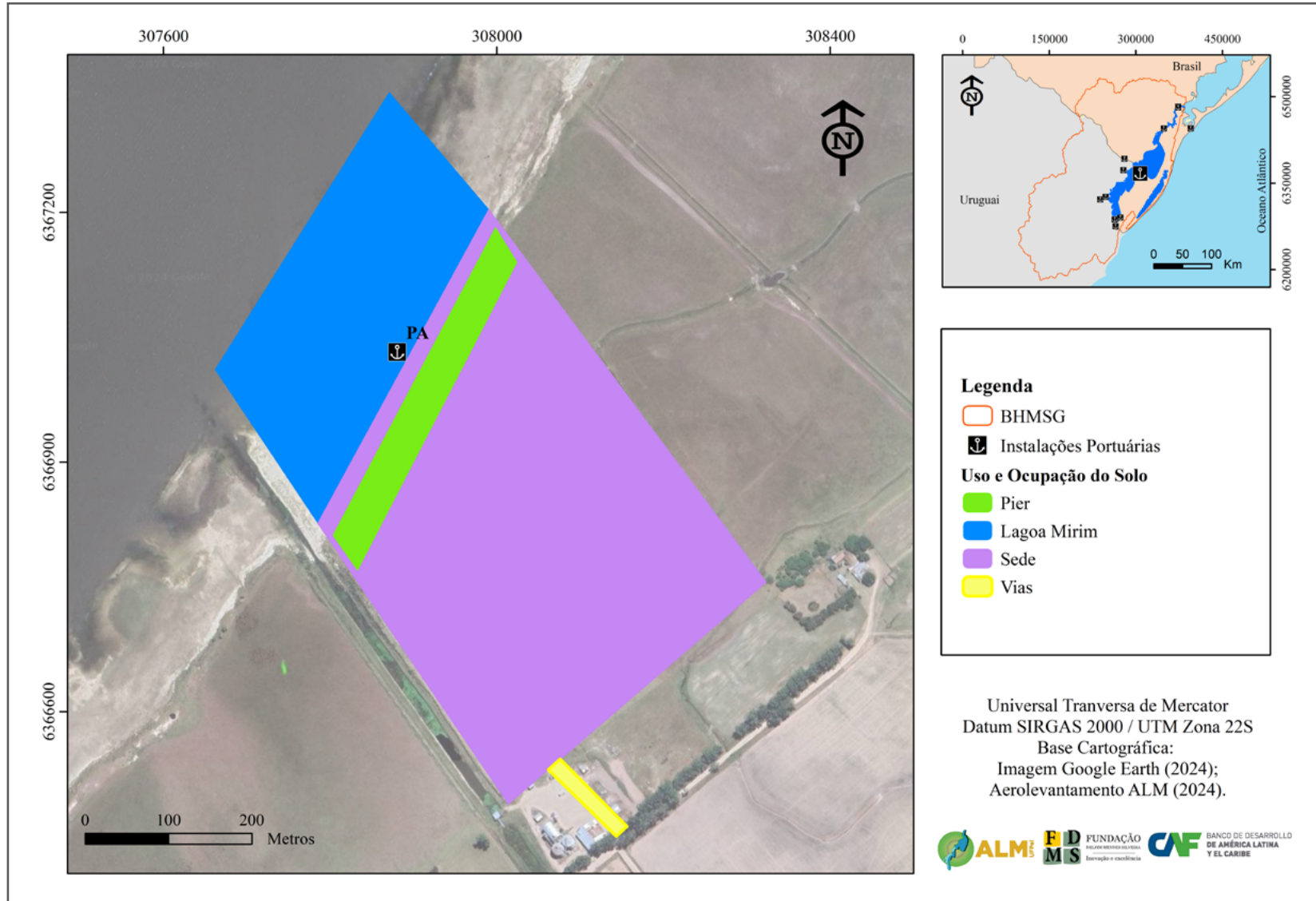


### 3.10.2 Operação prevista e intervenção em nível conceitual

A partir dos dados de uso da terra e a vocação agrícola da região de Santa Vitória do Palmar/RS, foi realizado o mapeamento do uso da terra referente ao ano de 2023. Com o objetivo de otimizar os sistemas de transporte rodoviário e hidroviário, sem provocar sobreposição com outros portos planejados na região, estabeleceu-se um raio de busca de influência indireta de 100 km a partir do Porto de Arroito. Neste contexto, a área de influência estende-se até a Lagoa Mirim a Oeste, alcança o Oceano Atlântico a leste, chega até a Chui/Chuy ao sul e abrange até a localidade de Santa Isabel do Sul/RS.

Dentro desse raio de busca de influência indireta, 37,30% da área é dedicada à agricultura, sendo predominantemente ocupada pela cultura do arroz irrigado e, mais recentemente, observa-se uma expansão significativa das áreas destinadas ao cultivo da soja. A formação campestre, característica da tipologia dos Pampas, ocupa 22,1% da área, refletindo a tradição pecuária da região, principalmente a bovina. Além disso, 3,4% da área é destinada à silvicultura, principalmente na porção leste. O restante do território é composto por áreas não produtivas, solos expostos ou de uso urbano, lagos e campos alagados (Figura 167 e Tabela 38).

Figura 166: Mapa de uso e ocupação do Porto Arroito.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Afloramento Rochoso	0,5	0,002
Área Agrícola	8492,5	37,3
Área não Vegetada	104,5	0,5
Área Urbanizada	17,6	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	1572,7	6,9
Formação Campestre	5042,3	22,1
Formação Florestal	1066,0	4,7
Praia, Duna e Areal	194,0	0,9
Restinga Arbórea	59,4	0,3
Restinga Herbácea	217,7	1,0
Rio e Lago	5255,4	23,1
Silvicultura	765,7	3,4
<b>Total</b>	<b>22788,4</b>	<b>100</b>

Tabela 38: Uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Arroito.

No raio de busca de influência direta, que abrange uma distância de 50 km a partir do Porto de Arroito, observa-se uma composição um pouco diferente no uso da terra em comparação com a área de influência indireta. Nesta zona mais próxima ao porto, 37,2% da área é destinada à agricultura, com predominância da cultura do arroz e, mais recentemente, notável expansão das áreas cultivadas com soja. A formação campestre ocupa apenas 8,1% da área, indicando uma maior vocação agrícola nas proximidades do porto, especialmente para o cultivo de arroz irrigado. Esse cultivo depende substancialmente do fornecimento de água, parte do qual é assegurado principalmente pela Lagoa Mirim e arroios menores como o Del Rey. Na região ocorrem alguns polígonos dedicados à silvicultura (3,4%), com destaque para o cultivo do eucalipto voltado para a silvicultura, principalmente para a produção de celulose.

O restante do território, similarmente à área de influência direta, é composto por áreas não produtivas (não agrícolas), solos expostos ou de uso urbano, Rios e Lagos, refletindo a diversidade de aplicações e a importância estratégica do entorno imediato do porto para atividades econômicas diversas (Figura 168 e Tabela 39).

Figura 167: Mapa de uso e ocupação na área de influência indireta do Porto de Arroito.

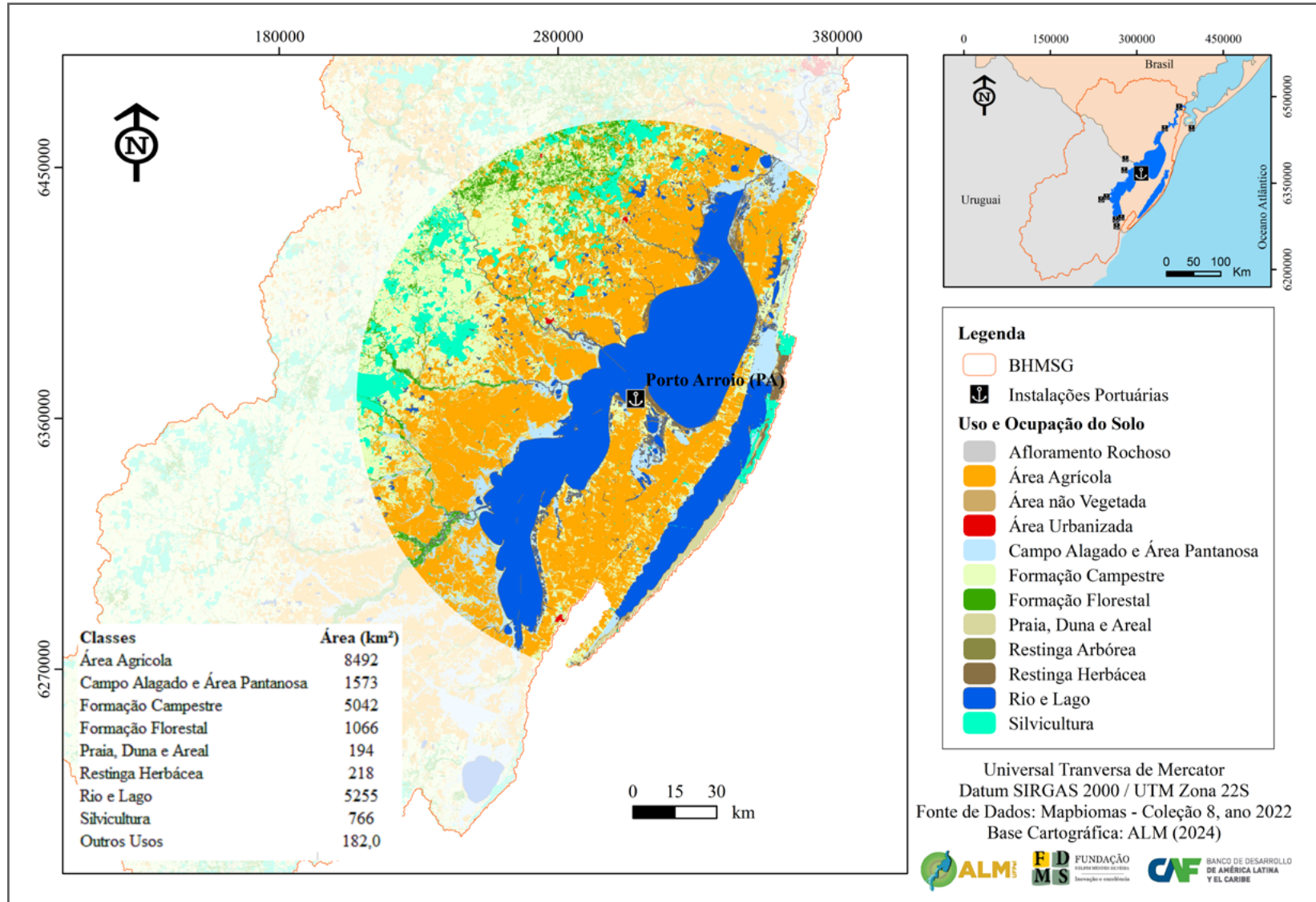
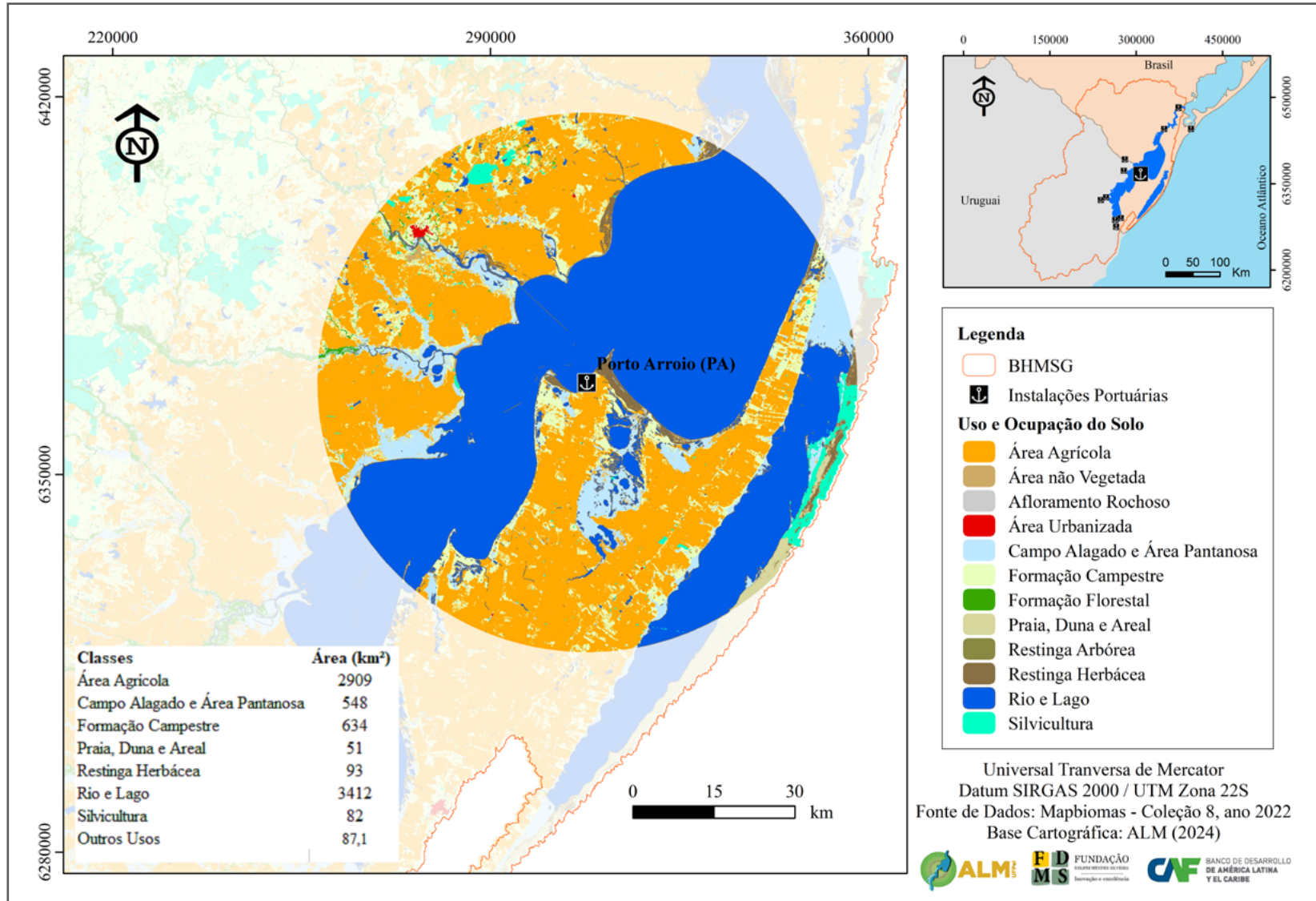


Figura 168: Mapa de uso e ocupação do na área de influência direta do Porto de Arroito.



Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Área Agrícola	2908,6	37,2
Área não Vegetada	39,1	0,5
Área Urbanizada	6,3	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	547,7	7,0
Formação Campestre	633,5	8,1
Formação Florestal	25,5	0,3
Praia, Duna e Areal	50,8	0,6
Restinga Arbórea	16,2	0,2
Restinga Herbácea	93,4	1,2
Rio e Lago	3412,5	43,7
Silvicultura	82,3	1,1
<b>Total</b>	<b>7815,7</b>	<b>100</b>

Tabela 39: Uso e ocupação para o Porto de Arroito - Influência direta.



A vocação agrícola da região do porto de Arroito é inegável, sendo a responsável por grande parte da produção de arroz gaúcha e brasileira. Nesse sentido, a totalidade da produção de grãos, principalmente arroz e soja da porção extremo sul do Brasil (ao sul de Rio Grande/RS), são transportados por modal rodoviário, assim como os insumos (principalmente adubos nitrogenados) para as culturas citadas. Nesse sentido, a construção de uma instalação portuária para o transporte de grãos e insumos é fundamental para a redução dos custos da produção agrícola nesta região do país.

Segundo o Instituto Riograndense do Arroz, na safra 2017/2018 o município de Santa Vitória do Palmar produziu 565,6 mil toneladas de arroz numa área semeada de 69,1 mil hectares, terceiro lugar em produtividade do estado do RS nesta safra. O cultivo da soja vem crescendo anualmente na região da zona sul e alcançou 80 mil hectares na safra de 2016/2017 segundo estimativas do IRGA. A principal razão é que a soja é uma ótima alternativa em rotação com o arroz, além do alto valor de mercado que atingiu nos últimos anos, e também devido à resistência de plantas daninhas nas áreas nas quais havia monocultivo de arroz irrigado, que vieram a inviabilizar tecnicamente e economicamente as lavouras (TRAPP, 2018).

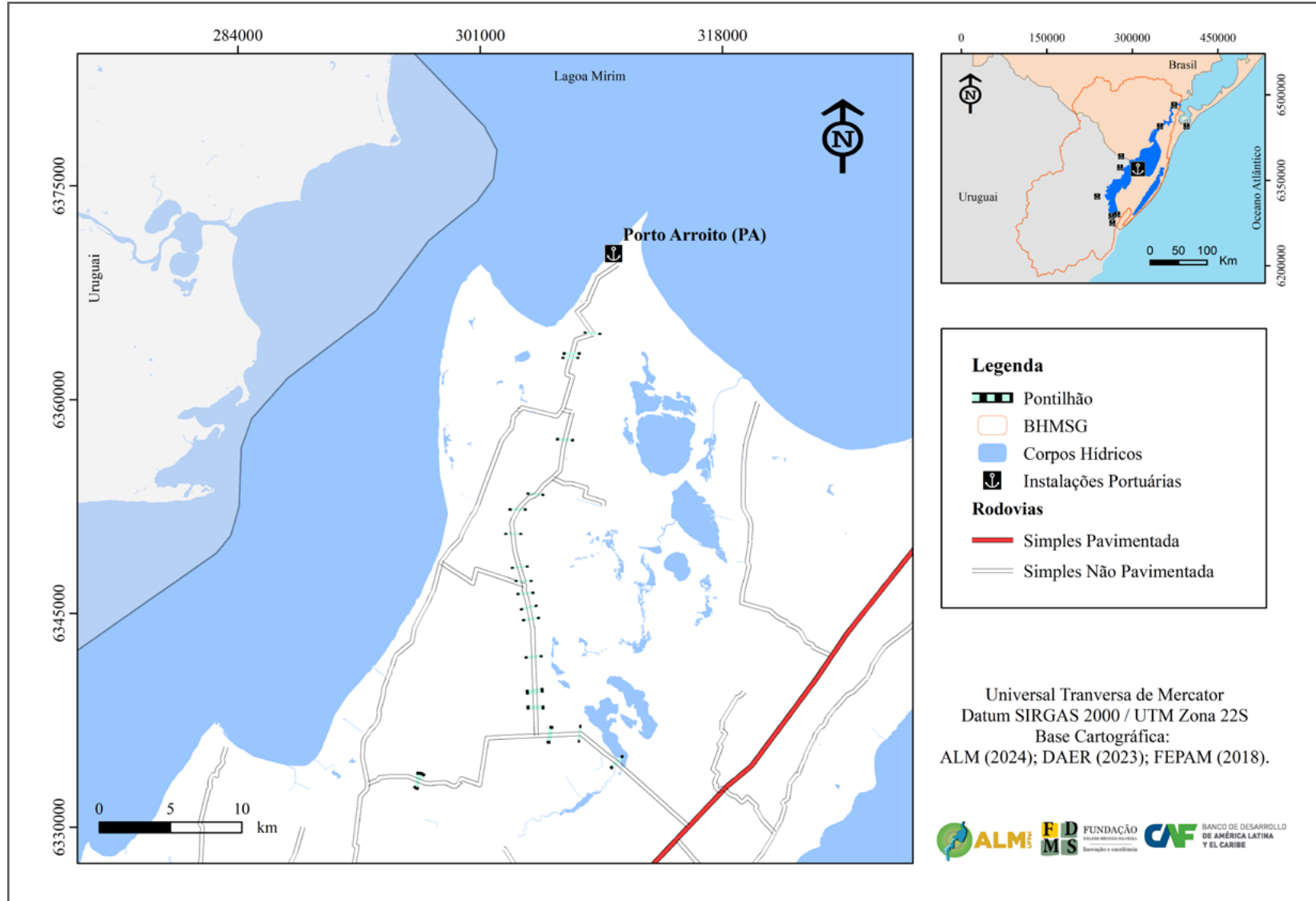
Segundo Trapp (2018), várias empresas agropecuárias do município vêm buscando alternativas multimodais para o escoamento da safra, principalmente a Agropecuária Canoa Mirim S/A, visto as significativas distâncias rodoviárias até as indústrias de beneficiamento de grãos que se encontram em sua maioria na região de Pelotas/RS. Além disso, a Agropecuária Canoa Mirim S/A possui cinco granjas produtoras de grãos, sendo elas: Salso, Carola, Bela Vista, São José e Arroito, as quais poderiam se aproveitar do porto de Arroito para o escoamento da safra e aporte de insumos para os mais de 13 mil hectares plantados.

Nesse sentido, existe a necessidade da instalação de estrutura portuária para a produção de grãos desta região, além da possibilidade de transporte da produção de gado bovino, madeira para celulose, insumos para agricultura, entre outros. Deve-se salientar que não foram encontrados projetos executivos e nem licenças para a instalação de infraestrutura portuária nesta região.

### 3.10.3 Acessos terrestres

O terminal do Porto de Arroito foi proposto com base no Projeto básico para a execução de dragagem de implantação do canal navegável na Lagoa Mirim do DNIT (2019) na região conhecida como Arroito no Pontal dos Santiagos. Seu acesso se faz a partir da rodovia BR-471, próximo ao km 606, na localidade de Marmeleiro. Seguindo no sentido oeste, em direção a localidade de Marasco, por cerca de 13 km em estrada não pavimentada, faz-se uma conversão à direita na direção norte. Segue-se por mais 35,3 km no sentido norte até a localidade Marasco/Arroito, sendo a proposta do porto de Arroito localizada as margens do Pontal dos Santiagos na Lagoa Mirim. Os últimos 300 metros do acesso ao lote proposto para o porto de Arroito pertence ao acesso interno da fazenda, sendo de uso particular. A Figura 169 apresenta a localização e acesso ao Porto de Arroito.

Figura 169: Localização e acesso ao Porto de Arroito.



### 3.10.4 Requisitos técnicos e ambientais para implantação

A região do porto de Arroito está localizada próximo a área de relevante interesse ecológico Pontal dos Latinos e Pontal dos Santiagos, sendo uma unidade de uso sustentável administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Com uma área de 2.992,26 hectares, foi criada em 5 de junho de 1984 pela Resolução Conama nº 005, objetivando preservar um trecho do bioma pampa.

Nesse sentido, carece de estudos prévios de localização buscando atender as licenças ambientais e a delimitação das zonas de amortecimento, zoneamento de impacto, entre outros. Também cabe o estudo geotécnico de suporte a instalação de obras civis, visto a significativa área com solos moles, principalmente turfeiras, comuns na planície costeira do Rio Grande do Sul.

### 3.10.5 Limitantes potenciais

Os limitantes potenciais principais tangem a profundidade da Lagoa Mirim na baía de acesso ao Pontal dos Santiagos, a qual já foi prevista a batimetria no Projeto básico para a execução de dragagem de implantação do canal navegável na Lagoa Mirim do DNIT (2019). Além disso, existem pelo menos 16 pontilhões sobre canais de irrigação e sobre o Arroio Marmeleiro/ Del Rey, as quais não são compatíveis com o tráfego intenso de veículos de carga, visto sua capacidade de suporte e larguras de acesso.

Capítulo 04

# CONTEXTO DE LICENCIAMIENTO AMBIENTAL



## 4 Contexto de licenciamento ambiental

### 4.1 Licenciamento ambiental de portos no Uruguai

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) no Uruguai objetiva a prevenção das consequências ambientais de um projeto que ainda não foi executado, com a finalidade de eliminar, mitigar ou compensar possíveis danos ambientais negativos. O EIA entra em vigência a partir de 1994, através da Lei Nº 16.466/1994 e seu Decreto Nº 435/994/1994, o qual foi substituído pelo Decreto Nº 349/2005.

Neste contexto, o EIA destaca-se como instrumento de gestão ambiental que abrange todos os aspectos ambientais nas iniciativas econômicas e sociais mais relevantes, sujeitas a um conjunto de autorizações por parte dos órgãos públicos encarregados da regulamentação ambiental, das quais destaca-se como etapa inicial de licenciamento a obtenção da Autorização Ambiental Prévia (AAP).

No Uruguai, o Decreto Nº 349/2005 regulamenta as autorizações ambientais, sendo conhecido como 'Regulamento de Avaliação de Impacto Ambiental e Autorizações Ambientais' (REIA/AA), mantendo no processo de licenciamento ambiental a AAP, além de incorporar mais três etapas no processo, a saber-se: a Viabilidade Ambiental de Localização (VAL), a Autorização Ambiental de Operação (AAO) e a Autorização Ambiental Especial (AAE), complementando a AAP.

Portanto, segundo o Art. 6 da Lei Nº 16.466/1994, as instalações portuárias estão sujeitas a realização prévia do EIA.

Seguindo o processo, os portos de acordo com a legislação vigente, não se enquadram como instalações sujeitas a obtenção da VAL. Na sequência, para obter a AAP será necessário realizar um procedimento que consta das seguintes etapas:

#### I. Comunicação do projeto (conforme artigo 4º do Decreto 349/05);

A pessoa interessada em realizar as atividades, construções ou obras sujeitas a Autorização Ambiental Prévia, de acordo com o disposto no artigo 2º do Decreto 349/2005, deverá comunicar o projeto à DINAMA, com informações básicas como, proprietário do projeto, proprietário do imóvel, responsável técnico, Localização e descrição da área de execução e influência

do projeto, descrição do projeto e do ambiente, detalhe dos possíveis impactos ambientais e indicando as medidas previstas de prevenção, mitigação ou correção para impactos negativos ou prejudiciais e classificação do projeto conforme as categorias do artigo 5º.

## II. Classificação do projeto;

A classificação do projeto a critério do técnico responsável pela comunicação e do proponente, conforme categorias do Artigo 5º;

“A” : Inclui aqueles projetos de atividades, construções ou obras, cuja execução apresentaria apenas impactos ambientais negativos não significativos, dentro do tolerado e previsto pela regulamentação vigente.

“B” : Inclui aqueles projetos de atividades, construções ou obras cuja execução possa ter impactos ambientais moderados significativos, cujos efeitos negativos possam ser eliminados ou minimizados através da adoção de medidas bem conhecidas e de fácil aplicação.

“C” : Inclui aqueles projetos de atividades, construções ou obras cuja execução possa produzir impactos ambientais negativos significativos, estejam ou não previstas medidas de prevenção ou mitigação.

## III. Pedido de Autorização Ambiental Prévia (AAP);

Para solicitar o AAP, o interessado deverá apresentar na Mesa de Entrada da DGS do Ministério do Ambiente, os seguintes documentos conforme o (artigo 9, Regulamento EIA/AA):

Nota de candidatura dirigida ao Ministro do Ambiente, que deverá incluir: nome do dono do projeto, morada registada, número de telefone e número de fax.

Designar um técnico ambiental responsável, que deverá estar cadastrado no Cadastro de Profissionais da atual DINCEA.

Ficha ambiental impressa do projeto, com assinatura original do técnico responsável e proponente. Deve ser preenchido online no SIA.

Certidão notarial de situação jurídica: original, uma cópia em papel e uma cópia em formato eletrônico.

## IV. Apresentação de Relatório Ambiental Resumo do pedido de Autorização Ambiental Prévia;

V. Audiência pública para os projetos classificados como C, (ou o B que a DINAMA estabelece);

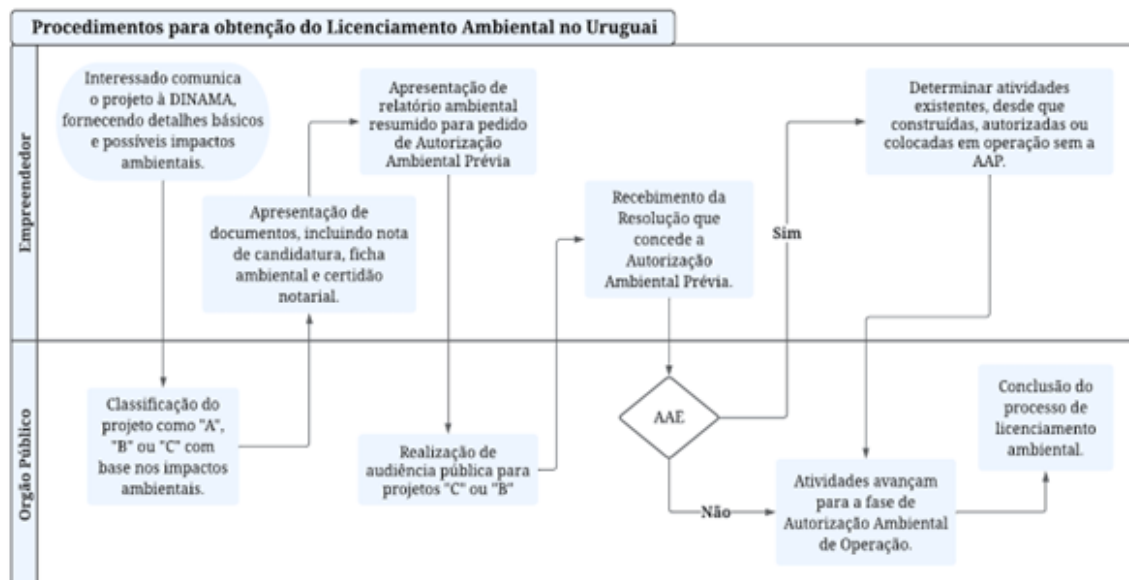
VI. Obtenção da Resolução que concede a AAP.

A seguinte etapa no processo, consiste na AAE. Esta autorização especial será necessária apenas para determinadas atividades existentes, desde que construídas, autorizadas ou colocadas em operação sem a AAP.

A última etapa do licenciamento, corresponde a Autorização Ambiental de Operação (AAO), sendo aquelas atividades, construções ou obras que recebem a Autorização Ambiental Prévia (AAP).

Cabe destacar, o procedimento do licenciamento ambiental no Uruguai está disponível para realizar a tramitação de forma presencial e online (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/evaluacion-impacto-ambiental>) junto ao Ministerio de Ambiente - Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental, Montevideo – Uruguai (Figura 170).

Figura 170: Fluxograma dos procedimentos para obtenção do Licenciamento Ambiental dos Portos do Uruguai (adaptado da Lei N° 16.466/1994).





## 4.2 Licenciamento ambiental dos portos no Brasil

Para a elaboração do licenciamento ambiental no Brasil, deve-se seguir as diretrizes contidas na legislação ambiental vigente e os critérios estabelecidos nos Termos de Referência (TR) para o estudo em questão, neste caso, para a instalação de portos ou terminais portuários. Cabe salientar, o licenciamento ambiental é obrigatório para infraestruturas portuárias, prévio à instalação do empreendimento.

O IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais), segundo a Lei Complementar Nº 140/2011, recebe a competência para autorizar e monitorar o Licenciamento Ambiental. Assim também, durante o processo de licenciamento ambiental essa obrigação é compartilhada com os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), com competência legal quanto a aspectos específicos que envolvam a viabilidade do empreendimento.

Seguindo a legislação vigente, o processo de licenciamento ambiental consiste em três fases: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

A Licença Prévia (LP) corresponde a fase inicial do projeto, ou seja, onde realiza-se a caracterização prévia da área, para obter a LP.

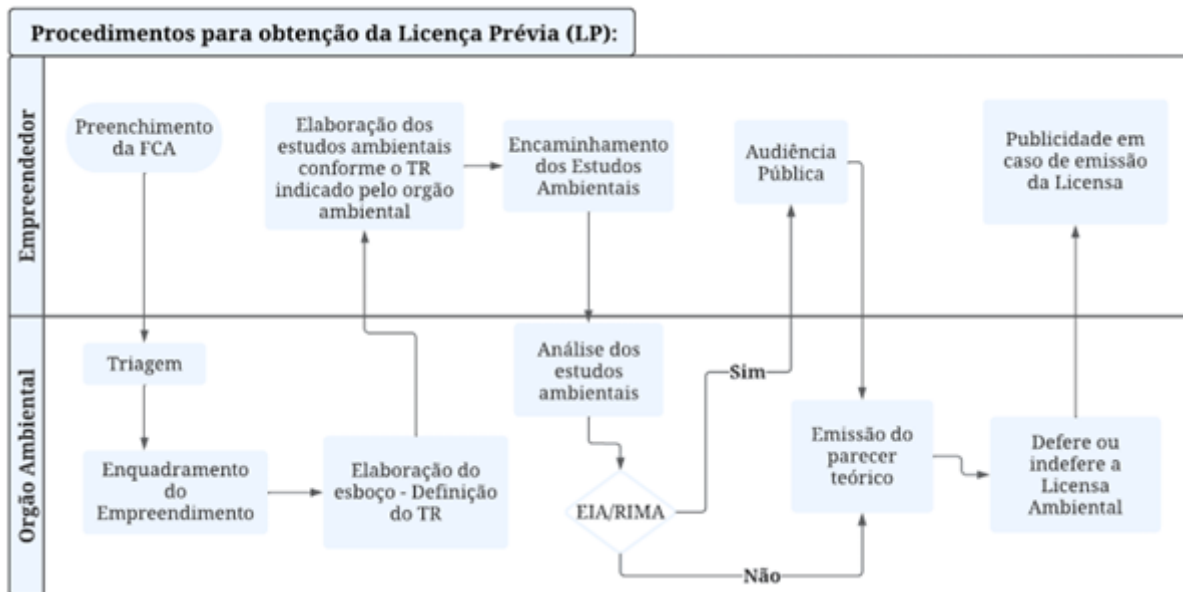
Procedimentos para obtenção da Licença Prévia (LP) (Figura 171):

- I. Empreendedor dá início à solicitação da licença através da Ficha de Caracterização da atividade (FCA);
- II. Envio de documentos a serem providenciados pelo empreendedor;
- III. Requisição da licença prévia, junto de documentos, projetos e estudos ambientais;
- IV. Publicação do requerimento de licença, conforme Resolução Conama Nº 06/1986;
- V. Envio dos estudos ambientais e, se necessário, realização de vistorias técnicas;
- VI. Audiência pública para elaboração do EIA/Rima, conforme Resolução Conama Nº 01/1986 ou consulta pública nos moldes da Resolução OIT Nº 169, quando aplicável;
- VII. Mais estudos ambientais são solicitados através do órgão licenciador, se necessário;
- VIII. O órgão licenciador deve emitir um parecer técnico, e se necessário também deverá emitir um parecer jurídico, a respeito da viabilidade ambiental, tecnológica e locacional do empreendimento;

IX. O órgão defere ou indefere o requerimento;

X. Publicação da Licença Prévia (LP), conforme Resolução Conama N° 06/1986.

Figura 171: Fluxograma dos procedimento para obtenção da LP (adaptado do Manual de Licenciamento de Portos – Guia Orientativo para o Processo de Licenciamento de Portos).



Na sequência, para a fase de Licença de Instalação (LI) o empreendimento já obteve a LP, estando apto ao início das atividades de instalação do porto, neste caso.

Procedimentos para obtenção da Licença de Instalação (LI) (Figura 172)

I. O empreendedor faz a requisição da Licença de Instalação, junto de documentos e propostas de programas ambientais para controle dos impactos ambientais e apresenta a Licença Prévia;

II. Empreendedor solicita a Licença de Instalação, conforme a Resolução Conama N° 06/1986;

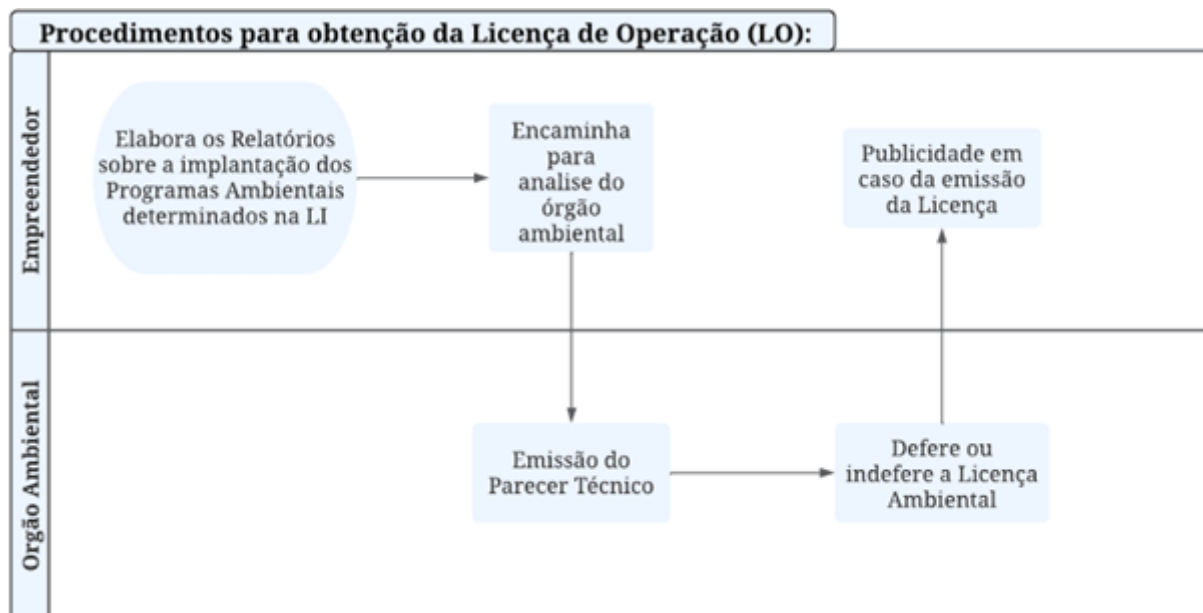
III. O órgão ambiental analisa a solicitação, as propostas de projetos e programas ambientais;

IV. Emissão de um parecer técnico conclusivo;

V. O órgão defere ou indefere a Licença de Instalação;

VI. Publicação da Licença de Instalação, conforme a Resolução Conama N° 06/1986.

Figura 172: Fluxograma dos procedimentos para obtenção da LO (adaptado do Manual de Licenciamento de Portos – Guia Orientativo para o Processo de Licenciamento de Portos).



Capítulo 05

# EMBARCAÇÕES



## 5 Embarcações

### 5.1 Tipos de embarcações

Com base nas características e nos tipos de carga a serem transportadas na Hidrovia Uruguai-Brasil, estima-se que os seguintes tipos de embarcações deverão trafegar por esta:

Empurradores e Barcas: ideais para o transporte de grãos e minérios em grandes volumes, os navios Empurradores e Barcas são um sistema de transporte fluvial que consiste em um navio empurrador potente que impulsiona uma série de barcaças. Este sistema é usado para transportar grandes quantidades de carga a granel em rios e canais, e apresentam características particulares, como: a estrutura do empurrador abriga a ponte de comando, os alojamentos da tripulação e os motores, capazes de gerar até 10.000 cavalos de potência; o casco das barcaças é feito de aço ou alumínio e é projetado para ser leve e resistente, apresentam formato retangular para maximizar a capacidade de carga e, podem transportar até 15.000 toneladas de

Figura 173: Embarcação-tipo Empurrador e Barca, transportando minério (WILKENS, 2020).



Ainda, essas embarcações apresentam vantagens frente aos demais tipos de embarcações, que serão apresentados à seguir, como: eficiência dos empurradores, ou seja, um único empurrador pode transportar uma grande quantidade de carga, o que reduz o custo por tonelada transportada; flexibilidade desse tipo de embarcação, pois as barcaças podem ser facilmente acopladas e desacopladas, o que permite que o sistema seja adaptado às necessidades específicas de cada transporte e local. Entretanto, esse sistema apresenta como principais desvantagens sua velocidade de deslocamento, na qual a velocidade média de um comboio de Empurradores e Barcas é de cerca de apenas 10 km/h; e a pouca manobrabilidade, ou seja, esse se caracteriza por ter dificuldade em navegar em canais estreitos ou em rios com curvas acentuadas.

As embarcações-tipo Empurradores e Barcas são tipicamente usados para transportar uma variedade de cargas a granel, incluindo grãos (soja, milho, trigo), minérios (minério de ferro, bauxita, calcário), carvão (carvão mineral, carvão vegetal), combustíveis (petróleo, derivados de petróleo, gás natural) e, produtos químicos (fertilizantes, pesticidas, produtos petroquímicos).

**Navios Graneleiros:** adequados para o transporte de grãos e minérios em longas distâncias.

O navio graneleiro é um grande cargueiro com um casco longo e estreito e uma superestrutura alta. Este tipo de navio é dividido em vários compartimentos, chamados porções, que são usados para transportar grãos ou outros materiais a granel. Os navios graneleiros possuem tamanhos diferentes, sendo que os maiores podem transportar até 200.000 toneladas de carga.

Navios desse tipo possuem a proa afiada, para reduzir a resistência à água, a popa do navio apresenta característica de ser quadrada, para fornecer mais espaço para carga, o casco é comumente dividido em vários porções, que são usados para transportar a carga, e esses são cobertos por escotilhas, que podem ser abertas para carregar e descarregar a carga, sendo que essa carga e descarga é realizada por equipamentos guindastes instalados no navio.

Por fim, os navios do tipo graneleiros (Figura 174) são uma parte vital do comércio nacional e internacional de cargas, sendo usados para transportar grandes quantidades de carga a granel de forma eficiente e econômica.

Figura 174: Embarcação-tipo Graneleiro, realizando transbordo de carga (KENNEDY, 2023).



**Porta-Contêineres:** utilizados para o transporte de carga geral em contêineres. Os navios porta-contêineres são os gigantes do mar que dominam o comércio global, transportando a maior parte das mercadorias que consumimos no dia-a-dia. São embarcações colossais, com capacidade para transportar até 24.000 contêineres de 20 pés, o equivalente a uma fila de caminhões de 100 km de extensão (Figura 175).

Apresentam como principais características o fato de: possuírem casco longo e estreito, otimizado para fenda a água e reduzir o consumo de combustível; os porões apresentam espaços amplos e compartimentados para acomodar os contêineres; possuem acoplados guindastes montados em sua estrutura para carregar e descarregar os contêineres; comumente utilizam motores diesel que impulsionam o navio a velocidades de até 25 nós.

Mundialmente, as embarcações do tipo Porta-Contêineres, podem ser classificadas como: Feeders - menores e mais ágeis, operam em rotas regionais, conectando portos menores aos grandes centros de transbordo; Panamax - projetados para passar pelas eclusas do Canal do Panamá, com capacidade média de 4.000 a 5.000 TEUs (Twenty-foot Equivalent Units); Pós-Panamax - maiores que os Panamax, com capacidade de 5.000 a 10.000 TEUs, operam em rotas internacionais; Ultra

Figura 175: Navio do tipo Porta-container utilizado para navegação comercial internacional (TAYLOR, 2020).



Large Container Ships (ULCS) - os maiores porta-contêineres do mundo, com capacidade superior a 20.000 TEUs, operam em rotas principais entre os grandes centros comerciais.

Por fim, tem-se que os navios porta-contêineres são os pilares do comércio global, conectando o mundo e transportando as mercadorias que consumimos diariamente. Apesar dos desafios, a sua importância no cenário global é inegável, e a sua evolução tecnológica continuará a moldar o futuro do transporte marítimo.

**Petroleiros:** Navios do tipo petroleiro, também conhecidos como tanqueiros, são um tipo de embarcação projetada para transportar grandes quantidades de líquidos a granel, principalmente petróleo e seus derivados, mas também podendo transportar outros produtos como gás natural liquefeito (GNL), produtos químicos e óleos vegetais (Figura 176).

Esse tipo de embarcação apresenta como característica construtiva o fato de possuir o casco feito de aço e dividido em vários compartimentos estanques, chamados tanques. Essa divisão permite transportar diferentes tipos de carga ao mesmo tempo e aumenta a segurança em caso de vazamento.



Figura 176: Embarcação-tipo Petroleiro, realizando rota de carga (EIRMANN, 2023).



Existem diferentes tipos de navios petroleiros, que podem ser categorizados por tamanho, tipo de carga e características de design, sendo que alguns desses exemplos incluem: VLCC (Very Large Crude Carrier) - que transportam petróleo cru em grandes quantidades (até 2 milhões de barris); químicos - que transportam produtos químicos em tanques especialmente revestidos; GNL (Gás Natural Liquefeito) - que transportam gás natural liquefeito em tanques criogênicos, entre outros.

Os navios tanqueiros são uma parte crucial da infraestrutura global de energia, transportando milhões de toneladas de carga líquida por todo o mundo. A segurança e a proteção ambiental são prioridades constantes na operação desses navios, com a indústria buscando continuamente aperfeiçoar suas tecnologias e práticas para garantir um transporte seguro e sustentável.

Barcaças Autopropulsadas: embarcações com propulsão própria que podem operar sem a necessidade de empurradores, também conhecidas como barcaça propulsada ou unidade autopropulsada, são capazes de navegar sem a necessidade de um empurrador. Isso a diferencia das barcaças tradicionais, que são rebocadas por empurradores para se movimentar (Figura 177).

Apresentam como principais características o fato de seu tamanho variar desde pequenas embarcações com capacidade de carga de algumas centenas de toneladas até grandes unidades com capacidade de carga superior a 10.000 toneladas. Ainda, essas apresentam casco

Figura 177: Embarcação-tipo Barcaça Autorpropulsada, realizando rota de carga (AULT, 2020).



geralmente feito de aço e possui um design otimizado para minimizar a resistência à água e aumentar a eficiência da propulsão. Em se tratando de seus propulsores, esses podem ser de diversos tipos de sistemas, como motores diesel, motores elétricos ou até mesmo propulsão híbrida. A escolha do sistema de propulsão depende de diversos fatores, como o tamanho da barcaça, a rota a ser percorrida e as normas de emissão ambiental. Por fim, suas características são atreladas aos tipos de cargas, que podem ser grãos, minérios, combustíveis, contêineres e carga geral.

Este tipo de embarcação apresenta algumas vantagens, como: maior eficiência frente as barcaças tradicionais, visto que não precisam de um empurrador para se movimentar, significando que podem transportar mais carga com menos consumo de combustível; são consideradas mais flexíveis pois são capazes de navegar em diversos tipos de vias navegáveis, incluindo rios, canais e lagos, tornando-as inclusive mais flexíveis que os caminhões e trens, que são limitados a rotas terrestres; o fato de poderem ser equipadas com diversos equipamentos para facilitar a carga e descarga, como guindastes, gruas e sistemas de automação.

Embarcações desse tipo podem ser utilizadas em diversas aplicações em uma hidrovia, como: transporte de grãos em geral - barcaças autopropulsadas são muito utilizadas para transportar grãos (arroz, soja, milho, etc.) de áreas agrícolas para portos de exportação; transporte de minérios - barcaças do tipo autopropulsadas também são utilizadas para transportar minérios

de minas para usinas de processamento (ferro, calcário, clínquer, entre outros); transporte de combustíveis - petróleo e gás natural, de refinarias para terminais de distribuição; transporte de contêineres e transporte de carga em geral (produtos siderúrgicos, madeira e produtos químicos).

## 5.2 Considerações sobre a barragem do São Gonçalo e sua eclusa

Localizada no Canal São Gonçalo, cerca de cinco quilômetros do município de Pelotas, a Barragem do São Gonçalo foi construída (entre 1972 e 1977) para impedir os sucessivos eventos de intrusão salina que ocorriam na porção sul do canal e na Lagoa Mirim. O eixo principal da barragem é composto por um diafragma de concreto armado com 245 metros de extensão de margem a margem, distribuindo 18 comportas com 12 metros de largura cada. Anexa ao eixo da barragem, na margem esquerda do canal, está disposta uma eclusa para viabilizar a navegação no local. Essa eclusa é formada por uma câmara (caixa de eclusagem) com dimensões de 17 m de largura, 120 m de comprimento e altura de muro de 8 m, que pode ser acessada apenas a partir das duas estruturas terminais (comportas basculantes com dimensões de 17 metros de largura e 8 metros de altura), que atuam controlando a travessia das embarcações.

Considerando isto, as embarcações que deverão trafegar na Hidrovia Uruguai-Brasil devem considerar as dimensões da câmara de eclusagem da Barragem do São Gonçalo, a altura do vão livre da ponte que liga Pelotas e Rio Grande e, o calado previsto para a hidrovia após as obras de dragagem.

- Comprimento eclusa: 120 metros
- Largura eclusa: 17 metros
- Vão livre da ponte: 25 metros
- Calado da hidrovia: 2,5 metros

Entretanto, as dimensões de projeto que limita o tamanho das embarcações, de acordo com o Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental - EVTEA, são embarcação-tipo com dimensões totais de 90,0 m de comprimento, 15,5 m de largura e 2,50 m de calado (DNIT, 2019) – Figuras 178 e 179.

Figura 178: Dimensões da câmara de eclusagem da Barragem do São Gonçalo.



Figura 179: Destaque amarelo: ponte férrea do Canal São Gonçalo; Destaque vermelho: Ponte da BR-392 que liga Pelotas a Rio Grande, sobre o Canal São Gonçalo.



## 5.3 Operações-tipo para operar na hidrovia Uruguai-Brasil

Considerando as dimensões supracitadas, não foram identificadas embarcações-tipo de bandeira brasileira, trafegando atualmente nas águas da Lagoa Mirim, Canal São Gonçalo e Laguna dos Patos, que atendam as especificações de projeto. Entretanto, embarcações-tipo teóricas (ainda a serem construídas), deverão atender essas especificações.

### 5.3.1 Embarcações-tipo com bandeira uruguaia para operar na hidrovia Uruguai-Brasil

Considerando as dimensões que atualmente limitam as embarcações-tipo, as tabelas a seguir apresentam embarcações passíveis de trafegar na Hidrovia Uruguai-Brasil, considerando embarcações já em uso e de bandeira uruguaia (Tabelas 40, 41 e 42).

Nome da embarcação	Capacity (dwt)	LOA (m)	Boca (m)	Calado Atribuído (m)	Tipo de carga
OPTOPUSY SEGUNDO	28.93	14.5	6	1.75	Carga Geral
PACHIN	22	15.5	5.28	1.8	Carga Geral
YPACARAI	174	46	12	2.5	Carga Geral

Tabela 40: Embarcações do tipo Barcaça.

Nome da embarcação	Capacity (dwt)	LOA (m)	Boca (m)	Calado Atribuído (m)	Tipo de carga
DON DEMETRIO	8	18.27	3.45	0.7	Passageiros
TIBURON	439	11	2.4	0.9	Passageiros
PAJAROS PINTADOS I	4.66	7.57	2.81	1.18	Passageiros
PIPE	8.48	12.25	3.1	1.24	Passageiros
ESMERALDA	6.8	8.55	2.7	1.55	Passageiros
PATRICIA OLIVIA II	69.51	46	11.8	1.6	Passageiros

<b>FRANCISCO P</b>	30	16.51	5.5	1.8	Passageiros
<b>IGNACIO P</b>	30	16.51	5.5	1.8	Passageiros
<b>TENDER 9</b>	16	11.52	4.2	1.85	Passageiros
<b>VICTORIA</b>	27.04	16.33	4.7	1.98	Passageiros
<b>HD 23</b>	5.57	14.9	2.4	2.45	Passageiros

Tabela 41: Embarcações do tipo Passageiro.

<b>Nome da embarcação</b>	<b>Capacity (dwt)</b>	<b>LOA (m)</b>	<b>Boca (m)</b>	<b>Calado Atribuído (m)</b>	<b>Tipo de carga</b>
<b>EL GAUCHO</b>	2.92	8.12	2.74	0.69	Rebocador
<b>NAUTI 3</b>	5.1	12.2	2	1.1	Rebocador
<b>CARLOS S</b>	19.31	15.72	5.62	1.15	Rebocador
<b>JOTA S</b>	6.39	7.3	3.6	1.28	Rebocador
<b>JUAN S</b>	28.91	13.97	6.05	1.8	Rebocador
<b>UMI 3</b>	28	17.9	4.2	1.9	Rebocador
<b>TR 3</b>	22.73	20.35	5	2	Rebocador
<b>UMI 6</b>	39	19.94	5	2.07	Rebocador
<b>ROLANDO TEDESCO</b>	23.35	20.38	4.64	2.1	Rebocador
<b>DOSCAPI S</b>	58.37	17.26	8.54	2.2	Rebocador
<b>CATALINA</b>	76	19.1	9.5	2.2	Rebocador
<b>RAUL S</b>	47	16.32	6.56	2.35	Rebocador
<b>ALCION</b>	24.56	10.56	5.1	2.4	Rebocador

Tabela 42: Embarcações do tipo Rebocador.

### 5.3.2 Embarcações-tipo com bandeira brasileira para operar na hidrovia Uruguai-Brasil (limitado a capitania de portos do Rio Grande do Sul)

Visto as informações disponibilizadas pela Marinha do Brasil, as quais limitam a seleção ao comprimento total da embarcação em 100 m para o tráfego na Hidrovia Uruguai-brasil, foram elaboradas a Tabela 43 com a relação do número de embarcações por área de navegação e a Tabela 44 com a relação de embarcações por atividade ou serviço prestado.

Área de Navegação	Rio Grande	Porto Alegre
Cabotagem	151	6
Apoio Marítimo	10	1
Navegação Interior	10.346	26.348
Apoio Portuário	9	79
Mar Aberto	164	866

Tabela 43: Embarcações por área de navegação.

Transporte de carga	120	380
Rebocador / Empurrador	16	114
Esporte e recreio	3.503	23.659
Pesca	6.890	2.616
Produção	1	76
Dragagem	40	183
Serviço público	23	78
Apoio ao turismo	3	16
Praticagem	9	0
Levantamento hidrográfico	0	5
Monitoramento Ambiental	2	9

Tabela 44: Embarcações por tipo de atividade ou serviço.

### 5.3.3 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a realização de estudos mais detalhados para identificar as embarcações-tipo aptas a navegar na Hidrovia Uruguai-Brasil, considerando embarcações atualmente em uso e embarcações teóricas, ou seja, aquelas que ainda serão construídas para atender as especificações de projeto.



Capítulo 06

# REFERÊNCIAS



## Referências

AHSUL - Administração das Hidrovias do Sul. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério dos Transportes. **Hidrovia Brasil - Uruguai**. Relatório Final de Estudos e Projetos, vol. 2. Brasília-DF. 2011. 2014.

AIC. Estudios e Proyectos. **Consultoría para la elaboración de una hoja de ruta para impulsar el desarrollo integral de la región transfronteriza en torno a la Laguna Merín**. Buenos Aires, 2023.

ALM - Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim. **Barragem Eclusa**. Disponível em: <https://agencialagoamirim.com.br/barragem-eclusa/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2024.

----- . **Bacia Hidrográfica**. Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim, 2024. Disponível em: <https://agencialagoamirim.com.br/bacia-hidrografica>. Acesso em: 5 de fev. de 2024.

AMORÍN, Carlos; PERDOMO, Ana; PITZER, Andre. **Informe ambiental estratégico - microrregión Lago Merín**. Estudio Ingeniería ambiental. Intendencia de Cerro Largo. 2010.

ANTAQ - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. Resolução Nº 5.746, de 24 de outubro de 2017. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 3,28.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA. **Audiência Pública divulga projeto de Terminal Multimodal privado na Região Sul**. Governo do Estado do Rio grande do Sul. 2021 Disponível em <https://ww4.al.rs.gov.br/noticia/327627>. Acesso em: 01/02/2024.

AULT, T. 2020. **Banco de imagens**. Disponível em: <https://unsplash.com/pt-br/fotografias/barco-branco-e-marrom-no-corpo-de-agua-durante-o-dia-fsQ48kF9MTc>

AZAMBUJA, José Luiz Fay de. Hidrovia da Lagoa Mirim: um marco de desenvolvimento nos caminhos do Mercosul. **Dissertação** (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. 181f.

BONCZYNSKI, R. G. Modelagem geométrica do canal de São Gonçalo através do levantamento de seções topobatimétricas. **Trabalho de Conclusão de curso** -Tecnólogo em Geoprocessamento -Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.55p. 2018

BRASIL. Diário Oficial da União. **Portaria Nº 121, de 18 de agosto de 2020**. Disponível em: [https://www.portosrs.com.br/site/public/documents/poligonais/Portaria\\_n.121\\_de\\_18-08-2020.pdf](https://www.portosrs.com.br/site/public/documents/poligonais/Portaria_n.121_de_18-08-2020.pdf). Acesso em 15 jan 2024.

BRASIL. Marinha do Brasil. Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul. **Normas e procedimentos da Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul (NPC-RS)**. Brasília/DF. 2017a.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHC). Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). **Roteiros**. Niterói/RJ. 2017b. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-publicacoes/roteiros>. Acesso em: 11 jan 2024.

BURNS, M. D. M. Consequências da barragem eclusa do Canal São Gonçalo para a ictiofauna do Sistema Patos - Mirim. 2010. **Tese (doutorado)** - Universidade Federal do Rio Grande, 2010. 148f.

CÂMARA MUNICIPAL DE RIO GRANDE. **Audiência Pública** - Duplicação do Lote 4 BR-392. Rio Grande, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ezeulvQxcV8> Acesso em: 05/01/2023

CARDINI, Julio Cesar. **Estudio de Factibilidad y Análisis de Alternativas para el Transporte Multimodal en la Región Litoral Este de Uruguay y en Particular el Transporte del Arroz. Serman & Asociados S.A. para Dirección Nacional de Hidrografía (Uruguay)**. Buenos Aires, 2003.

CENTENO, Luana Nunes; CECCONELLO, Samanta Tolentino. Modificação de um índice de qualidade da água. **Revista Científica Rural**, v. 18, n. 1, p. 65-82, 2016.

CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. **Análisis de la potencialidad de desarrollo de la hidrovía Uruguay-Brasil**, 2022. NU CEPAL, 2022.

CLM - Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim. **Barragem do São Gonçalo: estudo preliminar de viabilidade**. Vol. 1; p. 46. 1970.

CLM - Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim. **Resumen del Informe Especial SR-1. Estudio de pré-fractabilidad de una fabrica de cemento Portland em la ciudad de Treinta y Tres**. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 005**, de 5 de junho de 1984. [S.l.], 5 junho. 1984.

CONHEÇA o Porto do Rio Grande. Portos RS, 2024. Disponível em: <[https://www.portosrs.com.br/site/comunidade\\_portuaria/rio\\_grande/conheca\\_o\\_porto](https://www.portosrs.com.br/site/comunidade_portuaria/rio_grande/conheca_o_porto)>. Acesso em: 5 de fev. de 2024.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 6, de 24 de janeiro de 1986. **CONVENÇÃO Nº 169 DA OIT SOBRE POVOS INDÍGENAS E TRIBAIS**, [S. l.], 17 fev. 1986.

COUTINHO, M. V. C.; PIRES, D. T.; TELES, G. N. A falta de planejamento nos investimentos da área de turismo - o caso da zona portuária de Santa Vitória do Palmar/rs. IV Encontro Semintur Jr. da UCS, Caxias do Sul, 2013.

COUTO, P. D. **Do cais à cidade e da cidade ao cais: o protagonismo do Porto Velho no processo de desenvolvimento socioespacial da cidade do Rio Grande/RS**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 225 p. 2019.

CUNHA, Gilberto Teixeira da. Navegação hidroviária no interior do RS: vantagem econômica comparada aos outros modais e implantação do calado sazonal. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

DIAS, C. R. R. Parâmetros Geotécnicos da argila siltosa mole da cidade do Rio Grande – Região do Superporto. **Vetor Rio Grande**, V. 3, p. 19-34, 1993.

DIAS, C. R. R.; BASTOS, C.A.B. Argila Siltosa Marinha de Rio Grande/RS – Análise de Dados Geotécnicos Aplicados às Obras Portuárias, **VI Congresso Brasileiro da ABEQUA e Reunião Sobre o Quaternário da América do Sul**, Curitiba. 1997.

DIAS, C.R.R. Os Parâmetros Geotécnicos e a Influência dos Eventos Geológicos – Argilas Moles de Rio Grande. **Encontro Propriedades de Argilas Moles Brasileiras**, UFRJ/COPPE, pp 29-49. 2001.

DIAS, C. R. R.; MORAES, J. M. A. Experiência Sobre Argilas Moles na Região do Estuário da Laguna dos Patos e Porto do Rio Grande. In: **Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica da Região Sul**. Anais... 1ed. Porto Alegre: Pallotti, 2001, v. 1, p. 179-196.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Projeto básico para execução de dragagem de implantação do canal navegável na Lagoa Mirim, compreendendo o canal do sangradouro (extremo norte) e o canal de acesso ao porto de Santa Vitória do Palmar (extremo sul) e sinalização náutica da Lagoa Mirim e canal de São Gonçalo, no estado do Rio Grande do Sul. Volume I. Tomo I. 2019.**

DTA. Engenharia Portuária e Ambiental. **Projeto Pogon**. Terminal Portuário Multimodal São Gonçalo. Book de Apresentação, 2023.

EIERMANN, G. 2023. **Banco de imagens**. Disponível em: <https://unsplash.com/pt-br/fotografias/um-grande-barco-azul-e-vermelho-em-um-corpo-de-agua-uGXKGbKWwQI>

FAGETTI, C. **Isla del Padre (Rio Cebollati): Propuesta de manejo y recomendaciones para el desarrollo turístico de su entorno**. PROIBIDES, Rocha, Uruguay, 2000.

FERNANDES, Fernanda De Moura; COLLARES, Gilberto Loguercio; CORTELETTI, Rafael. A água como elemento de integração transfronteiriça: o caso da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 59-77, 2021.

FOSSATI, Cástulo Eizmendi. **Prospecção de cenários relacionados aos portos uruguaios na região da Lagoa Mirim**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia Oceânica. Universidade Federal do Rio Grande. 2013.

FREITAS JÚNIOR, Alceu Lopes. **Hidrovia da Lagoa Mirim como alternativa modal de transporte: o uso da água para o desenvolvimento regional - infraestrutura hidroviária, cargas transportáveis e investimentos necessários**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Universidade Federal de Pelotas. 2024. No prelo.

GAUTREAU, P., 2014. **Forestación, territorio y ambiente. 25 años de silvicultura transnacional en Uruguay, Brasil y Argentina**. Trilce, 296 p.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Acesso ao Porto de Pelotas pela BR-392 é apresentado em Brasília. **Reportagem Infraestrutura**. Publicado em 24 nov 2014. Disponível em:

<https://estado.rs.gov.br/aceso-ao-porto-de-pelotas-pela-br-392-e-apresentado-em-brasilia>. Acesso em: 10 jan 2024.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Licença de Operação Nº 013/1997**. 1997. Disponível em: <https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/resp-ambiental/1.pdf>. Acesso em 15 jan 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JORNAL DO COMÉRCIO. Yara conclui obra e amplia capacidade de fábrica de fertilizantes em Rio Grande. **Reportagem**. 2023. Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/economia/2023/11/1133191-yara-conclui-obra-e-amplia-capacidade-de-fabrica-de-fertilizantes-em-rio-grande.html>. Acesso em 15 jan 2023.

KENNEDY, I. 2023. **Banco de imagens**. Disponível em: [https://unsplash.com/pt-br/fotografias/um-grande-navio-de-carga-em-um-corpo-de-agua-xguB6\\_aHXG4](https://unsplash.com/pt-br/fotografias/um-grande-navio-de-carga-em-um-corpo-de-agua-xguB6_aHXG4)

KJERFVE, Björn. Comparative oceanography of coastal lagoons. In: **Estuarine variability. Academic Press**, 1986. p. 63-81.

KJERFVE, Björn; MAGILL, Karen E. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. **Marine geology**, v. 88, n. 3-4, p. 187-199, 1989.

LEE, J. M.; WISEMAN JUNIOR, W. J.; KELLY, F. J. Barotropic, subtidal exchange between Calcasieu Lake and the Gulf of Mexico. **Estuaries**, 13(3), 258-264. 1990.

LU, X.; WONG, K. C. The subtidal lagrangian current in Delaware's inland bays under low wind conditions. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 39, 353-365. 1994

MÖLLER, Osmar O. et al. The influence of local and non-local forcing effects on the subtidal circulation of Patos Lagoon. **Estuaries**, v. 24, p. 297-311, 2001.

MTOP - Ministério de Transporte y Obras Públicas. Subsecretaria de Transporte y Obras Publicas. **Hidrovia Uruguay - Brasil**. Montevideo, 2022.

OLIVEIRA, Heline Alves de et al. **Processos hidrológicos e hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. Rio Grande**, 2015.

POMPERMAYER, Fabiano Mezadre; CAMPOS NETO, Carlos Álvares da Silva; DE PAULA, Jean Marlo Pepino. **Hidrovias no Brasil: perspectiva histórica custos e institucionalidade**. Texto para Discussão, 2014.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, CASA CIVIL, SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. **Lei complementar Nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. [S. I.], 8 dez. 2011.

MÉNDEZ, SCHUBERT. Desarrollo de um puerto en el Río Yaguarón como impulsor de la Hidrovia Uruguay-Brasil - Diagnostico y perspectivas. **Asociación Americana de Autoridades Portuárias (AAPA)**. Montevideú. 2016.

MINFRA. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Guia Orientativo para o Processo de Licenciamento de Portos**. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-a-quaviario/gestao-ambiental-portos/licenciamento-ambiental-portos>: Acesso: 15 dez. 2023.

MTPA. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Novas autorizações para terminais privados garantem R\$ 1,4 bilhão em investimentos**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2021/7/novas-autorizacoes-para-terminais-privados-garantem-r-1-4-bilhao-em-investimentos> Acesso: 02 jan. de 2024.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE DEL URUGUAY. **Ley nº 16466, de 26 de janeiro de 1994**. LEY DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. [S. I.], 26 jan. 1994. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/16466-1994>. Acesso em: 22 dez. 2023.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. **Decreto nº 178/009, de 28 de abril de 2009**. Reglamento de evaluación de impacto ambiental y autorizaciones ambientales. Modificación. [S. I.], 28 abr. 2009. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/diariooficial/2009/04/28/15>. Acesso em: 22 dez. 2023.

MILLET, B.; TEXIER, H.; COLLEUIL, B. Modélisation numérique de circulation et dynamique sédimentaire d'um écosystème lagunaire tropical: le lac Nokoue (Benin). **Journal of Reach Oceanore**, 16, 10-15. 1991.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE DEL URUGUAY. **Ley nº 16466, de 26 de janeiro de 1994**. LEY DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. [S. I.], 26 jan. 1994. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/16466-1994>. Acesso em: 22 dez. 2023.

MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. **Decreto nº 178/009**, de 28 de abril de 2009. Reglamento de evaluación de impacto ambiental y autorizaciones ambientales. Modificación. [S. I.], 28 abr. 2009. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/diariooficial/2009/04/28/15>. Acesso em: 22 dez. 2023.

MILLET, B.; TEXIER, H.; COLLEUIL, B. Modélisation numérique de circulation et dynamique sédimentaire d'um écosystème lagunaire tropical: le lac Nokoue (Benin). **Journal of Reach Oceanore**, 16, 10-15. 1991.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Convênio 001 - Portos/97. **Convênio de delegação que entre si celebram a União, por intermédio do Ministério dos Transportes, e o estado do Rio Grande do Sul para a administração e a exploração dos portos de Porto Alegre, Pelotas, Rio Grande e Cachoeira do Sul**. 1997. Disponível em: <https://www.portosrs.com.br/site/public/uploads/site/legislacao/12.pdf>. Acesso em 15 jan 2024.

MÖLLER, O. O.; CASTING, P.; SALOMON, J. C.; LAZURE, P. The Influence of Local and Non-Local Forcing Effects on the Subtidal Circulation of Patos Lagoon. **Estuaries**, v. 24, n. 2, p. 297-311. Apr. 2001.

MONTANÃ, Juan R. Geomorfología de los humedales de la cuenca de la Laguna Merín en el departamento de Rocha, UY : PROBIDES, 1995. 64 p.: ilus. (Documentos de Trabajo; 2) Incluye bibliografía.

MRE. MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES (Brasil). Estudos e Documentos de Comércio Exterior - Como exportar. Outubro 2023. **Guia Como Exportar Uruguai**, [S. l.], Outubro 2023. Disponível em: [https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/invest-export-brasil/exportar/conheca-os-mercados/GuiaComoExportarUruguai\\_outubro2023.pdf](https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/invest-export-brasil/exportar/conheca-os-mercados/GuiaComoExportarUruguai_outubro2023.pdf). Acesso em: 25 dez. de 2024.

MVOTMA, **Ministerio de Vivenda Ordenamiento Territorial Y Medio Ambiente**. Plan Nacional de Aguas. Montevideo, 2017 325p.

NEUTZLING, S. R.; SANTOS, C. A. A.; MOLET, C. D. G.; GUTERREZ, E. J. B. O Avanço da fronteira meridional. Conjunto histórico e paisagístico de Jaguarão-RS. IPHAN, 2011.

NLC, **Nodo Logístico Cebollatí. Estudio de Factibilidad**. Resumen. Treinta Y Tres, UY, 2024.

PELT - PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório Final**. P03 426 p. 2014.

PELT - PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório Final**. P15.2 400 p. 2017.

PGA - PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL DO PORTO DE PELOTAS. **Plano de Gestão Ambiental do Porto de Pelotas** - LO Nº 02756/2021. 40 p. 2023.

PMP. PREFEITURA MUNICIPAL DE PELOTAS. **Prefeitura e CMPC encaminham ações conjuntas**. 06 nov. 2023. Disponível em: <https://www.pelotas.com.br/noticia/prefeitura-e-cmpc-encaminham-acoes-conjuntas> Acesso em 08 jan 2024.

PORTOSRS. Conheça o Porto de Pelotas. Portos RS, 2024. Disponível em: [https://www.portosrs.com.br/site/comunidade\\_portuaria/pelotas/conheca\\_o\\_porto](https://www.portosrs.com.br/site/comunidade_portuaria/pelotas/conheca_o_porto). Acesso em: 5 de fev. de 2024.

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DEL URUGUAY. **Decreto nº 349/005, de 3 de outubro de 2005**. REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL Y AUTORIZACIONES AMBIENTALES. [S. l.], 3 out. 2005. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/349-2005/1>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PODER EJECUTIVO CONSEJO DE MINISTROS DEL URUGUAY. **Ley nº 19355, de 19 de dezembro de 2015**. PRESUPUESTO NACIONAL DE SUELDOS GASTOS E INVERSIONES. EJERCICIO 2015 - 2019. [S. l.], 30 dez. 2015. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19355-2015>. Acesso em: 22 dez. 2023.

PORTOS-RS - AUTORIDADE PORTUÁRIA DOS PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Rio Grande. 2023.**

ROCHA. Gobierno de Rocha. Presentación Hidrovia Uruguay-Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=pHdeOrGOS9M> Acesso em: 16/02/2024

SANTANA, Walter Aloisio; TACHIBANA, Toshi-ichi. Caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens, aspectos e impactos ambientais para a proposição de metodologias técnico-ambientais para o desenvolvimento do transporte comercial de cargas nas hidrovias brasileiras. **Engevista**, 2004.

SANT'ANNA, Fernanda Mello. Governança global dos recursos hídricos transfronteiriços: o papel da cooperação internacional e da cooperação transfronteiriça. **Proceedings of the 3rd ENABRI 2011 3 Encontro Nacional ABRI 2011, 2011.**

SEUGI, Javier. Portal Medios Públicos. In: **Se inauguró este lunes el puente sobre el río Cebollatí que une Rocha con Treinta y Tres: El pueblo General Enrique Martínez en La Charqueada tiene un antes y un después de la inauguración.** [S. l.], 31 jul. 2023. Disponível em: <https://medios-publicos.uy/este-lunes-se-inaugura-el-puente-sobre-el-rio-cebollati-que-une-rocha-con-treinta-y-tres/>. Acesso em: 24 dez. de 2024.

SMITH, N. P. Long period, estuarine-shelf exchanges in response to meteorological forcing. In: Nihoul, J. C. J. (ed.). **Hydrodynamics of estuaries and Fjords.** Amsterdam: Elsevier Oceanography Series 30, pp. 147-159. 1978

SUPRG - SUPERINTENDÊNCIA DOS PORTOS DO RIO GRANDE DO SUL. Relatório Anual de Gestão Ambiental do Porto do Rio Grande. **Relatório.** 144 p. 2018.

TAYLOR, I. 2020. **Banco de imagens.** Disponível em: <https://unsplash.com/pt-br/fotografias/navio-de-carga-azul-e-vermelho-no-mar-durante-o-dia-jOqJbvo1P9g>

TECON. Terminal de Containers Rio Grande. Sobre o terminal. Disponível em: <https://www.wilsonsons.com.br/pt-br/teconriogrande/> Acesso em: 16/01/2024

TRAPP, Samuel. **Produção de arroz irrigado e soja em Santa Vitória do Palmar – RS.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Agronomia. UFRGS. 2018

VILLWOCK, B.J.; NICOLODIM J.L.; CALLIARI, L.J. Potencialidade de utilização da ilha do terraplano de leste para a disposição de sedimentos dragados do Porto de Rio Grande, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 48, n. 3, 2021. DOI: 10.22456/1807-9806.106479.

VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. **Rio Grande do Sul: geografia física e vegetação.** Porto Alegre: Sagra, 1984.

VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sóciodemográfica.** Porto Alegre: Sagra, 1988.

WILKENS, J. 2020. **Banco de imagens.** Disponível em: <https://unsplash.com/pt-br/>



[fotografias/barco-branco-e-azul-no-mar-sob-a-ponte-durante-o-dia-dq3ujEmzV0s](#)

WONG, K. C. 1991. The effect of coastal sea level forcing on Indian River Bay and Rehoboth Bay, Delaware. Estuarine, **Coastal and Shelf Science**, 32(3), 213-229.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL

## Levantamento das Necessidades de Revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS



Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

# Levantamento das Necessidades de Revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS

---

## Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

Pelotas, Julho de 2024

### Edição

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentos para o Manejo de Bacias Hidrográficas- NEPE-HidroSedi

email: [hidrosedi.nepe@gmail.com](mailto:hidrosedi.nepe@gmail.com)

site: [hidrosedi.com](http://hidrosedi.com)

Endereço para correspondência:

Rua Gomes Carneiro, 01 - sala 128 - Centro - Pelotas - RS

Telefone: 53 3227-3130

### Elaboração



UFPEL



### Colaboração



# Ficha Técnica

## Levantamento das Necessidades de Revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS

### Coordenador -

Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares

### Equipe Técnica

Alexandre Felipe Bruch – Doutor em Geografia

Eduardo de Paula Kirinus – Doutor em Oceanografia Física e Geológica

George Marino Soares Gonçalves – Doutor em Recursos Hídricos

Gilberto Loguercio Collares – Doutor em Ciências do Solo

Karina Retzlaff Camargo – Doutora em Engenharia Civil

Leonardo Contreira Pereira – Doutor em Sciences d'Environment

Mateus Madail Santin – Cientista da Computação

Nelva Bugoni Riquetti – Doutora em Recursos Hídricos

Reginaldo Gaski Bonczynski – Mestre em Geografia

Felipe Machado D'Ávila – Graduando em Engenharia Hídrica

Henrique Mathias Reis - Graduando em Engenharia Hídrica

Rafael Ferrari – Graduando em Engenharia Hídrica

Rafaela Michelotti Pereira - Graduando em Engenharia Hídrica

### Diagramação e Projeto Gráfico

Ana Letícia Borscheid Kuga – Graduanda em Design Gráfico

Universidade Federal de Pelotas Sistema de Bibliotecas

Biblioteca Campus Porto

Catálogo na Publicação

Elaborada por Maria Inez Figas CRB: 10/1612

C697I Collares, Gilberto Loguercio

Levantamento das necessidades de revitalização da barragem e eclusa do São Gonçalo-RS: relatório técnico para a coleta de dados e complementação de informações para o estudo de viabilidade e modelagem visando a concessão da hidrovía Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo). / Gilberto Loguercio Collares ; orientador: Alexandre Felipe Bruch ... [et al.] - Pelotas: UFPel, 2024.

62 p.

1. Revitalização. 2. Barragem e eclusa do São Gonçalo. 3. Hidrovía Uruguai-Brasil. 4. Lagoa Mirim. I. Bruch, Alexandre Felipe II. Título

# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Visão geral da Barragem e Eclusa.....	11
<b>Figura 2:</b> Desenho ilustrativo da estrutura aparente e submersa da barragem. Fonte: Cruz, W., 2015. .....	13
<b>Figura 3:</b> Foto em detalhe da cota de topo das comportas da barragem. ....	14
<b>Figura 4:</b> Desenho ilustrativo da abertura das comportas e dos pilaretes de apoio. ....	14
<b>Figura 5:</b> Sistema de guinchos das comportas. ....	15
<b>Figura 6:</b> Desenho esquemático da disposição dos guinchos e sistema de abertura por cabos das comportas. ....	16
<b>Figura 7:</b> Foto aérea da câmara de eclusagem e suas comportas. ....	17
<b>Figura 8:</b> Foto do interior da câmara de eclusagem e guarda-corpos. ....	17
<b>Figura 9:</b> Desenho esquemático do sistema de abertura por cabo das comportas da eclusa.....	18
<b>Figura 10:</b> Foto detalhe da comporta de montante da eclusa.....	19
<b>Figura 11:</b> Foto das comportas do sistema by-pass de nivelamento do nível d'água. ....	20
<b>Figura 12:</b> Desenho do sistema de aberturas nos muros da câmara de eclusagem e externo, para o trânsito da água pelas comportas do by-pass.....	20
<b>Figura 13:</b> Foto com a localização das casas de máquinas e torre de comando.....	21
<b>Figura 14:</b> Foto do interior da casa de máquinas 1. ....	22
<b>Figura 15:</b> Fotos dos painéis das casas de máquinas. ....	23
<b>Figura 16:</b> Fotos interna e externa da torre de comando. ....	23
<b>Figura 17:</b> Prédio da Subestação.....	24
<b>Figura 18:</b> Conjunto do Gerador.....	24
<b>Figura 19:</b> Transformador. ....	24
<b>Figura 20:</b> Rede Aérea Existente.....	25
<b>Figura 21:</b> Cabine de Entrada.....	25
<b>Figura 22:</b> Fotos dos guinchos de abertura comporta eclusa e barragem, respectivamente, detalhes do carretel e roldana com cabos de aço. ....	32
<b>Figura 23:</b> Eletrocalhas - Internas da Torre da Eclusa e Externas na Eclusa. ....	33
<b>Figura 24:</b> Guarda-corpos da Eclusa.....	33
<b>Figura 25:</b> Ilustração do Complexo da Barragem.....	35
<b>Figura 26:</b> Extração dos testemunhos e amostras de concreto. ....	37
<b>Figura 27:</b> Localização das amostragens de concreto. ....	38
<b>Figura 28:</b> Foto detalhe da condição das partes submersas das comportas. ....	40
<b>Figura 29:</b> Fotos perfis borrachas de vedação nota musical e retangular. ....	46
<b>Figura 30:</b> Cabos sintéticos. ....	54
<b>Figura 31:</b> Perfil de concreto para guarda-corpo eclusa.....	58

# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Planilha orçamentária da Barragem e Eclusa do São Gonçalo.....	36
<b>Tabela 2:</b> Demanda Resumida de cada Comporta.....	39
<b>Tabela 3:</b> Orçamento Reforma Equipamentos Barragem Eclusa São Gonçalo .....	42
<b>Tabela 4:</b> Orçamentos dos Anodos.....	46
<b>Tabela 5:</b> Orçamento borrachas de vedação. ....	47
<b>Tabela 6:</b> Infraestruturas para ligação dos motores e alimentadores para comportas.....	49
<b>Tabela 7:</b> Itens para sistema de gerenciamento e supervisão.....	51
<b>Tabela 8:</b> Orçamento Cabos Sintéticos. ....	54
<b>Tabela 9:</b> Descritivo Substituição das Luminárias .....	55
<b>Tabela 10:</b> Orçamento Guarda-Corpo .....	58
<b>Tabela 11:</b> Orçamento de serviços.....	61
<b>Tabela 12:</b> Orçamento Total Revitalização .....	61

## Lista de Abreviaturas e Siglas


<b>AAE</b>	Autorização Ambiental Especial
<b>AAO</b>	Autorização Ambiental de Operação
<b>AAP</b>	Autorização Ambiental Prévia
<b>ANTAQ</b>	Agência Nacional dos Transportes Aquaviários
<b>ALM</b>	Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
<b>BHMSH</b>	Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo
<b>CBUQ</b>	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
<b>CEEE</b>	Companhia Estadual de Energia Elétrica
<b>CESA</b>	Companhia Estadual de Silos e Armazéns
<b>CGAPRG</b>	Conselho de Gestão Ambiental Portuária do Rio Grande
<b>CLM</b>	Comissão para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim
<b>CMA</b>	Calado Máximo Autorizado
<b>CMR</b>	Calado Máximo Recomendado
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>CORSAN</b>	Companhia Riograndense de Saneamento
<b>CSG</b>	Canal São Gonçalo
<b>DGS</b>	<i>Dirección Geral de Secretaría</i>
<b>DINAMA</b>	<i>Dirección Nacional de Medio Ambiente</i>
<b>DINCEA</b>	<i>Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental</i>
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
<b>DTA</b>	Declaração de Trânsito Aduaneiro
<b>EBR</b>	Estaleiro Brasil
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>ERG 1</b>	Estaleiro Rio Grande 1
<b>ERG 2</b>	Estaleiro Rio Grande 2
<b>FEPAM</b>	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
<b>FURG</b>	Universidade Federal do Rio Grande
<b>GLP</b>	Gás Liquefeito de Petróleo
<b>GM</b>	General Motors
<b>GNL</b>	Gás Natural Liquefeito
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
<b>LabTrans</b>	Laboratório de Transportes
<b>LI</b>	Licença de Instalação



<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Prévia
<b>LOA</b>	Comprimento total máximo (do Inglês <i>Lenght Overall</i> )
<b>MINFRA</b>	Ministério da Infraestrutura
<b>MCH</b>	Guindaste tipo MCH (do Inglês <i>Mobile Harbour Crane</i> )
<b>MDS</b>	Modelo Digital de Superfície
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transportes y Obras Publicas
<b>NLC</b>	<i>Nodo Logístico Cebollati</i>
<b>NMM</b>	Nível Médio do Mar
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PP</b>	Porto de Pelotas
<b>PRG</b>	Porto de Rio Grande
<b>PROEA</b>	Programa de Educação Ambiental
<b>PSVP</b>	Porto de Santa Vitória do Palmar
<b>RMS</b>	Rumo Malha Sul
<b>RTG</b>	Transtêiner tipo RTG (Do Inglês <i>Rubber Tyred Gantry</i> )
<b>SAMRIG</b>	Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses
<b>SANEP</b>	Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas
<b>SIA</b>	<i>Sistema de Información Ambiental</i>
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>SUPRG</b>	Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul
<b>TBT</b>	Toneladas de Porto Bruto
<b>Tecon</b>	Terminal de Contêineres
<b>Terbian</b>	Terminal Bianchini
<b>Tergrasa</b>	Terminal Graneleiro S.A.
<b>TR</b>	Termo de Referência
<b>Transpetro</b>	Terminal Petrobras Transportes S.A.
<b>TUP</b>	Terminal de Uso Privado
<b>TUP Bunge</b>	Terminal Portuário Bunge Alimentos
<b>TUP Ter- masa</b>	Terminal Marítimo Luiz Fogliatto
<b>TUP Yara</b>	Terminal Yara Brasil Fertilizantes
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>ULCS</b>	<i>Ultra Large Container Ships</i>
<b>VAL</b>	Viabilidade Ambiental de Localização
<b>VLCC</b>	<i>Very Large Crude Carrier</i>



<b>1 Apresentação.....</b>	<b>10</b>
1.1 Introdução .....	10
1.2 Histórico Barragem Eclusa.....	12
1.3 Importância social da barragem.....	12
<b>2. Infraestrutura de Operação da Barragem Eclusa .....</b>	<b>13</b>
2.1 Barragem .....	13
2.2 Comportas da Barragem.....	14
2.2.1 Guinchos das Comportas .....	15
2.3 Eclusa .....	16
2.3.1.Comportas da Eclusa .....	18
2.4 Comportas By-Pass .....	19
2.5 Casas de Máquinas da Eclusa .....	21
2.5.1.Painéis das Casas de Máquinas 1 e 2 .....	22
2.5.2.Torre de Comando da Eclusa .....	23
2.5.Rede Elétrica.....	24
2.5.1.Subestação .....	24
2.5.2.Entrada de Energia .....	25
2.5.3.Aterramento .....	26
2.5.4.Proteção .....	26
<b>3. Atividades de Operação e Manutenção da Barragem Eclusa</b>	
<b>26</b>	
3.1.Operação das Comportas da Barragem e Eclusa.....	26
3.1.1.Registros .....	27
3.2 Manutenção das Estruturas e Equipamentos .....	28
3.2.1.....Eclusa e Barragem.....	29
3.2.2.....Sistema elétrico .....	30
3.2.3.Motores Elétricos, Redutores e demais equipamentos eletromecânicos.....	30
3.2.4.Cabos .....	32
3.2.5.Infraestrutura de Cabos condutores .....	32
3.2.6.Guarda-Corpos .....	33
3.3 Manutenção e Conservação Predial.....	34
3.4 Orçamento Operação/Manutenção.....	35
<b>4. Plano de Revitalização .....</b>	<b>36</b>
4.1 Verificação estrutural .....	36



4.2 Verificação das estruturas submersas .....	39
4.3 Plano de Reforma das Comportas da Barragem e Eclusa.....	40
4.3.1.Ânodos .....	45
4.3.2.Borrachas de vedação .....	46
4.4 Proposta Substituição dos quadros de comando de abertura das comportas .....	47
4.4.1.Instalações dos Pontos de Comando.....	47
4.4.2.Sistema de Gerenciamento e Supervisão .....	50
4.5 Proposta de Substituição dos cabos de acionamento de abertura das comportas.....	53
4.6 Novo sistema de iluminação da Barragem e Eclusa.....	54
4.6.1.Iluminação e Tomadas- CDL 1 .....	54
4.6.2.Condutores de Baixa Tensão .....	55
4.6.3.Sistema de Eletrodutos .....	56
4.6.4.Caixas de Passagem derivação e inspeção.....	56
4.6.5.Leitos GF e Eletrocalhas.....	56
4.6.6.Sistema Aterramento e SPDA .....	57
4.7 Reforma Guarda-Corpo.....	57
4.8 Orçamentos .....	58

# 1 Apresentação

---

## 1.1 Introdução

A Barragem-Eclusa do Canal São Gonçalo (BECSG) foi estabelecida em 1977, resultado das atividades conduzidas pela Comissão Mista Brasil-Uruguai (CLM) com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), para a criação do projeto CLM/FAO/PNUD de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (VIANNA, 2012).

A CLM foi fundada em 1963 com o propósito de elaborar ações para o progresso da bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG). Situada na região fronteira entre Brasil e Uruguai, a bacia abrange 62.250 Km<sup>2</sup> de área, sendo 29.250 km<sup>2</sup> (47%) em território brasileiro e 33.000 km<sup>2</sup> (53%) em território uruguaio (SOSINSKI, 2009), além de promover a irrigação em diversas localidades de ambos os países.

Em 1971, por meio do Decreto nº 69.612, a Seção Brasileira da Comissão Mista foi transferida para a então Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul (SUDESUL). Na mesma década, em 1977, foi firmado o Tratado para a Utilização dos Recursos Naturais e o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim, viabilizando a concepção de vários projetos, incluindo a Barragem-Eclusa.

Após a dissolução da SUDESUL em 1994, a transferência do acervo histórico e a gestão que estavam sob a responsabilidade do Departamento da Lagoa Mirim foram atribuídas à Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) por meio da criação da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM).

O São Gonçalo apresenta um regime de escoamento extremamente complexo abrangendo as águas da Lagoa Mirim, que através do mesmo e da Lagoa dos Patos atingem o Oceano Atlântico. Além da interferência dessas duas massas líquidas de grandes volumes o regime pluviométrico apresenta alta irregularidade, com períodos extremos provocando inundações e posteriormente estiagens prolongadas dependendo do sentido da corrente. As características mencionadas juntamente com o movimento dos ventos no sentido da Lagoa dos Patos para a Lagoa Mirim implicam na intrusão de água salgada pelo São Gonçalo (Figura 1; CLM, 1970).

A relevância da Lagoa Mirim se dá considerando a reserva de água doce que apresenta, tanto para uso no presente, como para o desenvolvimento futuro. Ela fornece água para o cultivo de arroz, para os animais da exploração pecuária da região, abastecimento de água potável, além da navegação; podendo se distribuir pelos municípios de Pelotas, Rio Grande, Arroio Grande, Jaguarão e Santa Vitória do Palmar (CLM, 1970).

Considerando o fenômeno de salinização como algo iminente no local, a Barragem foi construída na intenção de prevenir a intrusão. As estruturas hidráulicas da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo (BECSG) impedem a entrada das águas salgadas do Oceano Atlântico na Lagoa Mirim, permitindo a utilização da água para a irrigação e consumo humano (ALM, 2023).

Figura 1: Visão geral da Barragem e Eclusa.



A construção foi planejada considerando o desafio em períodos de estiagem severa, quando o baixo nível da água, podendo chegar a 0,70 m, combinado com os ventos, causava a inversão do fluxo do CSG. Esse fenômeno foi observado em 1946, com uma alta concentração de cloreto de sódio nas proximidades do porto de Santa Vitória do Palmar (CLM, 1970), ultrapassando os limites para água doce, conforme a resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005).

A redução do nível da Lagoa Mirim prejudicava a navegação, interrompendo-a por algumas horas, dependendo da direção dos ventos (CLM, 1969). Assim, a BECSG foi projetada para manter

os níveis de água mais altos, visando melhorar as condições de navegação, evitando o assoreamento e preservando o calado nos canais de navegação. Além disso, a estrutura permitiu o uso da água do CSG para o abastecimento público, especialmente em Rio Grande, desde 1980, garantindo uma fonte de água de qualidade (RIO GRANDE, 2013).

## 1.2 Histórico Barragem Eclusa

Como resultado do trabalho desenvolvido desde a criação da Comissão Mista Brasileiro-Uruguia, em 1963, os dois governos conquistaram o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e da Food and Agriculture Organization (FAO), para realização do projeto CLM/FAO/PNUD de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (VIANNA, 2012).

Dentre as obras de infraestrutura físicas executadas pelo projeto, o complexo Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo foi a primeira grande realização do Plano de Desenvolvimento da Bacia Lagoa Mirim. Até hoje um acontecimento com grande importância histórica, política, econômica, ambiental e social.

Inaugurada em 1977, a barragem e sua eclusa são estruturas hidráulicas dispostas no Canal São Gonçalo. A barragem atua no impedimento da entrada das águas salinas do Oceano Atlântico na Lagoa Mirim, possibilitando o controle da qualidade da água doce destinada a irrigação, consumo humano e pecuária. Por sua vez, a eclusa possibilita a navegação no Canal São Gonçalo.

## 1.3 Importância social da barragem

A barragem foi construída para impedir a intrusão das águas salinas, oriundas do mar, através da Lagoa dos Patos e conduzidas pelo Canal São Gonçalo em direção à Lagoa Mirim. A inibição da passagem das águas salinizadas, a partir do barramento garante a qualidade da água doce para múltiplos usos, quer seja para consumo humano, dessedentação animal ou fins agrícolas, como a irrigação. Além disso, permite que as espécies lacustres existentes, tenham um ambiente propício e permanente ao seu desenvolvimento.

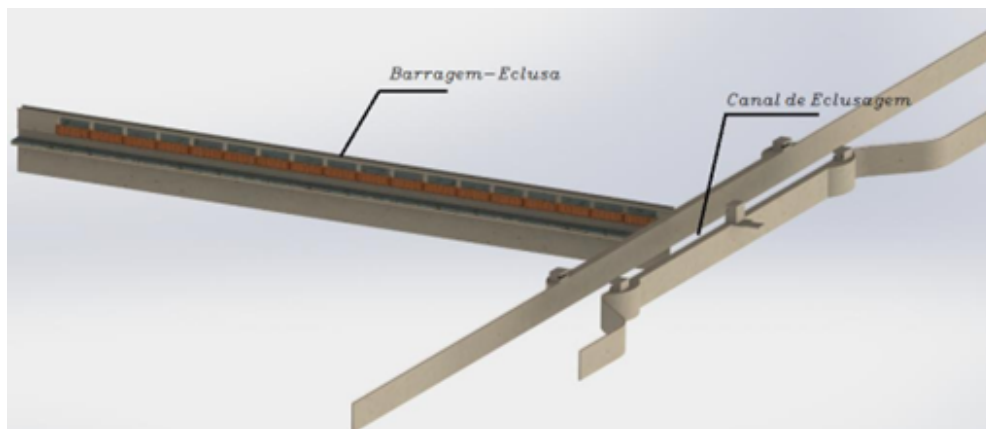
As águas captadas do Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim, cuja qualidade é assegurada pela barragem do São Gonçalo, são utilizadas para o consumo humano das cidades de Capão do Leão, Pelotas e Rio Grande. Somado a isso as águas da bacia hidrográfica da Mirim-São Gonçalo são captadas para atender significativas áreas de arroz irrigadas por inundação na região.

## 2. Infraestrutura de Operação da Barragem Eclusa

### 2.1 Barragem

O corpo da barragem do canal São Gonçalo é constituído por um diafragma de concreto armado, parcialmente moldado no local, que tem a função de conter as escavações em subsolo, com extensão de 245 metros, de margem a margem, 12 metros de profundidade dos quais nove estão abaixo do fundo regularizado do canal (cota -5,0 m). No trecho central da barragem, com 217 metros de extensão, há 18 comportas basculantes com vão livre de 11,80 metros por 3,20 metros de altura (Figura 2).

Figura 2: Desenho ilustrativo da estrutura aparente e submersa da barragem. Fonte: Cruz, W., 2015.



As comportas da barragem são assentes sobre uma viga soleira. O coroamento da parte fixa da barragem (soleira) está na cota -2,0 m e o topo das comportas fechadas atinge a cota +1,20 m (Figura 3).

Figura 3: Foto em detalhe da cota de topo das comportas da barragem.



## 2.2 Comportas da Barragem

Cada comporta da barragem conta com 12m de comprimento x 3,20m altura x 2,80m de vão livre, com aproximadamente 9 toneladas. As comportas articulam-se na borda inferior, abrindo no sentido de jusante. Quando abertas, restam rebatidas sobre pilares, especialmente construídos para seu apoio (Figura 4). Ao pé da barragem, por medida de proteção, de um lado e de outro, estão colocadas faixas de enrocamento, sendo a interna a 5 m, e a externa de 30 m de largura.

Figura 4: Desenho ilustrativo da abertura das comportas e dos pilaretes de apoio.



Cada comporta contém: Proteções catódicas; Cabo de aço 1 1/4" com 26m x 2 = 52m tipo 304; Soquetes em aço SAE 1020; 19m borracha nota musical; Pranchetas com 65mm largura x 12mm espessura x 19m comprimento; Pranchões de madeira de lei aplainada (ITAUBA); Batentes de madeira de lei.

Quatorze mancais recebem a comporta para fixação à base de ferro existente na soleira. Ao lado de montante, na parte do fundo da comporta, existe uma base de concreto com 12m de largura por 1,20m de comprimento. Já ao lado do jusante, não há base de concreto, mas pedras irregulares para evitar erosão. Também a jusante, estão fixados os mancais que prendem as comportas, os quais estão afastados da parte inferior da comporta em 0,2 m.

## 2.2.1 Guinchos das Comportas

As comportas podem ser comandadas manual ou automaticamente por guinchos, dispostos sobre a ponte de serviço, construída sobre a barragem, apoiadas em placas espaçadas a cada 12,05 m no trecho central (Figuras 5 e 6). Por comporta: Redutor – marca: Sauer; modelo T-35, série 5528, ano fabricação: 1973, com motor – marca: GE, 4 cv, 380 v, 1.180 rpm, 60 hz, 7.5 A, com as seguintes características: Pinhão e coroa. Sendo, pinhão com 20 dentes e coroa com 38 dentes, engrenagem com 17 dentes e engrenagem com 86 dentes, com eixo e mancais acoplados a uma engrenagem com 17 dentes, com a outra engrenagem acoplada ao tambor do cabo de aço com 78 dentes e quatro roldanas auxiliares para os cabos de aço 1 1/4", com 50m de cabo por guincho.

Figura 5: Sistema de guinchos das comportas.







Figura 7: Foto aérea da câmara de eclusagem e suas comportas.



Acima e abaixo da eclusa foram construídas reentrâncias para guardar as comportas de manutenção. Nos dois extremos da eclusa, muros-guias protegem as embarcações contra correntezas e turbilhonamentos, deixando espaço para o acostamento de comboios, sem interferir no tráfego da eclusa. Toda a estrutura da câmara de eclusagem e muros-guias são protegidos por guarda-corpos de aço tubular, com 80 cm de altura.

Figura 8: Foto do interior da câmara de eclusagem e guarda-corpos.



## 2.3.1 Comportas da Eclusa

As comportas da eclusa contam com 17 m de largura e 8 m de altura e pesam aproximadamente 17 toneladas. O sistema de abertura das comportas da eclusa é feito também através de cabos, porém com mecanismo diferente das comportas da barragem (Figura 9). Neste, um cabo é enrolado a um carretel móvel e suas extremidades presas à parte superior da comporta, de modo que quando o carretel gira no sentido horário, a comporta abre e no sentido anti-horário, fecha. O carretel é acionado por um motor de 15 KVA através de um redutor. O cabo é conduzido através de roldanas para permitir a abertura completa da comporta e é tensionado por esticadores articulados. À montante e à jusante da comporta, existem reentrâncias na parede da eclusa, que servem para a fixação dos stop-logs em caso de necessidade de secar a parte terminal da eclusa, para a manutenção das comportas. A parte superior da comporta serve de passarela para a travessia de um lado ao outro da câmara de eclusagem (Figura 10).

Figura 9: Desenho esquemático do sistema de abertura por cabo das comportas da eclusa.

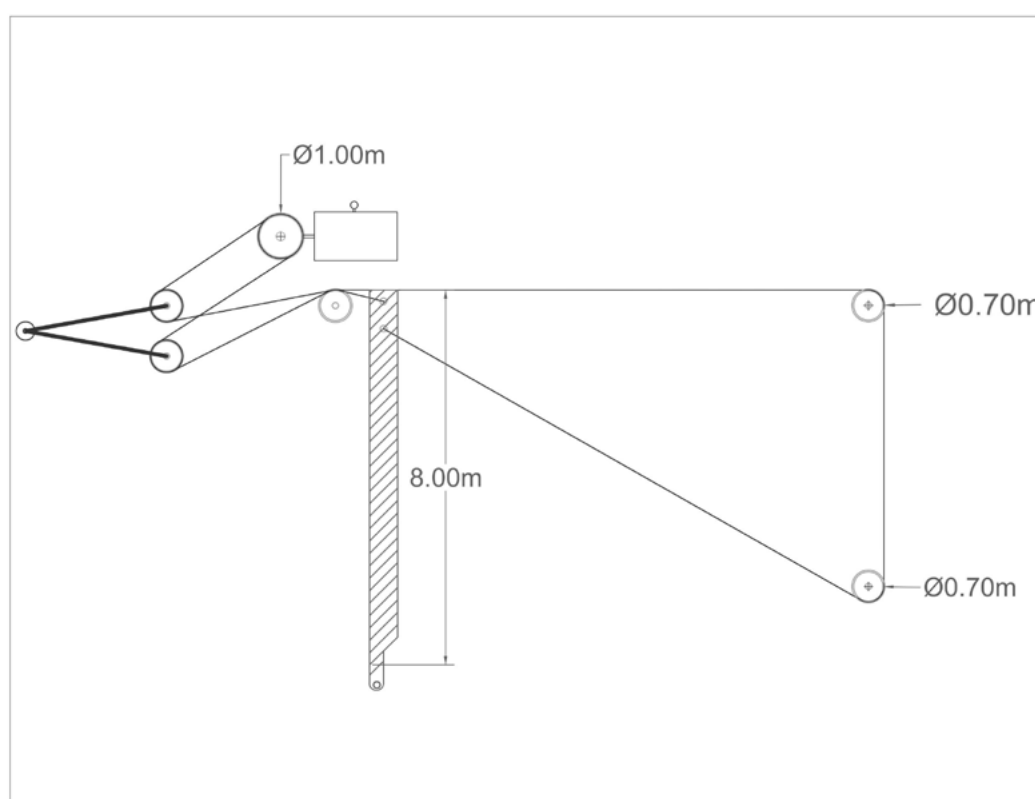


Figura 10: Foto detalhe da comporta de montante da eclusa.



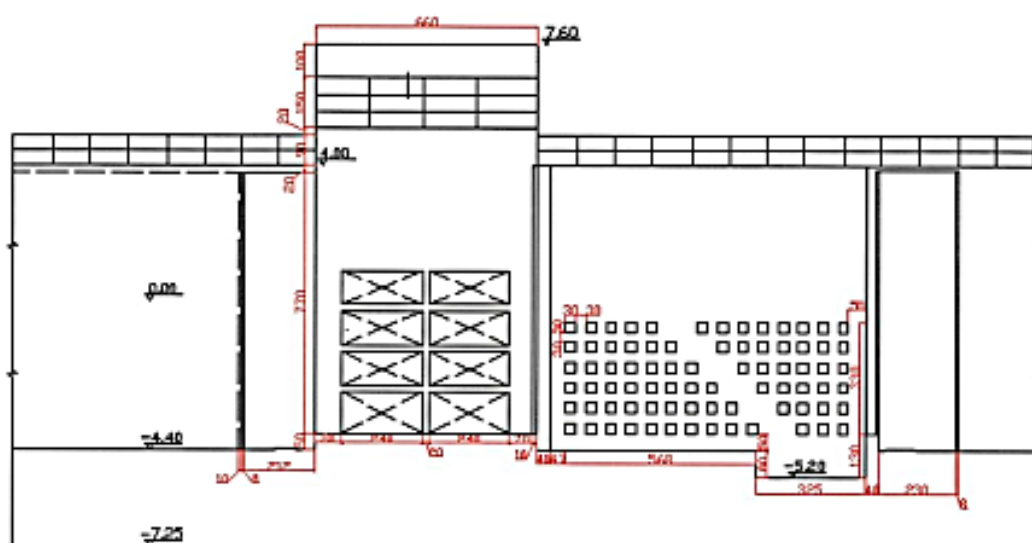
## 2.4 Comportas By-Pass

Um sistema by-pass foi projetado para o nivelamento dos níveis d'água entre o interior da eclusa e sua parte externa, a montante e a jusante. O sistema consiste em 4 jogos de 4 comportas com vão livre de 2,4 m e altura total de 5 m. Cada jogo é situado no interior da estrutura terminal da eclusa, abaixo de cada casa de máquinas, ou seja, em ambos os lados de cada comporta da eclusa. No muro da estrutura terminal da eclusa encontram-se aberturas que permitem a passagem da água do interior da eclusa para a parte externa (e vice-versa), por fora da comporta principal, nivelando o sistema em ambos os lados de cada comporta. Este nivelamento é importante para evitar esforços desnecessários na abertura e fechamento das comportas da eclusa. A passagem de água é controlada pela abertura ou fechamento das comportas do by-pass. O sistema de acionamento das comportas do by-pass consiste em um sem-fim ligado a um motor-reductor na casa de máquinas, o qual aciona hastes ligadas às comportas, para seu basculamento (Figura 11).

Figura 11: Foto das comportas do sistema by-pass de nivelamento do nível d'água.



Figura 12: Desenho do sistema de aberturas nos muros da câmara de eclusagem e externo, para o trânsito da água pelas comportas do by-pass.



## 2.5 Casas de Máquinas da Eclusa

Há 4 casas de máquinas, abrigando os guinchos para abertura das comportas da eclusa e os sistemas de abertura dos by-pass. As casas 1 e 3 são responsáveis pela comporta de montante, 2 e 4, pela comporta de jusante.

Figura 13: Foto com a localização das casas de máquinas e torre de comando.



O maquinário contido dentro das casas são os mesmos, mas só as casas 1 e 2 contém os painéis de comando. Estes painéis somente são utilizados em caso de emergência, pois o sistema é comandado pela torre de eclusagem.

Cada casa de máquinas contém (Figura 14):

- Motor GE 15 cv 380 V;
- Freio motor;
- 2 Redutores;
- Pinhão;
- Coroa;
- 2 Mancais;
- Chave limite.
- Carretel cabos de aço;
- Sistema esticador cabos de aço com roldanas;
- Motor bypass GE 04 cv;
- Freio motor do by-pass;
- Mostrador de posição do bypass,

Figura 14: Foto do interior da casa de máquinas 1.



## 2.5.1 Painéis das Casas de Máquinas 1 e 2

A seguir destaca-se o conteúdo de cada painel e seus respectivos dispositivos:

Painel da Bomba de Sucção: relés temporizadores; contadores auxiliares; contadores de trabalho; compensador de partida.

Painel do Bypass: relés temporizadores; relés térmicos; contadores auxiliares; contadores de trabalho.

Painel da Comporta do Canal: disjuntor geral; relés térmicos; transformadores; contadores auxiliares de comando geral; contadores de trabalho dos motores; fusíveis de iluminação e aquecedores de motores e painéis; fusíveis dos transformadores.

Figura 15: Fotos dos painéis das casas de máquinas.



## 2.5.2 Torre de Comando da Eclusa

Através do sistema de controle da torre de eclusagem são comandadas as aberturas e os fechamentos das comportas da câmara da eclusa. Na sala de comando está instalada a mesa de operações, a qual, através dos comandos realizados pelo operador da eclusa, envia os sinais aos dispositivos de campo para o processo de eclusagem.

No pavimento térreo da torre se encontra o Quadro de Distribuição Geral – QDG. O quadro é responsável pela alimentação dos equipamentos eletromecânicos da Eclusa e Barragem.

Figura 16: Fotos interna e externa da torre de comando.





## 2.5 Rede Elétrica

### 2.5.1 Subestação

A subestação existente é derivada da rede da Concessionária de fornecimento de energia local, a qual alimenta as instalações e o campus da Universidade Federal de Pelotas. Tem capacidade de 112,5 Kva, incluindo o gerador com capacidade de 125 Kva e chave seccionadora.

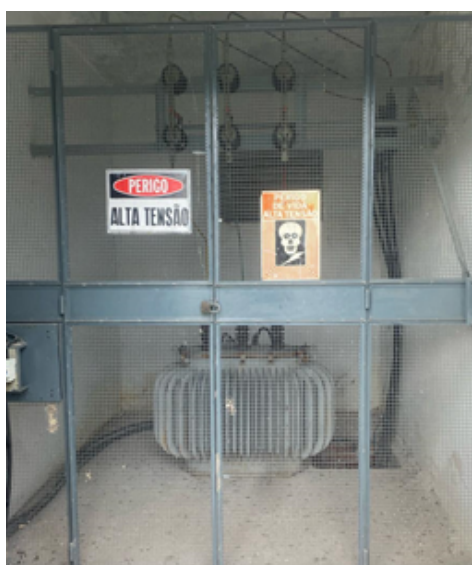
Figura 17: Prédio da Subestação.



Figura 18: Conjunto do Gerador.



Figura 19: Transformador.



## 2.5.2 Entrada de Energia

A entrada de energia existente é derivada da rede da Concessionária de fornecimento de energia local. A rede aérea é composta por cabos 2 AWG, com alma de aço, instalados em postes de concreto. Próximo a subestação há um poste no qual a rede se torna subterrânea (Figuras 20 e 21), utilizando quatro cabos singelos de 6 AWG, protegidos mecanicamente. A rede aérea interna está sendo substituída por uma rede compacta.

Figura 20: Rede Aérea Existente.



Figura 21: Cabine de Entrada.



## 2.5.3 Aterramento

Todas as partes não condutoras de energia juntamente com o neutro do transformador, sem interrupção, ou soldas, estão aterrados a uma ou mais hastes de aterramento distribuídas na área das instalações prediais.

## 2.5.4 Proteção

A proteção da rede é feita através de chaves fusíveis 100 A-15 KV, em poste, com elo de fusível 6K. Junto da derivação subterrânea estão instaladas mais três chaves de mesma capacidade.

Contra descargas atmosféricas a proteção é realizada por meio de três para-raios de linha, com neutro aterrado

# 3. Atividades de Operação e Manutenção da Barragem Eclusa

## 3.1 Operação das Comportas da Barragem e Eclusa

As operações de eclusagem e das comportas da barragem são realizadas pelo operador da barragem e da eclusa, incluindo também sob sua responsabilidade:

- Movimentar as comportas da barragem, através dos conjuntos eletromecânicos, objetivando a manutenção do nível de montante em condições de impedir a intrusão salina e permitir segurança das estruturas, do barramento e segurança hídrica para as condições de montante; será o responsável direto no controle dos níveis do canal;
  - Verificar e registrar a movimentação de embarcações no interior da eclusa;
  - Verificar e relatar qualquer ocorrência ocorrida nas proximidades da eclusa e barragem;
  - Verificar o nível a montante e jusante, a cada duas horas, ajustando o número de comportas abertas ou fechadas, de acordo com a necessidade, bem como das condições e calado de cada embarcação para transpor também com segurança no procedimento de eclusagem;
    - Deve impedir ou interromper a eclusagem caso constate qualquer irregularidade que possa colocar em risco a segurança da navegação e das instalações;
    - Realizar ou solicitar a manutenção das máquinas, equipamentos eletromecânicos,

incluindo de itens prediais da barragem e da eclusa. A verificação dos equipamentos e instalações envolverá a realização de testes de operação que permitam identificar quaisquer anormalidades nos condutores, conectores, chaves contadoras, chaves fins de curso, relés e dispositivos de comando e proteção em geral;

- Prestar as informações solicitadas pelas embarcações, para o bom tráfego;
- Iniciar os procedimentos de segurança em caso de acidentes com embarcações, ou nas dependências da barragem;
- Verificação de salinidade. A coleta é realizada duas vezes por semana, ou quando solicitada pela ALM. São realizadas na superfície e no fundo do canal;
- Ao assumir o posto, deverá conferir os equipamentos entregues pelo funcionário do turno anterior, checando a integridade e o correto funcionamento de cada item, relatando ao encarregado da eclusa e barragem, qualquer anormalidade;
- Deverão ser seguidas as normas e procedimentos de tráfego fluvial da Marinha do Brasil e demais órgãos competentes, além de normas e programas para boas Práticas e Procedimentos e Regulamentação para Operação e Manutenção das Eclusas e Barragens de Navegação.

### 3.1.1 Registros

Procedimento Padrão para registros de tráfego de embarcações na eclusa:

- Deverão ser registrados os nomes das embarcações, tipos (pesca, veleiro etc), horários das eclusagens, incluindo qual operador executou as mesmas;
- Planilhar as informações dos registros de embarcações, apresentando desta forma ao encarregado os dados, estes, posteriormente, a serem enviados mensalmente à sede da ALM para análise e controle do tráfego;
- Conferir mensalmente o livro de tráfego de embarcações na eclusa;
- Registrar em planilha específica a ser fornecida pela ALM.
- Procedimento Padrão para registros de índices meteorológicos e hidrológicos:
- Registrar diariamente os índices meteorológicos referentes à: pluviosidade e direção dos ventos;
- Registrar diariamente os níveis máximos e mínimos a montante e a jusante;
- Registrar o número de comportas fechadas diariamente;
- Registrar em planilha específica a ser fornecida pela ALM;
- Encaminhar os dados mensalmente para a sede da ALM.

## 3.2 Manutenção das Estruturas e Equipamentos

Os serviços de rotina constam de inspeção e verificação das condições técnicas dos equipamentos elétricos e mecânicos, incluindo – cabos, infraestrutura de cabos e de fixações dos equipamentos, rede elétrica interna, rede elétrica externa, hidráulica, jardinagem e pintura.

A identificação de defeitos dos equipamentos, a verificação dos sistemas de lubrificação e a constatação de falhas de ajustes são exemplos dos serviços de manutenção de rotina. Os serviços periódicos de manutenção executados são constituídos de vários procedimentos que visam manter os equipamentos e demais itens do complexo da barragem em perfeito estado de funcionamento. Estes serviços são realizados através de planejamento programado e aprovado pela ALM, ou por motivo de falhas, incluindo de quebra de componentes. Dentre os serviços de manutenção periódicas estão:

- Monitorar os componentes dos equipamentos sujeitos a maiores desgastes;
- Realizar trocas e ajustes de componentes em períodos predeterminados;
- Verificação e troca de óleo dos equipamentos e maquinários;
- Inspeção de ruídos e vibração dos redutores e motores, com a realização das devidas correções, caso necessárias;
- Verificação, reparo ou substituição de contadores, fusíveis, relés, disjuntores e demais componentes elétricos;
- Verificação do funcionamento dos indicadores de posições das comportas, com a realização de reparos, quando necessários;
- Lubrificações constantes;
- Executar jateamento e pintura dos diversos maquinários, conforme programação a ser elaborada;
- Verificação e testes de todas as conexões elétricas e seus componentes, que alimentam os equipamentos eletromecânicos da barragem e eclusa;
- Observar o comportamento das tensões e correntes elétricas quando estiverem sendo executados os acionamentos dos equipamentos eletromecânicos, para a certificação do bom funcionamento do sistema;
- Verificação dos cabos de aço de todo o sistema, com eventuais trocas, caso necessárias;

- Serviços de conservação, pintura e jardinagem de todo o complexo da barragem;
- Serviços de reparos e instalações elétricas e hidráulicas prediais;
- Serviços de reparos da rede elétrica aérea externa, incluindo da subestação;
- Verificação de salinidade, com a utilização da lancha da ALM;
- Registrar pluviosidade e direção dos ventos;
- Registrar os níveis máximos e mínimos a montante e a jusante;
- Elaborar relatórios diários dos serviços de manutenção, nestes constando as atividades realizadas, incluindo vistorias técnicas periódicas;
- Planejar / programar as atividades a serem realizadas.

### 3.2.1 Eclusa e Barragem

Manutenção dos equipamentos e maquinários:

- Motores Bypass;
- Atuadores de Freio;
- Motores elétricos da Eclusa e Barragem;
- Redutores da Eclusa e Barragem;
- Chaves Limites / Sensores de Fim de Curso;
- Painéis de Bomba de Sucção;
- Painéis de Comando da Eclusa / Comportas;
- Painéis de Comando das Comportas da Barragem;
- Mesa de Operações da Eclusa;
- Quadro de Distribuição Geral;
- Cabos de Aço;
- Polias;
- Mancais;
- Infraestrutura de caminhamento de cabos;
- Guarda-corpos.

### 3.2.2. Sistema elétrico

Reaperto das conexões;

- Verificação das tensões de entrada e saída;
- Verificar as fixações dos painéis e seus componentes;
- Verificar a oxidação e realizar a limpeza dos componentes;
- Verificar as vedações dos painéis, para que não haja infiltrações;
- Detectar o problema e efetuar a troca de componentes danificados.

### 3.2.3 Motores Elétricos, Redutores e demais equipamentos eletromecânicos

- Motores:
  - Executar limpeza periódica nos enrolamentos, com a finalidade de remover a poeira e outros elementos estranhos aos mesmos;
  - Verificação da ventilação na resistência dos enrolamentos, prevenindo desta forma curtos-circuitos;
  - Inspeção das fixações dos motores, incluindo das conexões elétricas.

- Redutores:

A equipe de manutenção deverá ter conhecimento técnico sobre os defeitos mais frequentes em redutores, como:

- Desgastes por interferência;
- Quebra por fadiga;
- Desgastes abrasivos;
- Trincas superficiais;
- Desgastes por sobrecargas;
- Laminação ou cilindramento;
- Lascamento;
- Incluindo sintomas: matraqueamento, tinido, uivo, chiado, superaquecimento, limanha de óleo, vibração etc.;

- Inspeccionar os desgastes dos eixos e dos entalhes dos dentes das engrenagens, para que não excedam os limites de ajustes, evitando batidas, desalinhamento e demais efeitos nocivos ao conjunto;

- Retirar depósitos sólidos das caixas de engrenagens dos redutores, antes de entrarem em circulação;

- Checar e, caso haja a necessidade, corrigir as vibrações e alinhamentos dos motores e redutores;

- Verificação de pinhões, coroas etc., executando os reparos necessários, havendo necessidade;

- Lubrificações periódicas dos conjuntos;

- Análises e trocas de óleos periódicas dos equipamentos;

- Pinturas, jateamentos e revestimentos dos chassis e demais componentes dos guinchos;

- Verificar o funcionamento dos indicadores de posições das comportas, efetuando reparos caso necessários;

- Partes estruturais e soldas das bases dos guinchos;

- Verificar os contatos dos limitadores;

Polias: Inspeção das fixações, com a finalidade de detectar qualquer deslocamento; inspeção das fixações das travas do mancal ao eixo das polias; inspeção a fim de detectar trincas ou deformação estrutural; verificar se há corrosão; verificar se há vibração. Realizar reparos e a manutenção necessária destes itens. Caso seja necessário reparo externo, informar à ALM para que sejam tomadas as devidas providências.

- Canais de Assentamentos dos Cabos: Inspeção dos prisioneiros de fixação do canal aos discos, a fim de detectar qualquer deslocamento; inspeção a fim de detectar trincas ou deformação estrutural; inspeção a fim de detectar desgaste radial e ou axial no colo de assentamento dos cabos de aço. Realizar reparos e a manutenção necessária destes itens. Caso seja necessário reparo externo, informar à ALM para que sejam tomadas as devidas providências;

Cavaletes: Inspeção das fixações, com a finalidade de detectar qualquer deslocamento; inspeção a fim de detectar corrosões, trincas e deformidades estruturais. Realizar reparos e a manutenção necessária destes itens. Caso seja necessário reparo externo, informar à ALM para que sejam tomadas as devidas providências



### 3.2.4 Cabos

Inspeções periódicas devem ser realizadas, a fim de detectar os seguintes itens: amassamentos, deformações, alma exposta, deslocamentos de pernas, redução do diâmetro, deformação dos terminais e ondulações.

- Realizar limpezas e lubrificações;
- Executar a troca de cabos, havendo necessidade. Para a realização desta atividade, caso as comportas estejam submersas, uma equipe de mergulho deverá atuar conjuntamente à equipe de terra.

Figura 22: Fotos dos guinchos de abertura comporta eclusa e barragem, respectivamente, detalhes do carretel e roldana com cabos de aço.



### 3.2.5 Infraestrutura de Cabos condutores

Os cabos pertencentes aos equipamentos da eclusa e barragem são acomodados em eletrocalhas e eletrodutos galvanizados. A empresa Contratada deverá realizar inspeções periódicas nesta infraestrutura, a fim de detectar pontos significativos de corrosão, trincas, perdas das fixações etc. Deverá ser executada a manutenção preventiva destes itens, diminuindo desta forma problemas maiores, como exemplo: queda da infraestrutura e conseqüente danificação dos cabos e paralisação do sistema.

Figura 23: Eletrocalhas - Internas da Torre da Eclusa e Externas na Eclusa.



### 3.2.6 Guarda-Corpos

Deve ser realizada periodicamente serviços de recuperação e pintura dos guarda-corpos da eclusa, incluindo ter que checar todas as fixações dos mesmos no piso. Os guarda-corpos abrangem toda a área da eclusa.

Figura 24: Guarda-corpos da Eclusa.



### 3.3 Manutenção e Conservação Predial

#### Limpeza e higienização das instalações

- Inclui a limpeza e higienização das salas, banheiros, cozinha, vestiário, torre de eclusagem e demais pontos do complexo da barragem.

#### Asseio e Conservação

- Nas manutenções periódicas, incluem: reparos dentro e fora de prédios e partes externas da barragem, sendo feito o corte de grama, limpeza e a conservação de uma área aproximada de 159.700 metros quadrados, destes, 30.400 metros são de área de uso em comum com edificações e jardins. O corte de grama é realizado com maior frequência, e as avaliações semanais de altura e densidade, para aparo da mesma, é de que não poderá exceder 10cm em altura;
  - O aparo da grama deve ser realizado através de roçadeiras manuais a combustão, também se tornando necessário o uso de roçadeira acoplada a um trator para áreas de vegetação mais densa. Também são executados o corte e poda de árvores e diversos tipos de plantas, rastilho em grama, alinhamento de canteiros, lavagem e limpeza de calçadas, recolhimento de galhos e matérias orgânicas em geral;
  - Também deve ser realizado o serviço com uma retroescavadeira que retira entulhos, resíduos e vegetação ao longo da margem do canal na área da barragem. A retroescavadeira será usada também para a limpeza de açudes e estradas, incluindo para o transporte de diversos tipos de matérias;
  - Nas edificações devem ser reparados e / ou repostos – telhados, pisos, paredes, portas e janelas, realizar pinturas em geral, reparos da rede hidráulica, limpeza em caixas de água, e semanalmente realizar o recolhimento de lixo para ponto de coleta (interno na barragem);
  - Na oficina é necessário um profissional para soldas e montagem de estruturas, confecção e execução de projetos em metal, corte em oxi-acetileno, reparo em peças mecânicas e soldas em geral.

Figura 25: Ilustração do Complexo da Barragem.



### 3.4 Orçamento Operação/Manutenção

Na tabela 01 encontra-se o orçamento resumido das atividades de operação e manutenção rotineiras do complexo Barragem Eclusa do Canal São Gonçalo. O orçamento completo encontra-se no Anexo 3.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA		
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM LAGOA MIRIM - PELOTAS - RS		
Data Base	OUTUBRO/23 - SEM DESONERAÇÃO	
Item	Descrição	VALOR TOTAL
1	OPERAÇÃO	
1.1	MÃO DE OBRA	2.445.396,87
1.2	VEÍCULOS	244.105,92
<b>TOTAL OPERAÇÃO</b>		<b>2.689.502,79</b>
Item	Descrição	VALOR TOTAL
2	MANUTENÇÃO	
2.1	MÃO DE OBRA	2.052.665,45
2.2	VEÍCULOS	417.518,69
2.3	RECURSOS DIVERSOS	484.911,59
<b>TOTAL MANUTENÇÃO</b>		<b>2.955.095,73</b>
Item	Descrição	VALOR TOTAL
3	INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA	
3.1	MÃO DE OBRA	242.036,93
3.2	RECURSOS DIVERSOS	124.287,73
<b>TOTAL INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA</b>		<b>366.324,66</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>6.010.923,18</b>

Tabela 1: Planilha orçamentária da Barragem e Eclusa do São Gonçalo.

## 4. Plano de Revitalização

### 4.1 Verificação estrutural

O Laboratório de Geotecnia e Concreto da Universidade Federal do Rio Grande – FURG foi requisitado a realizar um estudo com o objetivo de apresentar parecer técnico sobre os impactos frente a durabilidade e proteção à agressividade ambiental da estrutura de concreto

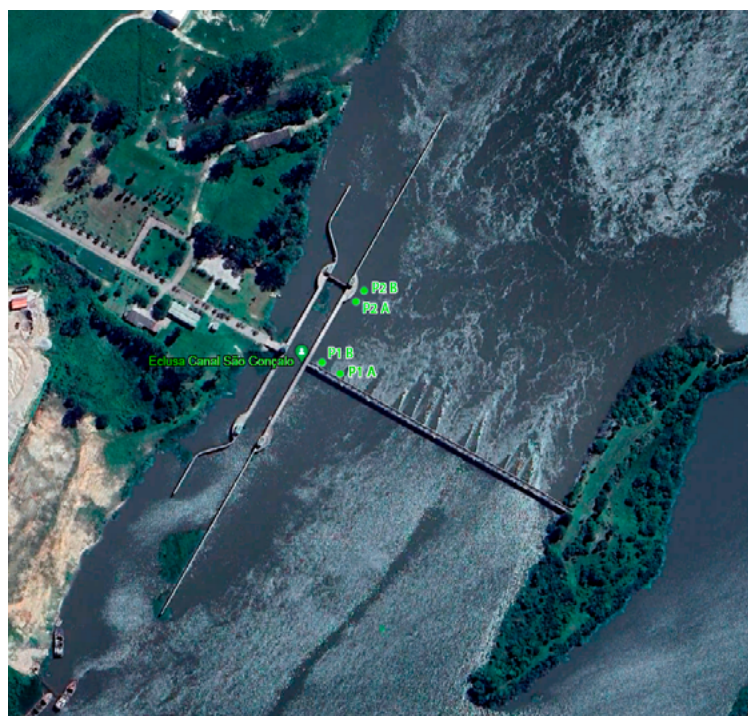
empregada na construção da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo. Para o desenvolvimento do estudo, foram realizadas visitas técnicas ao local, com execução de inspeção visual e levantamento fotográfico da estrutura. Posteriormente, foram extraídos testemunhos na estrutura de concreto (TCs), com a finalidade de avaliar a resistência à compressão axial do concreto massa e obter material para a realização de ensaios de carbonatação, para determinação da durabilidade e vida útil da estrutura. A seguir foram retiradas amostras pulverizadas para avaliar a contaminação do concreto por cloretos. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Construção Civil e no Laboratório de Química dos Materiais da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, sob os cuidados do Prof. Dr Jorge Luiz Oleinik Nunes, Prof. Dr André Tavares da Cunha Guimarães e do Prof. Dr Jorge Luiz Saes Bandeira.

Para a avaliação da resistência mecânica da estrutura foram extraídos testemunhos, com diâmetros 4,25 cm e 10,2 cm, para serem ensaiados à compressão axial. Para a extração foi utilizada a extratora marca Hilt, modelo DD 350. As figuras 26 e 27 ilustram a extração dos TCs e a localização dos pontos de amostragem.

Figura 26: Extração dos testemunhos e amostras de concreto.



Figura 27: Localização das amostragens de concreto.



Os estudos para a avaliação das condições de manutenção da estrutura de concreto da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo, basearam-se em três parâmetros: resistência mecânica, teor de cloretos e carbonatação. Analisando-se os valores encontrados nos ensaios de resistência mecânica, descritos neste texto, observa-se que os valores são compatíveis com os traços utilizados na época da construção. Os teores de cloretos encontrados, conforme laudo (Anexo 1) deste relatório, apresentam valores muito baixos, o que não vem a provocar o risco de despassivação das barras de aço. Quanto à profundidade de carbonatação, conforme laudo deste relatório, estimam-se idades bastante elevadas para a despassivação das barras de aço.

Recomenda-se que sejam feitas avaliações na estrutura em períodos de no máximo 10 anos, sendo também recomendado que se avalie a velocidade de corrosão das barras de aço. Recomenda-se também que sejam feitos reparos de manutenção pontuais na estrutura, seguindo-se protocolo específico para este procedimento.

## 4.2 Verificação das estruturas submersas

As comportas da barragem são operadas manual ou automaticamente por guinchos sobre a ponte de serviço. Elas articulam-se na borda inferior com o corpo da barragem e, quando abertas, repousam sobre pilares construídos para apoio. A barragem possui faixas de enrocamento para proteção, sendo a interna de 5 m e a externa de 30 m de largura, e um dique de 180 m na margem direita para conduzir águas de transbordamento. Cada uma das 18 comportas tem 12m de comprimento, 3,20m de altura e 2,80m de vão livre, pesando aproximadamente 9 toneladas. São fixadas a uma viga soleira na cota de -2m por 14 mancais e 14 pinos de inox.

Nº Comporta	Pino Principal	Parafusos Verticais	Parafusos Horizontais
1	1 Mancal Porca Frouxa	2 Parafusos Porca Frouxa	Velhos c/Incrustação
2	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação
3	1 Mancal Porca Frouxa	Novos	Velhos c/Incrustação
4	2 Mancais Porca Frouxa	Novos	Velhos c/Incrustação
5	2 Mancais Porca Frouxa; 1 com Pino Danificado s/porca e 1 com Pino s/força	Novos	Velhos c/Incrustação
6	1 Mancal com Porca Frouxa; 4 s/porca; 1 s/pino;	Novos	Velhos c/Incrustação
7	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação
8	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação
9	6 Mancais com Porca Frouxa	Novos	Velhos c/Incrustação
10	1 Mancal com Porca Frouxa e 1 quebrado	Novos	Velhos c/Incrustação
11	1 Mancal com Porca Frouxa	Novos	Velhos c/Incrustação
12	1 Mancal com Porca Frouxa	1 Parafuso s/porca	Velhos c/Incrustação
13	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação
14	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação
15	Mancais OK	1 Parafuso Porca Frouxa	Velhos c/Incrustação
16	1 s/força e 1 s/pino	1 s/parafuso	Velhos c/Incrustação
17	1 s/pino	1 s/parafuso e 1 Solto	Velhos c/Incrustação
18	Mancais OK	Novos	Velhos c/Incrustação

Tabela 2: Demanda Resumida de cada Comporta.



As comportas foram inspecionadas quanto aos mancais, parafusos verticais, parafusos horizontais e pinos. Observou-se que os mancais das comportas 2, 7, 8, 13, 14 e 18 estão em boas condições, enquanto as comportas 1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11 e 12 apresentam mancais com porcas frouxas, sendo que a comporta 10 também tem um mancal quebrado e a comporta 6 possui quatro mancais sem porca e um sem pino.

Figura 28: Foto detalhe da condição das partes submersas das comportas.



Os parafusos verticais são novos nas comportas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14 e 18. No entanto, a comporta 1 apresenta parafusos verticais com porca frouxa, e a comporta 12 tem um parafuso vertical sem porca. Os parafusos horizontais são velhos e possuem incrustação em todas as comportas. Os pinos de todas as comportas estão sem contra-pino. Observações adicionais incluem que a comporta 5 tem um pino danificado sem porca e um pino sem força, a comporta 16 tem um pino sem força e um sem pino, e a comporta 17 tem um pino sem pino e um parafuso vertical solto. A comporta 15 apresenta um parafuso vertical com porca frouxa.

### 4.3 Plano de Reforma das Comportas da Barragem e Eclusa

Este documento descreve o escopo detalhado para a revisão e manutenção de 18 comportas da Barragem e 2 comportas da Eclusa, desempenho de 06 (seis) comportas, pintura e desmontagem e montagem para manutenção mecânica por terceiros em componentes como

mancais, polias, redutores, eixos e rolamentos. A seguir está um detalhamento completo:

a) Comportas:

- Inspeção Inicial: Verificação de desalinhamentos e deformações nas comportas.
- Içamento de Comportas: Içamento das comportas para reparo.

Processo de Desempeno: Aplicação de técnicas de desempenho, como aquecimento e/ou prensagem, para corrigir deformações.

- Reinstalação e Ajuste: Montagem das comportas desempenadas e ajuste fino para garantir funcionamento suave.

- Todos os serviços de desempenho estão previstos para execução no local. Caso haja uma análise conjunta entre as partes de que tenha que fazer fora do local, esta proposta não contempla a retirada, a movimentação de carga e transporte da mesma.

- Detalhamento das borrachas de vedação no item 4.3.2

b) Jato e Pintura

- Preparação da Superfície: Limpeza das superfícies das comportas por jato para remoção de ferrugem, poeira e pintura velha.

- Aplicação de Primer: Uso de primer anticorrosivo para proteção inicial.

- Pintura de Acabamento: Aplicação de camadas de tinta de acabamento resistente a intempéries e corrosão.

- Inspeção de Qualidade: Verificação da uniformidade e aderência da pintura.

Esquema de Pintura proposto:

- TL CJ ET SIL ZN N1661 CINZ
- TL CJ WEG TIE COAT CINZ CLARO
- TL CJ EP 712ACAB N2851 PRET N1
- TL ECOLOFLEX SPC 200 Z VERM - 20 L - BD
- DILUENTE EPOXI 3005
- DILUENTE ETIL SILIC 9001

Na tabela 3, faz-se um detalhamento de orçamento específico dos serviços de manutenção

<b>Orçamento Reforma Equipamentos Barragem Eclusa São Gonçalo</b>			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
<b>Guinchos Comportas Eclusa</b>			
Retificar roldanas ø1000mm	8	R\$ 3.000,00	R\$ 24.000,00
Retificar buchas das roldanas	8	R\$ 1.100,00	R\$ 8.800,00
Eixo sob medida para roldana	8	R\$ 2.400,00	R\$ 19.200,00
Retificar carretéis	4	R\$ 8.000,00	R\$ 32.000,00
<b>Articulação By-Pass</b>			
Mancais bipartidos	16	R\$ 2.700,00	R\$ 43.200,00
Esticadores	16	R\$ 1.650,00	R\$ 26.400,00
Fusos	4	R\$ 7.000,00	R\$ 28.000,00
<b>Guinchos Comportas Barragem</b>			
Retificar roldanas comportas ø700mm	72	R\$ 3.000,00	R\$ 216.000,00
Retificar buchas das roldanas	72	R\$ 1.000,00	R\$ 72.000,00
Retificar carretéis	18	R\$ 10.000,00	R\$ 180.000,00
Eixos para carretéis sob medida	18	R\$ 17.000,00	R\$ 306.000,00
<b>Geral</b>			
Revisar redutores	18	R\$ 3.500,00	R\$ 63.000,00
Jateamento e pintura de proteções	18	R\$ 1.800,00	R\$ 32.400,00
Estrutura de fixação dos conjuntos	4	R\$ 19.600,00	R\$ 78.400,00
		Valor Final	R\$ 1.129.400,00

Tabela 3: Orçamento Reforma Equipamentos Barragem Eclusa São Gonçalo.

#### c) Testes e Comissionamento

- Teste de Funcionamento: Realização de testes de operação das comportas e da eclusa após a manutenção.
- Ajustes Finais: Realização de ajustes finos baseados nos resultados dos testes.
- Documentação: Registro detalhado de todas as atividades realizadas, incluindo inspeções, substituições, e ajustes.

#### d) Segurança e Meio Ambiente

- Protocolos de Segurança: Garantir que todas as atividades sigam as normas de segurança para proteger os trabalhadores e o ambiente.
- Gestão de Resíduos: Coleta e descarte adequado de resíduos gerados durante a manutenção, seguindo as diretrizes ambientais.

#### e) Planejamento e Gestão de Projeto

- Cronograma: Desenvolvimento de um cronograma detalhado para todas as atividades.
- Alocação de Recursos: Assegurar que todos os materiais e equipamentos necessários estejam disponíveis.
- Coordenação de Equipes: Gerenciamento das equipes envolvidas para garantir a execução eficiente das tarefas. Este escopo detalhado serve como um guia abrangente para a realização das atividades de revisão e manutenção das comportas da Barragem de São Gonçalo e da eclusa, garantindo a integridade estrutural e a operação segura e eficiente do sistema.

#### f) Atividades de Mergulho e Embarcações de Apoio

Prestação de serviços subaquáticos de apoio às atividades de manutenção das comportas da eclusa, também o fornecimento de embarcação de apoio marítimo para movimentação e posicionamento dos stop Logs e ainda fornecer 01 embarcação de apoio portuário para auxílio às atividades, incluindo nesta um profissional com treinamento em socorro aquático.

Os serviços têm por objetivo auxiliar a contratante e seus contratados nas seguintes atividades:

- Desacoplamento, acoplamento e reparo dos mancais e parafusos das comportas;
- Rebocador para movimentação e posicionamento dos stop logs.
- Barco de apoio portuário para auxílio diário nas atividades, incluindo a bordo um profissional técnico com especialização em salvamento aquático.

g) Equipamentos e Equipe:

- Equipe de mergulho (01 supervisor, 4 mergulhadores),
- Engenheiro responsável técnico pelas atividades, não residente.
- Todos os equipamentos de mergulho necessários.
- Veículos de apoio, alimentação fora do local dos serviços, todas as mobilizações e desmobilizações de equipes e equipamentos e demais custos envolvidos nas atividades.
- Inclusa câmara hiperbárica a disposição, dedicada e exclusiva, posicionada no local dos serviços em atendimento a NORMAM 222 (nova denominação da NORMAN 15) do ministério da marinha que entrou em vigor em junho de 2023.

Fornecer as embarcações de apoio, com as seguintes especificações:

**Embarcação I:**

- Embarcação com casco de aço com 18 metros de comprimento e boca moldada de 5,0 metros, calado mínimo 01 metros.
- Convés livre com 11 x 5,00 metros.
- 02 motores diesel marca Mercedes Benz – modelo 366 – com 220 CVs cada, caixa marítima 4:1;
- 03 tripulantes – 01 mestre de cabotagem, 01 marinheiro de máquinas e 01 marinheiro de convés.
- 09 passageiros.

**Embarcação II:**

- Embarcação com casco de madeira com 13 metros de comprimento e boca moldada de 4,24 metros, calado mínimo 01 metros.
- Convés livre com 06 x 4,00 metros.
- 01 motores diesel marca MWM – modelo X10 – com 220 CVs cada, caixa marítima 3:1;
- 03 tripulantes – 01 mestre de cabotagem, 01 marinheiro de máquinas e 01 marinheiro de convés.
- 07 passageiros.

### 4.3.1 Ânodos

As especificações técnicas do DNOS para a proteção catódica das estruturas hidromecânicas da Barragem-Eclusa do Canal São Gonçalo incluem o uso de anodos de zinco, alumínio e magnésio com uma densidade de corrente de 10 mA/m<sup>2</sup> e vida útil de 5 anos. No entanto, essa densidade é considerada baixa, especialmente devido à presença de águas oceânicas que podem durar vários meses. A análise dos anodos substituídos em 1981 mostrou que a vida útil real dos anodos é inferior aos 5 anos especificados, levando a uma conclusão de subdimensionamento devido à baixa densidade de corrente.

Na Barragem-Eclusa do Canal São Gonçalo, os anodos utilizados são de magnésio SACORMAG, tipo FBR, fabricados pela SACOR SIDEROTECNICA LTDA. A distribuição dos anodos é detalhada da seguinte forma:

Para as comportas de canal tem-se:

11 anodos SACORMAG tipo FBR 600/50 no lado jusante;

4 anodos SACORMAG tipo FBR 600/50 no lado de montante.

Em cada uma das portas principais da eclusa tem-se:

14 anodos SACORMAG tipo FBR 1 200/50 na face estruturada:

7 anodos SACORMAG tipo FBR 1 200/50 na face lisa.

Cada comporta do “by-pass” leva 4 anodos SACORMAG tipo FBR 600/50; os “stop-logs” flutuantes estão protegidos por 12 anodos SACORMAG tipo FBR 1 200/50, cada um.

Ao total são 334 anodos, tipo FBR 600/50 e 78 anodos, tipo FBR 1200/50. Os anodos têm capacidade de corrente de 1100 A.h/kg e são distribuídos com pesos e correntes específicas, resultando em uma distribuição detalhada de metal ativo nas diversas partes da barragem.

Os resultados indicam que a proteção catódica aplicada na barragem foi subdimensionada devido à densidade de corrente adotada ser inferior ao necessário para condições médias de eletrólito salino, sugerindo a necessidade de revisão das especificações para uma densidade de corrente mais alta, recomendada em 55 mA/m<sup>2</sup>, ou até 65 mA/m<sup>2</sup> em algumas condições.

A substituição dos anodos, se faz necessária a retirada dos anodos antigos, a partir da desmontagem cuidadosa dos anodos desgastados. Instalação de novos anodos, e fixação de novos anodos, garantindo a correta conexão e proteção contra corrosão.

Descrição	Quant.	Valor unit.	Total
Anodo em liga de Magnésio SACORMAG SACOR tipo FBR-1200/50 mm de acordo com desenho DTQ-15-2828 em conformidade com a norma ABNT NBR 16460:2016	78	R\$ 672,00	R\$ 52.416,00
Anodo em liga de alumínio SACOR tipo APCE 155 (AES 6.1) de acordo com desenho DTQ-11-1676 A em conformidade com a norma ABNT NBR 10387	334	R\$ 301,50	R\$ 100.701,00
		Total	R\$ 153.117,00

Tabela 4: Orçamentos dos Anodos.

### 4.3.2 Borrachas de vedação

Para vedação à passagem de água pelas comportas, é necessária a utilização de borrachas no espaço entre as comportas e as estruturas. Ao redor das comportas da barragem e eclusa utilizam-se borrachas industriais com perfil tipo “nota musical” 8 x 25 x 65 mm. Já nas comportas do sistema By-pass e Stop-logs utilizam-se borrachas retangulares 75 x 20 mm.

Figura 29: Fotos perfis borrachas de vedação nota musical e retangular.



Na tabela 4, apresenta-se orçamento do total de extensão de borrachas de vedação para as comportas da barragem, eclusa e by-pass.

Código	Descrição	Qtde.	Un.	Valor	Total
116	PERFIL NOTA MUSICAL 08 X 25 X 65MM 20M	70	m	R\$ 138,00	R\$ 9.660,00
718	PERFIL RETANGULAR 75 X 20MM 35M	360	m	R\$ 131,70	R\$ 47.412,00
				Total	R\$57.072,00

Tabela 5: Orçamento borrachas de vedação.

## 4.4 Proposta Substituição dos quadros de comando de abertura das comportas

### 4.4.1 Instalações dos Pontos de Comando

Compreende o fornecimento de materiais e mão-de-obra para instalação dos pontos de comando. Considerado:

- 18 sensores nas eclusas;
- Cada quadro elétrico será provido de uma remota;
- As interligações entre as 22 remotas dos quadros elétricos e o CLP serão

executados em rede ethernet.

#### PRINCIPAIS COMPONENTES

- CABOS / FIOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO
- ELETRODUTOS -ELECON/APOLLO/TRAMONTINA
- CAIXAS DE PASSAGEM - WETZEL/DAISA

#### SISTEMA DE FORÇA

Compreende o fornecimento das infraestruturas para ligação dos motores e alimentadores descritos na tabela 05.



Item	Descrição	PONTO	Pot. (CV)
1	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 1	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
2	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 2	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
3	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 3	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
4	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 4	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
5	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 5	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
6	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 6	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
7	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 7	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
8	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 8	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
9	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 9	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
10	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 10	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
11	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 11	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
12	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 12	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
13	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 13	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
14	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 14	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
15	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 15	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4

16	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 16	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
17	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 17	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
18	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 18	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
19	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 1 - Direita	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 1 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 1- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
20	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 1 - Esquerda	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 1 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 1- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
21	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 2 - Direita	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 2 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 2- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
22	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 2 - Esquerda	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 2 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 2 - M2 - 4 CV - Reversível	1	4
23	Alimentador Sala de Eclusagem - CD Iluminação	1	0
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>296</b>

Tabela 6: Infraestruturas para ligação dos motores e alimentadores para comportas.

Cabos 0,6/1 kV HEPR 90° tetrapolares até a bitola de 2,5 mm<sup>2</sup>, tripolares até 16,0 mm<sup>2</sup> e unipolares a partir desta. O cabo de terra geral será comum na bitola 25,0 mm<sup>2</sup> e derivações. Estes serão na bitola do cabo de cada motor e/ou alimentador. Para proteção mecânica dos cabos de força utilizaremos parte do caminhamento em leitos de aço galvanizado à fogo nas bitolas de (700, 600, 500, 400, 300, 200, 100) x100x3000 mm sem tampa, parte subterrânea e parte em eletrodutos de ferro galvanizado nas bitolas onde a ocupação total dos cabos não ultrapasse 40% da sua área. Os eletrodutos utilizados atendem a norma. A fixação dos leitos será através de suportes confeccionados com cantoneiras de ferro galvanizado. A fixação dos eletrodutos será através de braçadeira tipo “D”, com fechamento através de parafuso apropriado.

Na mudança no sentido do caminhamento dos eletrodutos utilizaremos caixas de passagem e curvas de acordo com a bitola. Para o acabamento da conexão entre eletroduto e caixa de ligação dos motores serão utilizados eletrodutos flexíveis do tipo tecnoflex, com conectores macho giratório e fêmea fixa.

O sistema de iluminação, comando e força serão compartilhados no mesmo caminhamento, utilizando divisórias metálicas.

#### PRINCIPAIS COMPONENTES

- CABOS / FIOS - SIL / INDUSCABOS / CORFIO
- ELETRODUTOS - APOLLO/ELECON/TRAMONTINA
- CAIXA DE PASSAGENS - WETZEL/DAISA
- LEITOS - INECEL/BANDEIRANTE

### 4.4.2 Sistema de Gerenciamento e Supervisão

O Sistema de Gerenciamento e Supervisão é uma solução de controle e informações do sistema elétrico da barragem. Este sistema é composto por diferentes sistemas de gerenciamento e segurança que deverão ser compatibilizados e integrados através da rede ethernet de comunicação de dados. Os subsistemas considerados nesta especificação para formar o SGSP são os seguintes:

Sistema de supervisão e automação;

Sistema de supervisão energia elétrica;

Controle de iluminação;

Rede de dados por fibra ótica;

Sistema de Circuito Fechado De Televisão IP;

Comando e supervisão de operações das comportas;

O SGS deverá possuir como característica principal operar em ambiente industrial, de maneira contínua (24 horas/ dia) com alta confiabilidade. O SGS deverá obrigatoriamente ser gerenciado por um software único. O software deve executar a supervisão e automação dos sistemas que farão parte do SGS. Este software é responsável pelo monitoramento de todos os equipamentos que compõem a solução. Na possibilidade de qualquer indisponibilidade de um

equipamento, o sistema deve alertar o operador sobre o defeito, mostrar em planta baixa qual o local e instruir o mesmo de qual procedimento tomar. Todas essas ações devem ser registradas no banco de dados/Log do sistema.

PLANILHA DE ITENS					
ITEM	ANEXO 2-DESCRIÇÃO	UN.	QTD	FABRICANTE	MODELO
1	Sistema de Gestão e supervisão				
1.1	Modulo console	Un.	1		
1.2	Painel de led	Un.	1		
1.3	Controlador de LED	Un.	1		
1.4	Estação de trabalho	Un.	1		
1.5	Monitor 27"	Un.	2		
1.6	Estação de trabalho	Un.	1		
1.7	Controlador de campo + acessórios	Un.	22		
1.8	Gabinete PCP	Un.	1		
1.9	Servidor principal	Un.	1		
1.10	Switch	Un.	1		
1.11	Software de gerenciamento e administração	Un.	1		
1.12	Cabeamento estruturado	Cj.	1		
1.13	Infraestrutura, instalação e manutenção	Cj.	1		
1.14	Serviços e execução do objeto	Un.	1		
1.15	Câmera de vídeo	un.	6		
1.16	Gravador de vídeo	un.	1		
1.17	Sensor p/ comportas*	un.	18		

Tabela 7: Itens para sistema de gerenciamento e supervisão.

Projeto e execução das instalações elétricas de baixa e média tensão;

- Instalação de painéis de distribuição elétrica;
- Cabeamento e infraestruturas elétricas;
- Sistemas de aterramento e proteção contra surtos;

- Desenvolvimento e implementação do sistema de automação da barragem e eclusa.
- Integração de sensores e atuadores.
- Programação de CLPs (Controladores Lógico Programáveis).
- Instalação e configuração de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).
- Testes e comissionamento dos sistemas de automação.
- Implementação de lógica de controle, intertravamentos, e sequência operacionais.
- Desenvolvimento de interfaces de usuário no software SCADA.
- Criação de telas de monitoramento, alarmes e histórico de dados.
- Elaboração de manuais detalhados sobre a operação e manutenção do sistema de automação.
- Documentação de todos os procedimentos, diagramas e especificações técnicas.
- Definição de testes funcionais e operacionais para o sistema de automação.
- Execução de testes em ambiente controlado para verificar o funcionamento dos PLCs e do software SCADA.
- Instalação final e ativação dos sistemas no local.
- Testes de comissionamento para garantir a operação correta de todos os componentes.
- Ajustes e otimizações finais para garantir a eficiência do sistema.
- Treinamento de Operação e Manutenção do Sistema de Automação (40h):
- Treinamento teórico e prático para a equipe de operação e manutenção.
- Sessões de 40 horas cobrindo todos os aspectos do sistema de automação, incluindo operações diárias, solução de problemas e manutenção preventiva.
- Será fornecido também, uma embarcação de alumínio com motor de 25HP para salvatagem tripulada por 01 técnico de resgate e marinheiro regional.

## 4.5 Proposta de Substituição dos cabos de acionamento de abertura das comportas

Para a modernização do sistema de abertura de comportas, pretende-se realizar a substituição dos cabos de aço, outrora único material disponível com resistência suficiente para o projeto. Atualmente, plataformas de petróleo ancoradas em alto mar já utilizam cabos sintéticos de alta resistência mecânica e ao meio marinho, e com uma fração do peso dos cabos de aço. Portanto, além da vantagem de aliviar o trabalho dos motores e redutores, tem uma vida útil maior em relação à oxidação, não necessitando de lubrificação. Outra vantagem é a possibilidade de costura para formação de anéis nos terminais, não necessitando de terminais de aço, com fixação do cabo por fundição de metal não ferroso. Além disso, há maior facilidade no manuseio dos cabos para instalação e substituição.

Os serviços relacionados aos cabos incluem diversas etapas essenciais: a desmontagem dos cabos antigos que consiste na remoção segura e controlada dos cabos desgastados para preparação da instalação dos novos; a seleção e preparação dos novos cabos que consiste na escolha criteriosa de cabos novos, de acordo com as especificações adequadas, e preparação para instalação subsequente; a instalação dos novos cabos através da montagem e fixação dos cabos selecionados, assegurando o tensionamento e alinhamento precisos para garantir o funcionamento correto; o teste de funcionamento por meio da realização de testes completos para verificar a funcionalidade e a segurança dos novos cabos instalados. Ademais, o fornecimento dos cabos com laudo de fábrica e testes de tensionamento e carga serão por conta do fornecedor. A seguir, apresenta-se orçamento de cabos de fibra de polietileno de alto módulo (HMPE) com coating em toda a extensão do cabo, com as metragens necessárias à barragem e eclusa.

ITEM	Descrição do Produto	Qtd	Valor Unitário (R\$)
01	CABO LANKO®FORCE – MBS 90.4 t DN 32 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 50 m, olhais com 1,2 m. Detalhes: extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	04	R\$ 14.570,00 Por cabo
02	CABO LANKO®FORCE – MBS 90.4 t DN 32 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 29 m, olhais com 1,2 m. Detalhes: extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	04	R\$ 8.800,00 Por cabo
03	CABO LANKO®FORCE – MBS 45,8 t DN 22 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 26 m, olhais com 1,2 m. Detalhes: extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	36	R\$ 3. 550,00 Por cabo
		Total	R\$ 221.280,00

Tabela 8: Orçamento Cabos Sintéticos.

Figura 30: Cabos sintéticos.



## 4.6 Novo sistema de iluminação da Barragem e Eclusa

Os serviços serão executados observando-se as recomendações das normas NBR 5410 / 2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e NBR IEC 60439-1 / 2003 - Conjunto de manobra e controle em Baixa Tensão.

### 4.6.1 Iluminação e Tomadas- CDL 1

Compreende o fornecimento e instalação de materiais, para alimentação de 53 pontos de luz e tomadas, de modo a atender as necessidades de iluminação e serviços. Luminárias / projetores utilizados nos poços e túneis serão LED e à prova de explosão e demais à prova de pó.

Item	Descrição	Quant.	Potência
1	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 11 m – LED 200 W	7	200 W
2	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30 W	14	30 W
3	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30 W	14	30 W
4	Luz interna - sala de controle	6	18 W
5	Luz interna - sala do CCM comportas eclusa	12	18 W
<b>Total</b>		<b>53</b>	

Tabela 9: Descritivo Substituição das Luminárias.

## 4.6.2 Condutores de Baixa Tensão

Os cabos serão dimensionados conforme norma pela máxima capacidade de condução de corrente e queda de tensão admissível nas seguintes seções:

- CABO GERAL: condutores unipolares 120 e 240 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV – tipo flexível 90°;
- FORÇA: condutores tripolares até 3 x 16 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV, condutores singelos a partir de 25 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV – tipo flexível 90°. Com terra comum na bitola do maior condutor.
- COMANDOS: condutores com bitola mínima 1,0 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V.
- INSTRUMENTAÇÃO: condutores com bitola mínima 0,75 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V.
- ILUMINAÇÃO: Terão bitola mínima 1,5 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V e EPR 0,6 / 1 kV.

Os condutores não terão emendas, salvo extrema necessidade, neste caso serão feitas com conectores e tecnologia apropriada para assegurar durabilidade, perfeita isolação e ótima condutividade elétrica. Os conectores serão do tipo “a compressão” (sem solda), conforme especificado.



### 4.6.3 Sistema de Eletrodutos

Os eletrodutos serão do tipo galvanizados NBR 5624 conforme recomendações da Norma constituídos em aço-carbono com costura e sem rebarbas, nas bitolas que se fizerem necessárias, fixados por meio de braçadeiras galvanizadas.

Para curvas de eletrodutos a serem executadas na obra, serão empregadas máquinas de curvar apropriadas. Todas as terminações de eletrodutos em caixas de chapa com furos passantes terão buchas e arruelas de alumínio. Todas as conexões de eletrodutos à motores serão com prensa cabos, conectores ou com tubos flexíveis, revestidos de PVC, onde serão empregados conectores apropriados para manter a vedação.

### 4.6.4 Caixas de Passagem derivação e inspeção

As caixas de passagem, derivação e inspeção serão instaladas conforme necessidade para passagem e inspeção dos condutores. Nas instalações aparentes, as caixas serão rigidamente fixadas à estrutura ou parede do edifício, por meio de parafusos e ou suportes apropriados, independentes dos eletrodutos.

### 4.6.5 Leitos GF e Eletrocalhas

Os leitos para instalação dos cabos de força e comandos serão de aço galvanizado, GF, com seus respectivos acessórios e dimensões padronizadas: abas com alturas de 100 mm; largura de 50 mm, 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm, 600 mm e 700 mm (máximo), fixadas ou apoiadas com peças e acessórios apropriados, com os vãos máximos indicados no projeto e poderão ser providas de tampas. As emendas entre elementos de leitos serão executadas conforme recomendação do fabricante, nas mesmas características técnicas, e fixadas por meio de parafusos. Todos os leitos serão instalados na posição vertical.

#### PRINCIPAIS COMPONENTES

- LUMINÁRIAS, REFLETORES - WETZEL/TRAMONTINA/LUMAN
- FIOS E CABOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO.
- ELETRODUTOS - ELECON/TRAMONTINA/APOLO.
- CAIXAS DE PASSAGEM - WETZEL/TRAMONTINA.

## 4.6.6 Sistema Aterramento e SPDA

Compreende o fornecimento de materiais e mão-de-obra para instalação de uma malha subterrânea, que contorna toda a unidade, com cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> e hastes de aço cobreado 5/8"x2,40m. Na área da barragem o cabo será lançado junto com os cabos de força no leito de força. As conexões serão efetuadas com soldas exotérmicas. As estruturas metálicas serão conectadas à malha de terra através de cabos de cobre nu 35mm<sup>2</sup>. Previstos cinco (05) para-raios do tipo Franklin instalados nas torres.

### PRINCIPAIS COMPONENTES

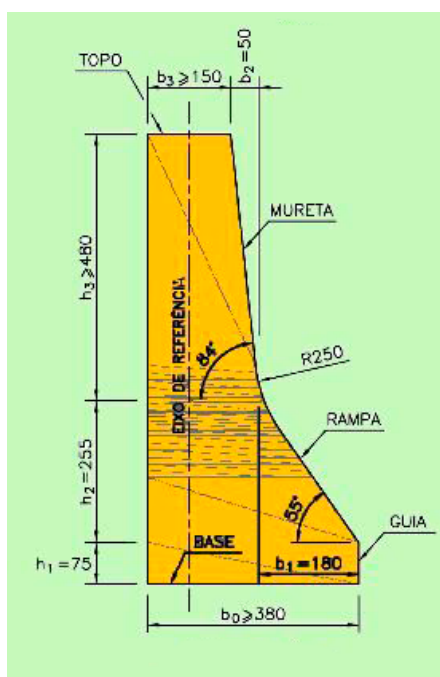
- CABOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO
- PARA-RAIOS E ACESSÓRIOS - PARATEC/AMERION

## 4.7 Reforma Guarda-Corpo

Conforme a Norma Brasileira ABNT NBR 14718, os guarda-corpos devem atender a critérios específicos de altura, resistência e materiais utilizados na construção, a fim de prevenir quedas e acidentes. A estrutura de guarda-corpo atual, possui altura de 0,8 metros, está em desacordo com esta exigência normativa, representando um risco à segurança dos usuários, sua composição é de aço que acaba por requerer manutenções recorrentes. Para adequar-se é necessária a troca por uma nova estrutura de concreto, que exige menor manutenção e com altura de 1,2 metros, visando aumentar a segurança e conformidade com a normativa vigente.

Além de atender às exigências normativas e aumentar a segurança, a substituição trará vantagens estéticas e econômicas. O concreto permite um design mais versátil e integrado à arquitetura da edificação, requerendo menos manutenção ao longo do tempo e resultando em menores custos. Essa mudança assegura a proteção dos usuários e a longevidade da estrutura, alinhando-se às melhores práticas de segurança e eficiência, prevenindo acidentes e garantindo a conformidade com a normativa vigente.

Figura 31: Perfil de concreto para guarda-corpo eclusa.



Descrição	Quant.	Unid.	Total Unit	Total
Barreira concreto armado 3,00x1,20m cfe projeto	333	pç	R\$ 2.289,00	R\$ 762.237,00

Tabela 10: Orçamento Guarda-Corpo.

## 4.8 Orçamentos

ORÇAMENTO		
Disciplina	QUANT	VALOR TOTAL
<b>Mecânica</b>		
Substituição de Anôdos		
Retirada dos Anôdos Antigos		
Instalação de Novos Anôdos		
Inspeção Inicial das Comportas		

Içamento de Comportas		
Processo de Desempeno		
Reinstalação e Ajuste		
Desmontagem dos Cabos Antigos		
Seleção e Preparação dos Novos Cabos		
Instalação dos Novos Cabos		
		R\$ 8.270.312,12
<b>Articulação By Pass</b>		
Retificar Roldanas Ø1000mm	8	
Retificar Buchas das Roldanas	8	
Eixo sob Medida para Roldana	8	
Retificar Carreteis	4	
Mancais Bipartidos	16	
Esticadores	16	
Fusos	4	
<b>Conjunto Comportas</b>		
Retificar Roldanas Comportas Ø700mm	72	
Retificar Buchas das Roldanas	72	
Retificar Carreteis	18	
Eixos para Carreteis sob Medida	18	
Revisar Redutores	18	
Jateamento e Pintura de Proteções	18	
Estrutura de Fixação dos Conjuntos	4	
		R\$ 1.129.400,00
<b>Jateamento e Pintura</b>		
Preparação da Superfície		
Aplicação de Primer		
Pintura de Acabamento		

Inspeção de Qualidade		
		R\$ 11.529.502,87
<b>Elétrica e Automação</b>		
Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 11 m – LED 200W	7	
Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30W	14	
Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30 W	14	
Luz interna - sala de controle	6	
Luz interna - sala do CCM comportas eclusa	12	
Modulo console	1	
Painel de led	1	
Controlador de LED	1	
Estação de trabalho	1	
Monitor 27"	2	
Estação de trabalho	1	
Controlador de campo + acessórios	22	
Gabinete PCP	1	
Servidor principal	1	
Switch	1	
Software de gerenciamento e administração	1	
Cabeamento estruturado	1	
Infraestrutura, instalação e manutenção	1	
Serviços e execução do objeto	1	
Câmera de vídeo	6	
Gravador de vídeo	1	
Sensor p/ comportas*	18	
		R\$ 15.786.230,08

<b>Elétrica e Automação</b>		
Equipe de mergulho (01 supervisor, 4 mergulhadores),		
Engenheiro responsável técnico pelas atividades, não residente.		
Equipamentos de mergulho necessários		
Veículos de apoio		
Alimentação fora do local de serviço		
Mobilizações e desmobilizações de equipes e equipamentos		
		R\$ 6.072.311,23
	<b>Total</b>	<b>R\$ 42.787.756,30</b>

Tabela 11: Orçamento de serviços.

O investimento para o escopo supracitado é de R\$ R\$ 42.787.756,30 (Quarenta e dois milhões, setecentos e oitenta e quatro mil, setecentos e cinquenta e cinco reais e trinta e um centavos). A mobilização será de 20% do valor total do contrato. Todo valor faturado pela AFM Engenharia; Serão emitidos mensalmente Boletins de Medição que serão conferidos pela fiscalização da contratante.

<b>Disciplina</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Serviços e Material Automação</b>	R\$42.787.756,30
<b>Cabos</b>	R\$ 221.280,00
<b>Âodos</b>	R\$ 153.117,00
<b>Borrachas vedação</b>	R\$57.072,00
<b>Guarda-corpos</b>	R\$ 762.237,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 43.981.462,30</b>

Tabela 12: Orçamento Total Revitalização.

## 5 Referências

---

ALM, Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/alm/>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. 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, e dá outras providências.

CRUZ, Wagner. Relatório de Estágio Supervisionado em Eng. Agrícola. ALM, 2015

CLM, Comissão para o desenvolvimento da Lagoa Mirim. Barragem do São Gonçalo: Estudo preliminar de viabilidade. Volume I: Sumário, conclusões e recomendações. Ministério do Interior, 1970.

RIBEIRO, F. A. M. Estudo Laboratorial de Sedimentos Coesivos da Ria de Aveiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal, 134 p. 2014.

SOSINSKI, L. T. W. Caracterização da Bacia Hidrográfica Mirim - São Gonçalo e o uso dos recursos naturais. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 35p. 2009.

VIANNA, Manoel Luiz. Extremo Sul do Brasil: um lugar esquecido. Pelotas: Editora Textos, 2012.

# 5 Anexos

---

Anexo 1: SACOR.



## SACOR SIDEROTÉCNICA LTDA

Metals - Proteção Catódica  
Rodovia Washington Luiz, 6000 - CEP 25055-009  
Duque de Caxias - RJ - Brasil  
PABX.: (21) 3658-9911  
E-mail: vendas@sacor.com.br

### DEVEN-727/24

Duque de Caxias, RJ,  
16 de maio de 2024

À  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

Att. Sra. Rafaela Michelotti

Ref.: Solicitação de Orçamento

Prezados Senhores,

Atendendo à solicitação de V.Sas., apresentamos a nossa proposta para o fornecimento do seguinte material.

01 Anodo em liga de alumínio SACOR tipo APCE 155 (AES 6.1) de acordo com desenho DTQ-11-1676\_A em conformidade com a norma ABNT NBR 10387

**Preço por Peça: R\$ 292,00 + 3,25% de IPI**

01 Anodo em liga de Magnésio SACORMAG SACOR tipo FBR-1200/50 mm de acordo com desenho DTQ-15-2828 em conformidade com a norma ABNT NBR 16460:2016.

**Preço por Peça: R\$ 655,00 + 2,60% de IPI**

Prazo de entrega: 15 (quinze) dias após sua confirmação

Prazo de Pagamento: Antecipado por intermédio do Banco Bradesco Ag. 3370 C/C 523347-0 ou Banco Itaú S/A Ag. 6079 - C/C 72880-1

PIX - CNPJ 29.348.695/0001-890 ICMS de 22% incluso

PIS / COFINS 9,25% incluso

NCM / Classificação Fiscal : 7616.99.00/8104.90.00

Material posto EXW nossa Fábrica em Duque de Caxias no RJ

Validade da Proposta: 20 (vinte) dias

Atenciosamente,

Ioná Quintanilha  
Sup. Vendas





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



# RELATÓRIO TÉCNICO

**RIO GRANDE/RS**

**MAIO/2024**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



**INTERESSADO: AGÊNCIA DA LAGOA MIRIM**  
**LOCAL: CANAL SÃO GONÇALO – PELOTAS, RS.**

O Laboratório de Geotecnia e Concreto da Universidade Federal do Rio Grande – FURG foi requisitado a realizar um estudo com o objetivo de apresentar parecer técnico sobre os impactos frete a durabilidade e proteção à agressividade ambiental da estrutura de concreto empregada na construção da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo (figura 1), com idade de 47 anos, localizada no Canal São Gonçalo na cidade de Pelotas, RS.

#### **METODOLOGIA DE EXECUÇÃO**

Para o desenvolvimento do estudo, foram realizadas visitas técnicas ao local, com execução de inspeção visual e levantamento fotográfico da estrutura. Posteriormente, foram extraídos testemunhos na estrutura de concreto (TCs), com a finalidade de avaliar a resistência a compressão axial do concreto massa e obter material para a realização de ensaios de carbonatação, para determinação da durabilidade e vida útil da estrutura. A seguir foram retiradas de amostras pulverizadas para avaliar a contaminação do concreto por cloretos.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Construção Civil e no Laboratório de Química dos Materiais da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, sob os cuidados do Prof. Dr Jorge Luiz Oleinik Nunes, Prof. Dr André Tavares da Cunha Guimarães e do Prof. Dr Jorge Luiz Saes Bandeira.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



Figura 1- Barragem e Eclusa Canal São Gonçalo

## CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

### HISTÓRICO

As obras de infraestrutura física do complexo Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo foi a primeira grande realização do Plano de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim. Até os nossos dias permanece sendo uma obra grande importância histórica, política, econômica, ambiental e social.

Com a sua inauguração em 1977, a barragem e sua eclusa são estruturas hidráulicas dispostas no Canal São Gonçalo. A barragem atua no impedimento da entrada das águas salinas do Oceano Atlântico na Lagoa Mirim, possibilitando o controle da qualidade da água doce destinada a irrigação, consumo humano e pecuária. Por sua vez a Eclusa possibilita a navegação no Canal São Gonçalo.

3



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A barragem foi construída transversalmente ao canal, tendo 245 m de comprimento. Sua parte central possui 217 m de extensão e 18 comportas com vão livre de 11,80 m e 3,20 m de altura. O coroamento da parte fixa da comporta fica na cota + 2,00 m e o topo das comportas fechadas atinge a cota + 1,20 m. Sobre a barragem há uma ponte de serviço, apoiadas em pilares com intervalos de 12,05 m, onde estão dispostos os guinchos para operação das comportas.

Já a eclusa (figura 2), está localizada na margem oeste do São Gonçalo e é formada por uma câmara central, com 17 m de largura, 120 m de comprimento e 5 m de profundidade. Lateralmente, esta câmara é delimitada por um diafragma de concreto armado e o fundo é protegido por uma camada de brita corrida.

Em cada extremo da eclusa está instalada uma comporta do tipo basculante, com 17 m de largura e 8 m de altura, cuja finalidade é controlar o nível d'água da câmara para a passagem das embarcações. Essas comportas são operadas por guinchos de acionamento eletromecânico, através de cabos de aço. Além disso, colocadas a jusante e a montante da eclusa, estão duas comportas de manutenção, flutuantes, com 17 m de largura e 6,75 m de altura.

Nos dois extremos da eclusa existem muros guias destinados à proteção das embarcações por conta da correnteza e turbilhamento da água nas proximidades do vertedouro da barragem. Esses muros guias tem extensão de 120 m e estão afastados do alinhamento da eclusa, de modo a permitir o acostamento das embarcações sem interferir no tráfego da mesma.



Figura 2 – Eclusa



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



## **AValiação DA RESISTÊNCIA MECÂNICA**

O concreto de cimento Portland é presentemente o mais utilizado material manufaturado para a construção civil. Seguindo as tendências mundiais, o futuro do concreto parece ser ainda mais promissor, porque para a maioria das aplicações ele oferece propriedades adequadas, com um baixo custo, combinando com os benefícios ecológicos e de economia de energia. Apesar da aparente simplicidade do concreto, ele apresenta uma estrutura altamente complexa, portanto as relações estrutura-propriedades que são geralmente tão úteis para o entendimento e controle das propriedades dos materiais, não podem ser facilmente aplicáveis ao concreto.

O concreto contém uma distribuição heterogênea de muitos componentes sólidos, assim como vazios de várias formas e tamanhos, que podem estar completa ou parcialmente cheios de solução alcalina. Comparado com outros materiais, a estrutura do concreto não é uma propriedade estática no tempo. Isso ocorre porque dois dos três componentes da estrutura, a pasta de cimento e a zona de transição entre o agregado e a pasta de cimento continuam a se modificar com o tempo. A palavra concreto vem do latim "concretus", que significa crescer. A resistência e outras propriedades do concreto dependem dos produtos de hidratação do cimento, que continuam a se formar por anos. Embora os produtos sejam relativamente insolúveis, podem se dissolver vagorosamente e se recristalizar em ambientes úmidos, permitindo, inclusive, que o concreto sele suas microfissuras.

Uma das primeiras aplicações conhecidas do concreto consistiu em aquedutos e muros de contenção de água, construídos pelos romanos. O uso do concreto em barragens, canais, canalizações para conduzir e tanques para estocagem de água é, na atualidade, visto normalmente em quase todo mundo. A durabilidade do concreto frente a alguns tipos de águas agressivas é responsável pelo fato do seu uso ter sido estendido a muitos ambientes agressivos, tanto industriais quanto naturais.

Para a avaliação da resistência mecânica da estrutura foram extraídos testemunhos, com diâmetros 4,25 cm e 10,2 cm, para serem ensaiados a compressão axial. Para a extração foi utilizada a extratora marca Hilt, modelo DD 350. As figuras 3 e 4 ilustram a extração dos TCs e a localização dos pontos de amostragem.



Figura 3 – Extração dos testemunhos e amostras de concreto



Figura 4 – Localização das amostragens do concreto



Analisando-se os resultados dos ensaios de ruptura dos testemunhos extraídos, apresentados na Tabela 1, já extraídos os valores espúrios, chega-se ao valor médio do  $f_{c,ext}$  de 45,78 MPa, calculando o desvio padrão tem-se valor de 18,16 MPa, para os testemunhos com 10,2 cm de diâmetro. Já os testemunhos com 4,25 cm de diâmetro, chega-se ao valor médio do  $f_{c,ext}$  de 57,40 MPa, calculando o desvio padrão tem-se valor de 19,96 MPa.

Tabela 1- Valores de resistência a compressão axial dos testemunhos do concreto

Identificação	altura h (cm)	diâmetro d (cm)	massa (g)	$f_{c,ext}$ (MPa)	$f_{c,ext}$ (MPa)	Desv. Pad (MPa)
P1A	8,6	10,2	1866,6	31,26	45,78	18,16
P1B	19,5	10,2	4137,1	51,92		
P2E	10,5	10,2	2145,3	31,17		
P2F	11,7	10,2	2433,1	68,75		
P1C	7,8	4,25	280,53	42,87	57,40	19,96
P1D	6,4	4,25	229,89	30,53		
P2A	8,4	4,25	304,24	46,88		
P2B	8,4	4,25	304,24	73,69		
P2C	8,4	4,25	305,4	70,33		
P2D	8,4	4,25	302,05	80,09		

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os estudos para a avaliação das condições de manutenção da estrutura de concreto da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo, basearam-se em três parâmetros, resistência mecânica, teor de cloretos e carbonatação.

Analisando-se os valores encontrados nos ensaios de resistência mecânica, descritos neste texto, observa-se que os valores são compatíveis com os traços utilizados na época da construção.

Os teores de cloretos encontrados, conforme laudo no anexo 1 desse relatório, apresentam valores muito baixos, o que não vem a provocar o risco de despassivação das barras de aço.

Quanto a profundidade de carbonatação, conforme laudo no anexo 2 desse relatório, estima-se idades bastante elevadas para a despassivação das barras de aço.

7



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE - FURG  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
LABORATÓRIO DE GEOTECNIA E CONCRETO  
Prof. Dr. Claudio Renato Rodrigues Dias  
LABORATÓRIO DE QUÍMICA DOS MATERIAIS  
LABORATÓRIO DE MATERIAIS E CONSTRUÇÃO CIVIL



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recomenda-se que sejam feitas avaliações na estrutura em períodos de no mínimo 10 anos, sendo também recomendado que se avalie a velocidade de corrosão das barras de aço.

Recomenda-se que sejam feitos reparos de manutenção pontuais na estrutura, seguindo-se protocolo específico para este procedimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Concreto, estrutura, propriedades e materiais.** P. KUMAR MEHTA; PAULO J. M. MONTEIRO.

- **Durabilidade do Concreto – Bases científicas para a formulação de concretos duráveis de acordo com o ambiente.** Ed. JEAN-PIERRE OLLIVIER e ANGÉLIQUE VICHOT.

- **Manual prático para reparo e reforço de estruturas.** Prof. Dr. Paulo R. L. Helene.

- **Patologia e Terapia do Concreto Armado.** Manuel Fernandez Cánovas.

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** JORGE LUIZ OLENIK NUNES  
Data: 27/05/2024 16:41:27-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

-----  
Prof. Dr Jorge Luiz Oleinik Nunes  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CEZAR AUGUSTO BURKERT BASTOS  
Data: 27/05/2024 16:31:11-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

-----  
Prof. Dr Cezar Augusto Burkert Bastos  
Escola de Engenharia  
Universidade Federal do Rio Grande - FURG



Anexo 3: Relatório de Inspeção Visual, com fotos e Vídeos dos Mancais de Articulação das Comportas da Barragem e da Câmara de Eclusagem.



**RELATÓRIO DE INSPEÇÃO VISUAL, COM FOTOS  
E VÍDEOS DOS MANCAIS DE ARTICULAÇÃO DAS  
COMPORTAS DA BARRAGEM E DA CÂMARA DE  
ECLUSAGEM.**

**CLIENTE:**



FUNDAÇÃO  
DELFIN MENDES SILVEIRA

Inovação e excelência

FONE: (53) 3232 3388    CEL.: (53) 98113 0505  
E-MAIL: [jeffersonschebella@gmail.com](mailto:jeffersonschebella@gmail.com)    MAIO / 2024

RIO GRANDE, 20 DE MAIO DE 2024.

**PARA**  
**FUNDAÇÃO DELFIM MENDES DA SILVEIRA**  
**A/C.: Sr. LEONARDO CONTREIRA**

**PELOTAS - RS**

**PROJETO: INSPEÇÃO VISUAL COM FOTO E VÍDEO DOS MANCAIS DE ARTICULAÇÃO DAS COMPORTAS DA BARRAGEM E CÂMARA DE ECLUSAGEM.**

**1- SERVIÇOS EXECUTADOS:**

Prestação de serviços de inspeção subaquática, visual, com fotos e vídeos dos mancais de articulação das comportas das Barragem e da Câmara de Eclusagem e inspeção visual das vedações das comportas By-Pass do sistema.

**2- OBJETIVO DOS SERVIÇOS:**

Os serviços tinham por objetivo fazer um levantamento das condições atuais dos mancais, pinos e parafusos das articulações das comportas da Barragem e da Câmara de Eclusagem.

**3- LOCAL DOS SERVIÇOS:**

Os serviços foram realizados na Barragem da Eclusa de Pelotas, cidade de Pelotas – RS.

**4- DATA DA EXECUÇÃO:**

Os serviços foram executados nos dias: 08, 09 e 11 de abril de 2024.

**5- DEFINIÇÕES:**

- Para fins de orientação, foi criado um croqui ilustrativo, com as seguintes informações:
- Trata-se por MONTANTE, a posição vista pela Lagoa Mirim.
- Trata-se por JUSANTE, a posição vista pelo CANAL DO SÃO GONÇALO.
- Trata-se por ESQUERDA, a posição pela margem da entrada e acesso ao Complexo.
- Trata-se por DIREITA, a posição pela margem oposta à de Entrada ao complexo.

CÓPIA CONTROLADA

- A enumeração sequencial das comportas da Barragem foi feita a partir da ESQUERDA PARA A DIREITA, sendo a número 01 a Esquerda e 18 a da Direita.

- A enumeração dos Mancais de cada Comporta foi feita da ESQUERDA PARA A DIREITA.

## 6- RESULTADOS:

### COMPORTA 01

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	2 PARAFUSOS PORCA FROUXA	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 02

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 03

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

**COMPORTA 04**

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 05

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	PINO DANIFICADO S/PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	PINO S/PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 06

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	SEM PINO	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	SEM PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

7	SEM PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	SEM PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	SEM PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 07

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 08

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 09

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA



8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 10

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	MANCAL QUEBRADO	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 11

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 12

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	1 PARAFUSO SEM PORCA	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	PORCA FROUXA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

**COMPORTA 13**

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 14

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 15

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	1 PARAFUSO PORCA FROUXA	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

**COMPORTA 16**

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	FALTA 1 PARAFUSO	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	SEM PINO	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	SEM PORCA	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

## COMPORTA 17

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	SEM PINO	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	FALTA 1 PARAFUSO	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	1 PARAFUSO FROUXO	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

## COMPORTA 18

NÚMERO DO MANCAL	PINO CENTRAL	PARAFUSOS VERTICAIS	PARAFUSOS HORIZONTAIS	OBSERVAÇÃO
1	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	PINOS SEM CONTRAPINO
2	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
3	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
4	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
5	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
6	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
7	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
8	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

CÓPIA CONTROLADA

9	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
10	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
11	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
12	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
13	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	
14	OK	NOVOS	VELHOS COM INCRUSTAÇÃO	

**OBSERVAÇÕES:**

- 1. Os mancais são fixados na base de aço, através de 2 parafusos passantes verticais de aço inox e fixados na parede de concreto através de 2 parafusos horizontais de aço carbono que estão cobertos de incrustação.
- 2. Não foi realizada limpeza prévia para a realização da inspeção.
- 3. Não foi recebido informação de torque específico para cada parafuso / porca e a constatação de parafusos / porcas frouxas foi efetuado de forma manual, sem uso de nenhuma ferramenta.

**COMPORTA CÂMARA DE ECLUSAGEM - MONTANTE**

<b>NÚMERO DO MANCAL</b>	<b>PINO CENTRAL</b>	<b>PARAFUSOS VERTICAIS</b>	<b>PARAFUSOS HORIZONTAIS</b>
1	PORCA FROUXA	OK	OK
2	OK	FALTAM 3 PARAFUSOS	OK
3	PORCA FROUXA	1 PARAFUSO DOBRADO, 2 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO	OK
4	OK	3 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO	OK
5	OK	2 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO	OK
6	PORCA FROUXA	OK	OK
7	PORCA FROUXA	2 PARAFUSOS TORTOS E SOLTOS DO CONCRETO, 1 PARAFUSO FALTANDO	OK
8	OK	OK	OK
9	OK	OK	OK
10	OK	1 PARAFUSO SOLTO DO CONCRETO	1 PARAFUSO FROUXO
11	OK	1 PORCA FROUXA	1 PARAFUSO FROUXO
12	OK	1 PORCA FROUXA	1 PARAFUSO FROUXO
13	OK	OK	1 PARAFUSO FROUXO
14	OK	1 PORCA FROUXA	1 PARAFUSO FROUXO
15	OK	1 PORCA FROUXA	FALTA 1 PARAFUSO
16	OK	3 PARAFUSOS TORTOS E SOLTOS DO CONCRETO	1 PARAFUSO FROUXO
17	OK	FALTAM 3 PARAFUSOS	1 PARAFUSO FROUXO
18	OK	OK	OK

CÓPIA CONTROLADA



**COMPORTA CÂMARA DE ECLUSAGEM - JUSANTE**

<b>NÚMERO DO MANCAL</b>	<b>PINO CENTRAL</b>	<b>PARAFUSOS VERTICAIS</b>	<b>PARAFUSOS HORIZONTAIS</b>
1	OK	2 PARAFUSOS TORTOS E SOLTOS DO CONCRETO	OK
2	OK	2 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO	OK
3	OK	3 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO	OK
4	OK	OK, BASE DO MANCAL ELEVADA DO CONCRETO 1"	OK
5	OK	OK	OK
6	OK	FALTA 1 PARAFUSO	OK
7	OK	OK	OK
8	OK	FALTA 1 PARAFUSO, 2 PORCAS FROUXAS	OK
9	OK	2 PARAFUSOS SOLTOS DO CONCRETO E TORTOS, E 1 QUEBRADO	OK
10	OK	OK	1 PARAFUSO FROUXO
11	OK	1 PARAFUSO TORTO E SOLTO DO CONCRETO	1 PARAFUSO FROUXO
12	OK	FALTA 1 PARAFUSO	OK
13	OK	1 PARAFUSO SOLTO DO CONCRETO	1 PARAFUSO FROUXO
14	OK	OK	1 PARAFUSO FROUXO
15	OK	OK	OK
16	OK	OK	OK
17	OK	OK	1 PARAFUSO FROUXO
18	OK	OK	OK

**OBSERVAÇÕES:**

- 1. Os mancais são fixados na base de concreto, através de 03 parafusos verticais, sendo 02 laterais fixados no concreto, aparentemente com porca prisioneira no concreto e 03 frontais, de aço inox, aparentemente fixados no concreto com chumbador químico e 02 parafusos horizontais fixados em porcas prisioneiras no concreto aparentemente.
- 2. Não foi realizada limpeza prévia para a realização da inspeção.
- 3. Não foi recebido informação de torque específico para cada parafuso / porca e a constatação de parafusos / porcas frouxas foi efetuado de forma manual, seu uso de ferramentas.

CÓPIA CONTROLADA

### **COMPORTAS BY-PASS:**

Existem comportas do Tipo By-Pass para equalização das Câmaras de Eclusagem. Elas estão instaladas a montante e jusante de cada Câmara, sendo um conjunto em cada lado. Nessa inspeção foi avaliada a suas vedações.

Comporta montante lado esquerdo – apresenta vedação sem vazamentos

Comporta montante lado direito – apresenta vedação sem vazamentos

Comporta jusante lado esquerdo – apresenta vedação com vazamentos

Comporta jusante lado esquerdo – apresenta vedação sem vazamentos

### **7- IMAGENS GERAIS DA INSPEÇÃO:**



**COMPORTA-5 (PINO HORIZONTAL, ROSCA DANIFICADA E SEM PORCA)**



**COMPORTA-10 (MANCAL-14 QUEBRADO)**

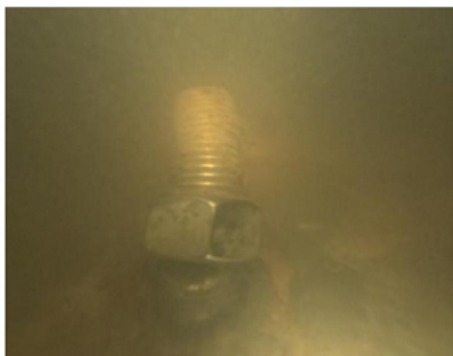


**COMPORTA-11 (MANCAL- 1 PORCA FROUXA)**

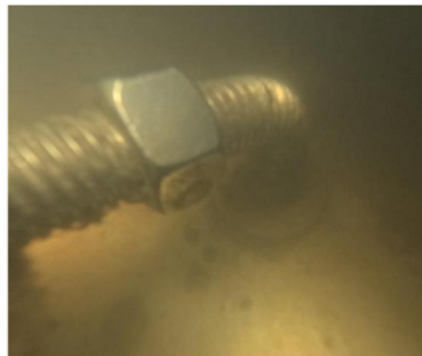


**COMPORTA-9 (MANCAL-2 PORCA FROUXA)**

CÓPIA CONTROLADA



**COMPORTA CÂMARA DE ECLUSAGEM JUSANTE  
(MANCAL - 01 PARAFUSO TORTO E SOLTO)**



**COMPORTA CÂMARA DE ECLUSAGEM MONTANTE  
(MANCAL - 07 PARAFUSO TORTO E SOLTO)**

#### **8- VÍDEOS DA INSPEÇÃO:**

- **EQUIPAMENTO UTILIZADO:** Câmera GO PRO modelo 11 Black.
- **RESOLUÇÃO UTILIZADA:** 5,3K/60
- **TAMANHO:** 16:9
- **ILUMINAÇÃO UTILIZADA:** Lanterna LED 1200 lúmens

**PARA VISUALIZAÇÃO DOS VÍDEOS DEVERÁ SER REALIZADO ACESSO ATRAVÉS DO LINK ABAIXO:**

[https://drive.google.com/drive/folders/1lj-IPO4Cn- BipjaoMrKg-WebTsW\\_C4H?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1lj-IPO4Cn- BipjaoMrKg-WebTsW_C4H?usp=sharing)

#### **9- METODOLOGIA UTILIZADA PARA A INSPEÇÃO:**

Para realização da inspeção subaquática foi utilizado a técnica de Inspeção Visual Subaquática, conforme previsto no PC-003-2023 (PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA).

Não foi realizada nenhum tipo de limpeza prévia nas estruturas inspecionadas.

#### **10- METODOLOGIA UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DO MERGULHO**

Para a realização da operação de mergulho foi observado o previsto no PC-001-2023 (PROCEDIMENTOS DE MERGULHO), bem como todos os procedimentos previstos na NORMAM 222.

CÓPIA CONTROLADA

### 11- DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA PARA A OPERAÇÃO:

- NORMAM 222
- PC-003-2023
- PC-001-2023

### 12- CROQUIS ILUSTRATIVOS:

Seguem abaixo CROQUIS ilustrativos das áreas inspecionadas, os mesmos servem apenas para orientação e localização das áreas e danos, não estando eles em escala.

#### VISTA SUPERIOR – ECLUSA:



CÓPIA CONTROLADA

Sendo o que tínhamos para o momento, agradecemos.

Atenciosamente.

A handwritten signature in blue ink, reading "Fernando Almeida Lopes". The signature is written in a cursive style with a blue ink color.

**FERNANDO ALMEIDA LOPES**  
**SUPERVISOR DE MERGULHO**

CÓPIA CONTROLADA

Anexo 4: Proposta para modernização e manutenção da barragem e eclusa do Canal São Gonçalo.



PROPOSTA TÉCNICA PT16042024cALMn2REV00

 <p>AFM ENGENHARIA FABRICAÇÃO - MONTAGEM - MANUTENÇÃO</p>	<p>AFM Engenharia Ltda.</p>
 <p>ALM UFPEL Agência de Desenvolvimento da Baía da Lagoa Mirim</p>	<p>Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim - UFPEL</p>



Endereço: Rua Quinze de Novembro, 310A – Bairro Centro – CEP: 96015-000 – Pelotas – RS

Contato: 53 3199-8851 – e-mail: [contato@afmengenharia.eng.br](mailto:contato@afmengenharia.eng.br)

[www.afmengenharia.eng.br](http://www.afmengenharia.eng.br)



**À**

**Agência da Lagoa Mirim.**

**Proposta para modernização e manutenção da barragem e eclusa do Canal São Gonçalo**

**A/C: Prof. Leonardo Contrera**

Apresentamos a seguir, nossa PROPOSTA TÉCNICA detalhada para o plano de modernização, automação e manutenção mecânica dos 18 sistemas de comportas da barragem São Gonçalo e comportas da eclusa, com o objetivo de melhorar a eficiência operacional, aumentar a segurança e garantir a durabilidade da infraestrutura da Barragem e Eclusa na cidade de Capão do Leão – RS.

Agradecemos ao convite para participação nesse certame, e permanecemos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários, firmando-nos.

Atenciosamente,

Filipe Delgado

Diretor Comercial

---

## PROPOSTA TÉCNICA

### Sumário

1.	APRESENTAÇÃO AFM ENGENHARIA LTDA.....	4
2.	ESCOPO.....	7
3.	ATIVIDADES DE MERGULHO E EMBARCAÇÕES DE APOIO 19	
4.	ISO 14001 .....	21
5.	RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA .....	22
6.	OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE.....	24
7.	PRAZO CONTRATUAL .....	25
8.	INVESTIMENTO .....	25
9.	ENCARGOS MORATÓRIOS .....	26
10.	RESPONSABILIDADES .....	26
11.	TURNO DE TRABALHO NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO..	26
12.	CONFIDENCIALIDADE .....	26
13.	VALIDADE DA PROPOSTA .....	26
14.	REAJUSTE .....	26
15.	PLANO DE GERENCIAMENTO DE ESCOPO .....	27
16.	ANEXO A.....	29



## 1. APRESENTAÇÃO AFM ENGENHARIA LTDA.

Somos a fusão de experiências em obras!

Nossa história está ligada ao crescimento da indústria no Brasil no final da década de 90 e início dos anos 2000. Temos como norte a disciplina, foco nos resultados orientados aos nossos clientes e nas pessoas que compõem nossa empresa.

O desenvolvimento sustentável inexistente se não houver o homem como centro desta questão, não como observador, mas sim como agente deste processo. Possuímos competência em todas as etapas, desde o projeto, planejamento, compra de materiais, logística, fabricação, montagem de equipamentos, controle de qualidade e manutenção.

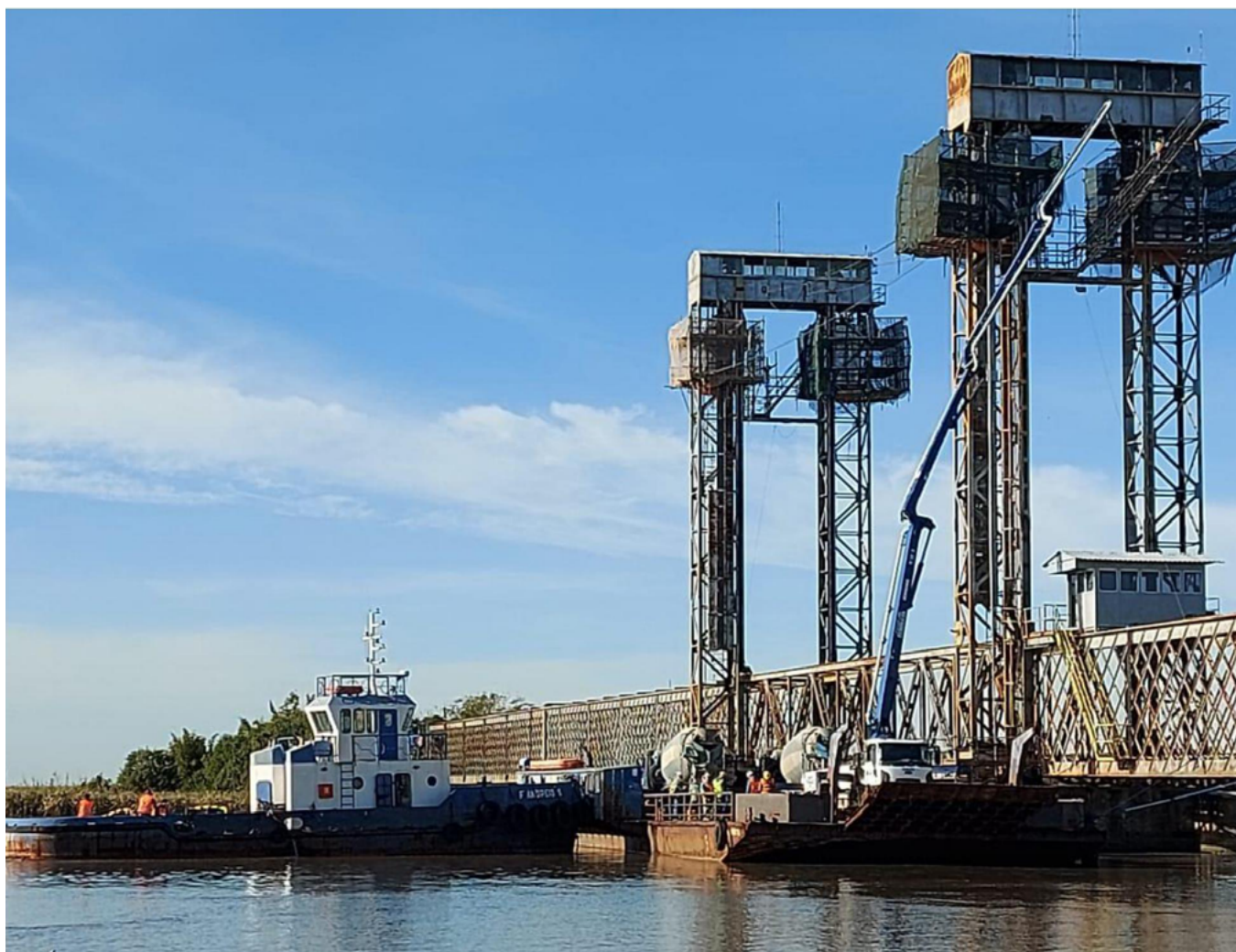
**SERVIÇOS**  
**SEGURANÇA E CONFIABILIDADE!**

MONTAGEM	MANUTENÇÃO	PLANEJAMENTO	COORDENAÇÃO FISCALIZAÇÃO
Executamos os diversos tipos de montagem na área de mecânica, obedecendo rigorosamente os mais variados padrões de qualidade, especificados por normas técnicas nacionais, internacionais e também as estabelecidas pelos clientes.	Manutenção preditiva, corretiva das unidades de processo. Também atuamos na recuperação de equipamentos industriais, reformas de instalações em unidades de processos na disciplina de Mecânica, Civil, Elétrica e Instrumentação.	Planejamento e programação de obras abrangendo todas as suas etapas e eventos. Realizando o gerenciamento das atividades, através do histograma e do cronograma completo do empreendimento ou da obra.	Fiscalização de obras de pequeno, médio e grande porte, desde a etapa de implantação do canteiro de montagem até o start-up da planta.

O Anexo I desta proposta anexamos atestados de capacidade técnica recentes e abaixo citamos algumas obras já entregues com satisfação de nossos clientes:

- Projeto mecânico e civil - Contrapeso ponte férrea - Malha Sul - Laudo Técnico para avaliação mecânica das chapas e perfis que compõem o sistema de içamento do vão levadiço da ponte férrea móvel sobre o Canal São Gonçalo, Pelotas – RS

- Recuperação estrutural - viaduto férreo Br 285 - serviço de recuperação estrutural do Viaduto ferroviário e recuperação do guarda-corpo danificado, localizado no km 281+560, do trecho que liga as estações de General Luz, no estado do Rio Grande do Sul, à Lages, no estado de Santa Catarina, em Vacaria – RS
- Projeto, fabricação e montagem mecânica - Fornecimento de projeto mecânico, fabricação e fornecimento de Serviços referentes a montagem mecânica do sistema novo de polias da Ponte Levadiça sobre o Canal de São Gonçalo e Projeto, fabricação e montagem Mecânica e civil dos contrapesos da ponte férrea sobre o canal São Gonçalo - Pelotas - RS



- Rede de Incêndio – Rede em PEAD - Projeto e Instalação dos anéis externos das redes de distribuição de água e preventiva contra incêndio do Grupamento de Fuzileiros Navais de Rio Grande – RS

## MONTAGEM - FABRICAÇÃO - MANUTENÇÃO

- Montagem Mecânica - Projeto e execução das redes de água de reuso, água fria, hidrantes, Pipe Rack e montagem do Chiller | PLANTA DELTA PLASTICS PELOTAS – RS
- Parada de manutenção - Parada de manutenção, para troca dos transportadores de pellets no sistema de descarte na planta de pellets TANAC - Rio Grande – RS
- Rede de Incêndio – Tubulações em PEAD - Prestação de serviços reposicionamento da rede de hidrantes e instalação de dos pontos novos na TANAC Unidade de Rio Grande – RS
- Montagem mecânica – Montagem da Fábrica de rações Lá de Fora, silos de armazenagem, elevadores, roscas, silos pulmão, balança de pesagem de matéria-prima, silos de expedição e moinho de martelos em Pelotas – RS

## PRINCIPAIS CLIENTES

rumo



HHtec  
HHTEC - Comércio e Serviços Ltda

Eletrobras  
CGT Eletrosul

Ecocell  
Inteligência Ambiental

cte  
centro de tecnologia  
de edificações

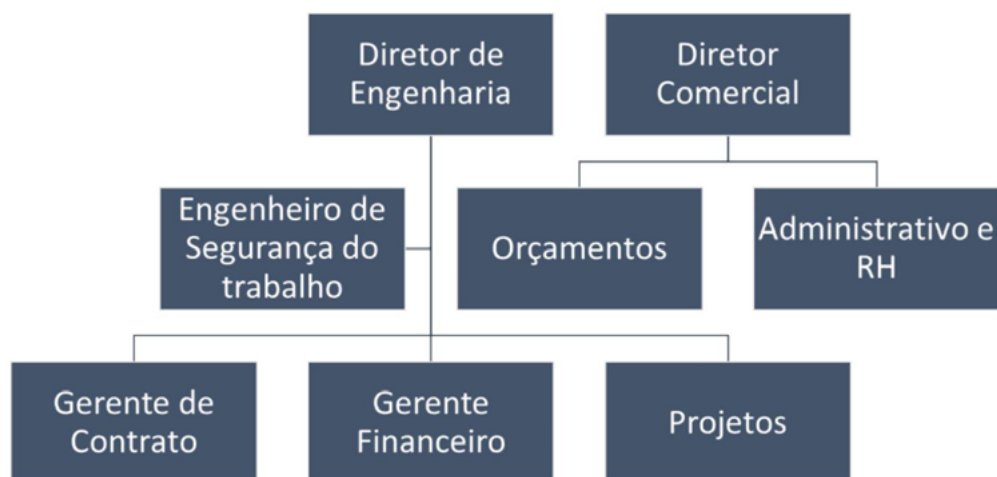
ACPO  
EMPREENDIMENTOS

Lá de  
fora  
NUTRIÇÃO ANIMAL

DRILLING  
COMPANY

TANAC

## Organograma AFM Engenharia:



## 2. ESCOPO

Este documento apresenta o escopo detalhado para a revisão e manutenção de 18 sistemas de comportas da barragem São Gonçalo e comportas da eclusa. As atividades incluem substituição de anodos, desempenho de 06 (seis) comportas, pintura, e desmontagem e montagem para manutenção mecânica por terceiros em componentes como mancais, polias, redutores, eixos, rolamentos, etc.... Além disso, abrange a manutenção das instalações elétricas e o novo sistema de automação da barragem e eclusa.

Abaixo segue descrição por etapa de escopo:

### A. Novo sistema de automação e elétrica da Barragem e Eclusa

Os serviços serão executados observando-se as recomendações das normas NBR 5410 / 2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão e NBR IEC 60439-1 / 2003 - Conjunto de manobra e controle em Baixa Tensão.

### **ILUMINAÇÃO E TOMADAS – CDL 1**

Compreende o fornecimento e instalação de materiais, para alimentação de **53** pontos de luz e tomadas, de modo a atender as necessidades de iluminação e serviços.

Luminárias / projetores utilizados nos poços e túneis serão LED e **à prova de explosão** e demais à prova de pó.

1	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 11 m – LED 200 W	7	200 W
2	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30 W	14	30 W
3	Substituição das luminárias nos postes metálico reto de 3 m – Plafonier LED 30 W	14	30 W
4	Luz interna - sala de controle	6	18 W
5	Luz interna - sala do CCM comportas eclusa	12	18 W
<b>Total</b>		<b>53</b>	

### CONDUTORES DE BAIXA TENSÃO

Os cabos serão dimensionados conforme norma pela máxima capacidade de condução de corrente e queda de tensão admissível nas seguintes seções:

- **CABO GERAL:** condutores unipolares 120 e 240 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV – tipo flexível 90°;
- **FORÇA:** condutores tripolares até 3 x 16 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV, condutores singelos a partir de 25 mm<sup>2</sup>, isolação EPR 0,6 / 1kV – tipo flexível 90°. Com terra comum na bitola do maior condutor.
- **COMANDOS:** condutores com bitola mínima 1,0 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V.
- **INSTRUMENTAÇÃO:** condutores com bitola mínima 0,75 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V.
- **ILUMINAÇÃO:** Terão bitola mínima 1,5 mm<sup>2</sup>, isolação 750 V e EPR 0,6 / 1 kV.

Os condutores não terão emendas, salvo extrema necessidade, neste caso serão feitas com conectores e tecnologia apropriada para assegurar durabilidade, perfeita isolação e ótima condutividade elétrica. Os conectores serão do tipo “a compressão” (sem solda), conforme especificado.

Endereço: Rua Quinze de Novembro, 310A – Bairro Centro – CEP: 96015-000 – Pelotas – RS

Contato: 53 3199-8851 – e-mail: contato@afmengenaria.eng.br

www.afmengenaria.eng.br

---

## **SISTEMA DE ELETRODUTOS**

Os eletrodutos serão do tipo galvanizados NBR 5624 conforme recomendações da Norma constituídos em aço-carbono com costura e sem rebarbas, nas bitolas que se fizerem necessárias, fixados por meio de braçadeiras galvanizadas.

Para curvas de eletrodutos a serem executadas na obra, serão empregadas máquinas de curvar apropriadas.

Todas as terminações de eletrodutos em caixas de chapa com furos passantes terão buchas e arruelas de alumínio.

Todas as conexões de eletrodutos à motores serão com prensa cabos, conectores ou com tubos flexíveis, revestidos de PVC, onde serão empregados conectores apropriados para manter a vedação.

## **CAIXAS DE PASSAGEM DERIVAÇÃO E INSPEÇÃO**

As caixas de passagem, derivação e inspeção serão instaladas conforme necessidade para passagem e inspeção dos condutores.

Nas instalações aparentes, as caixas serão rigidamente fixadas à estrutura ou parede do edifício, por meio de parafusos e ou suportes apropriados, independentes dos eletrodutos.

## **LEITOS GF E ELETROCALHAS**

Os leitos para instalação dos cabos de força e comandos serão de aço galvanizado, GF, com seus respectivos acessórios e dimensões padronizadas: abas com alturas de 100 mm; largura de 50 mm, 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm, 600 mm e 700 mm (máximo), fixadas ou apoiadas com peças e acessórios apropriados, com os vãos máximos indicados no projeto e poderão ser providas de tampas.

As emendas entre elementos de leitos serão executadas conforme recomendação do fabricante, nas mesmas características técnicas, e fixadas por meio de parafusos.

Todos os leitos serão instalados na posição vertical.

## **PRINCIPAIS COMPONENTES**

- 
- LUMINÁRIAS, REFLETORES - WETZEL/TRAMONTINA/LUMAN
  - FIOS E CABOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO.
  - ELETRODUTOS - ELECON/TRAMONTINA/APOLO.
  - CAIXAS DE PASSAGEM - WETZEL/TRAMONTINA.

### **SISTEMA ATERRAMENTO E SPDA**

Compreende o fornecimento de materiais e mão-de-obra para instalação de uma malha subterrânea, que contorna toda a unidade, com cabo de cobre nu 50mm<sup>2</sup> e hastes de aço cobreado 5/8"x2,40m.

Na área da barragem o cabo será lançado junto com os cabos de força no leito de força.

As conexões serão efetuadas com soldas exotérmicas.

As estruturas metálicas serão conectadas à malha de terra através de cabos de cobre nu 35mm<sup>2</sup>.

Previstos cinco (05) para-raios do tipo Franklin instalados nas torres.

#### **PRINCIPAIS COMPONENTES**

- CABOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO
- PARA-RAIOS E ACESSÓRIOS - PARATEC/AMERION

### **INSTALAÇÕES DOS PONTOS DE COMANDO**

Compreende o fornecimento de materiais e mão-de-obra para instalação dos pontos de comando.

Considerado:

- 18 sensores nas eclusas;
- Cada quadro elétrico será provido de uma remota;
- As interligações entre as 22 remotas dos quadros elétricos e o CLP serão executados em rede ethernet.

#### **PRINCIPAIS COMPONENTES**

- CABOS / FIOS - SIL/INDUSCABOS/CORFIO
- ELETRODUTOS -ELECON/APOLLO/TRAMONTINA
- CAIXAS DE PASSAGEM - WETZEL/DAISA



### SISTEMA DE FORÇA

Compreende o fornecimento das infraestruturas para ligação dos motores e alimentadores descritos abaixo.

Item	Descrição	PONTO	Pot. (CV)
1	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 1	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
2	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 2	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
3	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 3	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
4	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 4	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
5	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 5	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
6	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 6	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
7	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 7	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
8	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 8	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
9	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 9	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
10	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 10	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
11	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 11	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
12	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 12	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
13	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 13	1	4





# ENGENHARIA

MONTAGEM - FABRICAÇÃO - MANUTENÇÃO

	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
14	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 14	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
15	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 15	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
16	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 16	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
17	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 17	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
18	Alimentador do CCM - 4 CV - Comporta 18	1	4
	Guincho - M1 4 CV - Inversor	1	4
19	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 1 - Direita	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 1 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 1- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
20	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 1 - Esquerda	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 1 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 1- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
21	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 2 - Direita	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 2 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 2- M2 - 4 CV - Reversível	1	4
22	Alimentador do CCM da Comporta Eclusa 2 - Esquerda	1	19
	Guincho da Comporta Eclusa 2 - M1 - 15 CV - Reversível	1	15
	Freio da Comporta Eclusa 2 - M2 - 4 CV - Reversível	1	4
23	Alimentador Sala de Eclusagem - CD Iluminação	1	0
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>296</b>

Cabos 0,6/1 kV HEPR 90° tetrapolares até a bitola de 2,5 mm<sup>2</sup>, tripolares até 16,0 mm<sup>2</sup> e unipolares a partir desta. O cabo de terra geral será comum na bitola 25,0 mm<sup>2</sup> e derivações será na bitola do cabo de cada motor e/ou alimentador.

Para proteção mecânica dos cabos de força utilizaremos parte do caminhamento em leitos de aço galvanizado à fogo nas bitolas de

(700,600,500,400,300,200,100) x100x3000 mm sem tampa, parte subterrânea e parte em eletrodutos de ferro galvanizado nas bitolas onde a ocupação total dos cabos não ultrapasse 40% da sua área.

Os eletrodutos utilizados atenderão a norma.

A fixação dos leitos será através de suportes confeccionados com cantoneiras de ferro galvanizado.

A fixação dos eletrodutos será através de braçadeira tipo "D", com fechamento através de parafuso apropriado.

Na mudança no sentido do caminhamento dos eletrodutos utilizaremos caixas de passagem e curvas de acordo com a bitola.

Para o acabamento da conexão entre eletroduto e caixa de ligação dos motores serão utilizados eletrodutos flexíveis do tipo tecnoflex, com conectores macho giratório e fêmea fixa.

O sistema de iluminação, comando e força serão compartilhados no mesmo caminhamento, utilizando divisórias metálicas.

### **PRINCIPAIS COMPONENTES**

- CABOS / FIOS - SIL / INDUSCABOS / CORFIO
- ELETRODUTOS - APOLLO/ELECON/TRAMONTINA
- CAIXA DE PASSAGENS - WETZEL/DAISA
- LEITOS - INECEL/BANDEIRANTE

### **SISTEMA DE GERENCIAMENTO E SUPERVISÃO**

O Sistema de Gerenciamento e Supervisão é uma solução de controle e informações do sistema elétrico da barragem. Este sistema é composto por diferentes sistemas de gerenciamento e segurança que deverão ser compatibilizados e integrados através rede ethernet de comunicação de dados.

Os subsistemas considerados nesta especificação para formar o SGSP são os seguintes:

- Sistema de supervisão e automação;
- Sistema de supervisão energia elétrica;

- Controle de iluminação;
- Rede de dados por fibra ótica;
- Sistema de Circuito Fechado De Televisão IP;
- Comando e supervisão de operações das comportas;

O SGS deverá possuir como característica principal operar em ambiente industrial, de maneira contínua (24 horas/ dia) com alta confiabilidade.

O SGS deverá obrigatoriamente ser gerenciado por um software único. O software deve executar a supervisão e automação dos sistemas que farão parte do SGS. Este software é responsável pelo monitoramento de todos os equipamentos que compõe a solução. Na possibilidade de qualquer indisponibilidade de um equipamento, o sistema deve alertar o operador sobre o defeito, mostrar em planta baixa qual o local e instruir o mesmo de qual procedimento tomar. Todas essas ações devem ser registradas no banco de dados/Log do sistema.

<b>PLANILHA DE ITENS</b>					
<b>ITEM</b>	<b>ANEXO 2 - DESCRICAO</b>	<b>UN.</b>	<b>QTD</b>	<b>FABRICANTE</b>	<b>MODELO</b>
<b>1</b>	<b>Sistema de Gestão e supervisão</b>				
1.1	Modulo console	Un.	1		
1.2	Painel de led	Un.	1		
1.3	Controlador de LED	Un.	1		
1.4	Estação de trabalho	Un.	1		
1.5	Monitor 27"	Un.	2		
1.6	Estação de trabalho	Un.	1		
1.7	Controlador de campo + acessórios	Un.	22		
1.8	Gabinete PCP	Un.	1		
1.9	Servidor principal	Un.	1		
1.10	Switch	Un.	1		
1.11	Software de gerenciamento e administração	Un.	1		
1.12	Cabeamento estruturado	Cj.	1		

1.13	Infraestrutura, instalação e manutenção	Cj.	1		
1.14	Serviços e execução do objeto	Un.	1		
1.15	Câmera de vídeo	un.	6		
1.16	Gravador de vídeo	un.	1		
1.17	Sensor p/ comportas*	un.	18		

- Projeto e execução das instalações elétricas de baixa e média tensão;
- Instalação de painéis de distribuição elétrica;
- Cabeamento e infraestruturas elétricas;
- Sistemas de aterramento e proteção contra surtos;
- Desenvolvimento e implementação do sistema de automação da barragem e eclusa.
- Integração de sensores e atuadores.
- Programação de CLPs (Controladores Lógico Programáveis).
- Instalação e configuração de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).
- Testes e comissionamento dos sistemas de automação.
- Implementação de lógica de controle, intertravamentos, e sequências operacionais.
- Desenvolvimento de interfaces de usuário no software SCADA.
- Criação de telas de monitoramento, alarmes e histórico de dados.
- Elaboração de manuais detalhados sobre a operação e manutenção do sistema de automação.
- Documentação de todos os procedimentos, diagramas e especificações técnicas.
- Definição de testes funcionais e operacionais para o sistema de automação.
- Execução de testes em ambiente controlado para verificar o funcionamento dos PLCs e do software SCADA.
- Instalação final e ativação dos sistemas no local.

- 
- Testes de comissionamento para garantir a operação correta de todos os componentes.
  - Ajustes e otimizações finais para garantir a eficiência do sistema.
  - Treinamento de Operação e Manutenção do Sistema de Automação (40h):
    - Treinamento teórico e prático para a equipe de operação e manutenção.
    - Sessões de 40 horas cobrindo todos os aspectos do sistema de automação, incluindo operações diárias, solução de problemas e manutenção preventiva.
  - Será fornecido também, uma embarcação de alumínio com motor de 25HP para salvatagem tripulada por 01 técnico de resgate e marinheiro regional.

## **B. Mecânica**

Este documento descreve o escopo detalhado para a revisão e manutenção de 18 comportas da Barragem e 2 comportas da Eclusa Pelotas, incluindo a substituição de anodos, desempenho de 06 (seis) comportas, pintura e desmontagem e montagem para manutenção mecânica por terceiros em componentes como mancais, polias, redutores, eixos e rolamentos. A seguir está um detalhamento completo:

### **a) Substituição de Anodos**

- Retirada dos Anodos Antigos: Desmontagem cuidadosa dos anodos desgastados.
- Instalação de Novos Anodos: Fixação de novos anodos, garantindo a correta conexão e proteção contra corrosão.
- O Fornecimento dos Anodos será por conta da CONTRATANTE.

### **b) Comportas**

- Inspeção Inicial: Verificação de desalinhamentos e deformações nas comportas.
- Içamento de Comportas: Içamento das comportas para reparo.

- 
- Processo de Desempeno: Aplicação de técnicas de desempenho, como aquecimento e/ou prensagem, para corrigir deformações.
  - Reinstalação e Ajuste: Montagem das comportas desempenadas e ajuste fino para garantir funcionamento suave.
  - Todos os serviços de desempenho estão previsto execução no local. Caso haja uma análise conjunta entre as partes de que tenha que fazer fora do local, esta proposta não contempla a retirada, a movimentação de carga e transporte da mesma.
  - O fornecimento das borrachas de vedação das comportas serão por conta da CONTRATANTE.

### **c) Jato e Pintura**

- Preparação da Superfície: Limpeza das superfícies das comportas por jato para remoção de ferrugem, poeira e pintura velha.
- Aplicação de Primer: Uso de primer anticorrosivo para proteção inicial.
- Pintura de Acabamento: Aplicação de camadas de tinta de acabamento resistente a intempéries e corrosão.
- Inspeção de Qualidade: Verificação da uniformidade e aderência da pintura.

### **Esquema de Pintura proposto:**

- TL CJ ET SIL ZN N1661 CINZ
- TL CJ WEG TIE COAT CINZ CLARO
- TL CJ EP 712ACAB N2851 PRET N1
- TL ECOLOFLEX SPC 200 Z VERM - 20 L - BD
- DILUENTE EPOXI 3005
- DILUENTE ETIL SILIC 9001

### **d) Manutenção Mecânica a ser realizada pela empresa PEIL**

A AFM Engenharia se responsabiliza pela desmontagem e montagem dos seguintes equipamentos que serão mantidos pela empresa PEIL:

<b>SERVIÇOS ECLUSA SÃO GONÇALO</b>	
<b>ARTICULAÇÃO BY PASS</b>	<b>QUANT</b>
RETIFICAR ROLDANAS Ø1000mm	8
RETIFICAR BUCHAS DAS ROLDANAS	8
EIXO SOB MEDIDA PARA ROLDANA	8
RETIFICAR CARRETEIS	4
MANCAIS BIPARTIDOS	16
ESTICADORES	16
FUSOS	4
<b>CONJUNTO COMPORTAS</b>	
RETIFICAR ROLDANAS COMPORTAS Ø700mm ( <b>superiores</b> )	36
RETIFICAR ROLDANAS COMPORTAS Ø700mm ( <b>inferiores</b> )	36
RETIFICAR BUCHAS DAS ROLDANAS	72
RETIFICAR CARRETEIS	18
EIXOS PARA CARRETEIS SOB MEDIDA	18
REVISAR REDUTORES	18
JATEAMENTO E PINTURA DE PROTEÇÕES	18
ESTRUTURA DE FIXAÇÃO DOS CONJUNTOS	4

#### **e) Cabos**

- Desmontagem dos Cabos Antigos: Remoção segura e controlada dos cabos desgastados.
- Seleção e Preparação dos Novos Cabos: Escolha de cabos de aço novos de especificações adequadas e preparação para instalação.
- Instalação dos Novos Cabos: Montagem e fixação dos novos cabos, garantindo o tensionamento e alinhamento corretos.
- Teste de Funcionamento: Realização de testes para verificar a funcionalidade e segurança dos novos cabos instalados.
- O fornecimento dos cabos com laudo de fábrica e testes de tensionamento e carga serão por conta da CONTRATANTE.

#### **f) Testes e Comissionamento**

- **Teste de Funcionamento:** Realização de testes de operação das comportas e da eclusa após a manutenção.
- **Ajustes Finais:** Realização de ajustes finos baseados nos resultados dos testes.
- **Documentação:** Registro detalhado de todas as atividades realizadas, incluindo inspeções, substituições, e ajustes.

#### **g) Segurança e Meio Ambiente**

- **Protocolos de Segurança:** Garantir que todas as atividades sigam as normas de segurança para proteger os trabalhadores e o ambiente.
- **Gestão de Resíduos:** Coleta e descarte adequado de resíduos gerados durante a manutenção, seguindo as diretrizes ambientais.

#### **h) Planejamento e Gestão de Projeto**

- **Cronograma:** Desenvolvimento de um cronograma detalhado para todas as atividades.
- **Alocação de Recursos:** Assegurar que todos os materiais e equipamentos necessários estejam disponíveis.
- **Coordenação de Equipes:** Gerenciamento das equipes envolvidas para garantir a execução eficiente das tarefas.

Este escopo detalhado serve como um guia abrangente para a realização das atividades de revisão e manutenção das comportas da Barragem Pelotas e da eclusa, garantindo a integridade estrutural e a operação segura e eficiente do sistema.

### **3. ATIVIDADES DE MERGULHO E EMBARCAÇÕES DE APOIO**

Prestação de serviços subaquáticos de apoio as atividades de manutenção das comportas da eclusa, também o fornecimento de embarcação de apoio marítimo para movimentação e posicionamento dos stop Logs e ainda fornecer 01 embarcação de apoio portuário para auxílio as atividades, incluindo nesta um profissional com treinamento em socorro aquático.



---

Os serviços têm por objetivo auxiliar a contratante e seus contratados nas seguintes atividades:

- Desacoplamento, acoplamento e reparo dos mancais e parafusos das comportas;
- Rebocador para movimentação e posicionamento dos stop logs.
- Barco de apoio portuário para auxílio diário nas atividades, incluindo a bordo um profissional técnico com especialização em salvamento aquático.

#### **EQUIPAMENTOS E EQUIPE:**

- Equipe de mergulho (01 supervisor, 4 mergulhadores),
- Engenheiro responsável técnico pelas atividades, não residente.
- Todos os equipamentos de mergulho necessários.
- Veículos de apoio, alimentação fora do local dos serviços, todas as mobilizações e desmobilizações de equipes e equipamentos e demais custos envolvidos nas atividades.
- Inclusa câmara hiperbárica a disposição, dedicada e exclusiva, posicionada no local dos serviços em atendimento a NORMAM 222 (nova denominação da NORMAN 15) do ministério da marinha que entrou em vigor no dia junho - 2023.
- - Fornecer as embarcações de apoio, com as seguintes especificações:  
Embarcação I
  - Embarcação com casco de aço com 18 metros de comprimento e boca moldada de 5,0 metros, calado mínimo 01 metros.
  - Convés livre com 11 x 5,00 metros.
  - 02 motores diesel marca Mercedes Bens – modelo 366 – com 220 CVs cada, caixa marítima 4:1;
  - 03 tripulantes – 01 mestre de cabotagem, 01 marinheiro de máquinas e 01 marinheiro de convés.
  - 09 passageiros.

---

## Embarcação II

- Embarcação com casco de madeira com 13 metros de comprimento e boca moldada de 4,24 metros, calado mínimo 01 metros.
- Convés livre com 06 x 4,00 metros.
- 01 motores diesel marca MWM – modelo X10 – com 220 CVs cada, caixa marítima 3:1;
- 03 tripulantes – 01 mestre de cabotagem, 01 marinheiro de máquinas e 01 marinheiro de convés.
- 07 passageiros.

### **4. ISO 14001**

A AFM ENGENHARIA não é certificada na ISSO 14001, no entanto atendemos os requisitos abaixo listados:

#### **Identificação e Avaliação de Aspectos Ambientais:**

A AFM Engenharia avalia e documenta os aspectos ambientais associados às suas atividades, na prestação de serviços. Uso de recursos naturais, geração de resíduos, entre outros.

#### **Atendimento à Legislação Ambiental:**

A AFM Engenharia conhece e atende aos requisitos legais e regulamentares aplicáveis relacionados ao meio ambiente. Isso inclui leis ambientais locais, estaduais e nacionais que afetam suas operações.

#### **Estabelecimento de Objetivos e Metas Ambientais:**

A AFM Engenharia estabelece objetivos e metas ambientais mensuráveis, alinhados à sua política ambiental. Nossos objetivos são consistentes com a necessidade de proteger o meio ambiente, prevenir a poluição e atender a outros compromissos relevantes.

---

### **Plano de Resposta a Emergências Ambientais:**

A AFM Engenharia desenvolverá para esse contrato um plano de resposta a emergências ambientais, visando prevenir e controlar incidentes que possam ter impactos adversos no meio ambiente.

### **Comunicação Ambiental:**

A comunicação eficaz, tanto interna quanto externamente, é fundamental. A AFM Engenharia irá estabelecer processos para comunicação interna sobre questões ambientais e para fornecer informações relevantes ao público externo, quando aplicável.

### **Monitoramento e Medição:**

A AFM Engenharia irá implementar procedimentos para monitorar e medir regularmente seus aspectos ambientais significativos. Isso inclui monitoramento de emissões, consumo de recursos naturais, geração de resíduos, entre outros.

### **Auditorias Ambientais:**

Irà Realizar de auditorias internas regulares para garantir a conformidade com os requisitos do sistema de gestão ambiental do cliente e identificar oportunidades de melhoria contínua.

### **Treinamento e Conscientização:**

A AFM Engenharia deve garantir que os funcionários sejam competentes para realizar suas tarefas com considerações ambientais. Além disso, programas de conscientização ambiental podem ser implementados para promover uma cultura de responsabilidade ambiental.

## **5. RESPONSABILIDADES DA CONTRATADA**

- Fornecimento de todas as ferramentas, máquinas, equipamentos e mão-de-obra necessária à completa execução dos serviços, em quantidade e qualidade compatíveis com a natureza do projeto;

- 
- Fornecimento de mão de obra profissional direta e indireta de qualidade com número suficiente e adequado de pessoal operacional, necessário ao exato cumprimento das obrigações assumidas e execução do Objeto nas especificações, periodicidades, volumetrias e níveis de serviço acordados;
  - Recebimento do material e inspeção dos certificados dos materiais e equipamentos empregados e posterior entrega ao cliente juntamente com Data Book;
  - Fornecer Transporte para todos os colaboradores, bem como alimentação;
  - Fornecer hospedagem e deslocamento intermunicipal para toda a equipe de colaboradores durante o período de execução da obra;
  - Fornecimento de equipe de Controle de qualidade da AFM Engenharia para atender as especificações do contrato;
  - Fornecimento de todo o equipamento de proteção individual para os funcionários em conformidade à legislação vigente e em atendimento às normas estabelecidas pelo cliente;
  - Cumprir as normas de segurança, saúde e meio ambiente estabelecidas pela legislação vigente e pela CONTRATANTE;
  - Confeccionar o RDO (Relatório Diário de Obras) e obter assinatura do responsável indicado;
  - Fornecimento de Anotação de responsabilidade técnica de todas as etapas descritas do serviço junto ao CREA-RS.
  - Fornecimento de container para almoxarifado e administrativo;
  - Apresentar mensalmente documentos comprobatórios de pagamentos de suas obrigações fiscais e trabalhistas relacionadas ao escopo contratado.
  - Fornecer após o recebimento do contrato Cronograma detalhado que contemplarão todas as atividades do contrato: os caminhos críticos, as datas de início e fim, bem como a relação de dependência e simultaneidade das atividades;
  - Fornecer seguro de vida aos funcionários, seguro de responsabilidade Civil;

- 
- Fornecer sistema de radiocomunicação que garanta a comunicação entre os integrantes das equipes, bem como Rádios para comunicação na frequência da Via.
  - Enviar diariamente, ou com prazo máximo de 48 horas, os relatórios diários de obra, contendo: número de funcionários, atividades executadas, condições do tempo no período da manhã e tarde, recursos disponibilizados para as atividades, horário de chegada e saída da obra;
  - Apresentar no final de cada mês de medição relatório de medição contendo: fotos, memorial de cálculo, controle tecnológico de itens que assim necessitem e, ordem de serviço devidamente preenchida;
  - Responder em qualquer nível por todas as obrigações oriundas do futuro contrato perante terceiros, órgãos governamentais de proteção e conservação do meio ambiente;
  - Responder em um prazo máximo de 48 horas as dúvidas enviadas seja através de e-mails ou outra espécie de comunicação. Se solicitada, comparecer à obra ou à ALM para prestação de esclarecimentos;
  - Todos os mergulhadores são treinados conforme a NR15 e com certificados atendendo a NORMANN 222DPC;

## **6. OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE**

- Liberação das áreas de acesso necessárias à execução dos serviços;
- Emitir OS para início dos trabalhos;
- Credenciar, por escrito, junto a CONTRATADA, um funcionário de seu próprio quadro que atuará como fiscal do contrato;
- Analisar e aprovar o plano de execução e o cronograma detalhado dos serviços a serem apresentados pela CONTRATADA no início dos trabalhos;
- Promover reuniões periódicas no canteiro de serviço para análise e discussão sobre o andamento dos serviços, esclarecimentos e providências necessárias ao cumprimento do contrato;
- Proporcionar condições plenas de trabalho para a CONTRATADA, fiscalizando e dando suporte nas decisões conflitantes, eliminando, na medida do possível, entraves de natureza técnica ou administrativa que impeçam o bom

---

andamento dos trabalhos e/ou que incorram em atrasos na programação estabelecida;

- Aprovar partes, etapas ou a totalidade dos serviços executados, verificar e atestar as respectivas medições, bem como conferir, vistar e encaminhar para pagamento as faturas emitidas pela CONTRATADA;
- Verificar e aprovar a substituição de materiais, equipamentos e serviços solicitados pela CONTRATADA, com base na comprovação da equivalência entre os componentes, de conformidade com os requisitos estabelecidos no Contrato;
- Verificar e aprovar os relatórios periódicos de execução dos serviços, elaborados em conformidade com os requisitos estabelecidos no Contrato;
- Instruir a CONTRATADA quanto ao detalhe desta Especificação Técnica, bem como a prioridade do objeto a ser executado, normas e procedimentos internos da Contratante;
- Expedir determinações e comunicações relativas à execução do objeto.

## **7. PRAZO CONTRATUAL**

O prazo para a conclusão da obra é de 24 meses.

## **8. INVESTIMENTO**

O investimento para o escopo supracitado é de R\$ 42.784.755,31 (Quarenta e dois milhões e setecentos e oitenta e quatro mil e setecentos e cinquenta e cinco reais e trinta e um centavos).

A mobilização será de 20% do valor total do contrato.

Todo valor faturado pela AFM Engenharia;

Serão emitidos mensalmente Boletins de Medição que serão conferidos pela fiscalização da contratante. A Nota fiscal será emitida no terceiro dia útil após entrega do BM as diferenças que porventura forem encontradas entre o valor da NF e do boletim analisado serão descontadas da fatura seguinte.

O vencimento da nota fiscal é de 15 dias após a emissão da mesma.

---

## **9. ENCARGOS MORATÓRIOS**

O pagamento de parcelas em atraso será acrescido de multa moratória de 2% (dois por cento) sobre o valor da parcela acrescido de mora diária, cobrados em fatura complementar. Atrasos superiores a 15 (quinze) dias poderão acarretar a descontinuidade do trabalho executado.

## **10. RESPONSABILIDADES**

É de total responsabilidade da AFM Engenharia Ltda., cumprir com os recursos citados nessa proposta.

## **11. TURNO DE TRABALHO NA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO**

Para essa Obra, a jornada de trabalho dos colaboradores deverá seguir as recomendações da Contratante, sendo o turno de trabalho de segunda a sexta-feira, de 7h30 às 17h18, com 1h de almoço.

O trabalho e horário extraordinário e aos sábados, caso seja necessário, a remuneração dos servidores será com os acréscimos previstos por Lei e acordo sindical.

## **12. CONFIDENCIALIDADE**

Apenas as partes concordam em tratar como sigilosos e confidenciais todas as informações escritas ou orais a que tiverem acesso, documentos e demais materiais, que contenham informações técnicas, econômicas ou de mercado, não disponibilizando tais informações a quaisquer terceiros, salvo autorização escrita em contrário da outra parte.

## **13. VALIDADE DA PROPOSTA**

A presente proposta tem como validade 60 dias.

## **14. REAJUSTE**

Caso haja reajustes de componentes da formação de preços tais como salários, equipamentos, moradia, alimentação, transporte, solicitações sindicais que comprovadamente afetem o valor de nossa proposta, deverão as partes,

---

contratante e contratada, renegociarem os valores com base na boa fé sobre tal circunstância.

## **15. PLANO DE GERENCIAMENTO DE ESCOPO**

- **Autorização das Mudanças**

As autorizações de mudanças de escopo ou aumento de escopo devem obedecer a um fluxo que possibilite que as pessoas envolvidas estejam cientes e bem informadas sobre suas responsabilidades em autorizar as devidas solicitações, vale ressaltar que somente a autorização efetivamente dará início ao processo de mudança.

- **Avaliação das Mudanças**

Após as mudanças serem autorizadas, deverá ser iniciado o processo de avaliação que permitirá observar qual o impacto destas alterações e qual o tamanho do esforço necessário para realizar as atividades. Sugere-se que neste momento seja feita uma breve reunião entre os respectivos GESTORES envolvidos AFM Engenharia e Agência da Lagoa Mirim de forma a serem esclarecidas quaisquer dúvidas sobre as atividades a serem realizadas e os recursos necessários.

- **Aprovação das Mudanças**

Depois de finalizada a avaliação das mudanças e as mesmas acordadas entre as partes tornam-se possível à aprovação das mudanças permitindo que sejam executadas as tarefas.

- **Aceite das Mudanças**

Todas as mudanças após serem executadas devem ser verificadas, observando se as mesmas estão em conformidade com o que foi definido após a aprovação. Esta verificação possibilitará o aceite das mudanças sendo que este aceite efetivamente finalizará o processo de mudanças.



---

- **Registros**

Os registros de mudança do escopo são os documentos que evidenciarão todas as informações relativas ao processo de mudança. Esta documentação deverá ser anexada no fechamento contratual evidenciando as atividades que foram executadas, possibilitando que sejam feitos os acertos contratuais.

Para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários, favor entrar em contato com Filipe Delgado – [filipe.delgado@afmengenaria.eng.br](mailto:filipe.delgado@afmengenaria.eng.br) ou pelo telefone (53) 9 8111-5045.

**ATENCIOSAMENTE,**  
**Filipe Delgado**  
**Diretor Comercial**  
**53 3199-8851**

**rumo****ATESTADO TÉCNICO DE SERVIÇOS REALIZADOS**

Atestamos para os devidos fins que a **AFM Engenharia Ltda**, inscrita no CNPJ 46.192.322/0001-80, sediada na Rua Dr. João Pessoa 841 na cidade de Pelotas – RS com CEP 96010-470, **executou** para à **RUMO Malha Sul S.A.**, inscrita no CNPJ 01.258.944/0005-50, com sede na Rua Emilio Bortolini, 100, Sala 08 – Vila Oficinas, Curitiba, Paraná, CEP: 82.920-030, o **contrato nº 4501727024** pactuado entre as partes e executado no período de 09/03/2023 à 19/06/2023, cujo objeto é execução das obras de serviço de recuperação estrutural do Viaduto ferroviário e recuperação do guarda-corpo danificado, localizado no km 281+560, do trecho que liga as estações de General Luz, no estado do Rio Grande do Sul, à Lages, no estado de Santa Catarina. Essa ferrovia é conhecida como Tronco Sul. O viaduto localiza-se especificamente no centro da cidade de Vacaria (RS), transpondo a BR 285., no município de Vacaria - RS.

**ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

Engenheiro	Registro CREA	ART
Rafael Faleiro Schulze	RS242856	12575031

Valor do contrato: R\$ 354.581,38 (Trezentos e cinquenta e quatro mil e quinhentos e oitenta e um reais e trinta e oito centavos)

Os serviços foram executados em conformidade com os termos do contrato e padrões exigidos para a sua execução.

Esclarecemos que este atestado tem o fim meramente informativo, não se solidarizando a **RUMO Malha Sul S.A.** com a **AFM Engenharia Ltda** em nenhum fato que a mesma possa incorrer.

Rua Emilio Bortolini nº 100 – Sala 08 Vila Oficinas  
CEP 82.920-030 – Curitiba / PR

**ESCOPO DAS OBRAS**

**Localização:** km 281+560

**Dimensões:** A superestrutura é formada por 3 vãos em concreto armado, sendo dois vãos de acesso sobre os passeios laterais em viga caixão, medindo 2,55 m cada. O vão central, sobre a pista de rolamento da BR 285, possui 8,5 m e é composto por laje apoiada em um estrado formado por longarinas (vigas principais) e transversina. O viaduto possui guarda corpo em ambos os lados da laje.

**Descrição da Estrutura:** Viaduto ferroviário localizado no km 281+560

**Período de Execução:** 3 meses

**RESUMO DOS SERVIÇOS E QUANTIDADES EXECUTADAS**

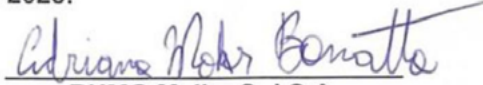
- Recuperação estrutural da seção de aço comprometida, bem como o reestabelecimento da seção de concreto das longarinas;
- Desobstrução do sistema de drenagem pluvial do viaduto;
- Recomposição do guarda corpo danificado;
- Limpeza de toda área das armaduras expostas e rompidas devido as colisões de veículos, a fim de criar uma superfície aderente. Trabalho realizado com apoio de PTA e ferramentas;
- Trocas das armaduras avariadas e deterioradas;
- Limpeza manual da armadura com camada de inibidor de corrosão;
- Confeccção de formas e aplicação do reparo estrutural;
- Adensamento de regularização;
- Pintura da área recuperada;
- Implantação do sistema de sinalização para fechamento de uma via de rolamento conforme projeto de sinalização de acordo com o Manual de obras do Dnit.

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	UN	QUANTIDADE
Pessoas envolvidas	un	9,00
Mobilização de Alojamento	un	1,00
Plataforma Elevatória com 16 metros	un	1,00
Nivelamento e Grouteamento	un	2,00
Guarda-corpo metálico em tubo Diâmetro Ø 1 ½"	un	2,00

Rua Emílio Bortolini nº 100 – Sala 08 Vila Oficinas  
CEP 82.920-030 – Curitiba / PR

Os serviços foram realizados dentro do padrão de qualidade e nos prazos acordados.

Curitiba, 16 de agosto de 2023.



**RUMO Malha Sul S.A.**

Adriano Mohr Bonatto

Gerente de Engenharia de Infraestrutura

RG 10.145.808-3



## ATESTADO TÉCNICO-COMERCIAL

A empresa HHTEC Comércio e Serviços Ltda., pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ nº 09.185.931/0001-86, com sede da Rua Amambaí, nº 805, Vila Maria, São Paulo, Capital, CEP 02.115-001 atesta para os devidos fins que a empresa AFM Engenharia Ltda. inscrita no CNPJ nº 46.192.322/0001-80, com sede na Rua Dr. João Pessoa, nº 841, Centro, Pelotas, Rio Grande do Sul, cujo CEP 96010-470, prestadora de serviços, forneceu satisfatoriamente, no que diz respeito à venda, prazo de entrega e assistência técnica, os serviços abaixo relacionados. Acrescentamos também que os produtos apresentam bom desempenho operacional.

ESCOPO: Projeto, fabricação e montagem mecânica e civil dos contrapesos pertencentes ao sistema de içamento do vão levadiço da ponte ferroviária sobre o canal São Gonçalo na cidade de Pelotas – RS e apoio administrativo.

Prazo: 27/05/2022 à 25/10/2022

Valor: R\$ 500.000,00 – Quinhentos mil reais

### Detalhamento do escopo:

- Projeto do novo contrapeso, procedimento de fabricação e montagem do sistema de fixação dos contrapesos;
  - Gerenciamento do projeto, fabricação mecânica dos 4 contrapesos, caldeiraria dos sistemas de travamento e fixação do contrapeso, concretagem, revamp do dispositivo de travamento e montagem do novo contrapeso;
  - Fornecimento e troca dos cabos de aço, memorial de cálculo da estrutura do contrapeso;
  - Projeto, fornecimento e montagem de andaimes, balancim elétrico e equipamentos de içamento para apoio nos serviços;
  - Apoio administrativo na pesquisa de fornecedores de materiais e serviços.
- 
- Peso do conjunto dos quatro contrapesos: 94,8 ton
    - Aço: 15,84 ton
    - Concreto: 78,96 ton
  - Dimensões de cada contrapeso: 1.600mm x 1.600mm x 3.415mm (largura x comprimento x altura respectivamente)



- Descrição do material do cabo de aço: Cabolaço Especial 1.3/8" 35mm 6x36 AA Galv x 26,10m Soquetado
  - Carga de Ruptura do cabo de aço: 950,5KN
- Procedimento de concretagem:
  - Utilização da balsa da empresa Navegação Caism Muratta Ltda. com apoio de rebocador;
  - Embarque de 02 caminhões betoneiras e caminhão bomba no Porto de Pelotas – RS para concretagem de 4 contrapesos, executados em 2 etapas;
  - Volume de concreto: 34m<sup>3</sup>.
- Movimentação de carga, plano de içamento, plano de concretagem e instrução técnica.

.....  
*São Paulo, 04 de agosto de 2023*

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CARLOS HENRIQUE RODRIGUES CEZAR  
Data: 08/08/2023 20:26:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.....  
*Eng. Carlos Henrique Rodrigues Cezar*  
*CREA SP 5071042968*  
*Coordenador de Implantação*



## ATESTADO TÉCNICO-COMERCIAL

A empresa HHTEC Comércio e Serviços Ltda., pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ nº 09.185.931/0001-86, com sede da Rua Amambaí, nº 805, Vila Maria, São Paulo, Capital, CEP 02.115-001 atesta para os devidos fins que a empresa AFM Engenharia Ltda. inscrita no CNPJ nº 46.192.322/0001-80, com sede na Rua Dr. João Pessoa, nº 841, Centro, Pelotas, Rio Grande do Sul, cujo CEP 96010-470, prestadora de serviços, forneceu satisfatoriamente, no que diz respeito à venda, prazo de entrega e assistência técnica, os serviços abaixo relacionados. Acrescentamos também que os produtos apresentam bom desempenho operacional.

ESCOPO: Fornecimento de Projeto Mecânico, Fabricação e Fornecimento de Serviços referentes ao restabelecimento operacional da Ponte Levadiça sobre o Canal de São Gonçalo – Pelotas RS.

Prazo: 27/05/2022 à 15/12/2022

Valor: R\$ 791.220,88 – Setecentos e noventa e um mil e duzentos e vinte reais e oitenta e oito centavos.

### **Detalhamento do escopo:**

- Substituição dos Conjuntos de Polias, Cavaletes e Roldanas Guias do Vão Móvel por novos elementos.

### **Elaboração de Projetos e Procedimentos - Polias (Novo Sistema):**

- Estudo Preliminar e Elaboração de Procedimentos para: Desmontagem, Segmentação, Movimentação Vertical, Movimentação Horizontal e Acondicionamento no Canteiro indicado pelo cliente das seções do cavalete, polias e roldanas do vão móvel;
- Projeto e ART da infraestrutura de andaimes e Pau de Carga, necessários para movimentação Vertical;
- Projeto Básico, Executivo e de Fabricação e Memória de Cálculos das Polias;
- Projeto Básico, Executivo e de Fabricação e Memória de Cálculos dos Cavaletes;



- Projeto Executivo e de Fabricação do Dispositivo para Montagem e Manutenção;
- Layout das Casas de Máquinas CM-1 e CM-2, contemplando o Novo Sistema – Planta, Cortes e Elevação;
- Procedimento de Movimentação Vertical e Horizontal até o local de instalação;
- Procedimento de Montagem e Instalação, incluindo as informações de Torques a serem aplicados aos Parafusos;
- Procedimento e Manual de Manutenção, incluindo Ficha Técnica com Periodicidade e especificações dos materiais e lubrificantes a serem aplicados;
- Procedimento de Teste em Fábrica;
- Elaboração e Preenchimento de Folha de Dados de Testes à serem realizados em fábrica;
- Procedimento de Teste de Instalação.

#### **Elaboração de Projetos e Procedimentos - Roldanas Guias do Vão móvel:**

- Estudo Preliminar e Elaboração de Procedimentos para: Desmontagem e Substituição das Roldanas Guias do vão móvel;
- Projeto Executivo de Fabricação do conjunto das Roldanas Superiores e Inferiores do vão móvel;
- Estudo Preliminar e Elaboração de Projeto para reformulação do Sistema de Fixação das Roldanas inferiores do vão móvel, a fim de permitir a Desmontagem e Manutenção das Roldanas;
- Procedimento de Teste de Instalação;
- Procedimento de Manutenção, incluindo Ficha Técnica com Periodicidade e especificações dos materiais e lubrificantes a serem aplicados.





#### **Desmontagem dos Conjuntos de Polias e Cavaletes Existentes:**

- Remoção, movimentação, acondicionamento e destino final do Conjunto de Polias existentes;
- Remoção, movimentação, acondicionamento e destino final do Conjunto de Cavaletes existentes.

#### **Fabricação e Montagem - Polias (Novo Sistema):**

- Fabricação e Montagem dos Novos Conjuntos de Polias, sendo 08 (Oito) conjuntos:
  - Diâmetro: 1.690mm
  - Peso unitário: 1,32 ton.
  - Peso total: 10,52 ton.
- Fabricação e Montagem dos Novos Conjuntos de Cavaletes, sendo 04 (Quatro) conjuntos:
  - Peso unitário: 0,56 ton.
  - Peso total: 2,24 ton.
- Fabricação e Montagem dos Eixos, sendo 04 (Quatro) peças:
  - Peso unitário: 0,29 ton.
  - Peso total: 1,17 ton.
- Fabricação e Montagem de Acessórios, sendo Eixos, Mancais, Buchas e todos os componentes necessários:
  - Peso total: 0,5 ton.
- Fabricação e Montagem de 01 (Um) Dispositivo para Manutenção das Polias:
  - Peso total: 0,16 ton.
- Certificação dos materiais, rastreabilidade de todos os componentes, laudos técnicos, Certificação dos Processos de Soldagem, de Pintura e Galvanização, Pré-montagem e ajustes em fábrica e todos os testes e ensaios.



- Instalação dos Cabos de Aço dos Contrapesos, sendo 08 (Oito) peças;
- Lubrificação e Comissionamento mecânico.

**Fabricação e Montagem - Roldanas Guia do Vão Móvel:**

- Remoção das Roldanas Guias Superiores e Inferiores;
- Reformulação e Retrabalho na estrutura de fixação das Roldanas Guias inferiores para possibilitar a desmontagem e manutenção;
- Instalação das Novas Roldanas Guias, sendo 04 (Quatro) Roldanas Guias Superiores e 04 (Quatro) Roldanas Guias Inferiores;
- Limpeza, Pintura e Lubrificação.

.....  
*São Paulo, 04 de agosto de 2023*

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** CARLOS HENRIQUE RODRIGUES CEZAR  
Data: 08/08/2023 20:26:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

.....  
*Eng. Carlos Henrique Rodrigues Cezar  
CREA SP 5071042968  
Coordenador de Implantação*

## Anexo 4: Proposta técnica e comercial Cabos Sintéticos



### **PROPOSTA TÉCNICA E COMERCIAL**

### **CABOS SINTÉTICOS**

**Para**

**UFPEL**

**Referência:**

Solicitação de cotação recebida por e-mail em 20 de março de 2024.

**Aos Cuidados de:**

**Leonardo Contreira**

**LEB Ref: M25006 REV00**

Queimados, 22 de março de 2024

**Lankhorst Euronete Brasil – Indústria e Comércio Ltda**

*Fábrica:*  
Rua Minas Gerais, Nr. 1.920  
Distrito Industrial de Queimados  
CEP 26373-280  
Queimados - Rio de Janeiro - Brasil

Tel: +55 21 2668 9000  
e-mail: [leb@lankhorsteuronete.com](mailto:leb@lankhorsteuronete.com)  
[www.lankhorsteuronete.com](http://www.lankhorsteuronete.com)  
[www.wirecworldgroup.com](http://www.wirecworldgroup.com)



## **INDICE**

1. Introdução
2. Escopo de Fornecimento e Condições Comerciais
3. Construção e Detalhes Técnicos
4. Notas gerais sobre os produtos fabricados pela Lankhorst Euronete Brasil
5. Cuidados durante o armazenamento, instalação e manuseio
6. Garantia da Qualidade

gradecemos a oportunidade de participar da cotação supracitada e esperamos atender as necessidades da vossa empresa.

O escopo deste fornecimento inclui:

- Certificação de fabricante e classificadora;
- Controle de qualidade, testes e inspeções de todos os itens antes, durante e no final do processo de fabricação;
- Utilização de matéria-prima de fornecedor qualificado;
- Total comprometimento com a saúde, segurança e meio ambiente;
- Histórico comprovado no fornecimento de produtos para a aplicação citada;
- Embalagem construída de modo a garantir a integridade e rastreabilidade do produto;
- Prestação de assistência técnica;
- Fornecimento de documentação técnica completa.



Estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos técnicos e ou comerciais que se fizerem necessários.

Jader Maranhão: Gerente de Vendas - [JaderMaranhao@lankhorsteuronete.com](mailto:JaderMaranhao@lankhorsteuronete.com)

**2 ESCOPO DE FORNECIMENTO E CONDIÇÕES COMERCIAIS 2**

**2.1. ESCOPO DE FORNECIMENTO**

ITEM	Descrição do Produto	Qtd	Valor Unitário (R\$)
01	<b>CABO LANKO®FORCE – MBS 90,4 t</b> DN 32 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 50 m, olhais com 1,2 m. <b>Detalhes:</b> extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	4	R\$ 14.570,00 Por cabo
02	<b>CABO LANKO®FORCE – MBS 90,4 t</b> DN 32 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 29 m, olhais com 1,2 m. <b>Detalhes:</b> extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	4	R\$ 8.800,00 Por cabo
03	<b>CABO LANKO®FORCE – MBS 45,8 t</b> DN 22 mm, trançado 12 pernas, comprimento de 26 m, olhais com 1,2 m. <b>Detalhes:</b> extremidades protegidas por tecido reforçado de poliéster.	36	R\$ 3.550,00 Por cabo

**2.2. Condições comerciais:**

- **Validade da proposta:**
- **Sociedade Classificadora:** Certificado de fabricante, incluído no preço total.
- **Condições de pagamento:** 30 dias.
- **Impostos:** Já inclusos no preço ofertado - ICMS; PIS/COFINS – 9.25 %; IPI-0%.
- **Prazo de entrega:** 30 dias podendo ser reduzida em caso de necessidade da UFPPEL
- **Entrega:** CIF / RJ.
- **Dados de Faturamento e Entrega:** A confirmar.

**LANKO®FORCE - HMPE DSM/DYNEEMA®**


**Norma Aplicável:** ISO 10325

**Matéria-prima:** DSM Dyneema® - HMPE SK78

**Certificado:** Fabricante (LEB) + Sociedade Classificadora (BV)

**Raio de Curvatura Mínimo no olhal (D/d):**  $\geq 1:1$ .

**Detalhes:** Cabo de fibra de polietileno de alto módulo (HMPE) com coating em toda a extensão do cabo.

**Características gerais da matéria-prima - HMPE DSM/DYNEEMA®:**

Densidade específica	: 0,98 g/cm <sup>3</sup> (Flutuabilidade positiva)
Resistência ao UV	: Excelente
Resistência à abrasão	: Excelente
Resistência Química	: Boa
Ponto de fusão	: Aprox. 145°C
Construção	: 12 pernas trançadas
Valor TCLL	: 100%
Cor	: Amarelo

**ELONGATION:**


**Splice/Terminações:** Os cabos possuem suas terminações confeccionadas com a utilização de procedimentos e operadores qualificados. Todos os olhais são auto travantes, ou seja, não se desfazem com o uso. Os cabos podem ser reparados e suas terminações refeitas em campo sempre que necessário, porem a execução deste trabalho requer profissionais qualificados.

**Normas:** os produtos acima descritos atende aos requisitos da norma ABNT NBR ISO referenciadas em cada item no que tange à definição das características de diâmetro, carga de ruptura e densidade linear. Adicionalmente, os cabos da **Lankhorst Euronete Brasil** atendem aos requisitos gerais ABNT NBR ISO 9554:2013 da norma e são rigorosamente testados de acordo com a norma ABNT NBR ISO 2307:2012.

**Embalagem:** os cabos são embalados e identificados conforme ABNT NBR ISO 9554:2013, esta embalagem é feita de modo a garantir as características dos mesmos, prevendo armazenamento por 12 meses em local coberto com atmosfera agressiva.

**Identificação e Rastreabilidade:** cada cabo possui um laque de identificação e estes lacres são referenciados no certificado do produto contendo toda as informações do projeto/pedido.

**Medição de comprimento:** todos os comprimentos apresentados nesta proposta técnica são sob tensão de referência normatizada através da norma ABNT NBR ISO 2307:2012.



Os cabos e eslingas sintéticas fabricados pela Lankhorst Euronete Brasil terão sua vida útil e segurança maximizados se respeitadas as seguintes recomendações:

**NUNCA:**

- ✗ Aplicar cargas fora do limite operacional dos cabos, acessórios ou ponto de conexão para prevenir a falha de qualquer componente;
- ✗ Aplicar cargas sem controle pode causar danos ao cabo devido à sobrecarga/impacto;
- ✗ Executar trabalho em altas temperaturas (>70°C);
- ✗ Utilizar um cabo ou eslinga encurtada com nós, ganchos, grampos ou outros improvisos;
- ✗ Utilizar cabos sem identificação e inspeção adequada;
- ✗ Utilizar em cabeça, buzina, moitão, ganchos, manilhas e demais acessórios com o raio de curvatura mínimo (D/d) inferior ao especificado;
- ✗ Utilizar em superfícies e acessórios com acabamento inadequado, como superfícies abrasivas e com cantos vivos;
- ✗ Utilizar em ambientes com excesso de sujeira no cabo e em sua área de trabalho (óleo, terra e etc).
- ✗ Utilizar quando houver torções excessivas;
- ✗ Utilize um cabo, eslinga ou acessórios danificados, com nós ou muito desgastada.

**SEMPRE:**

- ✓ Utilize o fator de segurança adequado para a operação – para uso geral a recomendação é 5;
- ✓ Planeje a operação, estabeleça a carga que o cabo irá suportar e prepare a área adequadamente;
- ✓ Verifique se os equipamentos estão livres de danos, proteja os cabos e eslingas de arestas e cantos vivos;
- ✓ Prenda o cabo com segurança à carga;
- ✓ Certifique-se de que a distribuição de carga está equilibrada;
- ✓ Use dispositivos de proteção no cabo e ambiente de trabalho evitar por corte e abrasão.
- ✓ Verifique a identificação e o certificado correspondente e verifique se a certificação está em ordem.
- ✓ Proteger que possível proteger o cabo dos fatores ambientais (temperatura, UV)

O Nosso departamento técnico estará a sua disposição para qualquer esclarecimento quanto a utilização, conservação, inspeção e descarte dos cabos e eslingas.

A WireCo WorldGroup está empenhada em estabelecer sistemas e processos que garantam serviço e qualidade de vanguarda na indústria. Acreditamos que o serviço ao cliente é primordial e estamos comprometidos em fornecer o mais alto padrão de qualidade.

A Gestão de Topo está empenhada em Ter um Sistema Operacional de Ponta e em incorporar qualidade em todas as atividades desenvolvidas em cada local de trabalho, por meio de:

- Avaliação de Riscos;
- Discussões Quantitativas;
- Gestão Visual;
- Avaliação Constante.

Na WireCo esforçamo-nos por cumprir ou exceder os padrões de qualidade aplicáveis a todos os setores nos quais atuamos e por operar segundo uma política de melhoria contínua. Para tal, identificamos, classificamos, controlamos e reduzimos riscos em todas as áreas de operação. As nossas equipes de gestão locais reconhecem que o empenho e o compromisso de todos os colaboradores é determinante para a manutenção e a otimização constantes da qualidade dos nossos processos e produtos. Acrescenta-se que todos os colaboradores são responsáveis por manter o ambiente de trabalho adequado, cumprir todos os requisitos e ser proativos na identificação e mitigação de riscos.



A WireCo assegura que:

- O Sistema de Gestão da Qualidade da WireCo WorldGroup é eficaz e atualizado;
- Todos os colaboradores da estrutura organizacional são treinados e competentes para o exercício das suas funções;
- Os riscos que podem emergir de processos internos ou de subcontratados foram ou serão integralmente avaliados e eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis.

Para atingir este propósito, a WireCo assegura que:

- Estão disponíveis todos os recursos necessários ao desenvolvimento do SGQ;
- O cumprimento dos objetivos é assegurado por meio da monitorização e inspeção de todos os locais e espaços de trabalho;
- Há revisões e relatórios sobre o desempenho do SGQ.

Na WireCo acreditamos em Despertar o Talento das Nossas Pessoas para fornecer produtos de qualidade, entregues corretamente, no prazo previsto e, sobretudo, garantindo ao máximo a satisfação do cliente.

É nossa ambição Gerar Inovação e Soluções Focadas no Mercado para melhor servir os nossos clientes e cuidar do ambiente e da segurança dos nossos colaboradores e dos usuários finais.

## Anexo 5: Proposta técnica e comercial Cabos Sintéticos.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA								
OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA BARRAGEM LAGOA MIRIM - PELOTAS - RS								
Data Base:	OUTUBRO/23 - SEM DESONERAÇÃO							
BDI - Obras Hidroviárias				23,93%				
Código	Item	Descrição	UNIDADE	QUANTIDADE	PERÍODO	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. COM BDI	VALOR TOTAL
1 OPERAÇÃO								
1.1 MÃO DE OBRA								2.445.396,87
P9955	1.1.2001	Engenheiro chefe	mês	0,5	12	32.285,85	40.012,63	240.075,79
P9840	1.1.2002	Encarregado geral de Operação	mês	1	12	12.961,80	16.063,87	192.766,39
P9948	1.1.2003	Motorista - Van	mês	1	12	5.566,01	6.898,09	82.777,03
P9827	1.1.2004	Vigia diurno	mês	2	12	4.684,28	5.805,34	139.328,12
P9827	1.1.2005	Vigia noturno	mês	3	12	5.621,13	6.966,41	250.790,61
P9806	1.1.2006	Auxiliar administrativo	mês	1	12	4.990,51	6.184,87	74.218,38
P9842	1.1.2007	Faxineiro	mês	1	12	4.477,78	5.549,42	66.593,04
P9811	1.1.2008	Operador de barragem - Diurno	mês	2	12	8.571,85	10.623,30	254.959,21
P9811	1.1.2009	Operador de barragem - Noturno	mês	3	12	10.286,22	12.747,96	458.926,58
P9867	1.1.10	Operador auxiliar de barragem - Diurno	mês	2	12	8.224,55	10.192,88	244.629,19
P9867	1.1.11	Operador auxiliar de barragem - Noturno	mês	3	12	9.869,46	12.231,46	440.332,54
1.2 VEÍCULOS								244.105,92

TOTAL OPERAÇÃO								2.689.502,79
Código	Item	Descrição	UNIDADE	QUANTIDADE	PERÍODO	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. COM BDI	VALOR TOTAL
2 MANUTENÇÃO								
2.1 MÃO DE OBRA								2.052.665,45
P9955	2.1.2001	Engenheiro chefe	mês	0,5	12	32.285,85	40.012,63	240.075,79
P9840	2.1.2002	Encarregado geral de Manutenção	mês	1	12	12.961,80	16.063,87	192.766,39
P9948	2.1.2003	Motorista - Van	mês	1	12	5.566,01	6.898,09	82.777,03
P9801	2.1.2004	Ajudante	h	660	12	24,7	30,617	242.484,26
P9952	2.1.2005	Pedreiro - mensalista	mês	1	12	5.182,37	6.422,63	77.071,57
P9815	2.1.2006	Jardineiro	h	440	12	29,03	35,972	189.933,52
P9822	2.1.2007	Pintor	h	440	12	29,6	36,68	193.672,92
P9823	2.1.2008	Serralheiro	h	220	12	29,7	36,811	97.182,07
P9911	2.1.2009	Condutor de máquinas	mês	1	12	5.789,38	7.174,92	86.098,99
P9830	2.1.10	Montador	h	220	12	33,08	40,995	108.226,90
P9830	2.1.11	Montador - Cobrimento de férias - (ver: Nota 2)	h	220	12	33,08	40,995	108.226,90
P9930	2.1.12	Eletricista com periculosidade	h	440	12	34,99	43,361	228.947,43
P9948	2.1.13	Motorista - Picape	mês	1	12	5.566,01	6.898,09	82.777,03
P9876	2.1.14	Técnico de segurança do trabalho	mês	1	12	7.598,72	9.417,28	113.007,39
P9876	2.1.15	Técnico de segurança do trabalho - Cobrimento de férias	mês	0,08	12	7.598,72	9.417,28	9.417,28

E9684	2.2.2002	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	h	44	12	326,33	404,434	213.541,27
E9125	2.2.2003	Veículo tipo van furgão com capacidade de 1,54 t - 93 kW	h	44	12	250,39	310,32	163.848,93
2.3 RECURSOS DIVERSOS								484.911,59
E9040	2.3.2001	Serra mármore - 1,45 kW	h	16	12	0,7	0,867	166,37
E9061	2.3.2002	Lixadeira elétrica manual angular - 2 kW	h	32	12	1,94	2,407	924,13
E9062	2.3.2003	Soprador de ar quente manual - 1,60 kW	h	8	12	19,7	24,41	2.343,37
E9066	2.3.2004	Grupo gerador - 14 kVA	h	8	12	81,03	100,423	9.640,58
E9089	2.3.2005	Roçadeira costal - 1,40 kW	h	440	12	8,47	10,496	55.418,01
E9547	2.3.2006	Máquina de solda elétrica transformadora 250 A - 9,20 kW	h	16	12	1,64	2,029	389,48
E9568	2.3.2007	Furadeira de impacto de 12,5 mm - 0,80 kW	h	16	12	1,94	2,405	461,74
E9570	2.3.2008	Furadeira com base magnética - 1,20 kW	h	16	12	6,43	7,968	1.529,94
E9585	2.3.2009	Motosserra com motor a gasolina - 2,30 kW	h	2	12	666,5	826,009	19.824,22
E9640	2.3.10	Compressor de ar portátil de 33,51 l/s (71 PCM) - 14 kW	h	4	12	131,4	162,844	7.816,50
E9662	2.3.11	Equipamento para solda e corte com oxiacetileno	h	16	12	8,47	10,5	2.015,97
E9675	2.3.12	Martelete perfurador/rompedor elétrico - 1,50 kW	h	16	12	7,01	8,693	1.669,12
E9717	2.3.13	Máquina policorte - 2,20 kW	h	16	12	1,46	1,807	346,94
E9719	2.3.14	Talha manual com capacidade de 3 t	h	16	12	5,87	7,273	1.396,41
E9789	2.3.15	Carro manual modelo plataforma de 150 x 80 cm com capacidade de 800 kg	h	352	12	0,71	0,874	3.691,39

P1A	8,6	10,2	1866,6	31,26
P1B	19,5	10,2	4137,1	51,92

45,78 18,16

E9536	2.3.17	logístico - 30 kW	h	0,5	12	17.543,32	21.741,87	130.451,19
-------	--------	-------------------	---	-----	----	-----------	-----------	------------



TOTAL MANUTENÇÃO 2.955.095,74

Código	Item	Descrição	UNIDADE	QUANTIDADE	PERÍODO	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. COM BDI	VALOR TOTAL
3 INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA								
3.1 MÃO DE OBRA								
P9924	3.1.2001	Mergulhador raso dependente	h	168	4	49,26	61,053	41.027,41
P9926	3.1.2002	Mergulhador raso auxiliar de superfície	h	168	4	33,33	41,304	27.756,32
P9931	3.1.2003	Operador de equipamento de mergulho	h	168	4	55,84	69,207	46.507,17
P9933	3.1.2004	Supervisor de mergulho raso	mês	0,76	4	10.408,70	12.899,75	39.402,87
P9940	3.1.2005	Piloto fluvial com periculosidade	h	168	4	46,29	57,363	38.547,95
P9802	3.1.2006	Ajudante especializado	h	336	4	29,29	36,306	48.795,21
3.2 RECURSOS DIVERSOS								
E9601	3.2.2001	Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 130 kW	h	56	4	408,75	506,573	113.472,24
E9248	3.2.2002	Sistema de ar comprimido para mergulho até 30 m com pressão de trabalho de 1,4 MPa - 7,46 kW	h	56	4	22,81	28,268	6.332,00
E9543	3.2.2003	Compressor de ar respirável para recarga de cilindros de mergulho com capacidade de até 35 MPa e 3,58 l/s - 5,52 kW	h	56	4	16,15	20,016	4.483,49

valores muito baixos, o que não vem a provocar o risco de despassivação das barras de aço

TOTAL INSPEÇÃO SUBAQUÁTICA								366.324,66
TOTAL GERAL								6.010.923,18

## Anexo 6: REVAMP Barragem e Eclusa.

	<b>REVAMP BARRAGEM E ECLUSA</b> <b>AGÊNCIA DA LAGOA MIRIM</b>	
Proponente: AFM Engenharia LTDA Responsável da Proposta: Filipe Delgado CNPJ: 46.192.322/0001-80 DATA: 02/07/2024		

Disciplina	Valor Unitário
MECÂNICA	R\$ 7.270.312,12
JATEAMENTO E PINTURA	R\$ 9.529.502,87
ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO	R\$ 5.786.230,08
EQUIPE DE MERGULHO E EMBARCAÇÕES	R\$ 4.198.710,23
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>R\$ 26.784.755,31</b>



### DIPEBOR BORRACHAS INDUSTRIAIS LTDA

ENDEREÇO: AV CAIRU, 828 - NAVEGANTES - PORTO ALEGRE/RS

FONE: 51 33259033

FAX:

E-MAIL:

www.dipebor.com.br

CNPJ: 01.451.951/0001-40

INSC. ESTADUAL: 0962915998

### ORÇAMENTO

<b>ORÇAMENTO</b>	<b>73113</b>	
------------------	--------------	--

#### CLIENTE: 12815 - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

FANTASIA: UFPEL

DATA: 08/03/2024

ENDEREÇO: R GOMES CARNEIRO, 01

CEP: 96010610

CIDADE: PELOTAS - RS

BAIRRO: CENTRO

FONE: 51993404160

FAX:

REPRESENTANTE: DAIANA DUARTE DE SOUZA

CNPJ: 92.242.080/0001-00

INSCR. ESTADUAL: ISENTO

ENTREGAR EM:

E-MAIL:

CONTATO: ADRIAN HENRIQUE

OPERAÇÃO: VENDA DE MERCADORIA ADQUIRIDA OU RECEBIDA DE TERCEIROS

O.C. CLIENTE:

TRANSPORT.:

TIPO DE FRETE: FOB

COND. PAGTO.: À COMBINAR

FORMA COB.: A COMBINAR

OBSERVAÇÃO: ESTE ORÇAMENTO CONSIDERA O REGIME FISCAL GERAL OPCAO PELO LUCRO PRESUMIDO.

VALORES SUJEITOS A ALTERAÇÕES APOS 7 DIAS DA DATA DESTE ORÇAMENTO, OU ENQUANTO DURAR O ESTOQUE. VALOR MINIMO PARA FATURAMENTO A PRAZO É DE R\$ 150,00.

TODOS OS PEDIDOS SERÃO SUJEITOS A AVALIACAO FINANCEIRA PARA LIBERACAO.

PRAZO DE ENTREGA: 15 DIAS UTEIS

Código	Cód. Cliente	Descrição	QTD	UN	Valor	Total En
116		PERFIL NOTA MUSICAL 08 X 25 X 65MM 20M EM ESTOQUE SALDO 15 DIAS UTEIS)	70	M	R\$ 138,00	R\$ 9660,00
718		PERFIL RETANGULAR 75 X 20MM 35M EM ESTOQUE SALDO EM 15 DIAS UTEIS)	360	M	R\$ 131,70	R\$ 47412,00

<b>VALORES</b>	<b>+ MERCADORIA:</b> 57.072,00	<b>+ IPI:</b> 0,00	<b>+ DA:</b> 0,00	<b>QTD. TOTAL:</b> <b>430</b>
	<b>+ SERVIÇO:</b> 0,00	<b>+ ICMS S.T.:</b> 0,00	<b>+ FRETE:</b> 0,00	<b>ICMS:</b> 9.702,24
	<b>- RET. SERV.:</b> 0,00	<b>- DESCONTO NF:</b> 0,00		
<b>TOTAL:</b>			<b>57.072,00</b>	



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL

## Avaliação dos Efeitos Meteorológicos, Ambientais e Antrópicos na Lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS



Relatório Técnico para a Coleta de Dados e  
Complementação de Informações para o  
Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando  
a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil  
(trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

# Avaliação dos Efeitos Meteorológicos, Ambientais e Antrópicos na Lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS

---

## Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

Pelotas, Julho de 2024

### Edição

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentos para o Manejo de Bacias Hidrográficas- NEPE-HidroSedi

email: [hidrosedi.nepe@gmail.com](mailto:hidrosedi.nepe@gmail.com)

site: [hidrosedi.com](http://hidrosedi.com)

Endereço para correspondência:

Rua Gomes Carneiro, 01 - sala 128 - Centro - Pelotas - RS

Telefone: 53 3227-3130

### Elaboração



UFPEL



### Colaboração



# Ficha Técnica

## Avaliação dos Efeitos Meteorológicos, Ambientais e Antrópicos na Lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS

### Coordenador -

Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares

### Equipe Técnica

Alexandre Felipe Bruch – Doutor em Geografia

Eduardo de Paula Kirinus – Doutor em Oceanografia Física e Geológica

George Marino Soares Gonçalves – Doutor em Recursos Hídricos

Gilberto Loguercio Collares – Doutor em Ciências do Solo

Guilherme Kruger Bartels - Doutor em Recursos Hídricos

Karina Retzlaff Camargo – Doutora em Engenharia Civil

Leonardo Contreira Pereira – Doutor em Sciences d'Environment

Mateus Madail Santin – Cientista da Computação

Nelva Bugoni Riquetti – Doutora em Recursos Hídricos

Reginaldo Gaski Bonczynski – Mestre em Geografia

Felipe Machado D'Ávila – Graduando em Engenharia Hídrica

Henrique Mathias Reis - Graduando em Engenharia Hídrica

Rafael Ferrari – Graduando em Engenharia Hídrica

Rafaela Michelotti Pereira - Graduando em Engenharia Hídrica

### Diagramação e Projeto Gráfico

Ana Letícia Borscheid Kuga – Graduanda em Design Gráfico

Universidade Federal de Pelotas Sistema de Bibliotecas

Biblioteca Campus Porto

Catálogo na Publicação

Elaborada por Maria Inez Figas CRB: 10/1612

C697a Collares, Gilberto Loguercio

Avaliação dos efeitos meteorológicos, ambientais e antrópicos na lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS: relatório técnico para a coleta de dados e complementação de informações para o estudo de viabilidade e modelagem visando a concessão da hidrovía Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo). / Gilberto Loguercio Collares ; orientador: Alexandre Felipe Bruch ... [et al.] - Pelotas: UFPel, 2024.

101 p.

1. Efeitos Meteorológicos. 2. Efeitos Ambientais. 3. Lâmina d'Água. 4. Lagoa Mirim. I. Bruch, Alexandre Felipe II. Título



# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização do Sistema Lagunar Mirim-Patos .....	11
<b>Figura 2:</b> Boxplot e curva de permanência das cotas médias diárias das estações de ..... 15 Santa Isabel do Sul (SIS), Santa Vitória do Palmar (SVP) e Barragem do Canal São Gonçalo, montante (BSGM) e jusante (BSGJ), no período de 1978 – 2016, removendo todos os dias com falhas. .....	15
<b>Figura 3:</b> Série histórica de níveis para dois postos de monitoramento: (a) Santa Isabel do Sul - Canal São Gonçalo, entre 1978-2016; (b) Porto de Santa Vitória do Palmar - Lagoa Mirim, entre 1978-2013.....	17
<b>Figura 4:</b> Série histórica de velocidade e direção do vento, obtida da estação agrometeorológica da Embrapa, no período de 1971-2020, .....	18
analisados de acordo com a estação do ano. ....	18
<b>Figura 5:</b> Variações de níveis nos postos de monitoramento de SIS e Porto de SVP, e variações de velocidade do escoamento no Canal São Gonçalo, influenciados pelo efeito da intensidade e direção do vento, no período de 13 até 24 de maio de 2022(passagem do ciclone subtropical Yakecan). .....	19
<b>Figura 6:</b> Disposição da base batimétrica na região de estudo a partir da base GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). ....	35
<b>Figura 7:</b> Pontos contendo dados batimétricos provenientes dos projetos (a) LEPLAC e (b) ReviZ-ZE. Dados batimétricos provenientes de vários projetos da (c) FURG e (d) UNIVALI.....	36
<b>Figura 8:</b> Malha numérica em elementos finitos da Macrorregião. Podendo ser notada a variação do refino da malha na medida em que a região costeira se aproxima. Detalhe nas regiões: (a) Malha numérica de toda a área demonstrando a batimetria máxima; (b) Lagoa Mirim; (c) Lagoa dos Patos; (d) Sangradouro da Lagoa Mirim; (e) Desembocadura do canal São Gonçalo para a Lagoa dos Patos; (f) Molhes da Barra de Rio Grande, conectando o sistema lagunar ao oceano costeiro. ....	38
<b>Figura 9:</b> Representação tridimensional de 6 níveis sigma da malha numérica.....	40
<b>Figura 10:</b> Representação das malhas utilizadas da Microrregião. (a, b) Setor a jusante da barragem eclusa. (c, d) Setor a montante da barragem eclusa.....	41
<b>Figura 11:</b> Fluxogramas das simulações numéricas desenvolvidas.(a) Para o sistema completo acoplado entre a Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e oceano adjacente; e (b) Para os cenários a jusante e a montante da barragem-eclusa.....	44
<b>Figura 12:</b> Demonstração da imposição e contornos superficiais na malha numérica: ERA5 como banco de dados atmosférico, HYCOM como banco de dados oceânicos e o OSU-OTPS como maré astronômica.....	45
<b>Figura 13:</b> Descarga fluvial (m <sup>3</sup> /s) dos rios interpostos na condição de contorno líquido do modelo. .....	46
<b>Figura 14:</b> Comparação entre o nível modelado (Telemac-3D) e o nível medido em Santa Isabel do Sul (a) e no Campus Anglo Pelotas. ....	47
<b>Figura 15:</b> Nível médio do mar na macrorregião durante o período simulado.....	52
<b>Figura 16:</b> Nível médio do mar na macrorregião durante o período simulado. Detalhe para a lagoa mirim (a); sangradouro (b) e a desembocadura do canal São Gonçalo (c). ....	52
<b>Figura 17:</b> Batimetria utilizada no modelo na região do Sangradouro (a), Nível mínimo observado para o ano de 2019 na região do Sangradouro (b), Rosa dos ventos (c) e histograma de frequência (d) advindos do ERA5-ECMWF.....	55
<b>Figura 18:</b> Rosa dos ventos (a) e histograma de frequência (b) das intensidades de vento superiores a 50 km/h, advindos do ERA5-ECMWF. ....	57
<b>Figura 19:</b> Pontos de interesse onde foram extraídos dados para compor a figura 18. Onde P1 representa o setor norte da Lagoa Mirim, P2 o sangradouro, P3 indica a posição de Santa Isabel, P4 é a localização da barragem do São Gonçalo, P5 a desembocadura do canal São Gonçalo.....	59
<b>Figura 20:</b> Pontos de interesse onde foram extraídos dados para compor a figura 17 c. e d. Onde P1 representa o setor norte da Lagoa Mirim, P2 o sangradouro, P3 indica a posição de Santa Isabel, P4 é a localização da barragem, P5 está localizado na desembocadura do canal São Gonçalo com a Lagoa dos Patos, enquanto que P6 está localizado próximo ao porto de Rio Grande. ....	61
<b>Figura 21:</b> Pontos selecionados a) e b) à jusante da Barragem do Canal São Gonçalo, c) região do Porto de Pelotas e, d) Pontal da Barra do Canal São Gonçalo.....	64
<b>Figura 22:</b> Pontos de interesse selecionados à montante da barragem Eclusa. ....	66

<b>Figura 23:</b> Pontos 1, 2 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.....	72
<b>Figura 24:</b> Pontos 4 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.....	73
<b>Figura 25:</b> Pontos 6 e 7 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.....	74
<b>Figura 26:</b> Pontos 1, 2 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul. ....	76
<b>Figura 27:</b> Pontos 4 e 5 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul.....	77
<b>Figura 28:</b> Pontos 6 e 7 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul. ....	78
<b>Figura 29:</b> Pontos 1 e 2 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte. ....	81
<b>Figura 30:</b> Pontos 3 e 4 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte. ....	82
<b>Figura 31:</b> Pontos 5, 6, 7, 8 e 9 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte. .....	83
<b>Figura 32:</b> Pontos 10, 11, 12 e 13 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte. .....	84
<b>Figura 33:</b> Pontos 14, 15, 16, 17 e 18 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.....	85
<b>Figura 34:</b> Ponto 19 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.....	86
<b>Figura 35:</b> Pontos 1 e 2 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.....	88
<b>Figura 36:</b> Pontos 3 e 4 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.....	89
<b>Figura 37:</b> Pontos 5, 6, 7, 8, e 9 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul. .....	90
<b>Figura 38:</b> Pontos 10, 11, 12 e 13 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul. .....	91
<b>Figura 39:</b> Pontos 14, 15, 16, 17 e 18 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul. ....	93
<b>Figura 40:</b> Pontos 19 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul. ....	93

# Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Resumo das Cotas na Lagoa Mirim no período de 1978 até 2016,removendo os dias com falhas da análise.SIS: Santa Isabel do Sul; SVP: Santa Vitória do Palmar; BSGM: Barragem do Canal São Gonçalo Montante; BSGJ: Barragem do Canal São Gonçalo Jusante; D.P: desvio padrão;AIQ: amplitude interquartis. ....	14
<b>Tabela 2.</b> Modelos de previsão de níveis desenvolvidos.B0 até B7: coeficientes de ajuste; $C\Delta t+n$ : Cota prevista n dias à frente; $VV\Delta t+n$ : variável que relaciona a direção e velocidade do vento n dias à frente; $C\Delta t-n$ : Cota medida no mesmo posto n dias antes da data de previsão; PacETB7: precipitação acumulada nos 7 dias anteriores na Embrapa ETB; PacINIA7: precipitação acumulada nos 7 dias anteriores no INIA Treinta y Tres; EacETB7: evapotranspiração acumulada nos 7 dias anteriores na Embrapa ETB. ....	22
<b>Tabela 3.</b> Desempenho dos modelos de previsão, na etapa de validação. ....	22
<b>Tabela 4:</b> Utilização de níveis sigma de acordo com diferentes autores, modelos utilizados e ambientes de estudo: Níveis sigma; PCA: Plataforma Continental Adjacente; NI: Não Informado; DF: Método de Diferenças Finitas. ....	42
<b>Tabela 5:</b> Indicadores de performance e parâmetros estatísticos utilizados e o resultado desejado para encontrar a melhor concordância entre modelo e observação. n: Quantidade de dados observados; obs: Dado observado; mod: Dado modelado; obsmean : Média dos dados observados;mod-mean : Média dos dados modelados. ....	50
<b>Tabela 6 :</b> Comparação dos indicadores de performance e parâmetros estatísticos utilizados e o resultado da comparação entre o Telemac-3D e as estações de Santa Isabel do Sul e Porto de Pelotas.....	50

## Lista de Abreviaturas e Siglas

<b>AAE</b>	Autorização Ambiental Especial
<b>AAO</b>	Autorização Ambiental de Operação
<b>AAP</b>	Autorização Ambiental Prévia
<b>ANTAQ</b>	Agência Nacional dos Transportes Aquaviários
<b>ALM</b>	Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
<b>BHMSH</b>	Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo
<b>CBUQ</b>	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
<b>CEEE</b>	Companhia Estadual de Energia Elétrica
<b>CESA</b>	Companhia Estadual de Silos e Armazéns
<b>CGAPRG</b>	Conselho de Gestão Ambiental Portuária do Rio Grande
<b>CLM</b>	Comissão para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim
<b>CMA</b>	Calado Máximo Autorizado
<b>CMR</b>	Calado Máximo Recomendado
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>CORSAN</b>	Companhia Riograndense de Saneamento
<b>CSG</b>	Canal São Gonçalo
<b>DGS</b>	<i>Dirección Geral de Secretaría</i>
<b>DINAMA</b>	<i>Dirección Nacional de Medio Ambiente</i>
<b>DINCEA</b>	<i>Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental</i>
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
<b>DTA</b>	Declaração de Trânsito Aduaneiro
<b>EBR</b>	Estaleiro Brasil
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>ERG 1</b>	Estaleiro Rio Grande 1
<b>ERG 2</b>	Estaleiro Rio Grande 2
<b>FEPAM</b>	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
<b>FURG</b>	Universidade Federal do Rio Grande
<b>GLP</b>	Gás Liquefeito de Petróleo
<b>GM</b>	General Motors
<b>GNL</b>	Gás Natural Liquefeito
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
<b>LabTrans</b>	Laboratório de Transportes
<b>LI</b>	Licença de Instalação

<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Prévia
<b>LOA</b>	Comprimento total máximo (do Inglês <i>Lenght Overall</i> )
<b>MINFRA</b>	Ministério da Infraestrutura
<b>MCH</b>	Guindaste tipo MCH (do Inglês <i>Mobile Harbour Crane</i> )
<b>MDS</b>	Modelo Digital de Superfície
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transportes y Obras Publicas
<b>NLC</b>	<i>Nodo Logístico Cebollati</i>
<b>NMM</b>	Nível Médio do Mar
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PP</b>	Porto de Pelotas
<b>PRG</b>	Porto de Rio Grande
<b>PROEA</b>	Programa de Educação Ambiental
<b>PSVP</b>	Porto de Santa Vitória do Palmar
<b>RMS</b>	Rumo Malha Sul
<b>RTG</b>	Transtêiner tipo RTG (Do Inglês <i>Rubber Tyred Gantry</i> )
<b>SAMRIG</b>	Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses
<b>SANEP</b>	Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas
<b>SIA</b>	<i>Sistema de Información Ambiental</i>
<b>SISNAMA</b>	Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>SUPRG</b>	Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul
<b>TBT</b>	Toneladas de Porto Bruto
<b>Tecon</b>	Terminal de Contêineres
<b>Terbian</b>	Terminal Bianchini
<b>Tergrasa</b>	Terminal Graneleiro S.A.
<b>TR</b>	Termo de Referência
<b>Transpetro</b>	Terminal Petrobras Transportes S.A.
<b>TUP</b>	Terminal de Uso Privado
<b>TUP Bunge</b>	Terminal Portuário Bunge Alimentos
<b>TUP Ter- masa</b>	Terminal Marítimo Luiz Fogliatto
<b>TUP Yara</b>	Terminal Yara Brasil Fertilizantes
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>ULCS</b>	<i>Ultra Large Container Ships</i>
<b>VAL</b>	Viabilidade Ambiental de Localização
<b>VLCC</b>	<i>Very Large Crude Carrier</i>

# Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>11</b>
<b>2 Metodologia</b> .....	<b>13</b>
<b>Etapa 1</b>	
<b>3 Análise das cotas históricas observadas no Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim no período de 1978 até 2016 e previsões futuras</b> .....	<b>14</b>
3.1 Referências de nível utilizadas nos dados históricos .....	14
3.2 Dados históricos utilizados.....	14
3.3 Análise descritiva das cotas .....	14
3.4 Análise dos postos de monitoramento de SIS e SVP .....	17
3.5 Previsões futuras de cotas.....	21
3.6 Discussões .....	30
3.7 Conclusões .....	31
<b>Etapa 2</b>	
<b>4. Módulo Hidrodinâmico - TELEMAC-3D</b> .....	<b>32</b>
4.1 Equacionamento do modelo TELEMAC-3D .....	32
4.2 Geração da Malha de Elementos Finitos .....	34
4.3 Malha Computacional .....	37
4.4 Cenários Numéricos e Condições de Contorno .....	43
4.5 Resultados.....	47
4.5.1 .....	Calibração do modelo hidrodinâmico Telemac-3D..... 47
4.5.2 Variação do nível na Macrorregião.....	52
4.5.3 Variação do nível na Microrregião .....	65
4.8 Discussões e Conclusões.....	95
<b>Referências</b> .....	<b>99</b>
<b>Anexos</b> .....	

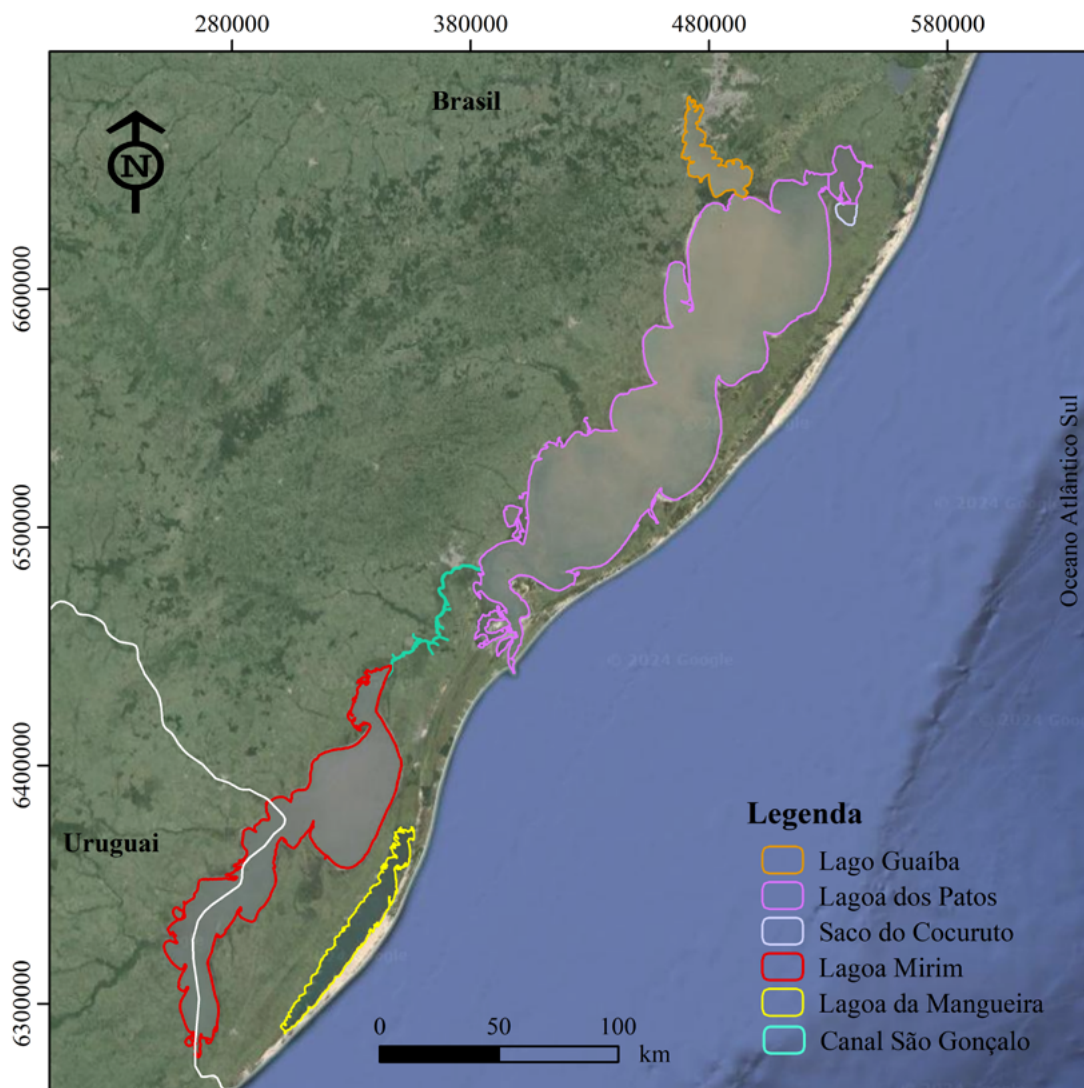
# 1 Introdução

Localizada entre o extremo sul do Rio Grande do Sul e o Uruguai, a Lagoa Mirim (LM) é uma lagoa costeira binacional que faz parte da Hidrovia Uruguai-Brasil. A Hidrovia Uruguai-Brasil vai usar da ligação da Lagoa Mirim com a Laguna dos Patos (LP) e os portos presentes e em desenvolvimento nessas regiões, por onde poderiam ser exportados significativos volumes da produção uruguaia e brasileira, transformando-se em um corredor natural de exportação do MERCOSUL (Azambuja, 2005).

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, localizada no extremo-sul do Brasil e leste do Uruguai, abrange as províncias geomorfológicas da Planície Costeira e do Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense. Com aproximadamente 62.250 km<sup>2</sup>, é caracterizada por cursos d'água que deságuam na Lagoa Mirim e/ou no Canal São Gonçalo (Figura 01). A Lagoa Mirim, o principal reservatório natural da bacia, cobre uma área de aproximadamente 3.750 km<sup>2</sup>, sendo 2.750 km<sup>2</sup> no Brasil e 1.000 km<sup>2</sup> no Uruguai, formando junto com a Laguna dos Patos o maior complexo lagunar da América do Sul (FERNANDES et al., 2021). Ademais, a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim estão intimamente relacionadas ao sistema hidroviário da região, sendo lagunas costeiras de grande extensão e que desempenham um papel crucial no contexto das hidrovias brasileiras e uruguaias.

Atualmente há trechos da Hidrovia Uruguai-Brasil que poderão necessitar de dragagem de manutenção para a reativação da navegação. O aprofundamento de canais de navegação em ambientes lagunares pode resultar em impactos diversos nos padrões de circulação e gradientes de salinidade (Hu e Ding, 2009). Dentre esses possíveis impactos e suas consequências, pode-se destacar: intensificação ou redução de correntes de maré (Hu e Ding, 2009), aumento de concentração de sedimentos em suspensão (Jiang et al., 2013), diminuição dos tempos de renovação das águas (Malhadas et al., 2009; Jeyar et al., 2015), a diminuição da qualidade da água (Teatini et al., 2017), perda de heterogeneidade do ecossistema (García-Oliva et al., 2018) e mudanças nos padrões de erosão/deposição (Luan et al., 2018).

Figura 1: Mapa de localização do Sistema Lagunar Mirim-Patos.



Nesse sentido, faz-se necessária a realização de estudos de previsão capazes de prever os níveis d'água nesses ambientes e, se esses são compatíveis com as intenções de navegação; e realização de estudos que demonstrem a influência das obras na dinâmica da região considerada em termos de impactos ambientais e determinação do tempo em que uma nova dragagem será inevitável (Paarlberg et al., 2015). Desse modo, a utilização de modelos físicos de predição, aliados à modelagem numérica tem ganhado espaço, tendo um grande potencial para estudos desse caráter.

A vantagem de utilizar-se desses estudos de forma composta, é que a modelagem numérica pode se adaptar facilmente a diferentes domínios, diferente de modelos físicos, que são tipica-



mente construídos para representar condições específicas de um determinado local (Winterwerp e Wang, 2013). Ademais, os modelos numéricos são ferramentas eficazes, rápidas e de baixo custo para validar as hipóteses que são levantadas acerca dos potenciais impactos e podem ajudar a otimizar ou corrigir projetos, antes e após de sua construção (Hu e Ding, 2009).

Diante do exposto, o Relatório 3 - Parte 2 foi desenvolvido com o intuito de construir modelos físicos de estimativa dos níveis a partir de séries históricas de níveis no ambiente de estudo e, modelar numericamente os processos hidrodinâmicos na Lagoa Mirim, utilizando a suíte de modelagem Open TELEMAC-MASCARET e visando estudar os padrões de circulação presentes na rota da Hidrovia. Essas técnicas permitem a aplicação de conhecimentos teóricos e práticos dentro de uma abordagem computacional dos ambientes lagunares da Lagoa Mirim, Laguna dos Patos e o oceano costeiro adjacente.

## 2 Metodologia

---

Este trabalho foi desenvolvido a partir de duas metodologias. Portanto, na Etapa 1 será apresentado ao leitor uma abordagem que faz uso do histórico de níveis d'água monitorados no ambiente Mirim-Patos, pela Agência da Lagoa Mirim, na construção de modelos capazes de estimar os níveis mínimos previstos no ambiente, com previsibilidade para 1, 3 e 7 dias à frente. Na Etapa 2 deste relatório, é apresentado ao leitor um cenário de simulação dos níveis no ambiente Mirim-Patos através da utilização de modelagem numérica tridimensional e análise direta dos resultados obtidos com a utilização do sistema de modelagem numérica open TELEMAC-MASCARET ([www.opentelemac.org](http://www.opentelemac.org)).

## ETAPA 1

### 3 Análise das cotas históricas observadas no Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim no período de 1978 até 2016 e previsões futuras

---

#### 3.1 Referências de nível utilizadas nos dados históricos

Todos os documentos do acervo histórico da ALM, referentes aos níveis nos postos de monitoramento de Santa Isabel do Sul (SIS), Santa Vitória do Palmar (SVP) e Barragem do Canal São Gonçalo Montante (BSGM) e Jusante (BSGJ), indicam explicitamente que possuem como base de referência vertical o Datum de Torres. Desta forma, todas as análises apresentadas neste documento, bem como os modelos de previsões futuras de níveis, possuem o Datum de Torres como referência vertical.

#### 3.2 Dados históricos utilizados

Para relacionar as cotas dos três postos de monitoramento supracitados, foi utilizado o mesmo período de dados, de 1978 ATÉ 2016 (39 anos), para todos. Para a análise, primeiramente os dados históricos observados foram transformados em cotas médias diárias. Em um segundo momento, foram removidos os dias com falhas de dados. Neste caso, foram removidos da análise todos os dias em que pelo menos um dos postos apresentou falha. Retirando os dias com falhas, permaneceram na análise aproximadamente 32 anos e 11 meses de dados.

#### 3.3 Análise descritiva das cotas

Um resumo das cotas observadas na Lagoa Mirim, posterior à construção da barragem do Canal São Gonçalo, pode ser observado na Tabela 1 e a curva de permanência dos níveis está apresentada na Figura 1. A distribuição dos dados históricos de cota em SIS e SVP, são semelhantes (Figura 1), sendo as cotas médias do posto de SVP (1,89 m) levemente superior ao posto de monitoramento de SIS (1,70 m), diferença essa de 0,19 m. Uma pequena diferença de cotas médias também é observado na barragem do canal São Gonçalo, na qual a cota média de montante é 1,03 m e de jusante 0,92 m, diferença de 0,11 m. Já a amplitude interquartis (AIQ), dada pela diferença

entre o terceiro e primeiro quartil, representa a dispersão de 50% dos dados centrais de cotas. Para SIS e SVP a AIQ é de 1,40 m, enquanto para BSGM e BSGJ os valores são de 0,48 e 0,53 m, respectivamente (Tabela 1). Isto caracteriza que a amplitude de cotas em SVP e SIS é maior que o observado na barragem do São Gonçalo, como pode ser analisado também na Figura 1.

Resumo Cotas: 1978 - 2016				
Estatística	SIS[m]	BSGM[m]	BSGJ[m]	SVP [m]
Média	1.70	1.03	0.92	1.89
Mediana	1.57	0.95	0.83	1.75
Mínimo	-0.39	-0.30	-0.17	-0.79
Máximo	5.13	3.78	3.62	5.22
D.P	0.91	0.46	0.44	0.94
Decis 10%	0.67	0.60	0.47	0.81
Quartil 25%	0.99	0.76	0.60	1.15
Quartil 75%	2.39	1.23	1.13	2.55
Decis 90%	2.92	1.56	1.45	3.16
AIQ (Q75 - Q25)	1.40	0.48	0.53	1.40

Tabela 1. Resumo das Cotas na Lagoa Mirim no período de 1978 até 2016, removendo os dias com falhas da análise.

SIS: Santa Isabel do Sul;

SVP: Santa Vitória do Palmar;

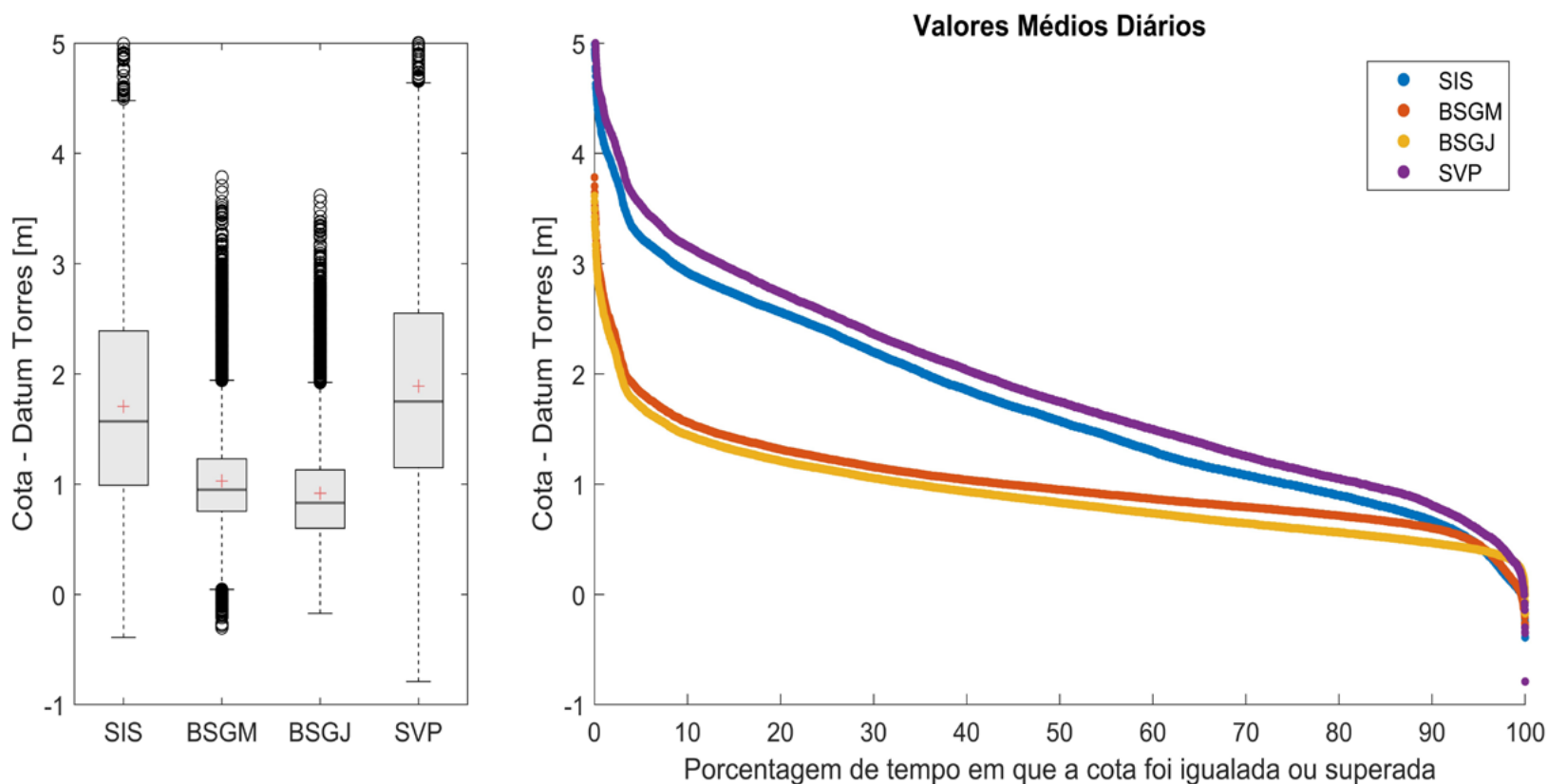
BSGM: Barragem do Canal São Gonçalo Montante;

BSGJ: Barragem do Canal São Gonçalo Jusante;

D.P: desvio padrão;

AIQ: amplitude interquartis.

Figura 2. Boxplot e curva de permanência das cotas médias diárias das estações de Santa Isabel do Sul (SIS), Santa Vitória do Palmar (SVP) e Barragem do Canal São Gonçalo, montante (BSGM) e jusante (BSGJ), no período de 1978 - 2016, removendo todos os dias com falhas.

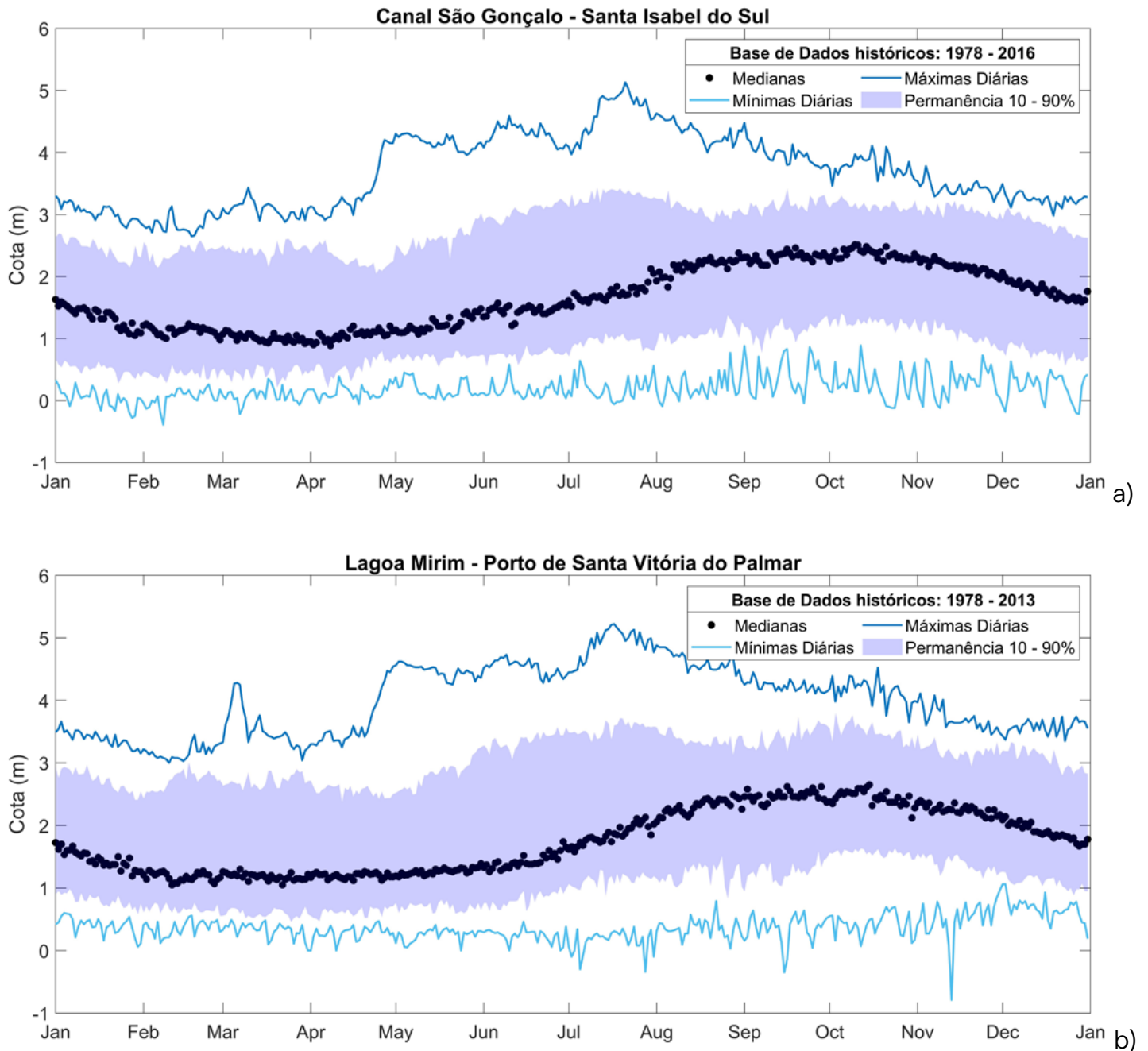


### 3.4 Análise dos postos de monitoramento de SIS e SVP

O histórico de cotas registradas, depositadas no acervo da Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), após a construção da Barragem no Canal São Gonçalo, para os postos de monitoramento Santa Isabel do Sul (SIS) e Porto de Santa Vitória do Palmar (SVP), são apresentados na Figura 2. O posto de monitoramento de SIS está localizado a aproximadamente 5 km da desembocadura da Lagoa Mirim no Canal São Gonçalo, caracterizando os níveis na porção mais ao norte da lagoa. O posto de monitoramento no Porto de SVP está localizado a aproximadamente 170 km ao sul de Santa Isabel do Sul, representando as condições de nível da porção sul da lagoa. Ambos os postos de monitoramento, representam locais estratégicos para a compreensão da hidrodinâmica local, justificando o longo período de monitoramento desses locais, e as várias percepções que seus dados podem oferecer sobre a Lagoa Mirim e esse sistema.

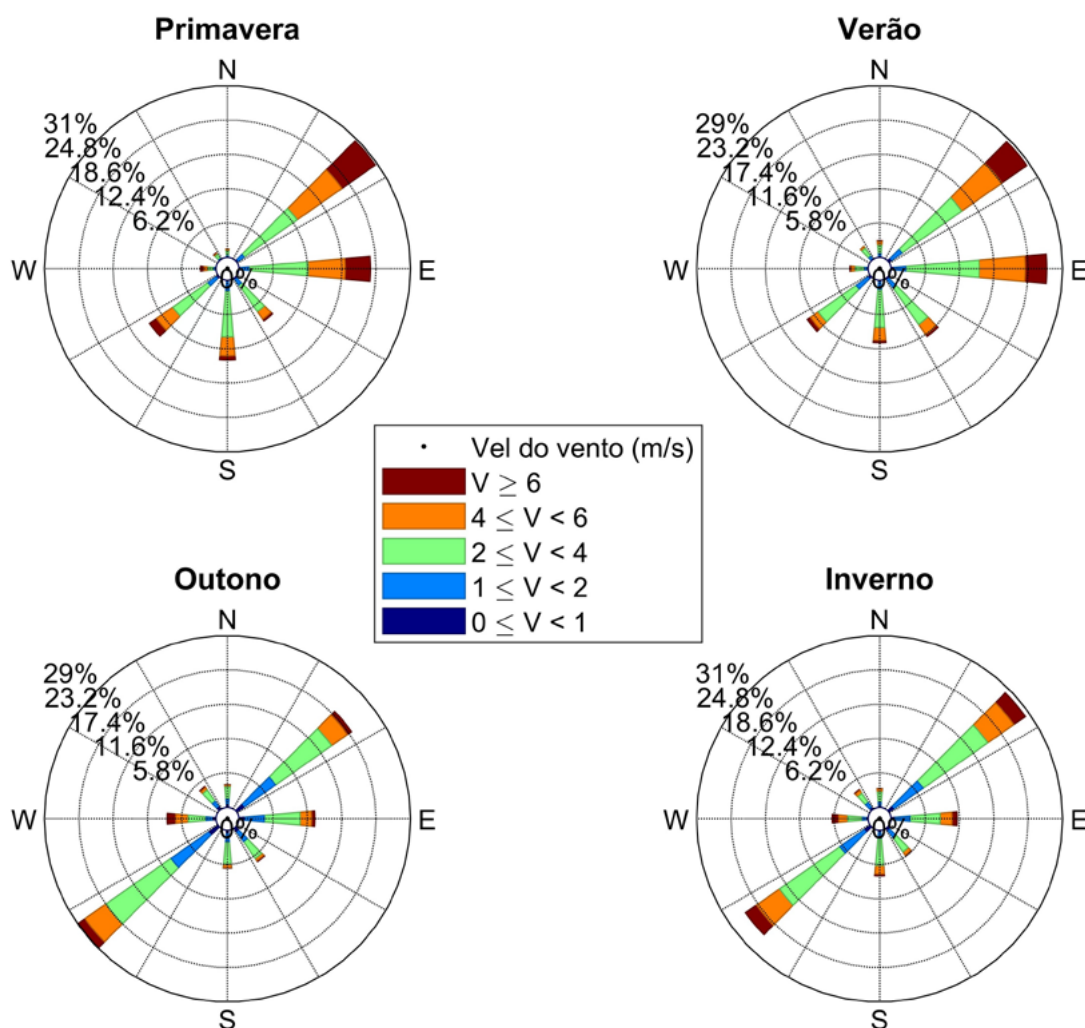
Na Figura 2a e b, são apresentadas as cotas máximas e mínimas diárias e as medianas baseadas na série histórica de 1978 até 2016 para o posto de monitoramento de SIS, e de 1978 até 2013 para o posto de monitoramento do Porto de SVP. A região hachurada em lilás caracteriza os dados entre 10 e 90% de permanência para os dados diários de cotas. Na prática, isto indica, o intervalo de cotas ao longo do ano que se encontram 80% dos dados diários. As variações diárias de cotas, indicam que historicamente as medianas mínimas ocorrem no mês de março (1,02 e 1,18 m) e as máximas nos meses de outubro e setembro (2,37 e 2,46 m), para as estações de Santa Isabel do Sul e Santa Vitória do Palmar, respectivamente. Os máximos valores de cotas ocorreram no dia 21 de julho de 1984 em SIS (5,13 m) e em 17 de julho de 1984 em SVP (5,22 m). Neste ano (1984), a precipitação acumulada até o mês de julho foi de 1201 e 1378 mm para as estações da Embrapa e INIA, respectivamente. Valores esses de lâminas de precipitação, muito superiores ao valor mediano acumulado até o referido mês (799 e 825 mm) para as estações da Embrapa e INIA, respectivamente.

Figura 3 – Série histórica de níveis para dois postos de monitoramento:  
(a) Santa Isabel do Sul - Canal São Gonçalo, entre 1978-2016;  
(b) Porto de Santa Vitória do Palmar - Lagoa Mirim, entre 1978-2013.



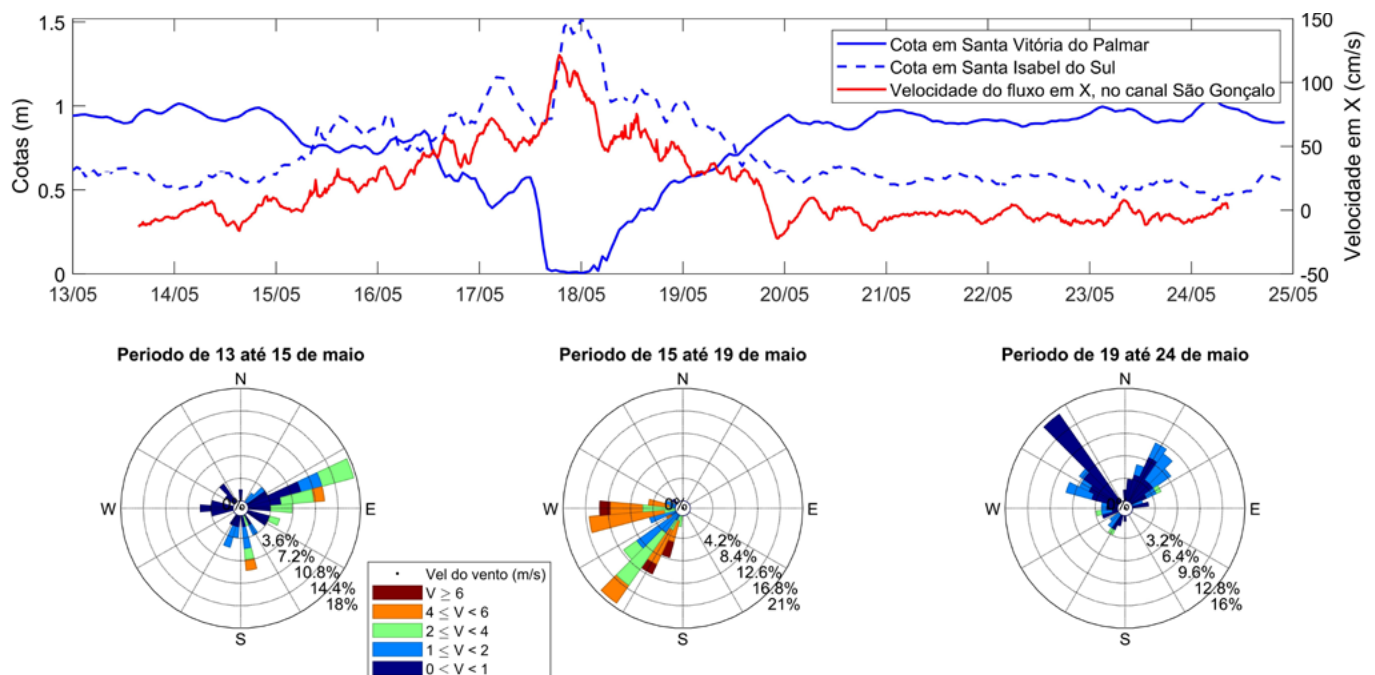
De acordo com a série de dados (1971-2020) da estação agroclimatológica da Embrapa Clima Temperado, os ventos de nordeste são os predominantes na BHMSG ao longo do ano. No entanto, no outono e inverno ocorre maior predominância de ventos sudoeste, comparado a primavera e verão (Figura 3). As velocidades médias dos ventos são homogêneas durante as quatro estações do ano, variando de 4,0 m/s na primavera a 2,8 m/s no outono. Os ventos predominantes de nordeste, ocorrem devido a circulação atmosférica anticiclônica sobre o Oceano Atlântico Sul, enquanto que, os ventos do sul/sudoeste são frequentes durante a passagem de massas de ar frio e ciclones extratropicais, ocorrendo mais frequentemente no inverno, em resposta ao deslocamento para norte da frente polar (Costi et al., 2018).

Figura 4 – Série histórica de velocidade e direção do vento, obtida da estação agrometeorológica da Embrapa, no período de 1971-2020, analisados de acordo com a estação do ano.



Além do efeito da precipitação sobre os níveis na Lagoa Mirim, as condições de velocidade e direção dos ventos também influenciam na dinâmica dos níveis na lagoa, e por consequência nos padrões de velocidade e direção de escoamento no Canal São Gonçalo. O fluxo do escoamento no Canal São Gonçalo é bidirecional, ou seja, o sentido do fluxo, que normalmente ocorre no sentido Lagoa Mirim - Laguna dos Patos, pode ser invertido. Este fato pode ser observado através do registro de dados de velocidade do fluxo, medidos a partir de um equipamento acústico instalado no posto de monitoramento de SIS (Figura 4).

Figura 5 – Variações de níveis nos postos de monitoramento de SIS e Porto de SVP, e variações de velocidade do escoamento no Canal São Gonçalo, influenciados pelo efeito da intensidade e direção do vento, no período de 13 até 24 de maio de 2022 (passagem do ciclone subtropical Yakecan).



Ao analisar os dados de nível dos postos de SIS e SVP, relacionando com a velocidade do fluxo no Canal São Gonçalo, por um curto período de tempo (13 até 24 de maio de 2022), bem como dados de vento, registrados em Santa Isabel do Sul, percebe-se que os ventos predominantes de sudoeste (período de 15 até 19 de maio), ocasionaram uma redução dos níveis na porção sul da lagoa e um aumento dos níveis na porção norte da lagoa e no Canal São Gonçalo. Por consequência ocorreu um aumento nas velocidades do fluxo, chegando a atingir 1,2 m/s, no



sentido Lagoa Mirim - Laguna dos Patos. Por outro lado, ventos predominantes de nordeste e noroeste (período de 13 até 15 de maio e 19 até 24 de maio), ocasionaram a redução dos níveis em Santa Isabel do Sul, e aumento dos níveis em Santa Vitória do Palmar, ocasionando reduções na velocidade do fluxo no Canal São Gonçalo, chegando a atingir velocidades de  $-0,20$  m/s, ou seja, no sentido Canal São Gonçalo - Lagoa Mirim, ocasionando um efeito de “represamento” das águas na Lagoa Mirim.

### 3.5 Previsões futuras de cotas

Para realizar as previsões futuras de níveis médios diários no canal São Gonçalo e lagoa Mirim, foram consideradas duas situações em relação ao horizonte de tempo:

- Cenário de curto prazo, com horizonte de 1, 3 e 7 dias à frente;
- Cenário de médio prazo, com horizonte de 15, 30, 45 e 60 dias à frente.

Devido aos efeitos do vento sobre a dinâmica dos níveis na lagoa Mirim, mencionados anteriormente, é importante que os modelos de previsão de curto prazo levem em consideração essa forçante, além de outras informações, como as cotas pregressas dos postos de monitoramento.

Para o cenário de médio prazo, foram realizadas previsões de níveis médios na lagoa Mirim. Para isso, foi considerado as cotas médias diárias entre os postos de SVP e SIS, desta forma, quando considerado as cotas médias da Lagoa Mirim, os efeitos dos ventos da região são atenuados. Assim, nas previsões de médio prazo, não foram considerados os efeitos da previsão de ventos, mas sim dos regimes pluviométricos e de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) sobre a bacia hidrográfica da lagoa Mirim.

Para realizar as previsões futuras dos níveis, adotamos a utilização de modelos empíricos de regressões lineares múltiplas. Do total de dados disponíveis, foram utilizados 60% dos dados para ajuste dos modelos, e os outros 40% do conjunto de dados foram aplicados para validação dos modelos. Utilizamos os coeficientes de Nash-Sutcliffe (NS), o erro absoluto médio (EaMe) e os quantis de distribuição de erros (10, 50 e 90%) como medidas da qualidade dos ajustes entre os valores observados e simulados.

Na tabela 2 estão apresentados os modelos de previsão desenvolvidos com regressão linear múltipla e os coeficientes de ajuste. Já a tabela 3, contempla um resumo do desempenho estatístico alcançado com os modelos desenvolvidos, após etapa de validação dos dados.

Posto	Previsão	Equação desenvolvida	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<b>SIS</b>	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0581	0.0055	0.6770	0.2996				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0706	0.0057	0.6904	0.2787				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0918	0.0061	0.7315	0.2265				
<b>SVP</b>	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0102	-0.0036	0.7514	0.2367				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0257	-0.0033	0.7600	0.2219				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0453	-0.0029	0.8555	0.1140				
<b>BSGM</b>	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0323	0.0007	0.7841	0.1861				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0510	0.0009	0.7220	0.2312				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0821	0.0011	0.7100	0.2138				
<b>BSGJ</b>	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0233	-0.0004	0.8237	0.1509				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0251	-0.0004	0.8233	0.1493				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0.0608	-0.0002	0.7544	0.1784				
<b>LAGOA</b>	15 Dias	$C_{\Delta t+15} = B0 + B1 \times Pac_{ETB7} + B2 \times Pac_{CINIA7} + B3 \times Eac_{ETB7} + B4 \times C_{\Delta t-1} + B5 \times C_{\Delta t-2} + B6 \times C_{\Delta t-3} + B7 \times C_{\Delta t-7}$	0.3016	0.0007	0.0019	-0.0102	0.5989	0.2450	0.1471	-0.0666
	30 Dias	$C_{\Delta t+30} = B0 + B1 \times Pac_{ETB7} + B2 \times Pac_{CINIA7} + B3 \times Eac_{ETB7} + B4 \times C_{\Delta t-1} + B5 \times C_{\Delta t-2} + B6 \times C_{\Delta t-3} + B7 \times C_{\Delta t-7}$	0.6612	0.0006	0.0021	-0.0184	0.6587	0.2031	0.1459	-0.1748
	45 Dias	$C_{\Delta t+45} = B0 + B1 \times Pac_{ETB7} + B2 \times Pac_{CINIA7} + B3 \times Eac_{ETB7} + B4 \times C_{\Delta t-1} + B5 \times C_{\Delta t-2} + B6 \times C_{\Delta t-3} + B7 \times C_{\Delta t-7}$	0.9876	0.0003	0.0024	-0.0244	0.6297	0.1756	0.2428	-0.3146
	60 Dias	$C_{\Delta t+60} = B0 + B1 \times Pac_{ETB7} + B2 \times Pac_{CINIA7} + B3 \times Eac_{ETB7} + B4 \times C_{\Delta t-1} + B5 \times C_{\Delta t-2} + B6 \times C_{\Delta t-3} + B7 \times C_{\Delta t-7}$	1.3058	0.0004	0.0023	-0.0288	0.5919	0.2786	0.0960	-0.3497

Tabela 2. Modelos de previsão de níveis desenvolvidos.

BO até B7: coeficientes de ajuste;

$C\Delta t+n$ : Cota prevista n dias à frente;

$VV\Delta t+n$ : variável que relaciona a direção e velocidade do vento n dias à frente;

$C\Delta t-n$ : Cota medida no mesmo posto n dias antes da data de previsão;

PacETB7: precipitação acumulada nos 7 dias anteriores na Embrapa ETB;

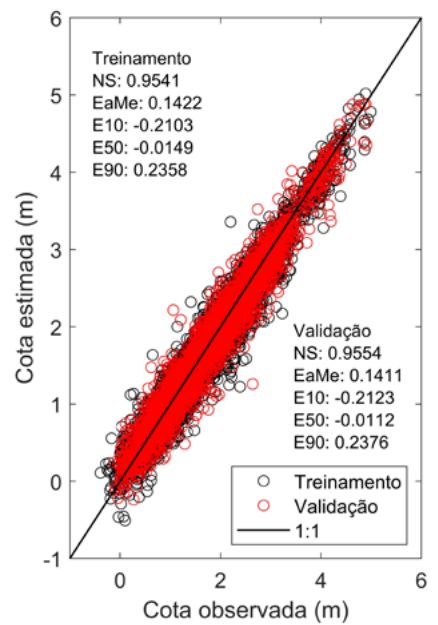
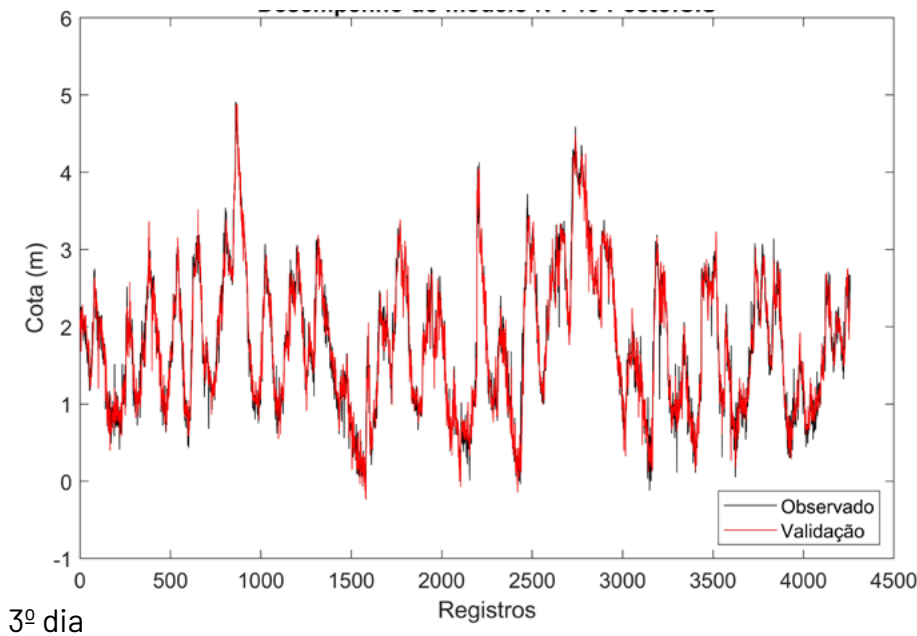
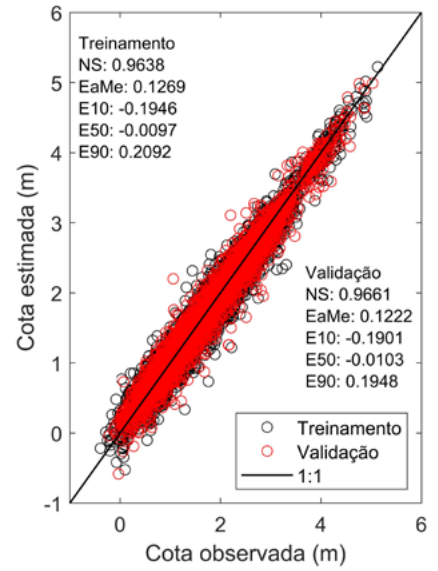
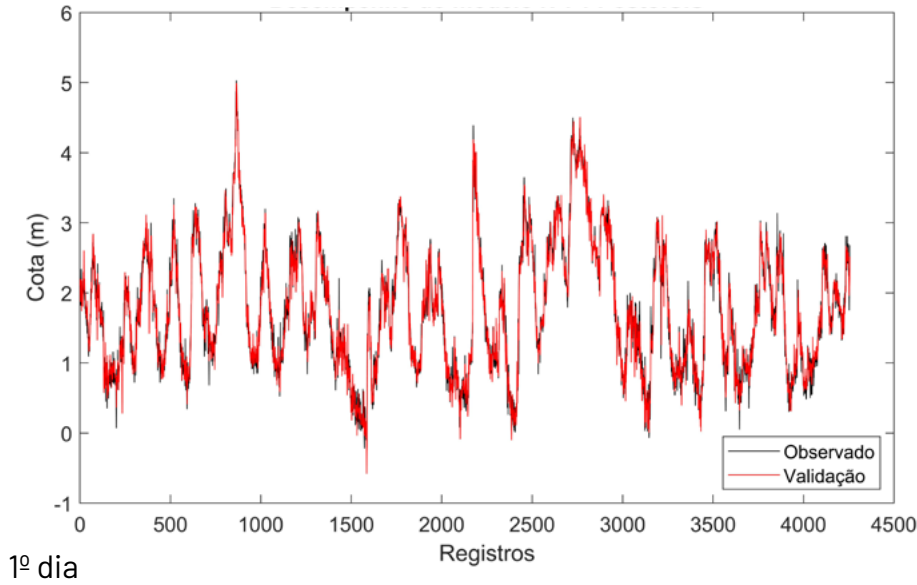
PacINIA7: precipitação acumulada nos 7 dias anteriores no INIA Treinta y Tres;

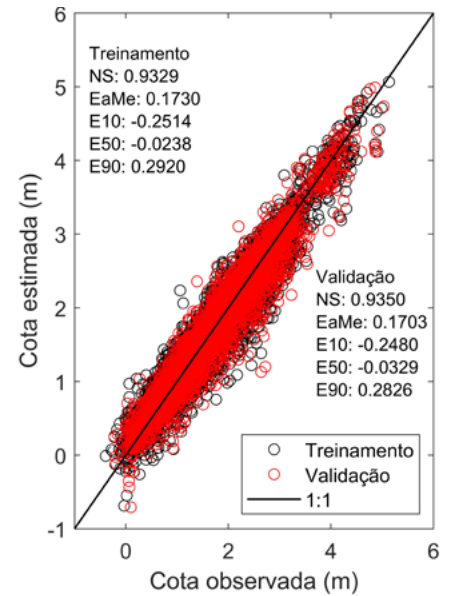
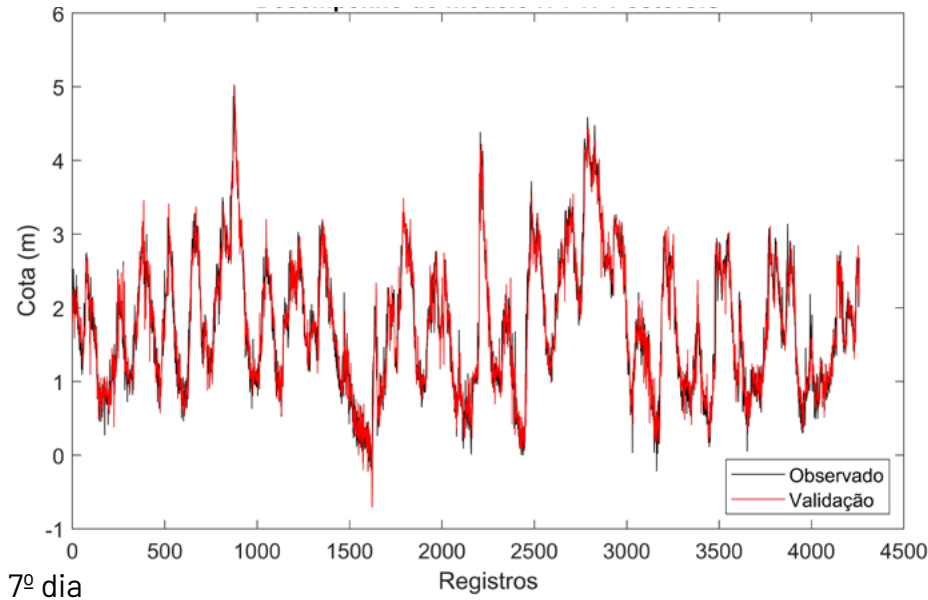
EacETB7: evapotranspiração acumulada nos 7 dias anteriores na Embrapa ETB.

Posto	Previsão	E10	E50	E90	EaMe	NS
SIS	1 Dia	-0.1901	-0.0103	0.1948	0.1222	0.9661
	3 Dias	-0.2123	-0.0112	0.2376	0.1411	0.9554
	7 Dias	-0.2480	-0.0329	0.2826	0.1703	0.9350
SVP	1 Dia	-0.1939	-0.0045	0.1962	0.1236	0.9667
	3 Dias	-0.2264	-0.0182	0.2227	0.1421	0.9563
	7 Dias	-0.2491	-0.0177	0.2852	0.1723	0.9356
BSGM	1 Dia	-0.1261	-0.0043	0.1363	0.0858	0.9234
	3 Dias	-0.1454	-0.0109	0.1592	0.1015	0.8955
	7 Dias	-0.1826	-0.0209	0.2039	0.1267	0.8436
BSGJ	1 Dia	-0.1294	-0.0099	0.1257	0.0819	0.9355
	3 Dias	-0.1510	-0.0168	0.1574	0.0999	0.8989
	7 Dias	-0.1819	-0.0189	0.2003	0.1245	0.8438
LAGOA	15 Dias	-0.2142	-0.0437	0.2705	0.1574	0.9396
	30 Dias	-0.3631	-0.0699	0.4565	0.2549	0.8623
	45 Dias	-0.4666	-0.0976	0.5332	0.3285	0.7744
	60 Dias	-0.5590	-0.0984	0.6170	0.3875	0.6876

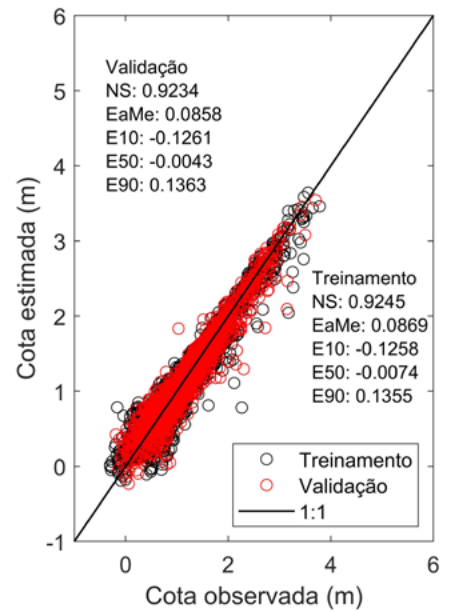
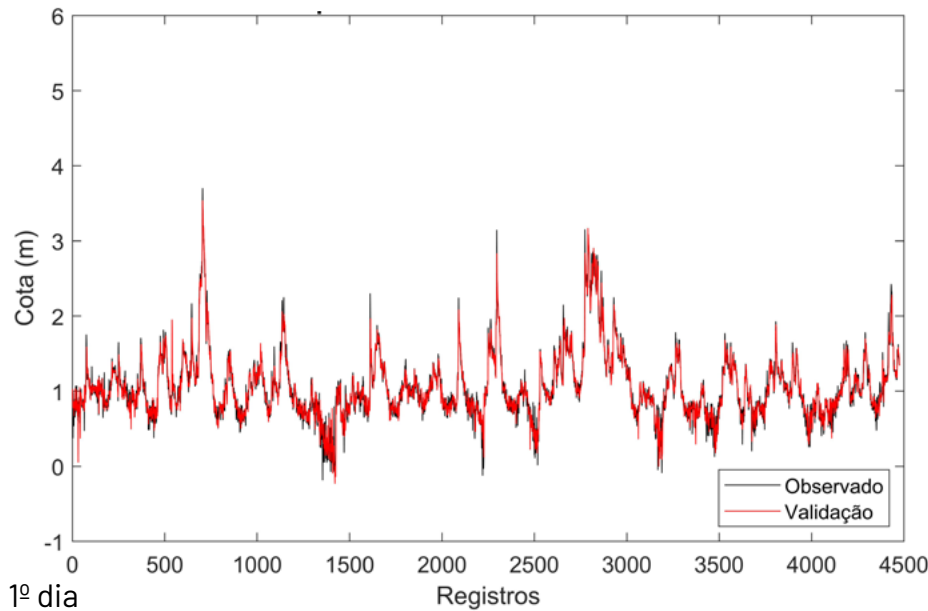
Tabela 3. Desempenho dos modelos de previsão, na etapa de validação.

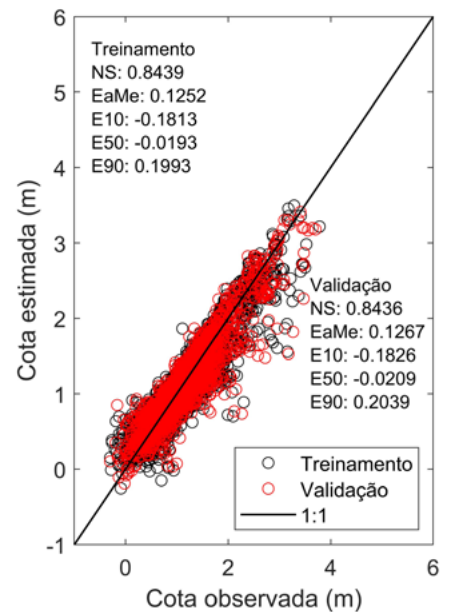
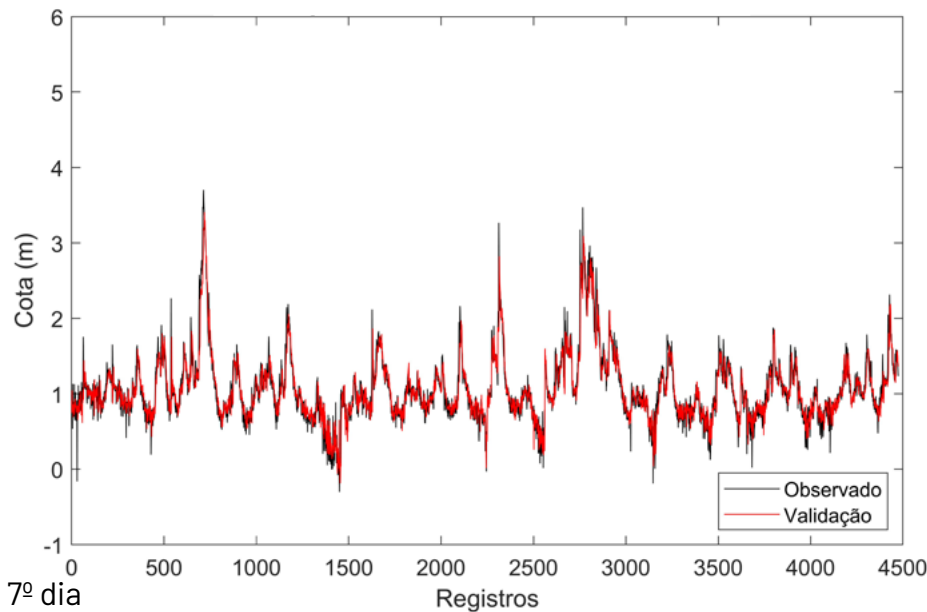
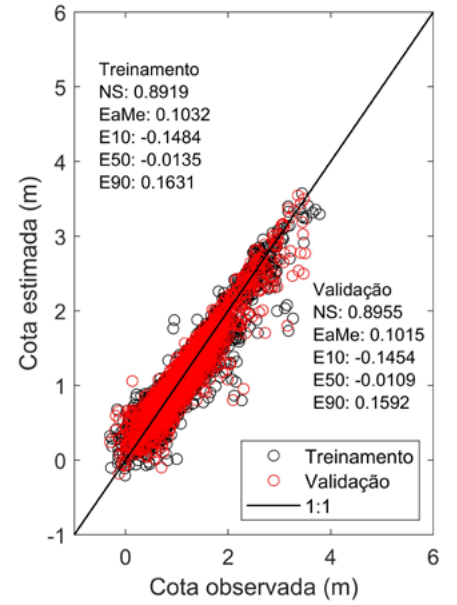
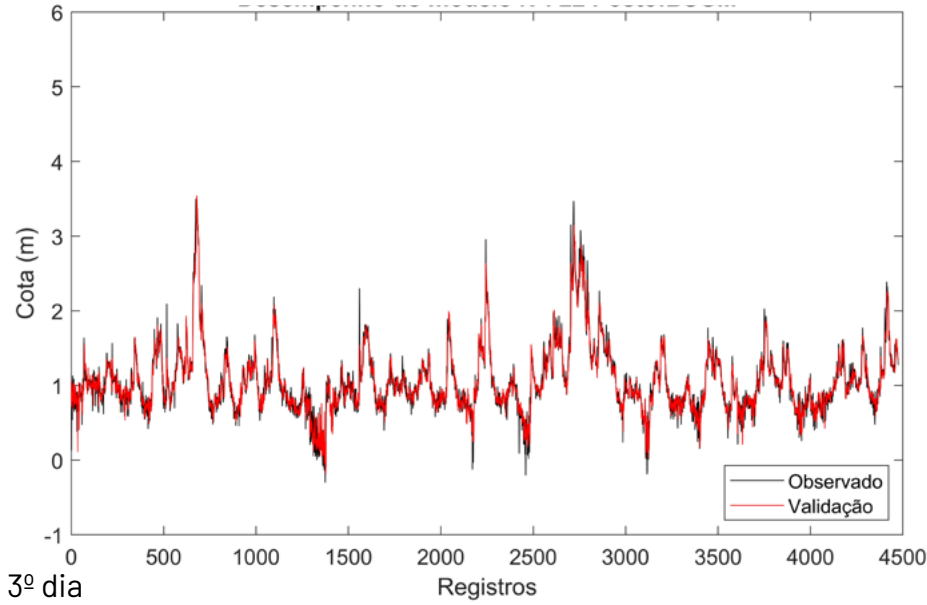
APÊNDICE I – Modelos para Posto de SIS Previsão de: 1, 3 e 7 dias



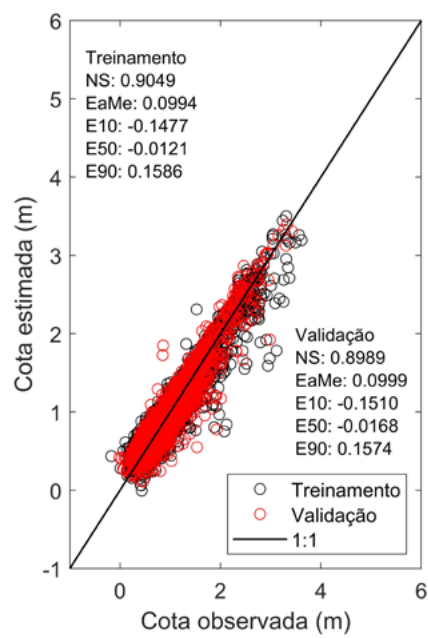
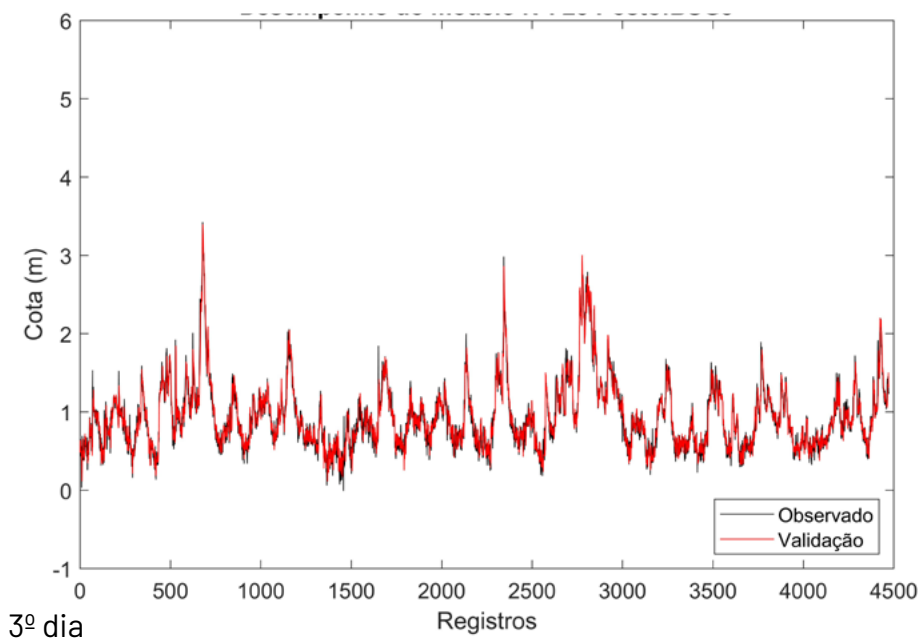
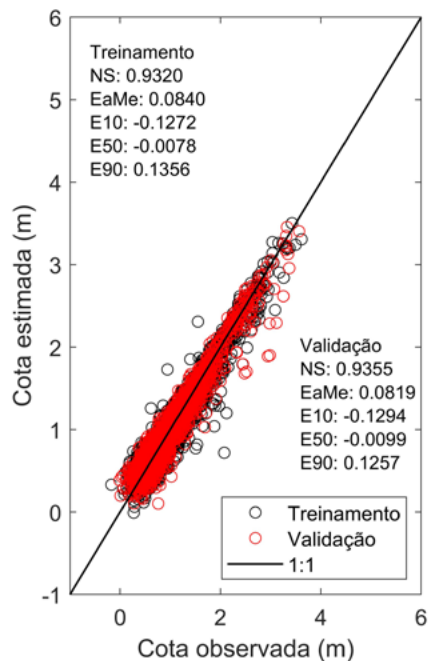
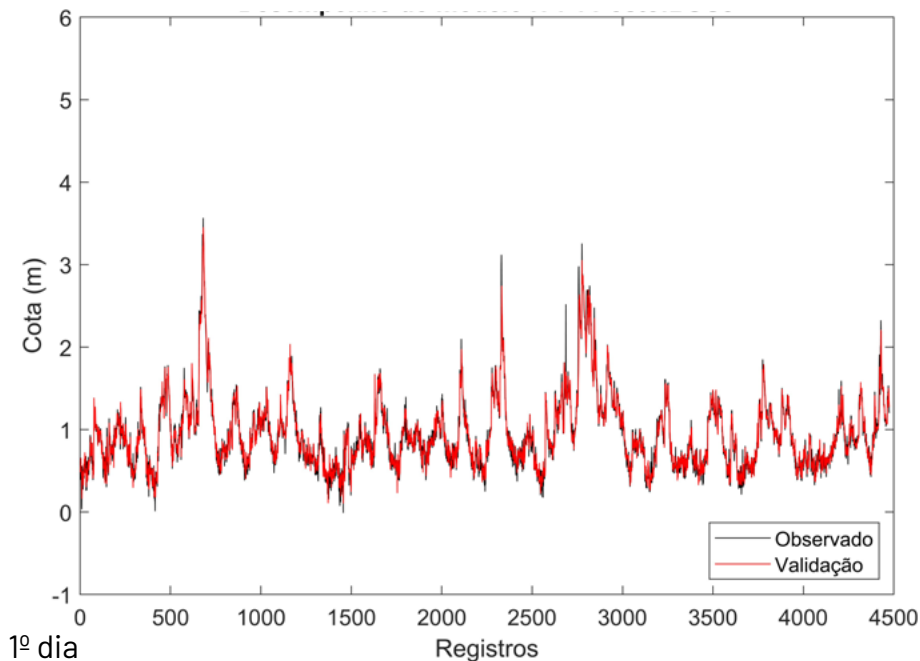


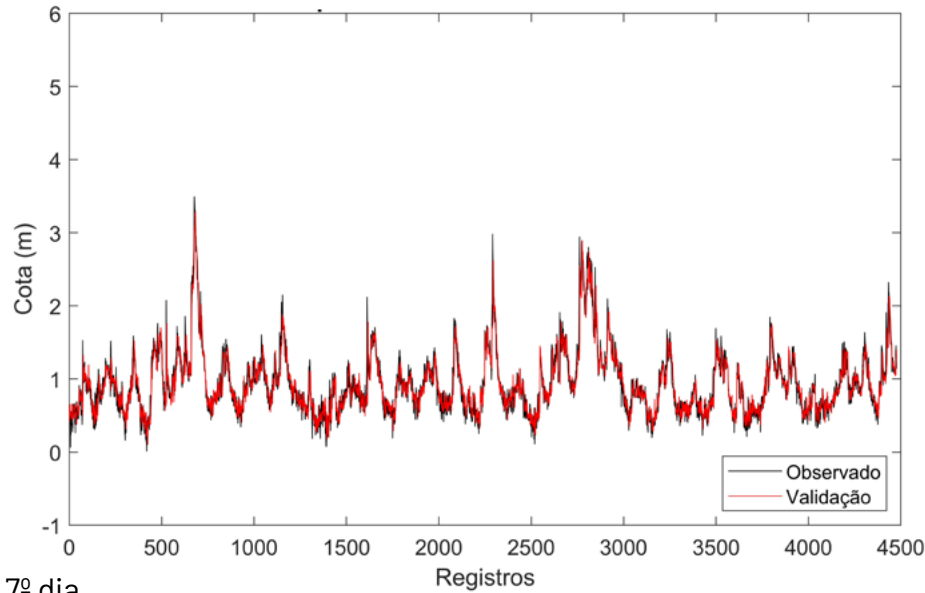
APÊNDICE I – Modelos para Posto de BSGM Previsão de: 1, 3 e 7 dias



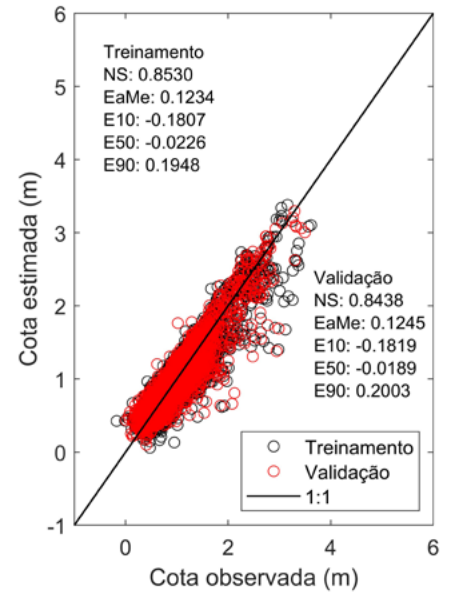


APÊNDICE I – Modelos para Posto de BSGJ Previsão de: 1, 3 e 7 dias

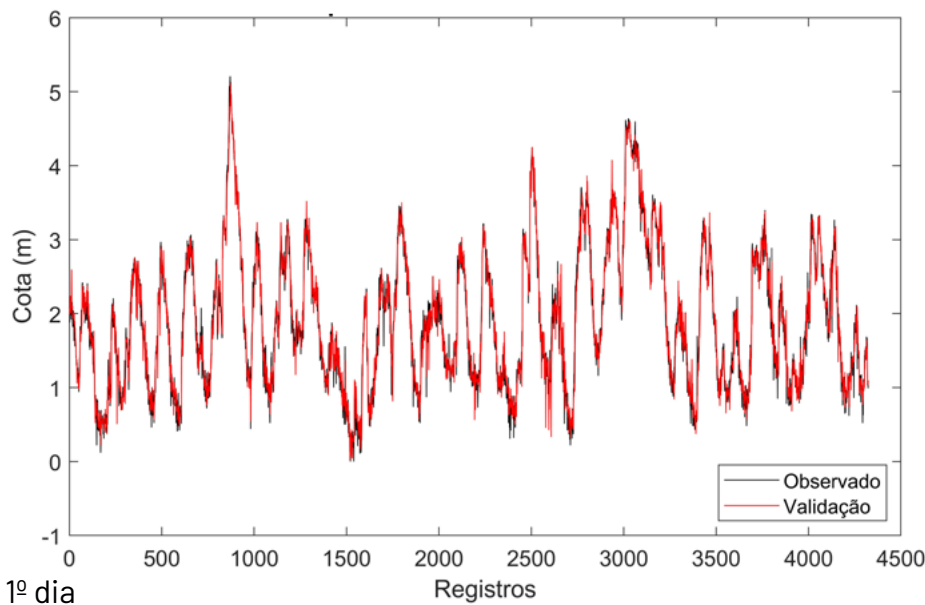




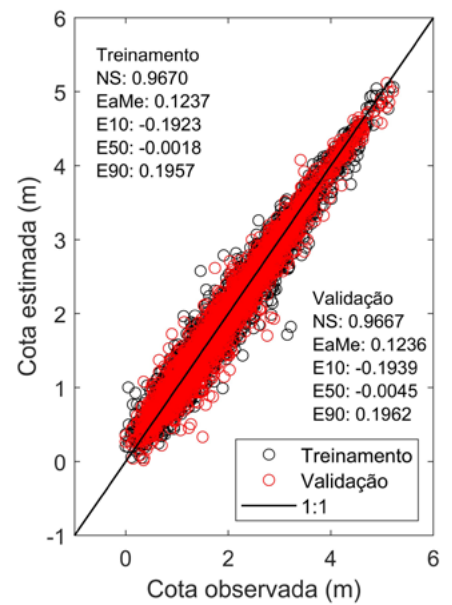
7º dia



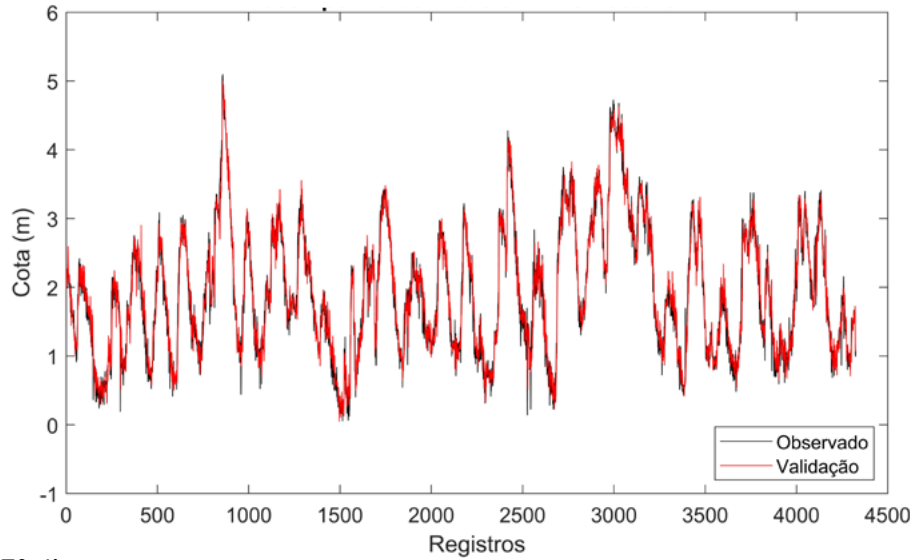
### APÊNDICE I – Modelos para Posto de SVP Previsão de: 1, 3 e 7 dias



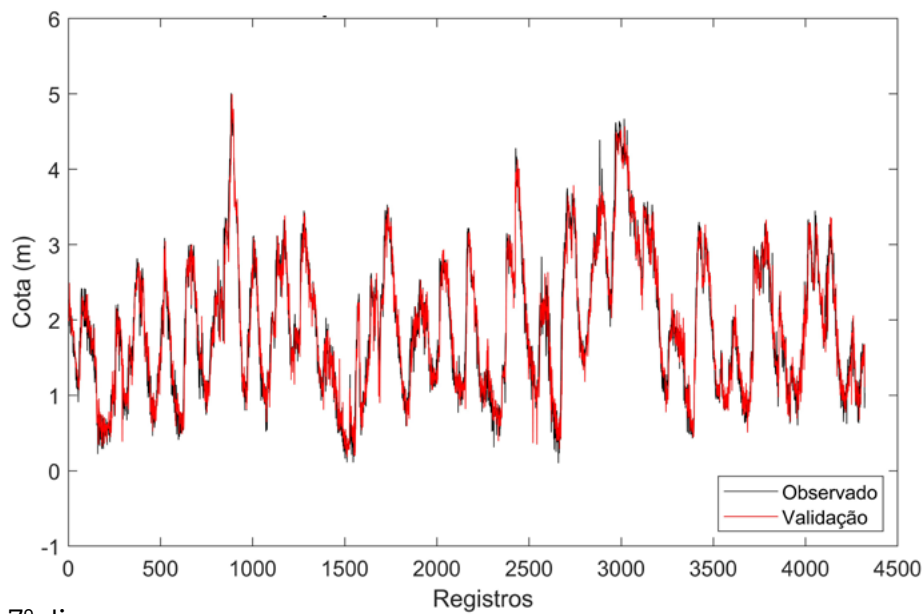
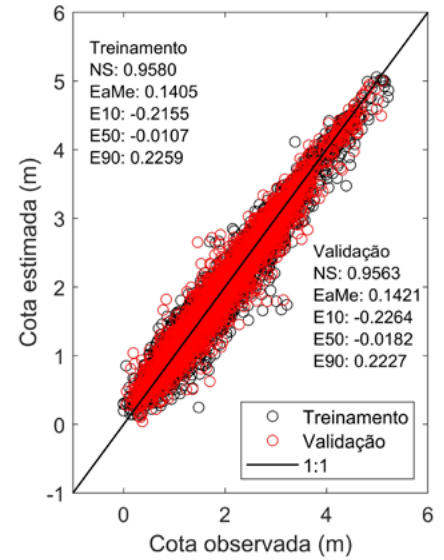
1º dia



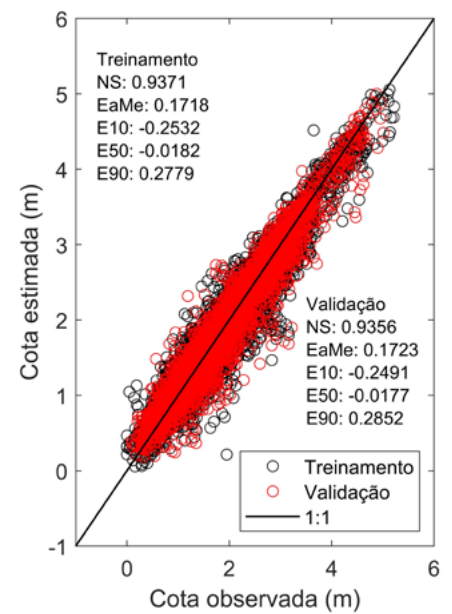




3º dia



7º dia



### 3.6 Discussões

Os modelos propostos para a Etapa 1 utilizaram dados históricos de níveis de água coletados entre 1978 e 2016 nos postos de monitoramento de Santa Isabel do Sul (SIS), Santa Vitória do Palmar (SVP), e na Barragem do Canal São Gonçalo Montante (BSGM) e Jusante (BSGJ). A análise dos dados históricos permitiu observar variações nas cotas médias diárias, revelando uma diferença de 0,19 m entre as cotas médias de SIS (1,70 m) e SVP (1,89 m), com leve tendência ao represamento das águas da lagoa na porção sul - o nível médio da Lagoa Mirim é dado a partir da média entre os valores de cota nas estações SIS e SVP; também revelou-se variação média diária de 0,11 m entre as cotas médias de BSGM (1,03 m) e BSGJ (0,92 m), corroborando com a tendência de elevação da linha d'água em montante no ambiente Canal São Gonçalo-Lagoa Mirim.

A amplitude interquartil (AIQ) para ambas as estações SIS e SVP foi de 1,40 m, indicando uma variabilidade considerável nos níveis d'água na porção da Lagoa Mirim, servindo de alerta para a navegação dessas águas pela Hidrovia Uruguai-Brasil. Para a Barragem do Canal São Gonçalo Montante (BSGM) e Jusante (BSGJ), as cotas médias foram de 1,03 m e 0,92 m, respectivamente. A diferença de 0,11 m entre essas duas estações destaca a influência do controle de barragem na regulação dos níveis d'água. As AIQs de 0,48 m para BSGM e 0,53 m para BSGJ indicam uma menor variabilidade comparada às estações de SIS e SVP, possivelmente devido à intervenção antrópica na barragem, que atua para estabilizar os níveis. Ainda, as grandes extensões da Lagoa Mirim, tanto no sentido norte/sul como leste/oeste e as características de região plana do local, faz a incidência dos ventos gerar diretos e significativos impactos nos níveis das águas da Lagoa Mirim.

Nesse sentido, as curvas de permanência fornecem uma visão mais detalhada da distribuição das cotas médias diárias, permitindo identificar as porcentagens do tempo em que determinadas cotas são mantidas em cada local. Os resultados mostraram que as cotas em SIS e SVP são mais suscetíveis a variações extremas, enquanto as cotas na barragem do Canal São Gonçalo tendem a ser mais estáveis - tendência ao "achatamento" da curva de permanência no tempo indica essa estabilidade.

Os boxplots corroboram com essa análise, apresentando a dispersão e os valores outliers das cotas. Esses gráficos evidenciaram que, apesar da média, as cotas em SIS e SVP têm uma maior dispersão, o que pode refletir influências climáticas e hidrológicas locais mais dinâmicas.

Já os boxplots para BSGM e BSGJ mostraram uma menor dispersão, alinhando-se à função reguladora da barragem.

Já nas previsões de níveis d'água para 1, 3 e 7 dias, essas foram desenvolvidas utilizando os modelos ajustados com os dados históricos. As previsões mostraram-se bastante compatíveis com os níveis observados, validando a eficácia dos modelos. Essas previsões são fundamentais para a gestão da navegação na região, permitindo ações preventivas e mitigatórias de calado de embarcações.

### 3.7 Conclusões

Nesta Etapa 1, foi possível observar que os modelos empíricos desenvolvidos para SIS, BSGM, BSGJ e SVP apresentaram desempenhos satisfatórios de forma geral, ainda que desempenhos distintos para as estações analisadas, sendo esses eficazes para a estimativa dos níveis d'água na Lagoa Mirim e no Canal São Gonçalo.

Os dados históricos fornecidos pela Agência da Lagoa Mirim (1978-2016) permitiram uma análise robusta e detalhada, possibilitando a identificação de padrões de variação das cotas ao longo dos anos, indicando as medianas mínimas e máximas para as estações SIS e SVP, bem como, os máximos e mínimos absolutos identificados para esse período de mais de 30 anos de dados.

Ainda, a análise dos ventos na bacia apontam não só para a caracterização e predominância da direção e magnitude dos ventos que incidem na região, mas também para a influência nos padrões de escoamentos das águas do sistema, com forte impacto na direção de escoamento do Canal São Gonçalo, sendo esse capaz de inverter o seu fluxo de acordo com o vento predominante. Essas características da região, justificaram a inserção da variável vento nos modelos de estimativa dos níveis nas estações analisadas, para 1, 3 e 7 dias à frente.

Em relação aos modelos empíricos de previsões futuras de níveis para 1, 3 e 7 dias, esses mostraram-se compatíveis com as futuras intenções de navegação da Hidrovia Uruguai-Brasil, demonstrando a viabilidade de aplicação dos modelos na previsão de níveis críticos para a navegação com satisfatório grau de precisão, conforme demonstrado pelos testes estatísticos durante o as etapas de treinamento e validação do conjunto de dados para cada seção.

## ETAPA 2

### 4 Módulo Hidrodinâmico - TELEMAC-3D

---

O sistema open TELEMAC-MASCARET é formado por um conjunto de módulos, em duas ou três dimensões, que podem ser utilizados para o estudo de aspectos relacionados à hidrodinâmica, transporte de sedimentos e ondas geradas pelo vento em regiões costeiras e oceânicas. O TELEMAC-3D é o módulo do sistema TELEMAC que resolve as equações de Navier-Stokes assumindo ou não condições de pressão hidrostática. O modelo considera a evolução da superfície livre como função do tempo, e utiliza equações de advecção e difusão para solucionar o sistema de equações.

Este módulo é utilizado para o estudo de aspectos relacionados à hidrodinâmica tridimensional de fluxos com superfície livre em rios, estuários, regiões costeiras e oceânicas. O TELEMAC-3D resolve as equações diferenciais utilizando o método de elementos finitos para a discretização espacial e discretização vertical em coordenadas sigma, de forma a acompanhar os limites superficiais e de fundo.

O Método dos Elementos Finitos (Hervouet, 2007; Lopes, 2013) é considerado o mais adequado para estudar sistemas compostos por diferentes compartimentos, como a Lagoa Mirim, Lagoa dos Patos e seu estuário, e a região costeira adjacente. Este método permite uma melhor representação dos acentuados gradientes batimétricos, da discretização detalhada da linha de costa além de aplicação de refinamentos diferenciados dentro da grade numérica, fato que por consequência, otimiza o tempo computacional. Desta forma, é possível calcular a elevação do nível do mar, as componentes das velocidades de corrente e as concentrações dos traçadores em cada ponto do domínio computacional.

#### 4.1 Equacionamento do modelo TELEMAC-3D

Todo o equacionamento do modelo TELEMAC-3D foi elaborado por Jean-Michel Hervouet e seus colaboradores que desenvolveram o sistema de modelagem em 1987 no Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Companhia Elétrica Francesa (R&D-EDF). As equações são baseadas nas formulações de Navier-Stokes, um dos pilares da mecânica de fluidos, e informações mais detalhadas do seu equacionamento podem ser encontradas no livro Free surface

flows: Modelling with the finite element methods (Hervouet, 2007) e no manual do modelo (Pham e Joly, 2016).

A equação da continuidade (equação 2.1) e a equação de conservação da quantidade de movimento (equações 2.2 e 2.3) são obtidas das relações da dinâmica dos fluidos geofísicos, e representadas em um sistema de coordenadas cartesiano. No módulo tridimensional, o modelo TELEMAC-3D considera as aproximações hidrostáticas e de Boussinesq para resolver as equações de Navier-Stokes, além de solucionar utilizando o método de elementos finitos para a discretização espacial e discretização vertical em coordenadas sigma, de forma a acompanhar os limites superficiais e de fundo (Hervouet e Van Haren, 1996; Hervouet, 2007). Para que a maioria das equações possa responder a hipótese da pressão hidrostática é aplicada, a pressão sendo representada na equação 2.4.

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = 0 \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + W \frac{\partial U}{\partial z} = -g \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \nu \nabla^2 (U) + F_x \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + W \frac{\partial V}{\partial z} = -g \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \nu \nabla^2 (V) + F_y \quad (2.3)$$

$$p = p_{atm} + \rho_0 g (Z_s - z) + \rho_0 g \int_z^{Z_s} \frac{\Delta \rho}{\rho_0} dz + p_d \quad (2.4)$$

Onde, U, V e W representam as componentes da velocidade, t é o tempo, g a aceleração da gravidade, Zs é a elevação da superfície, z é a profundidade em uma camada qualquer,  $\nu$  é o coeficiente de viscosidade cinemática, p é a pressão, enquanto que  $p_{atm}$  é a pressão atmosférica,  $\rho_0$  é a massa específica média,  $\Delta \rho$  representa a variação da massa específica, g a aceleração da gravidade, Zs a elevação da superfície livre, z a profundidade de uma camada qualquer e Fx

e  $F_y$  representam os termos fonte nas direções  $x$  e  $y$ , respectivamente.  $\nabla^2(U)$  e  $\nabla^2(V)$  são os operadores laplacianos no plano das coordenadas cartesianas.

A aproximação de Boussinesq considera que a diferença na massa específica ( $\Delta\rho$ ) em relação a um valor de referência ( $\rho_0$ ) é supostamente pequena. Desta forma, como a equação do estado relaciona a massa específica do fluido com a concentração dos traçadores na massa de água, é possível definir a sua influência nas equações hidrodinâmicas.

Segundo Pham e Joly (2016), o algoritmo básico do TELEMAC-3D pode ser dividido em 3 passos computacionais (três passos fracionados). O primeiro passo consiste em encontrar a componente da velocidade advectada apenas resolvendo os termos advectivos nas equações do momentum. No segundo passo computado, a partir das velocidades advectadas, a nova componente da velocidade leva em conta os termos difusivos e os termos fontes na equação da conservação da quantidade de movimento. Estas duas soluções permitem encontrar um campo de velocidade intermediário.

Finalmente, o algoritmo do TELEMAC-3D calcula a superfície livre através da integração vertical das equações da continuidade e do momentum, incluindo os termos de pressão. Todos os outros termos são levados em consideração nos dois passos anteriores. Para maiores informações sobre o equacionamento do modelo TELEMAC-3D e aplicações para a região de estudo, consultar Marques et al. (2009), Hervouet e Van Haren (1996) e Hervouet (2007).

## 4.2 Geração da Malha de Elementos Finitos

A utilização de malhas batimétricas não estruturadas (com elementos triangulares) permite uma boa representação das características batimétricas e morfológicas na grade do modelo numérico. Este tipo de malha otimiza a simulação, permitindo representar com resolução adequada as regiões de morfologia complexa, como por exemplo, a região da ilha de Florianópolis e a zona costeira adjacente.

A qualidade dos resultados calculados pelo modelo está diretamente relacionada aos dados batimétricos utilizados para a geração da malha. Desta forma, para obter a melhor representação possível das características batimétricas da região costeira adjacente foi necessário combinar dados batimétricos de diferentes fontes.

As malhas batimétricas produzidas para este trabalho foram criadas pela combinação de diferentes conjuntos de dados batimétricos.

1) Para a região costeira foram utilizados a base de dados batimétricos da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), realizado por Cardoso et al. (2014), disponíveis no sítio da Marinha (<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-cartas-nauticas/cartas.html>) e extraídos das seguintes cartas náuticas (figura 6a):

- N° 2104 Canal São Gonçalo;
- N° 2200 Lagoa Mirim;
- N° 23500 Pinhal a Rio Grande;
- N° 23600 Rio Grande ao Arroio Chui;

2) Os dados batimétricos na região costeira foram complementados com:

A. Levantamentos batimétricos realizado pela Marinha do Brasil como parte do plano Levantamento da Plataforma Continental Brasileira (LEPLAC -<https://www.mar.mil.br/secirm/leplac.html>), além de dados do projeto ReviZZE (<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zona-costeira-e-marinha/programa-revizee/item/7606>) (figuras 7a a e 7b).

B. Levantamentos batimétricos realizados pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG, através dos projetos: AREPE, CONVERSUT, ECOPEL, SUESTE, ARGO, ECOSAR, LA-PLATA, PRONEX e MCT-II, resultando na figura 7 (c).

C. Levantamentos batimétricos realizados pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI (figura 7d).

3) Devido a ausência ou pouca frequência de dados na região oceânica, os dados batimétricos oceânicos mais profundos que 400 metros (figura 6b) foram complementados com dados provenientes do GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). Esta abordagem foi utilizada para preservar os dados coletados em regiões costeiras e, ao mesmo tempo, melhorar a batimetria em oceano aberto.

Figura 6. Disposição da base batimétrica na região de estudo a partir da base GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans).

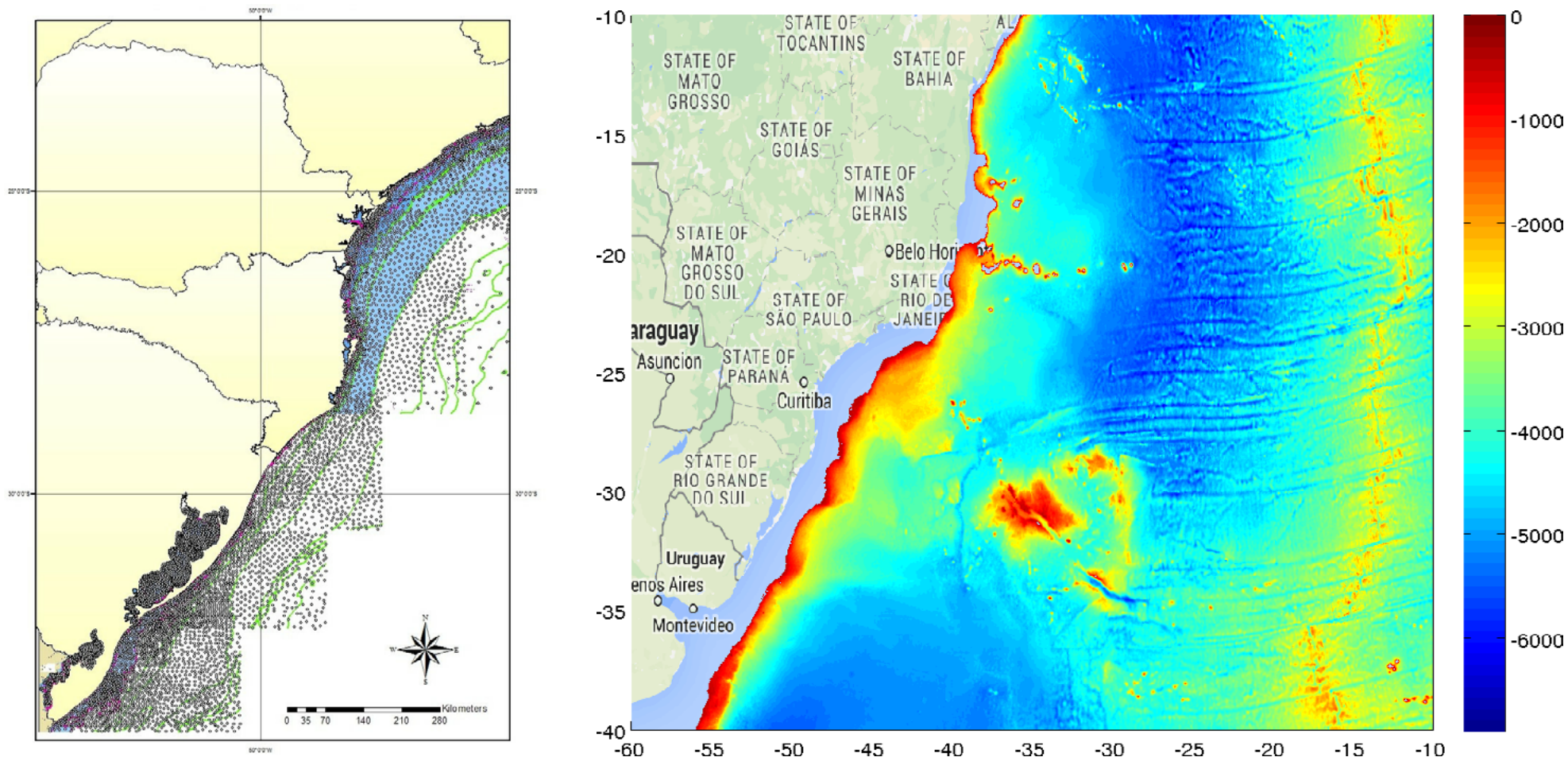
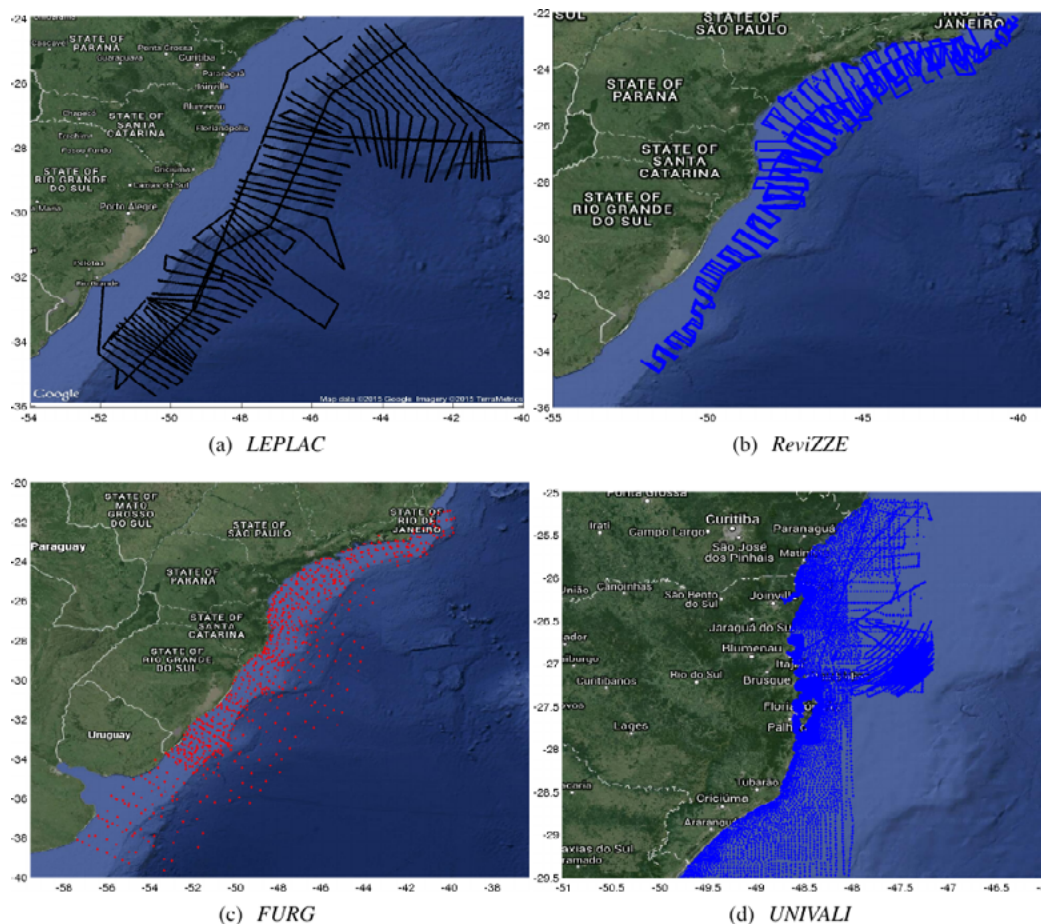




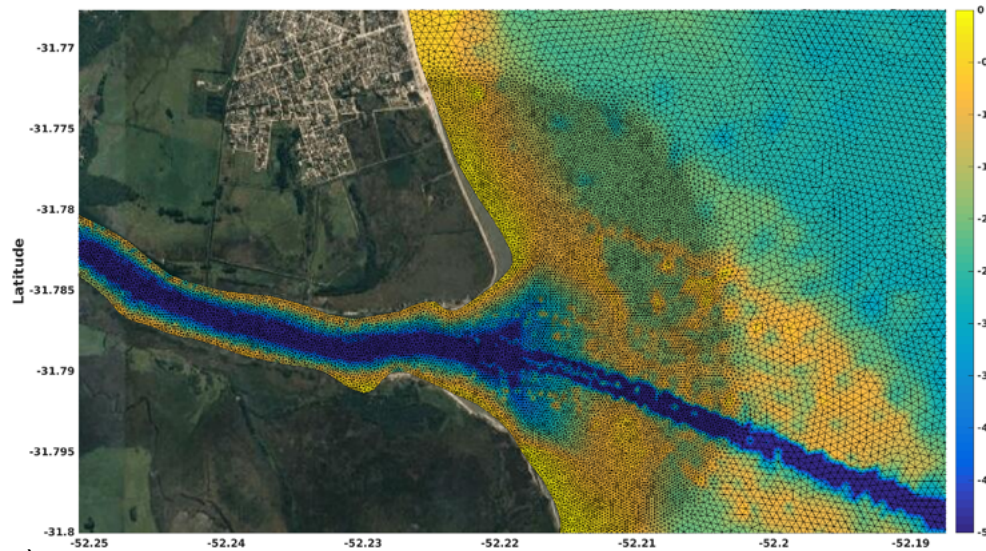
Figura 7: Pontos contendo dados batimétricos provenientes dos projetos (a) LEPLAC e (b) ReviZZE. Dados batimétricos provenientes de vários projetos da (c) FURG e (d) UNIVALI.



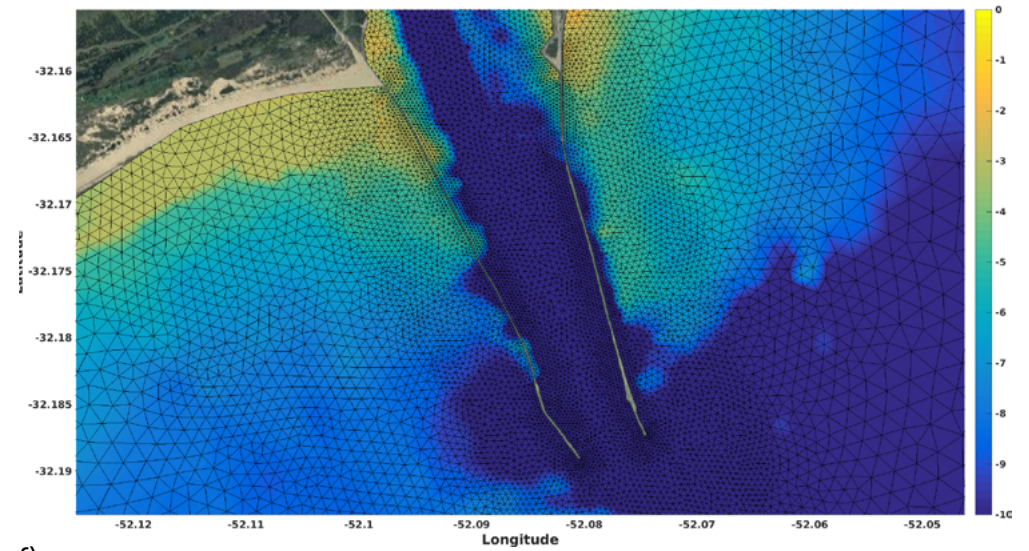
### 4.3 Malha Computacional

Os dados batimétricos foram agrupados (figuras 6 e 7) e inseridos no software Blue Kenue para a geração da malha numérica de elementos finitos. Este software foi desenvolvido pelo Canadian Hydraulic Centre (CHC) e recentemente agregado a lista de programas recomendados para usuários do sistema open TELEMAC-MASCARET, sendo uma de suas funções a de criação de malhas de elementos finitos, além da visualização de resultados de saída do modelo.

O domínio computacional desenvolvido para este trabalho, no setor oceânico, se estende do sul da cidade do Chuí, no Rio Grande do Sul, ao norte, até a cidade de Torres. Adicionalmente, contém a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim. Além da região costeira adjacente, este domínio alcança uma profundidade de aproximadamente 3.500 m (figura 8). Vale a pena ressaltar que a



e)



f)

Para ambientes costeiros e/ou oceânicos, o número de níveis sigma varia de 15 a 21 envolvendo o modelo TELEMAC -3D . Kirinus e Marques (2015a) realizaram testes iniciais na região sudeste brasileira com 15 níveis sigma em uma malha horizontal considerada pequena para a região (100.000 pontos). Na figura 9, pode-se observar uma representação tridimensional do setor oceânico, e o formato da discretização vertical em 6 níveis sigma.

Em vista de desenvolver os resultados adequados para atender os objetivos, foram idealizadas simulações numéricas com dois cenários: 1º) A malha da Macrorregião, contendo a Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e o oceano adjacente, com um total de 160.281 nós; 2º) Duas malha da Microrregião, com foco exclusivo na barragem-eclusa com direção de jusante e montante, contendo respectivamente 20.206 e 42.637 nós (Figura 6). Neste projeto foram adotados 11 níveis sigma para a malha da Macrorregião, e 4 níveis sigma para as malhas desenvolvidas para a barragem-eclusa (Microrregião). A distância entre os nós na eclusa é de 3 metros, enquanto que no canal é de 15 metros.

Figura 9: Representação tridimensional de 6 níveis sigma da malha numérica.

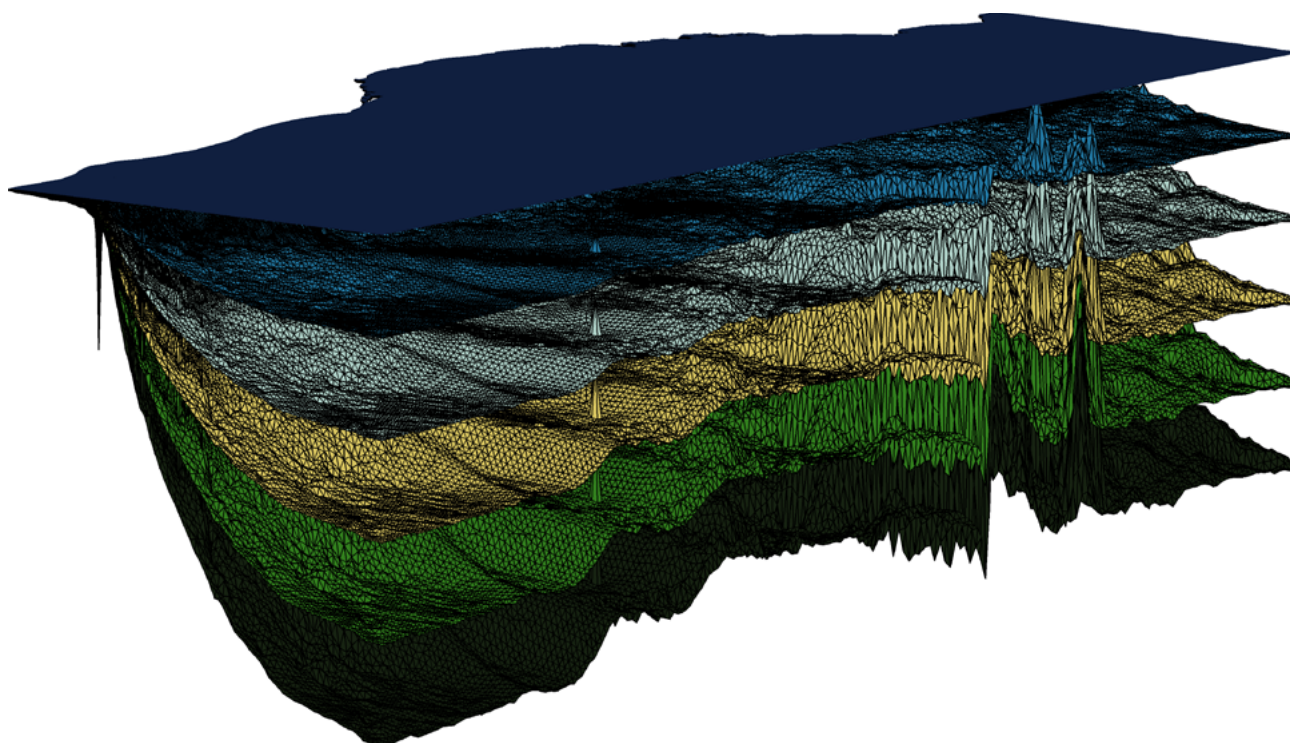
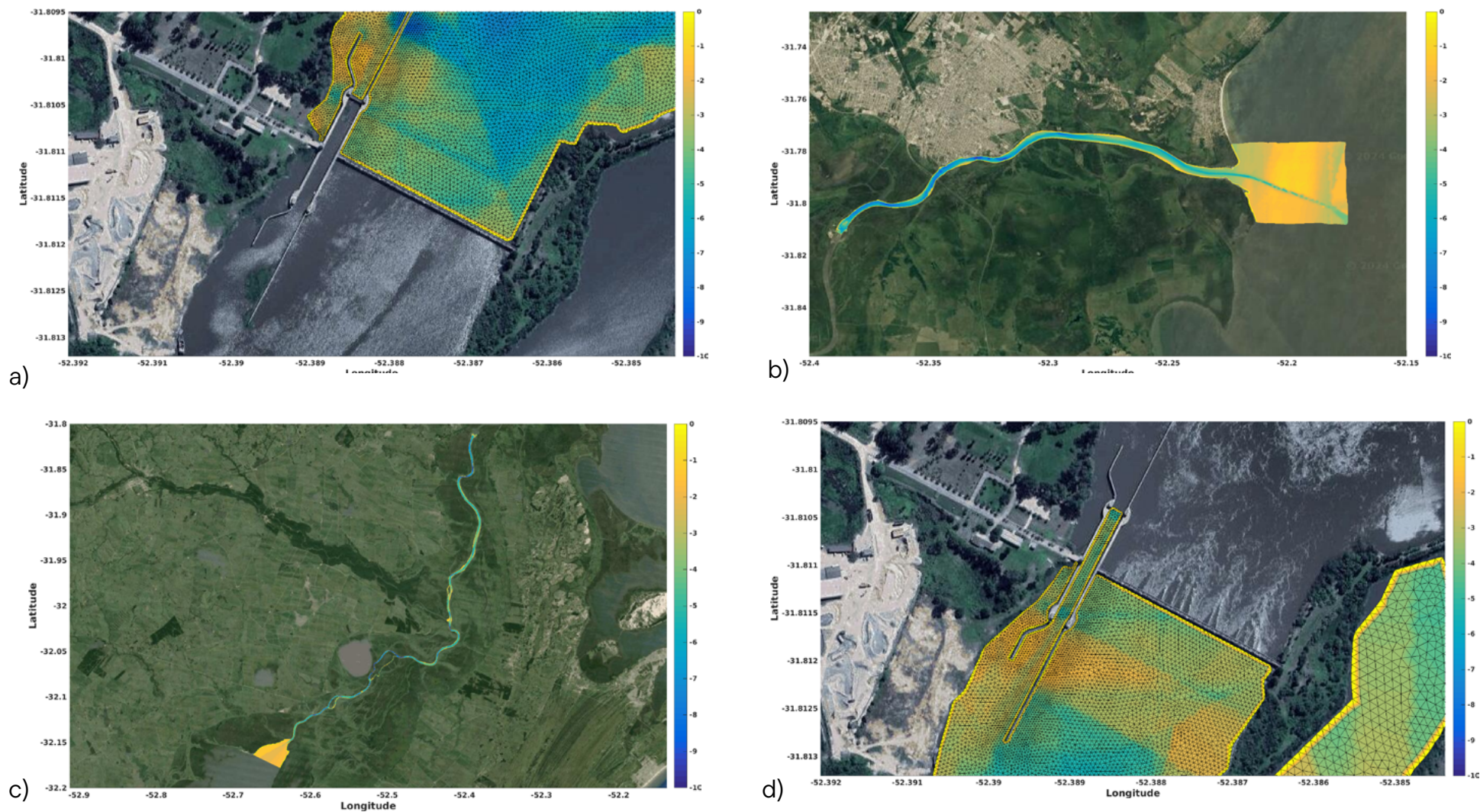


Figura 10: Representação das malhas utilizadas da Microrregião.  
 (a, b) Setor a jusante da barragem eclusa. (c, d) Setor a montante da barragem eclusa.



malha computacional desenvolvida não leva em consideração a Lagoa Mangueira.

A influência da Mangueira na Mangueira Lagoa Mirim ocorre por um pequeno canal artificial ao sul da Lagoa Mangueira que não gera grandes trocas entre as Lagoas. Para fins de hidrodinâmica e morfodinâmica da Lagoa Mirim, pode-se afirmar que a Lagoa Mangueira não altera os padrões dinâmicos relevantes para a navegação.

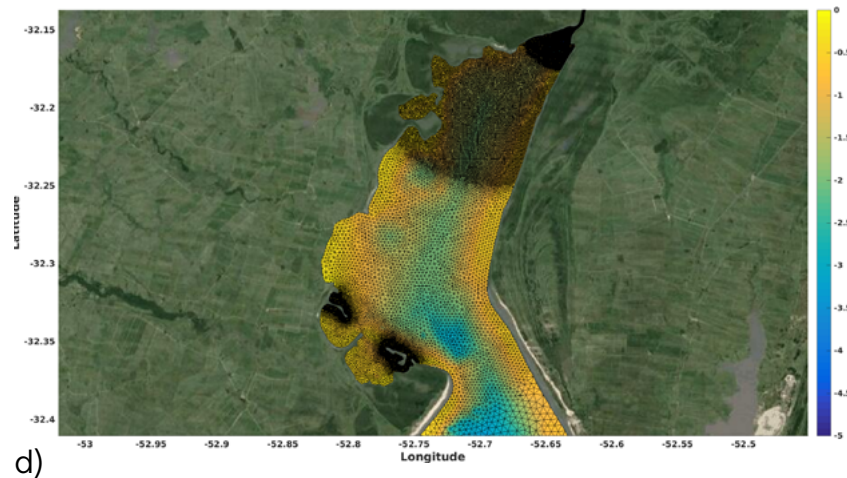
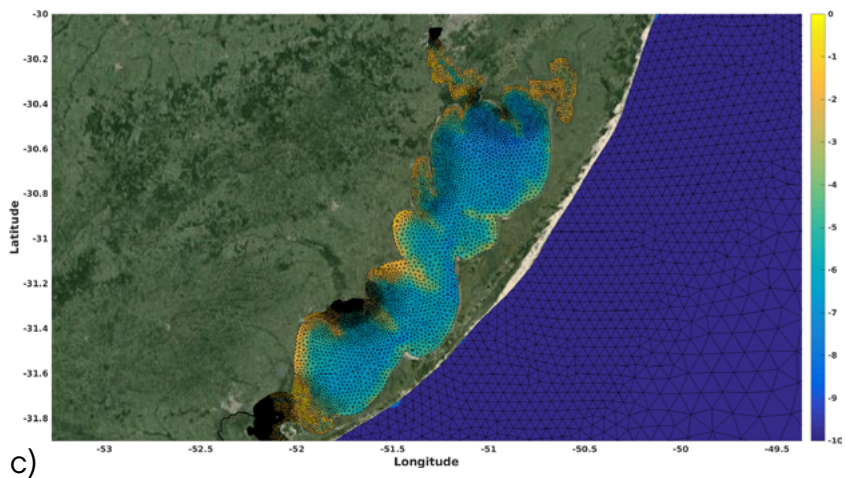
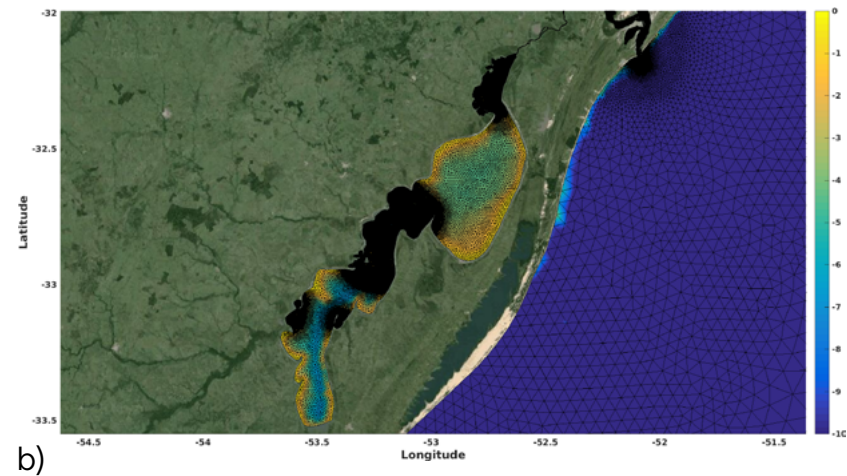
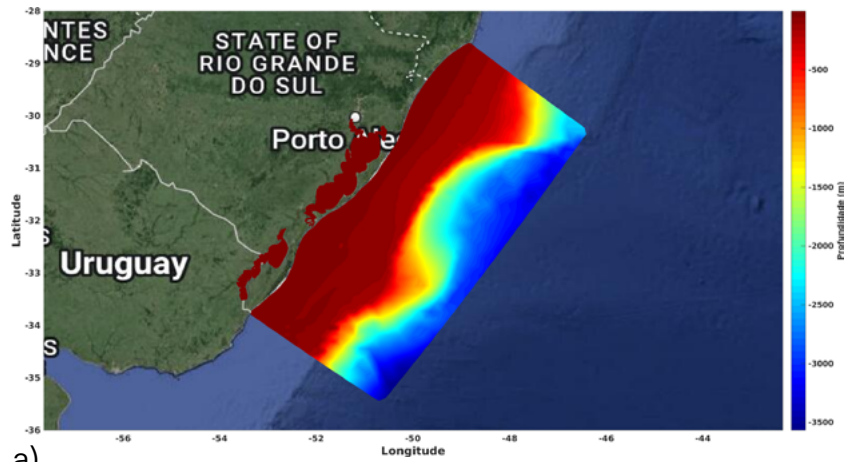
Para construir o domínio prismático tridimensional basta realizar a repetição do domínio bidimensional ao longo da vertical em camadas superpostas (planos). Estes planos são discretizados em níveis sigma e têm elevações variáveis e as condições necessárias são que a elevação dos pontos pertencentes à vertical obrigatoriamente aumento do fundo para a superfície.

A escolha apropriada dos níveis verticais deve seguir um balanço entre custo computacional, a qualidade da estrutura do fluxo tridimensional desejada para o tipo de estudo proposto e o modelo utilizado. Na tabela 1, estão alguns trabalhos que utilizaram níveis sigma para diferentes locais e modelos.

No caso de ambientes estuarinos, devido às súbitas variações de densidade na região das frentes, uma boa definição vertical é requerida. Para isso, utilizando o TELEMAC -3D acoplado ou não, geralmente são utilizados 15 níveis sigmas para a Lagoa dos Patos (Kirinus et al., 2012; Marques et al., 2014; Kirinus e Marques, 2015a).

Por outro lado, Lövstedt e Almström (2015) utilizaram 8 níveis sigma em seu estudo devido à pequena extensão de sua malha estuarina (30 km), em prol de aumentar a qualidade da malha horizontal (300.000 nós). Da mesma forma, Maximova et al. (2015) optaram por 5 níveis sigma para valorizar uma malha com 450.000 pontos para o estuário de Scheldt na Holanda. Walther et al. (2014) utilizaram 16 níveis sigma em uma malha restrita de 7.000 pontos para avaliar ondulatória e sedimentação do estuário do Rio Loire na França.

Figura 8: Malha numérica em elementos finitos da Macrorregião. Podendo ser notada a variação do refino da malha na medida em que a região costeira se aproxima. Detalhe nas regiões: (a) Malha numérica de toda a área demonstrando a batimetria máxima; (b) Lagoa Mirim; (c) Lagoa dos Patos; (d) Sangradouro da Lagoa Mirim; (e) Desembocadura do canal São Gonçalo para a Lagoa dos Patos; (f) Molhes da Barra de Rio Grande, conectando o sistema lagunar ao oceano costeiro.



Referência	Local	Ambiente	$\sigma$	Pontos	Modelo
Marques et al. (2009); Kirinus et al. (2012); Marques et al. (2014); Kirinus e Marques (2015b), entre outros.	Lagoa dos Patos, Brasil	Estuarino	10 - 15	20.000 a 100.000	Telemac-3d
Lövstedt e Almström (2015)	Skälderviken, Suécia	Estuarino	8	300000	Telemac-3d
Maximova et al. (2015)	Scheldt, Holanda	Estuarino	5	450000	Telemac-3d
Walther et al. (2014)	Loire, França	Estuarino	16	7100	Telemac-3d
Cooper e Day (2015)	California, EUA	Costeiro e PCA	21	NI	Telemac-3d
Kirinus e Marques (2015a)	Sudeste do Brasil	Costeiro e PCA	15	115320	Telemac-3d
Marques et al. (2017); Monteiro et al. (2017)	Tramandaí, Brasil	Costeiro e PCA	15	28414	Telemac-3d + ECOS
Harari e de Camargo (1998); Harari et al. (2000)	Santos, Brasil	Costeiro e PCA	11	DF	POM
Alves (2006)	Rio Grande do Sul, Brasil	Costeiro e Oceânico	23	DF	POM
Lemos (2006)	Espírito Santo, Brasil	Costeiro e Oceânico	21	DF	POM
Pereira (2013)	Oceano Atlântico Sul Tropical	Costeiro e Oceânico	22	DF	POM
Chassignet et al. (2009)	Global	Costeiro e Oceânico	15	DF	HYCOM

Tabela 4: Utilização de níveis sigma de acordo com diferentes autores, modelos utilizados e ambientes de estudo.  $\sigma$  : Níveis sigma; PCA: Plataforma Continental Adjacente; NI: Não Informado; DF: Método de Diferenças Finitas.

## 4.4 Cenários Numéricos e Condições de Contorno

Em vista de desenvolver os resultados adequados para atender os objetivos, foram idealizadas simulações numéricas com dois cenários: 1°) A malha da Macrorregião, contendo a Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e o oceano adjacente (Figura 11a); 2°) Duas malhas da Microrregião (Figura 11b), com foco exclusivo na barragem-eclusa, a jusante e a montante.

Sendo assim, após o desenvolvimento das malhas numéricas, dados de condições iniciais e de contorno foram adquiridas e implementadas no cenário da Macrorregião, e posteriormente, o modelo hidrodinâmico Telemac-3D foi utilizado para simular o ano de 2019. Após a conclusão da simulação, os resultados obtidos foram implementados como condição de borda nas malhas das Microrregiões (jusante e vazante), permitindo desta forma a correta implementação da dinâmica local em cada parcela dos cenários estudados.

Considerando o cenário da Macrorregião, as fontes de dados utilizadas para compor as condições iniciais e de contorno (Figura 11), provêm quatro bancos de dados: o HYCOM (HYbrid Coordinate Ocean Model - <http://hycom.org/>), o ERA5 do ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>), o OSU-OTPS (Oregon State University - Tidal Prediction Software - <http://volkov.oce.orst.edu/tides/global.html>), e a ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - <https://www.snirh.gov.br/hidroweb-mobile/mapa>).

A partir do modelo HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model), foram obtidos os dados oceanográficos de elevação do nível do mar, velocidade de corrente, salinidade e temperatura. A resolução espacial dos dados que estão sendo utilizados no trabalho é de 0,08 de latitude e longitude (aproximadamente 9km), com escala temporal de 24 h (METZGER et al., 2006). Já os dados meteorológicos representam as condições superficiais, aplicadas durante todo o período simulado, utilizando o banco de dados do ERA-5 do ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). A resolução espacial dos dados utilizados no trabalho é de 0,125 (aproximadamente 14 km), com escala temporal de 6 h.

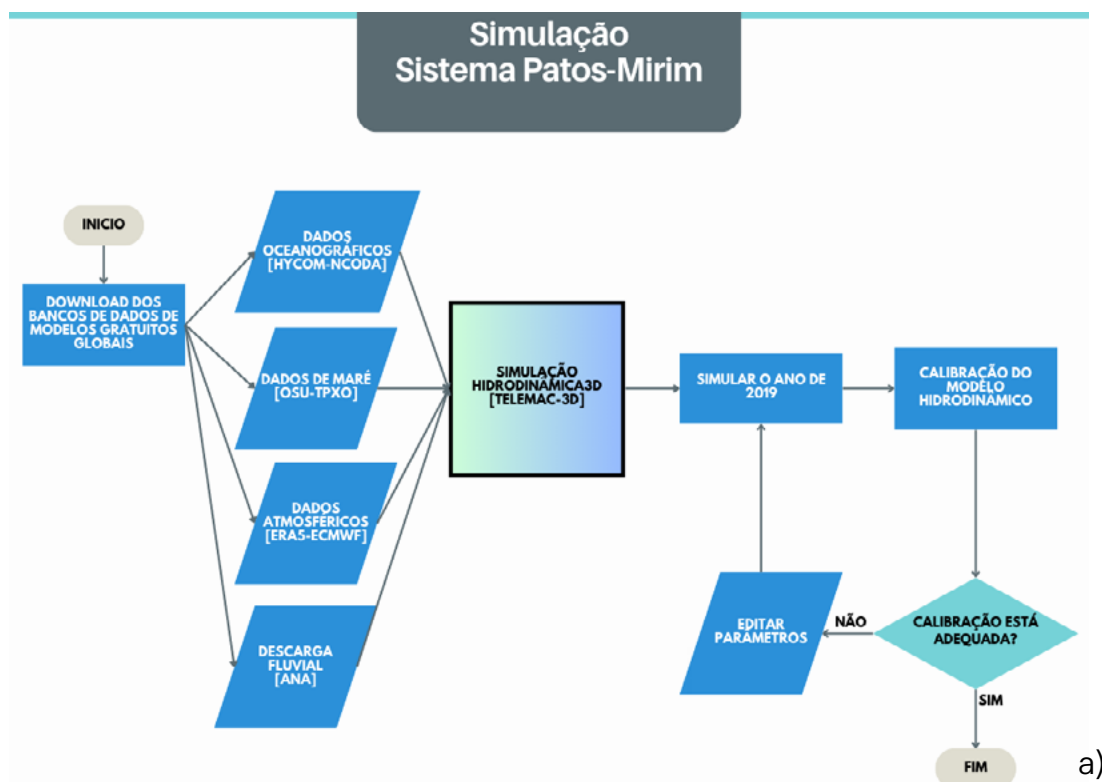
A maré astronômica é calculada através da assimilação de dados do modelo global OTPS (OSU Tidal Prediction Software) (Egbert e Erofeeva, 2002) pertencente a Oregon State University (OSU). Sendo que este modelo global de marés oceânicas contempla as 29 principais constituintes de maré (Pham et al., 2013).

A maré é calculada no OTPS através dos dados de altimetria do sensor TOPEX/Poseidon, submetidos a filtro passa-baixa e reamostrados para todo o período de passagem do satélite (Egbert e Erofeeva, 2002). Eventuais erros encontrados são eliminados, resultando em uma longa série temporal de amplitudes onde são estimadas as constantes harmônicas. Os dados de maré são então impostos em toda a borda oceânica da malha computacional.

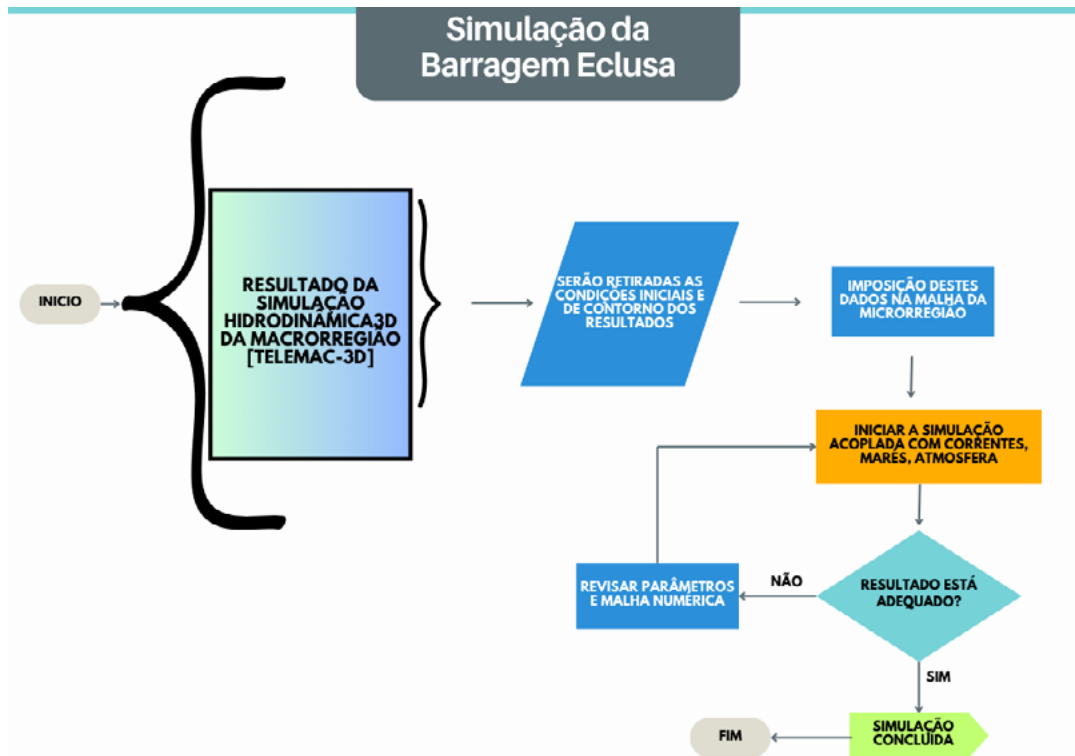


Por fim, as séries de descargas fluviais do rio Piratini foram extraídas da página da HidroWeb da Agência Nacional de Águas para o ano de 2019 (Figura 13). Os dados dos rios tributário da Lagoa Mirim como rios Taquari, Jaguarão e Cebollati foram fornecidos pela Agência da Lagoa Mirim. A vazão dos rios Guaíba e Camaquã, devido a ausência de disponibilidade por parte da ANA, foram feitas médias climatológicas da vazão para o período de 2005 até 2015. Com estes dados foram feitas médias diárias formando uma série temporal de um ano.

Figura 11: Fluxogramas das simulações numéricas desenvolvidas. (a) Para o sistema completo acoplado entre a Lagoa dos Patos, Lagoa Mirim e oceano adjacente; e (b) Para os cenários a jusante e a montante da barragem-eclusa.



a)



b)

Figura 12: Demonstração da imposição e contornos superficiais na malha numérica: ERA5 como banco de dados atmosférico, HYCOM como banco de dados oceânicos e o OSU-OTPS como maré astronômica.

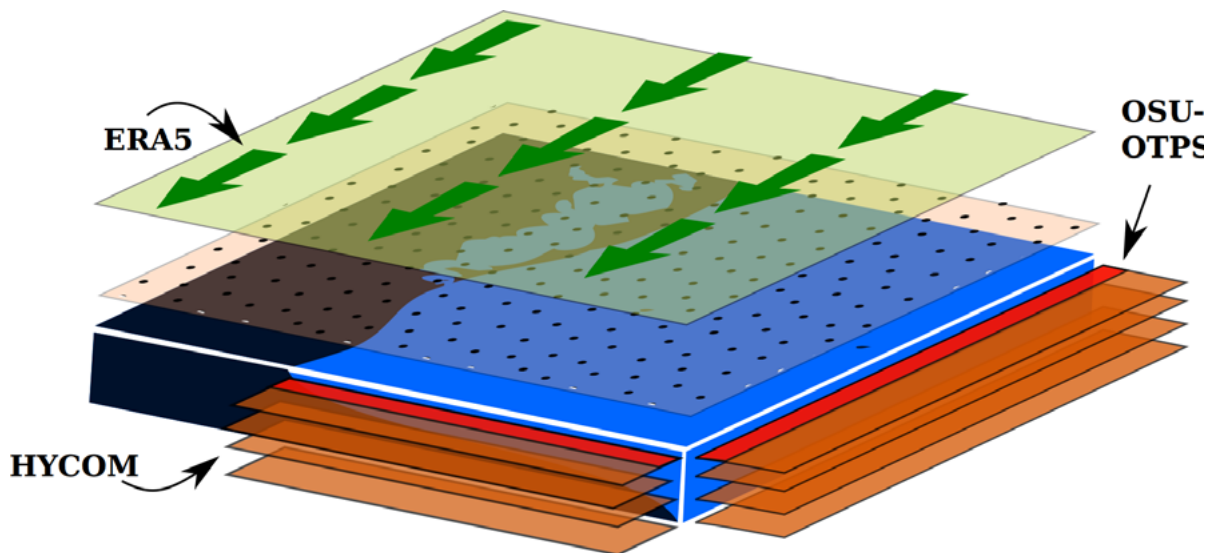
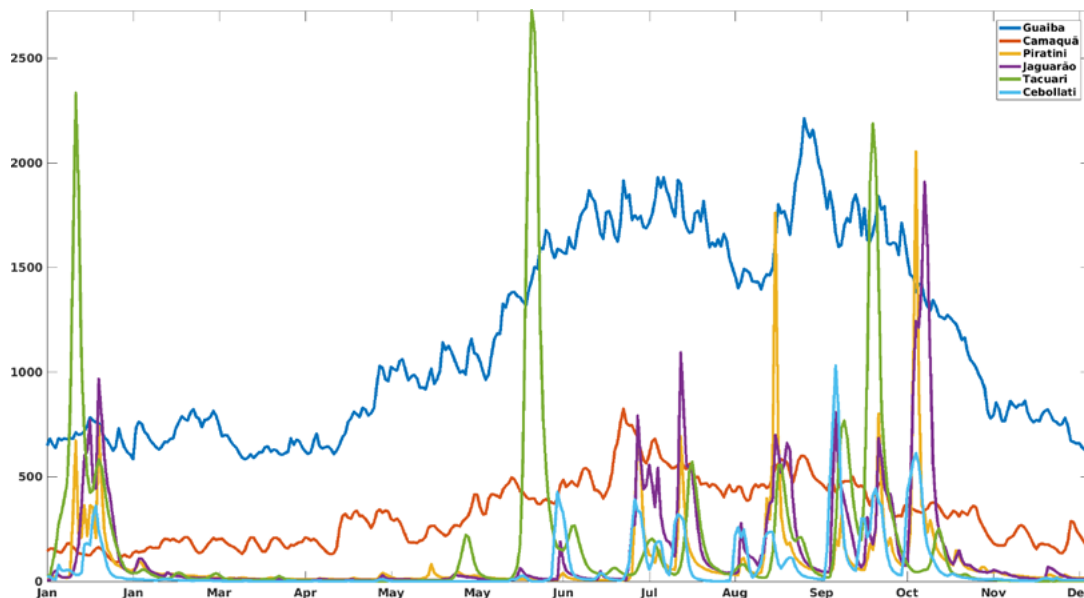


Figura 13: Descarga fluvial ( $m^3/s$ ) dos rios interpostos na condição de contorno líquido do modelo.



## 4.5 Resultados

### 4.5.1 Calibração do modelo hidrodinâmico Telemac-3D

O conceito de calibração de modelos é utilizado amplamente pela comunidade científica no sentido de comparar os resultados do modelo utilizado com outros dados disponíveis observados *in situ*. Sendo assim, o modelo hidrodinâmico Telemac-3D foi calibrado utilizando dados advindos de duas estações de medição de nível presentes no canal São Gonçalo onde uma está localizada em Pelotas e a outra estação em Santa Isabel do Sul.

A estação está localizada no Campus Anglo da UFPEL, na margem esquerda do Canal São Gonçalo na cidade de Pelotas, com as coordenadas  $31^{\circ}46'56.4''S$   $52^{\circ}19'25.4''W$ , e possui aproximadamente 230 metros de largura, estando essa em operação desde 2016.

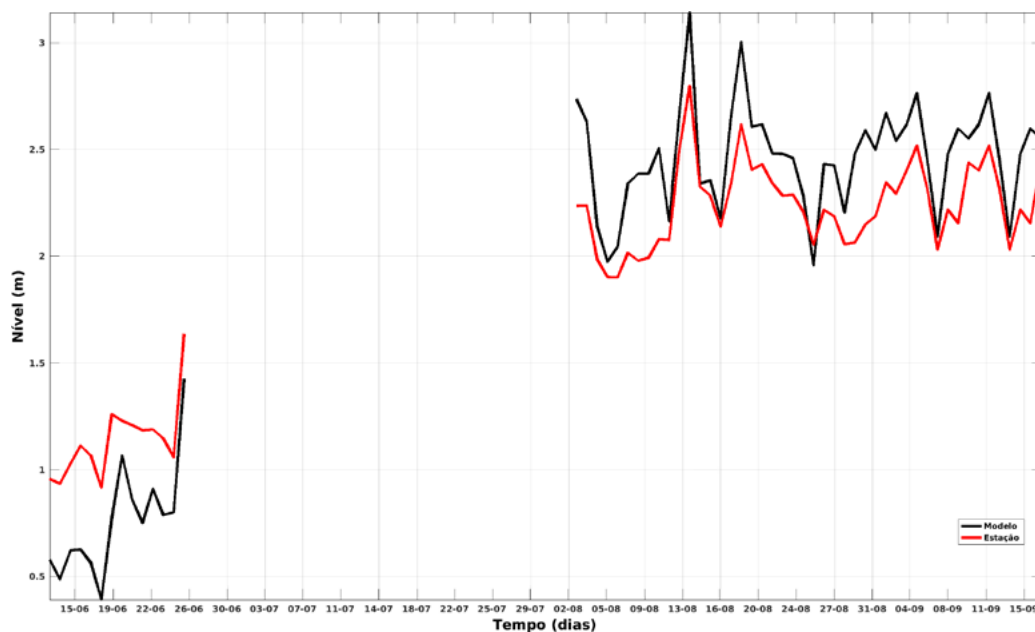
Para a estação Santa Isabel do Sul, a seção de controle está localizada no sul do Rio Grande do Sul, na cidade de Arroio Grande, às margens do Canal São Gonçalo e próximo do encontro da Lagoa Mirim com o canal, localizada na latitude  $32^{\circ}07'07.02''S$  e Longitude  $52^{\circ}35'35.75''W$ , essa seção possui 175 metros de largura. Ambos os pontos de controle são monitorados pelo Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentologia para o Manejo de Bacias Hidro-

gráficas – NEPE HIDROSEDI e da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM), e são capazes de monitorar variáveis como precipitação, nível da água, temperatura do ar, temperatura da água, umidade e velocidade e direção de vento.

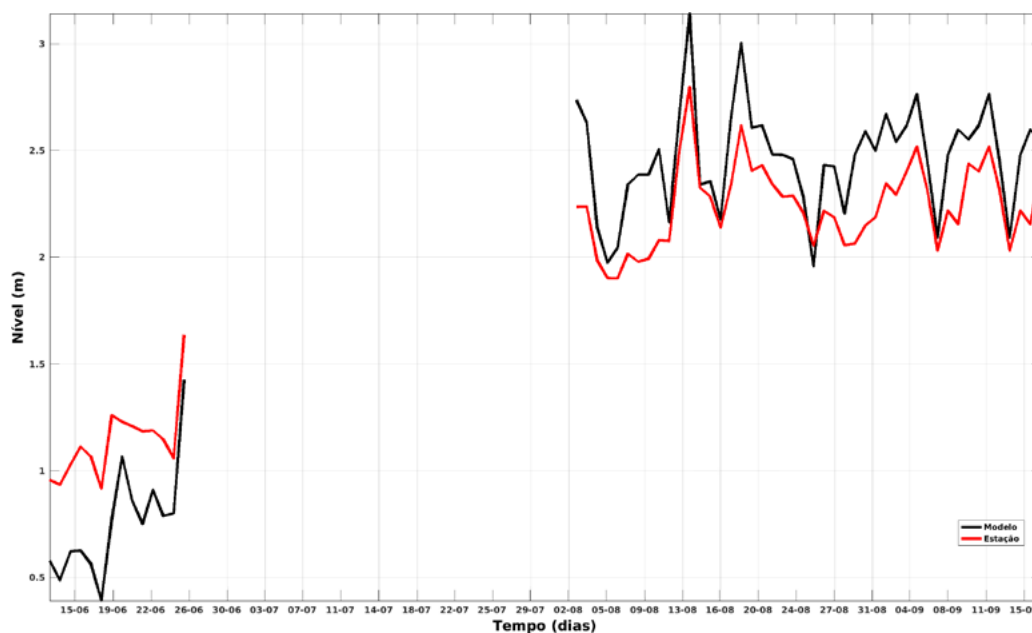
A partir dessas duas seções de controle, podemos comparar os valores entre o nível estimado pelo modelo e os dados observados na estação, para o ano de 2019 (Figura 14). Neste ano, houveram amostras de nível para os meses de julho, agosto e setembro para Santa Isabel, enquanto que para o Campus Anglo Pelotas os meses de abril e agosto possuem dados disponíveis.

Para a estação de Santa Isabel (Figura 14a.) os dados apresentam a mesma tendência e padrões de alteração do nível, com subestimação no início da série temporal e posterior superestimação por parte do modelo. Por outro lado, na estação do estação do Campus Anglo da UFPEL (Figura 14b.) as tendências de nível se mantém correlacionadas, entretanto o modelo apresentou grandes flutuações de valores.

Figura 14: Comparação entre o nível modelado (Telemac-3D) e o nível medido em Santa Isabel do Sul (a) e no Campus Anglo Pelotas.



a) Santa Isabel do Sul.



b) Porto de Pelotas Campus Anglo da UFPEL.

Para melhor avaliar o desempenho do modelo frente aos dados observados, indicadores de performance foram utilizados de acordo com Hallak e Filho (2011) e Teegavarapu (2013). Sendo assim, os indicadores de performance utilizados estão descritos a seguir e suas equações relações de comparação com os resultados estão na Tabela 5.

- Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE): é comumente usada para expressar a precisão dos resultados numéricos com a vantagem de que o RMSE apresenta valores do erro nas mesmas dimensões da variável analisada;
- Erro Médio Absoluto (MAE): por ser menos afetado por pontos com valores anormalmente extremos (outliers), o MAE é considerado preciso e robusto como medida da habilidade de modelos numéricos em reproduzir a realidade (Fox, 1981);
- Erro Quadrático Médio (MSE): o MSE é similar ao MAE, porém mais sensível aos grandes erros, por elevar as diferenças individuais ao quadrado (Wilks, 2006).
- Viés : Valor médio da diferença entre os resultados do modelo e observações. Estima os erros sistemáticos que podem ter como origem na falta de habilidade do modelo em representar o ambiente estudado (Melo et al., 2008, 2010; Delle Monache et al., 2011; Edwards et al., 2014).
- Inclinação quadrática média (SS): Resultado de uma análise de regressão na qual

nenhum dos dois conjuntos de dados é considerado como perfeito, mas ambos contribuem igualmente para o erro (Melo et al., 2008; dos Santos, 2009).

- Coeficiente de correlação de Pearson (R): O coeficiente de Pearson reflete a correlação linear entre os dados comparados (Zambresky, 1989; Legates e McCabe, 1999; Edwards et al., 2014b).

Sendo assim, comparando os valores encontrados advindos dessa análise (Tabela 6), temos que as médias e desvio padrão entre modelo e a estação de Santa Isabel estão coerentes dentro do intervalo de desvio, enquanto que da estação do Campus Anglo da UFPel, os valores são inferiores no período disponível, mas apresentam maior desvio padrão em relação a outra estação. Dessa forma, aplicando os indicadores de performance observamos que os valores de RMSE para Santa Isabel estão em 0,71m enquanto que para o porto de Pelotas está igual a 0,35m indicando melhor concordância entre os bancos de dados para a amostragem do porto de Pelotas. Essa mesma tendência é refletida nos valores de MAE com 0,68 m e 0,26 m.

O MSE deve ter valores próximos a zero para apresentar melhor performance, demonstrando valores de boa tendência para o porto de Pelotas e valores intermediários para Santa Isabel. O Viés demonstra a tendência do modelo em subestimar os dados observados, corroborado pela Inclinação Quadrática Média (SS), apresentando valores abaixo de 1. Por fim, o coeficiente de Pearson demonstrou alta correlação entre modelo e os dados da estação de Santa Isabel, e o oposto para a estação do Campus Anglo da UFPel.

Esses resultados indicam que o modelo subestima os resultados de variação do nível encontrados em relação aos dados observados. Além disso, o MSE e o Viés apresentaram valores elevados para Santa Isabel em relação a estação do Campus Anglo da UFPel já que este parâmetro ressalta as diferenças individuais de cada dado amostrado, sendo sensível aos grandes erros pontuais entre os bancos de dados em momentos de grande variação. Ou seja, devido ao nível em Santa Isabel apresentar valores máximos em torno de 3 m, para a estação do Campus Anglo da UFPel os valores máximos ficaram em torno de 1m, o que resulta nesses valores elevados para Santa Isabel, que ao mesmo tempo apresentou elevada correlação de Pearson.

Indicador de Performance	Resultado desejado
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (obs - mod)^2}{n}}$	Quanto menor, melhor a concordância entre modelo e observação.
$MAE = \frac{\sum  obs - mod }{n}$	Quanto menor, melhor a concordância entre modelo e observação.
$MSE = \frac{1}{n} * \sum (obs - mod)^2$	MSE = 0, indica simulação perfeita.
$Viés = \frac{\sum mod - obs}{n}$	+ → superestima medições; - → subestimar as medições. Valor ideal igual a zero
$SS = \sqrt{\frac{\sum (mod)^2}{\sum (obs)^2}}$	Situação ideal SS=1; SS < 1 → subestimativa do modelo; SS > 1 → superestimativa do modelo
$R = \frac{\sum [(mod - mod_{mean})(obs - obs_{mean})]}{\sqrt{[\sum (mod - mod_{mean})^2][\sum (obs - obs_{mean})^2]}}$	~ 1 indica melhor correlação linear

Tabela 5: Indicadores de performance e parâmetros estatísticos utilizados e o resultado desejado para encontrar a melhor concordância entre modelo e observação. n: Quantidade de dados observados; obs: Dado observado; mod: Dado modelado; obsmean : Média dos dados observados; modmean : Média dos dados modelados.

Parâmetro estatístico	Santa Isabel do Sul	Porto de Pelotas
<b>Média do modelo</b>	1.30	0.44
<b>Média da estação</b>	1.98	0.57
<b>Desvio padrão do modelo</b>	0.39	0.31
<b>Desvio padrão da estação</b>	0.51	0.20
<b>Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE):</b>	0.71	0.34
<b>Erro Médio Absoluto (MAE):</b>	0.68	0.26
<b>Erro Quadrático Médio (MSE)</b>	0.51	0.12
<b>Viés</b>	-0.68	-0.13
<b>Inclinação quadrática média (SS)</b>	0.66	0.89
<b>Coefficiente de correlação de Pearson (R)</b>	0.92	0.30

Tabela 6 : Comparação dos indicadores de performance e parâmetros estatísticos utilizados e o resultado da comparação entre o Telemac-3D e as estações de Santa Isabel do Sul e Porto de Pelotas.

## 4.5.2 Variação do nível na Macrorregião

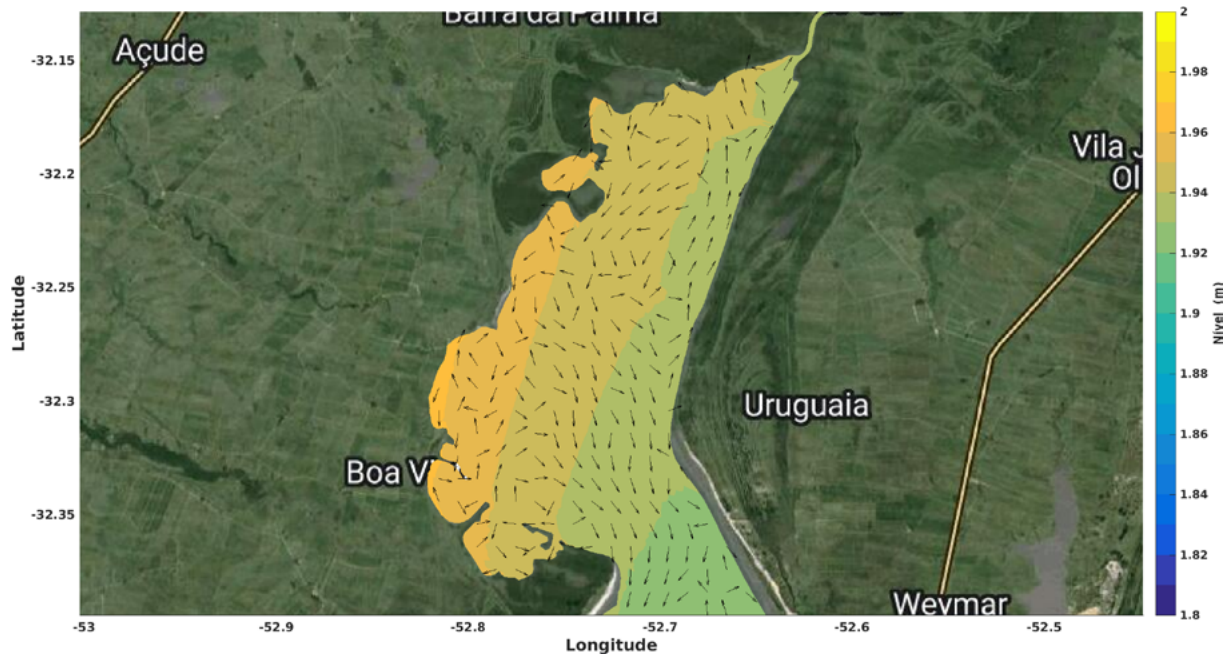
Posteriormente, serão apresentadas análises para a região de influência direta com a presença da barragem eclusa.

No primeiro momento, são apresentados os campos médios superficiais das principais variáveis hidrodinâmicas calculadas pelo modelo, a elevação do nível médio do mar e a velocidade das correntes residuais, que indica a tendência média da direção de fluxo. A figura 15 apresenta a elevação média do nível do mar para toda a região de estudo, a escala de cores representa a variação espacial média do nível dentro do intervalo de 0 m a 1,25 m, onde os tons em azul indicam os valores mais baixos e os tons de amarelo indicam os valores mais elevados.

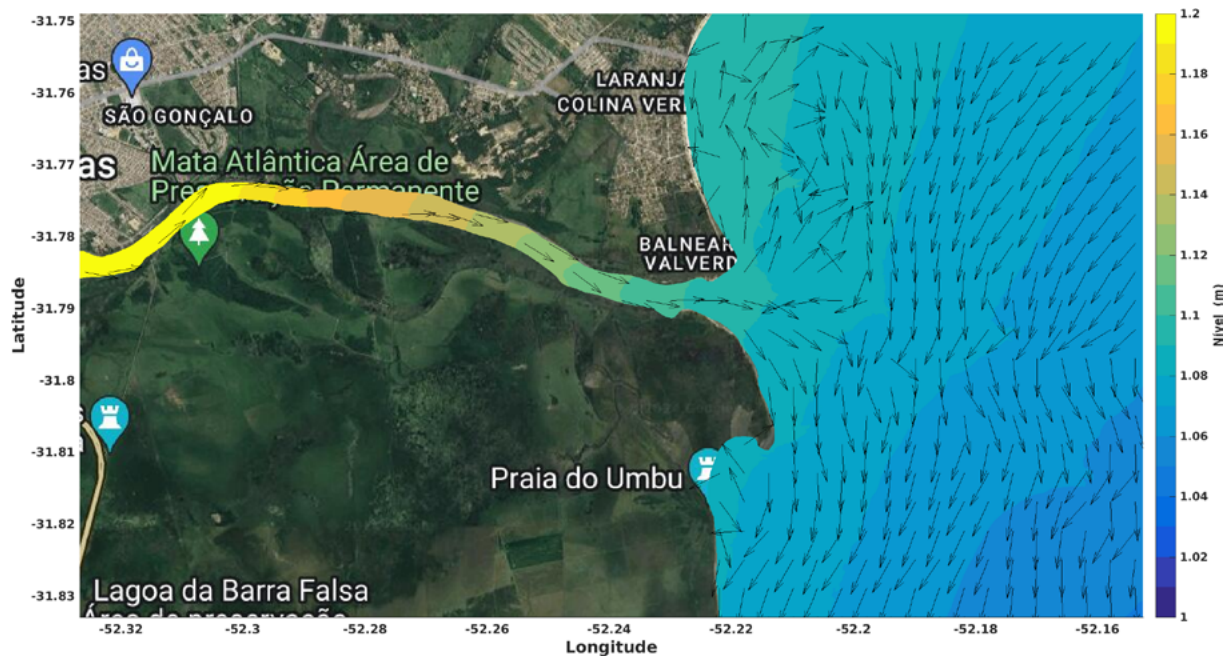
Sendo assim, é possível perceber a diferença de nível médio entre os compartimentos estudados, ou seja, o nível do mar médio no oceano adjacente é inferior ao complexo lagunar, com a Lagoa Mirim apresentando nível médio de 1,25m enquanto que a Lagoa dos Patos apresenta nível médio de 0,4m. Adicionalmente, percebe-se que o lado oeste da Lagoa dos Patos apresenta nível médio superior à face leste da lagoa, devido a influência constante da descarga de água doce advinda dos rios e do canal São Gonçalo.

Na figura 16, o nível do mar médio em regiões de interesse, em adição da velocidade residual das correntes superficiais, que indica a tendência média da direção das correntes durante o período simulado, podemos avaliar a interação de corrente e o nível. Sendo assim, na Lagoa Mirim (figura 16a.), a tendência média das correntes é direcionada para sul, ocasionando o aumento e persistência de nível elevado, por outro lado, no Sangradouro (figura 16b.) está presente uma corrente direcionada para o canal São Gonçalo na margem leste da Lagoa Mirim, que promove o transporte de volume para o canal. Posteriormente, na conexão do canal São Gonçalo com a Lagoa dos Patos (figura 16c.), prevalece um fluxo de vazante e subsequente direcionamento para o estuário da Lagoa dos Patos, ao sul.





b)



c)

Figura 15: Nível médio do mar na macrorregião durante o período simulado.

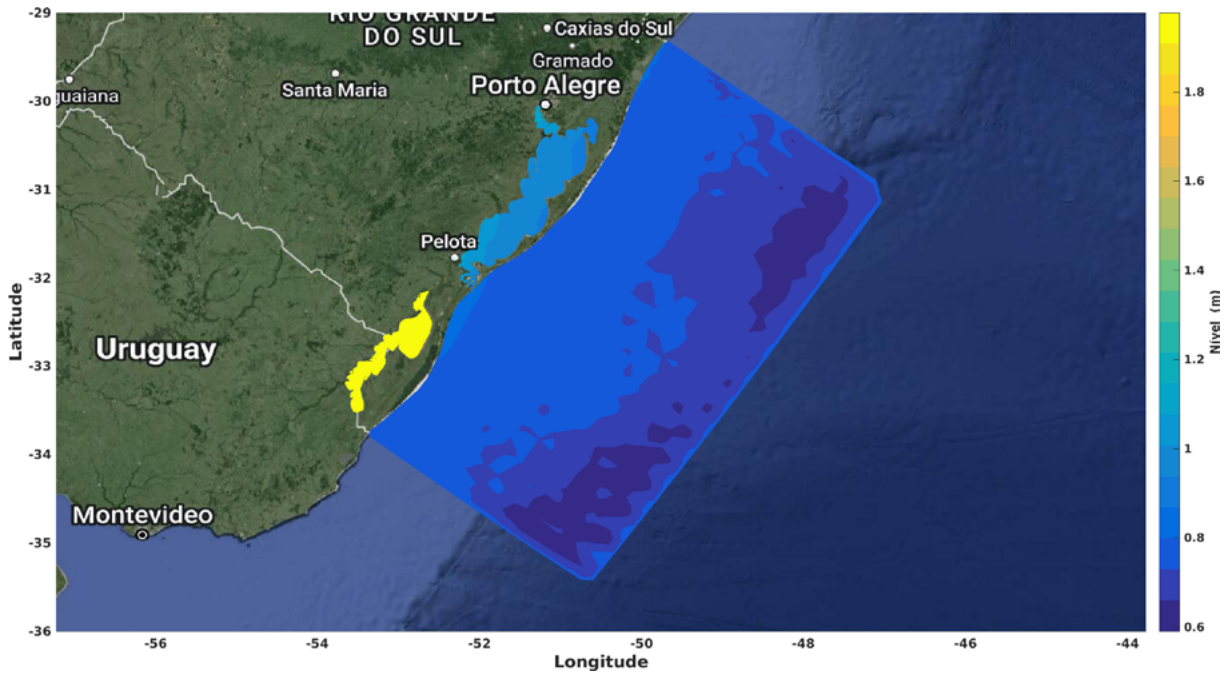
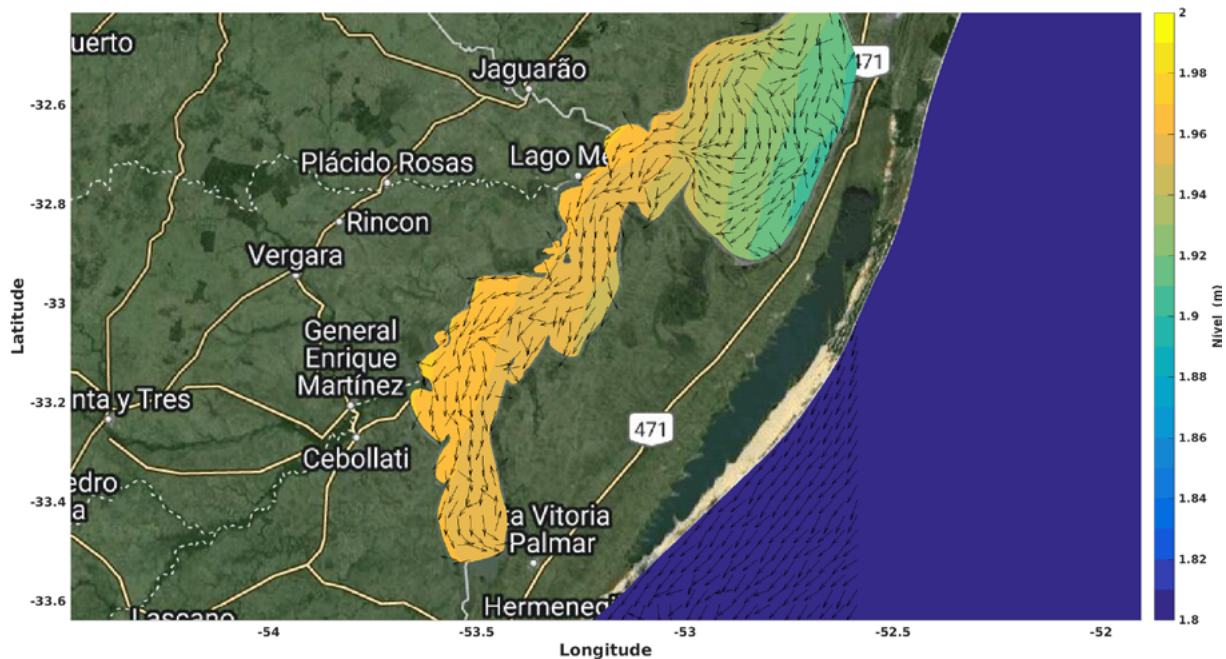


Figura 16: Nível médio do mar na macrorregião durante o período simulado. Detalhe para a lagoa mirim (a); sangradouro (b) e a desembocadura do canal São Gonçalo (c).



a)

Nas figuras 17a. e b., podemos observar respectivamente a batimetria utilizada para a geração da malha numérica do modelo e o nível mínimo observado durante o ano de 2019 na região do Sangradouro. Com essas duas informações é possível determinar alguma margem de risco para navegação neste setor.

Ao considerarmos o resultado de nível mínimo como uma situação de possível risco a navegação, podemos considerar que neste setor da Lagoa Mirim o nível mínimo observado está em torno de -0.70 m. A batimetria mais rasa observada está próximo da conexão do Sangradouro com o canal São Gonçalo, em torno de 1.25m. Sendo assim, reduzindo a região mais rasa do nível crítico encontrado temos em determinados períodos neste setor, uma profundidade de 0.55 m, ou seja, existe a necessidade de uma dragagem neste setor.

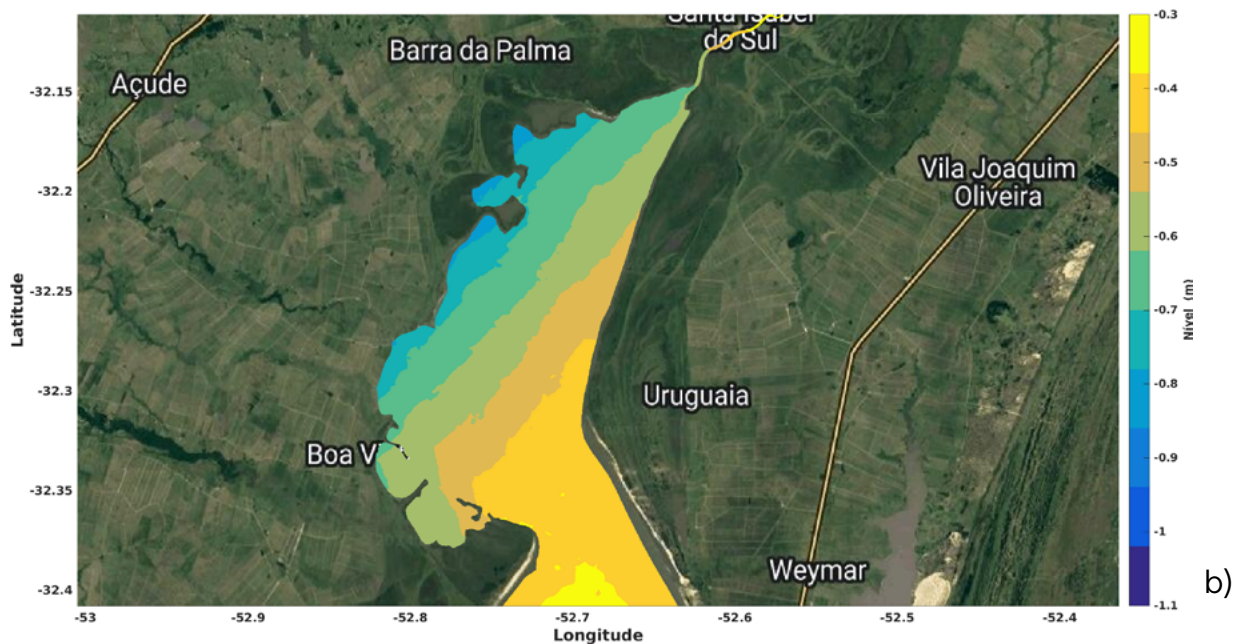
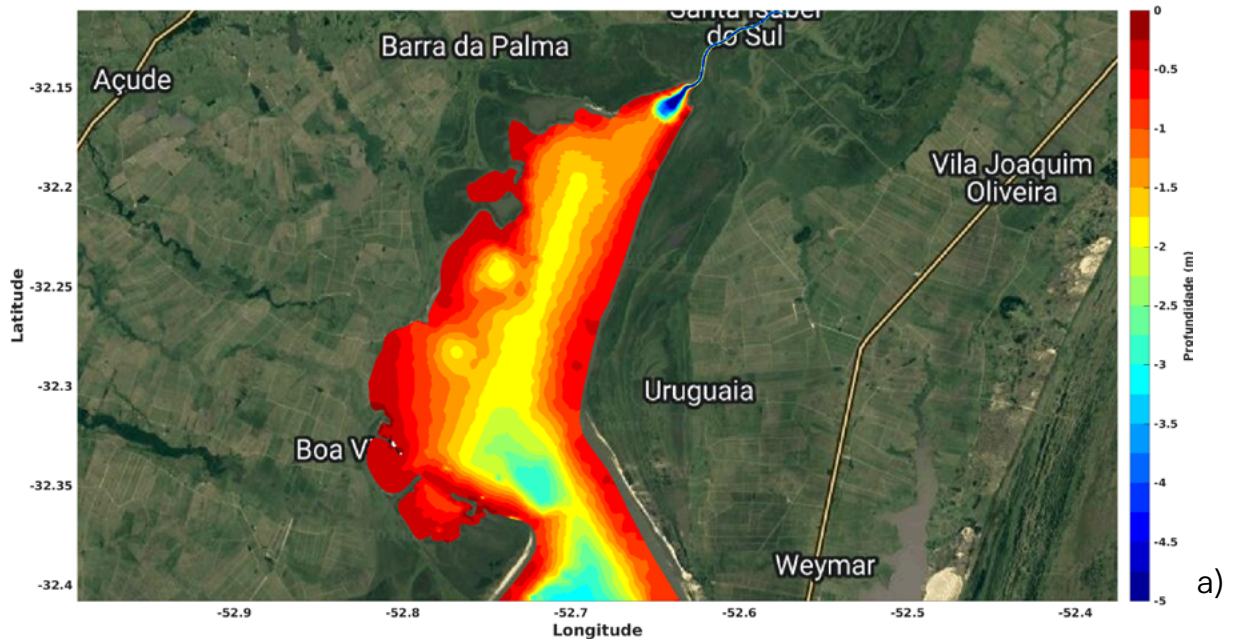
Adicionalmente, considerando uma barcaça que possa estar em operação na região da hidrovia com calado de 3.5m, adicionando 0.5m de segurança, este setor necessitaria de uma dragagem para aprofundar o canal até a profundidade mínima de 3,45m. Entretanto, vale ressaltar que a batimetria utilizada nesta simulação precisa ser atualizada frente aos dados disponíveis (transectos batimétricos) e alinhados ao nível referencial da DHN de acordo com as estações topográficas que foram instaladas pela ALM neste projeto. Após essa coleta de dados hidrográficos, acredito que teremos conclusões mais precisas da profundidade operacional de risco para as embarcações neste setor.

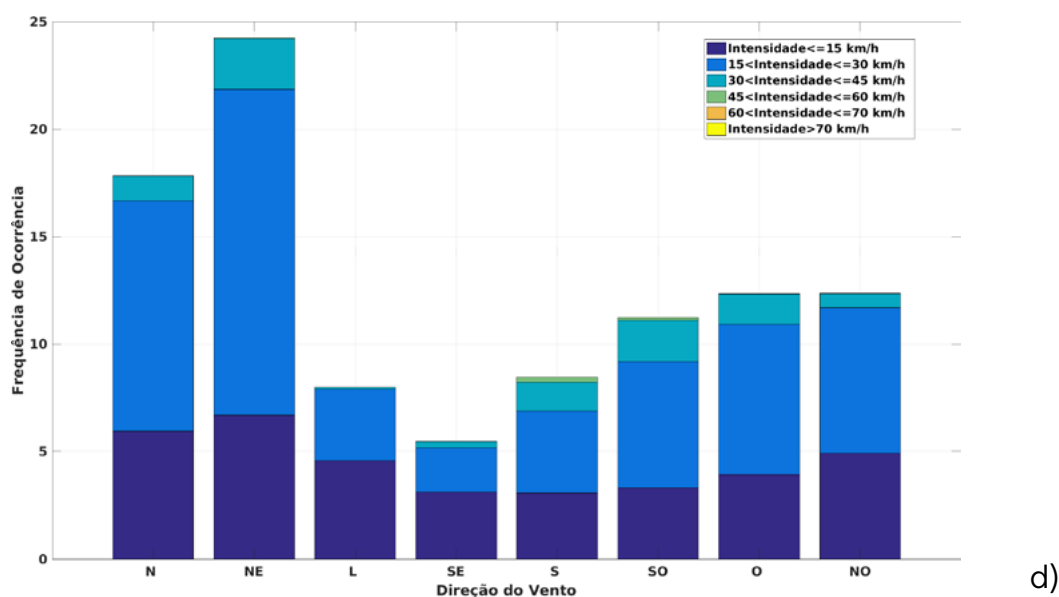
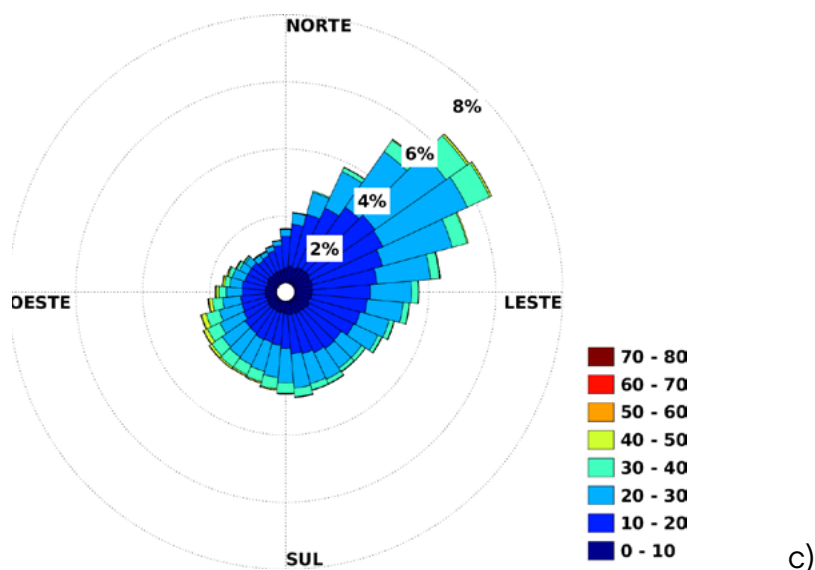
Na região sul do Brasil, especificamente ao sul do Rio Grande do Sul, ocorrem ventos extremos em certos períodos do ano, entretanto o padrão de ventos é bem demarcado de acordo com as estações do ano. Nas estações de verão e primavera existe prevalência de ventos de nordeste, e para as estações mais frias (outono e inverno) há maior variabilidade na direção dos ventos, com predomínio de ventos de quadrante sul. Esse comportamento ocorre, segundo Machado et al. (2010), na região do sul do Rio Grande do Sul devido à sua posição geográfica localizada em uma zona de transição climatológica, onde os principais sistemas globais impactantes são os extratropicais e intertropicais.

Com o objetivo de analisar o padrão dos ventos na região de estudo, uma série temporal contendo dados de ventos desde 1940 até o presente, foi obtida do ERA5 do ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) na região de estudo. Para avaliar estes resultados de padrões de ventos, foram utilizados os métodos de análise com rosas dos ventos e histograma de

frequência (figura 17 c. e d.), e repetido a análise para ventos com intensidade superior a 50 km/h (figura 18).

Figura 17: Batimetria utilizada no modelo na região do Sangradouro (a), Nível mínimo observado para o ano de 2019 na região do Sangradouro (b), Rosa dos ventos (c) e histograma de frequência (d) advindos do ERA5-ECMWF.

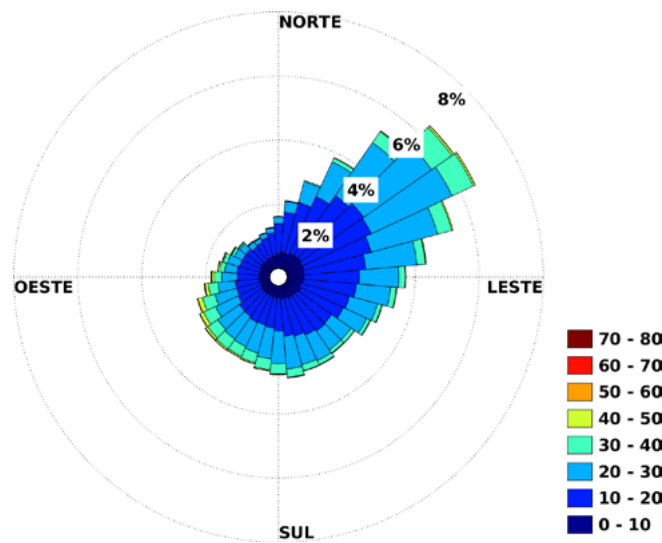




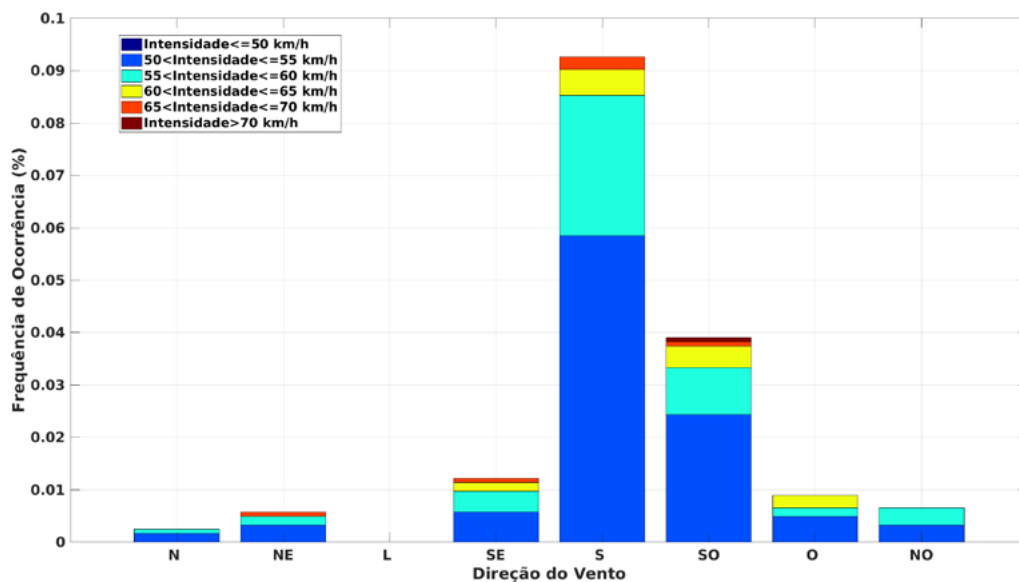
Como é possível observar nas rosas dos ventos expostas na figura 16, os ventos que atuam sobre a região sul do Brasil são altamente variáveis durante os 84 anos analisados. Entretanto, as direções predominantes são ventos que provêm de leste - nordeste (45%), enquanto que o restante da série temporal varia nas outras direções. Essa alta variabilidade é associada à passagem de sistemas de frentes atmosféricas tal como frentes frias e ciclones ocasionando ventos de quadrante sul. Devido a grande frequência de ventos de intensidades de até 50 km/h, esses dados foram filtrados para uma análise mais detalhada presente na figura 18.

Considerando ventos acima de 50 km/h, nos quadrantes oeste e sul são observados a maior frequência de ocorrência de ventos extremos, sendo que o valor mais intenso consta na direção de sudoeste.

Figura 18: Rosa dos ventos (a) e histograma de frequência (b) das intensidades de vento superiores a 50 km/h, advindos do ERA5-ECMWF.



a)



b)

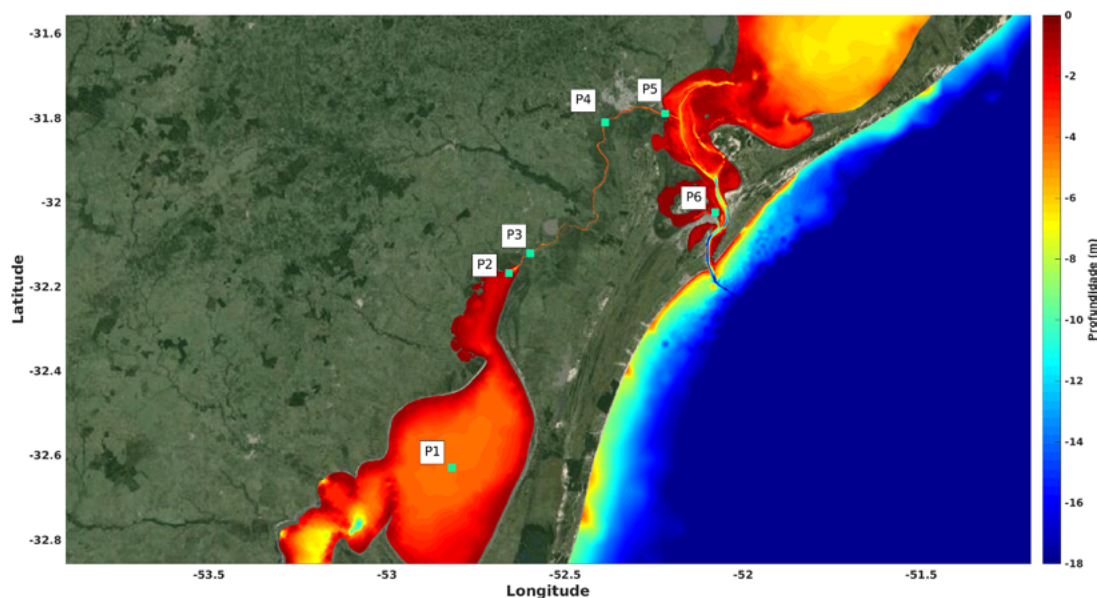
A correta compreensão dos padrões atmosféricos na região sul do Brasil se torna relevante frente aos mecanismos que regulam as condições de corrente superficial e a elevação do nível no sistema Patos-Mirim. O estuário da Lagoa dos Patos é controlado principalmente por dois mecanismos, os ventos e a descarga fluvial (Möller Jr. e Castaing, 1999). O vento local e o vento não-local (remoto) atuam de diferentes modos. O vento local atua diretamente na superfície de dentro da laguna, através da transferência de quantidade de movimento pela fricção, gerando um mecanismo de rebaixamento e elevação nas extremidades da Lagoa dos Patos, que depende da direção e intensidade dos ventos (Marques et al., 2009). O efeito não-local dos ventos se manifesta na porção costeira, causando um efeito de aumento de nível na costa, transversalmente à direção do vento (Fernandes, et al. 2001).

A interação dos mecanismos de ventos local, não-local e descarga fluvial são os que controlam a hidrodinâmica do ambiente. O estuário predominantemente atua em eventos de vazante, principalmente devido aos efeitos dos ventos de quadrante norte e à constante descarga dos afluentes que abastecem a Lagoa dos Patos, resultando em uma corrente estuarina que avança em direção ao oceano (Marques et al., 2014). As condições de enchente, que estão associadas aos ventos do quadrante sul, promovem os efeitos secundários, e o sentido resultante da corrente segue do oceano para interior do estuário (Marques et al., 2009).

Além dos eventos sazonais e anuais citados, o clima da região sofre ação de eventos interanuais como o El Niño Oscilação Sul (ENSO), afetando diretamente os volumes fluviométricos dos afluentes da Lagoa dos Patos (Marques et al., 2014). Em cenários de La Niña, devido ao escoamento atmosférico, ocorrem situações de seca sobre o sul do país, todavia, em episódios de El Niño, o escoamento atmosférico favorece a precipitação sobre a região.

A avaliação da relação intrínseca da velocidade e direção do vento com as alterações da elevação do nível superficial foram avaliadas em 6 pontos (figura 19), sendo o ponto P1 localizado no setor norte da Lagoa Mirim, P2 no sangradouro, P3 indica a posição de Santa Isabel, P4 é a localização da barragem eclusa, P5 está localizado na desembocadura do canal São Gonçalo, enquanto que P6 está no Porto de Rio Grande.

Figura 19: Pontos de interesse onde foram extraídos dados para compor a figura 18. Onde P1 representa o setor norte da Lagoa Mirim, P2 o sangradouro, P3 indica a posição de Santa Isabel, P4 é a localização da barragem do São Gonçalo, P5 a desembocadura do canal São Gonçalo.



Para essa análise, séries temporais nos 6 pontos foram retiradas do resultado da modelagem numérica e apresentados na figura 19, onde podemos observar no gráfico acima, as séries temporais da intensidade do vento (em cor preta) e da variação do nível (em cor vermelha), enquanto que no gráfico inferior está presente a variação da direção do vento durante o período simulado, onde vetores positivos indicam ventos incidentes de sul, enquanto que valores negativos representam ventos incidentes do quadrante norte.

No ponto 1 (figura 20a.), localizado no setor norte da Lagoa Mirim, podemos observar que no mês de janeiro, devido a maior ocorrência de ventos de nordeste, o nível se reduz neste local atingindo valores próximos a zero metros. Durante os meses de fevereiro a junho o nível se mantém praticamente estável, enquanto que nos meses de julho em diante, com predomínio de ventos de quadrante sul, temos o aumento da elevação do nível no ponto 1, atingindo 2,90m em dezembro. O padrão de circulação é caracterizado por um comportamento do tipo seiche, ou seja, quando os ventos são de sudoeste é observado um aumento na elevação do nível de água no norte em relação ao setor sul da laguna, e o oposto é observado quando os ventos atuam de nordeste.

Nos pontos 2 e 3 (Sangradouro e Santa Isabel, respectivamente, nas figuras 20b. e 20c.), é possível observar a mesma tendência entre vento e nível observados no ponto 1, entretanto,



eventos de maior intensidade incidindo de quadrante sul promovem aumento superior no nível em relação ao observado no ponto 1. Esse efeito pode ser observado nos meses de primavera de 2019 que proporcionaram aumento na descarga fluvial dos rios afluentes da Lagoa Mirim, como em outubro atingindo 2,912m no Sangradouro e 3,260m em Santa Isabel, enquanto que no setor norte da Lagoa Mirim o nível estava em 2,616m.

A ocorrência de nível mais elevado em Santa Isabel e Sangradouro, em relação a Lagoa Mirim, se deve ao formato geográfico das margens da lagoa, que promovem a convergência de correntes de vazante no Sangradouro direcionando-as para o canal São Gonçalo, que devido a sua largura reduzida, regula o transporte de volume com aumento do nível vertical. No evento ocorrido em outubro, com ventos de quadrante sul na escala de 30km/h, a elevação do nível superficial em Santa Isabel foi 10,67% superior do que o observado no Sangradouro.

Entretanto, ao analisarmos a média da variação do nível entre os pontos 2 e 3, temos que o nível médio no Sangradouro durante o ano de 2019 foi de 1,261m, enquanto que em Santa Isabel foi de 1,274m. Essa diferença de 12,3 cm na média anual representa um aumento de 1,02% do nível para Santa Isabel em relação ao Sangradouro.

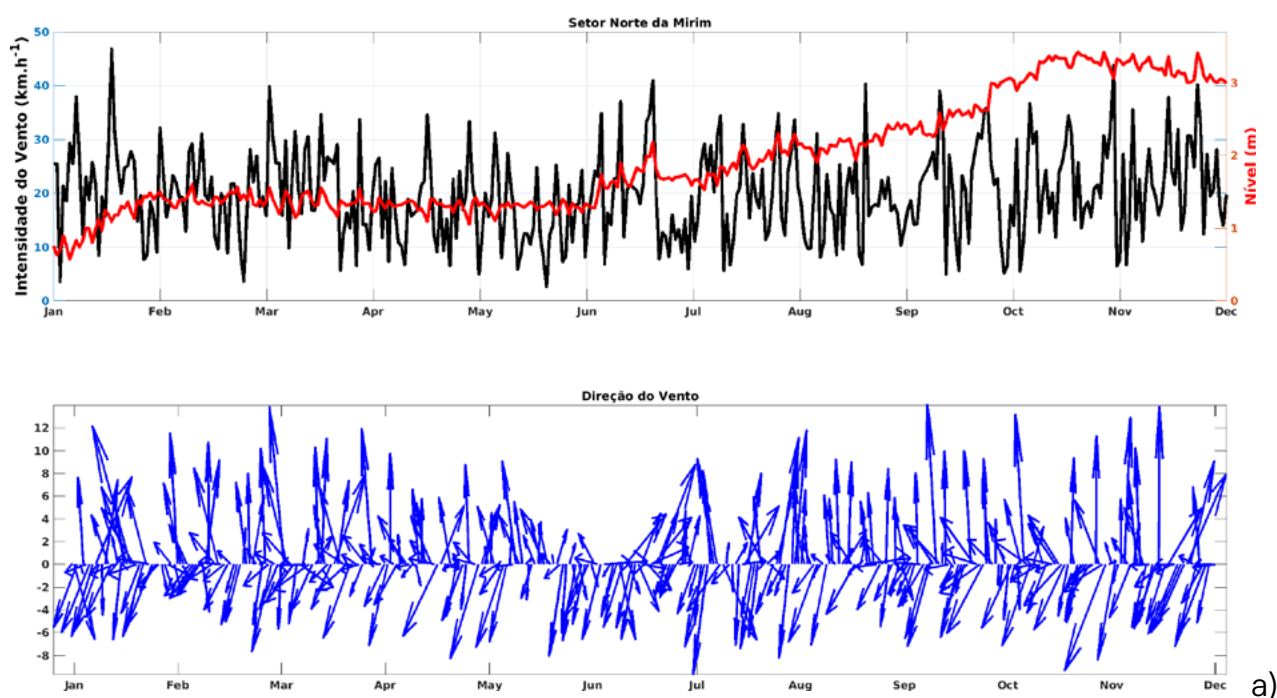
Na barragem eclusa (ponto 4, figura 20d.), ocorre um padrão semelhante ao visto anteriormente, com o menor valor observado do nível (-0,130 m) em junho devido à persistência da ocorrência de ventos de quadrante norte durante esse mês. Não obstante, após o período de inverno, com o aumento da frequência de ventos do quadrante sul, ocorre o aumento do nível neste local acompanhando o padrão de elevação de Santa Isabel, atingindo o máximo observado no mês de outubro (3,056 m).

No ponto 5 (figura 20e.), a tendência de variação do nível acompanha as alterações da direção do vento, entretanto, os valores observados de nível não dependem somente do vento neste local. Ventos de quadrante sul e norte geram tanto elevação quanto redução no nível, ou seja, a vazão resultante das trocas de volume entre a Lagoa Mirim e o canal São Gonçalo interagem com os padrões dinâmicos da Lagoa dos Patos e o estuário com a entrada de correntes de enchente advindas do oceano. Logo, neste ponto, a interação de marés e descarga fluvial prevalece sobre a forçante do vento para gerar alterações do nível.

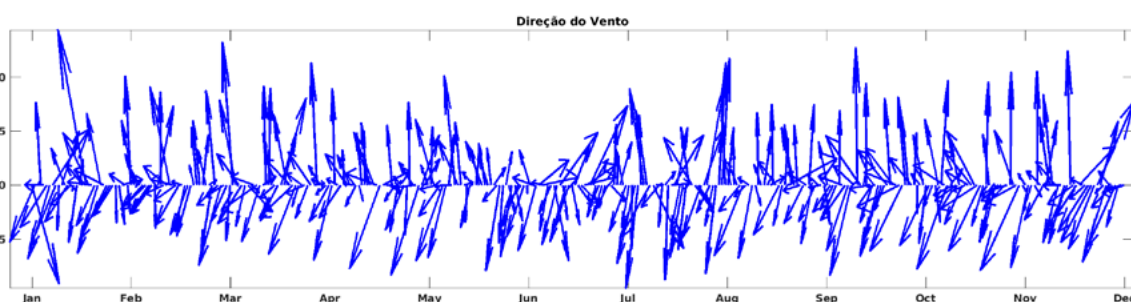
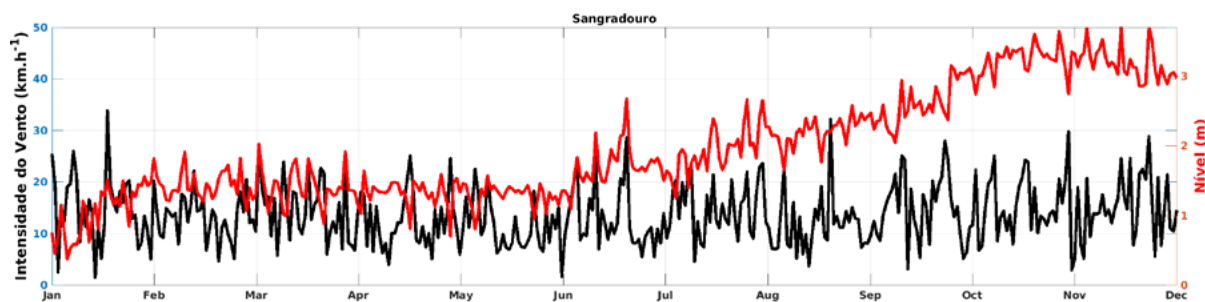
Por outro lado, no Porto de Rio Grande (ponto 6, figura 20f.) presente na região estuarina da Lagoa dos Patos, o padrão de variação do nível é dependente as condições de incidência do

vento local, em adição ao comportamento da Lagoa dos Patos frente à correntes de enchente ou vazante, resultando em um nível médio em torno de 0,285 m e máximo estimado de 1,319 m. O nível neste local é altamente influenciado pela oscilação pela oscilação da maré e a vazante resultante do sistema Patos-Mirim.

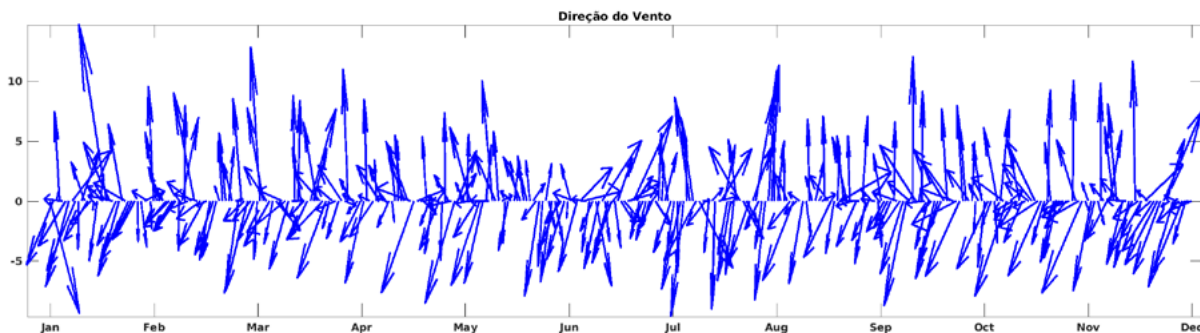
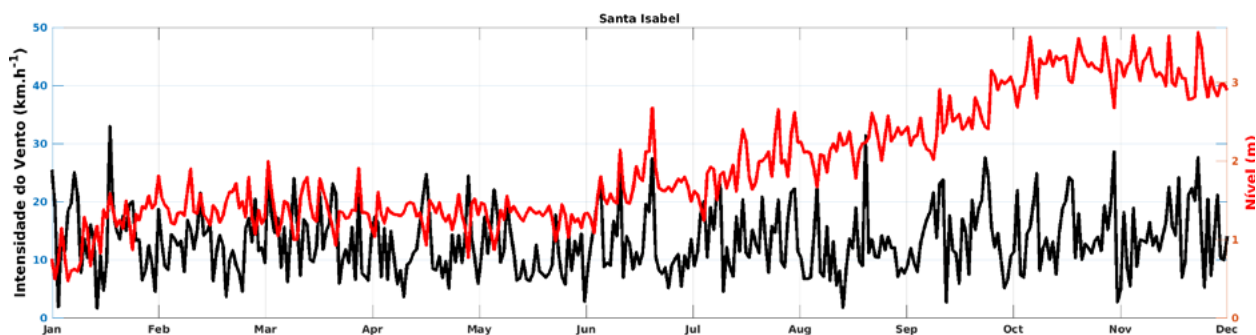
Figura 20: Pontos de interesse onde foram extraídos dados para compor a figura 17 c. e d. Onde P1 representa o setor norte da Lagoa Mirim, P2 o sangradouro, P3 indica a posição de Santa Isabel, P4 é a localização da barragem, P5 está localizado na desembocadura do canal São Gonçalo com a Lagoa dos Patos, enquanto que P6 está localizado próximo ao porto de Rio Grande.



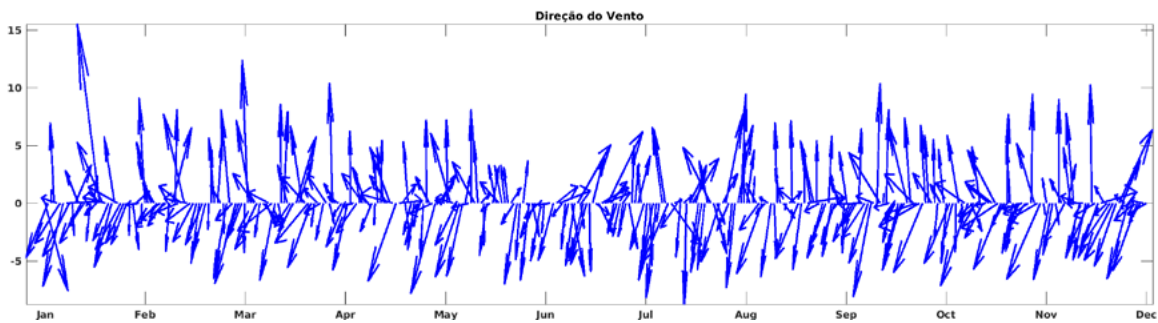
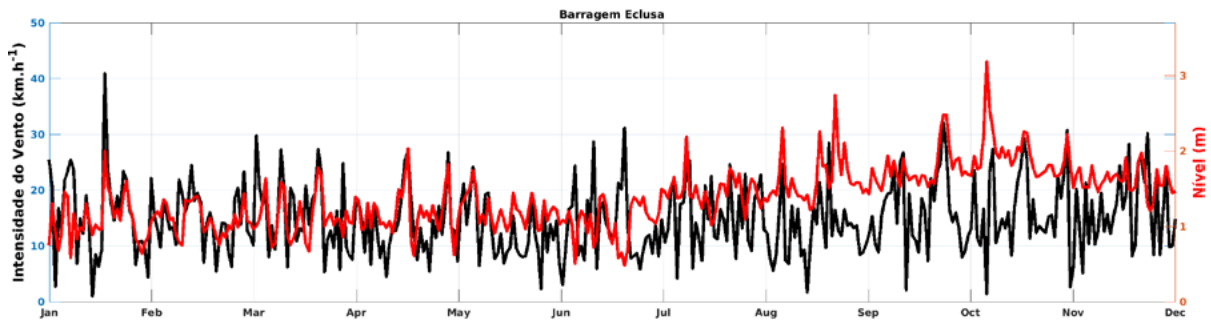
a)



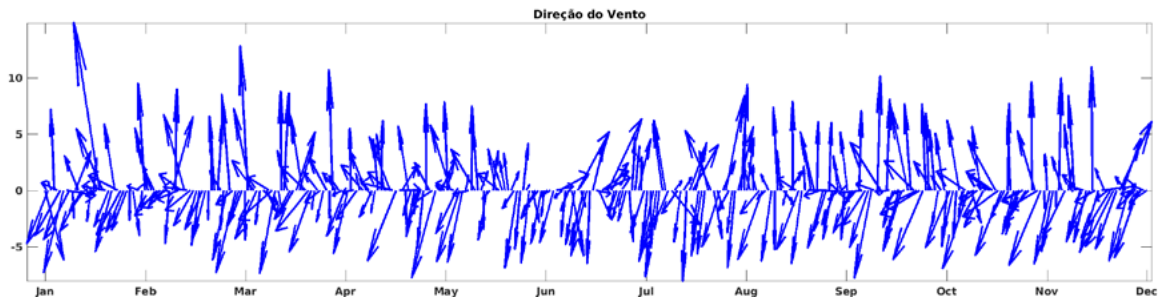
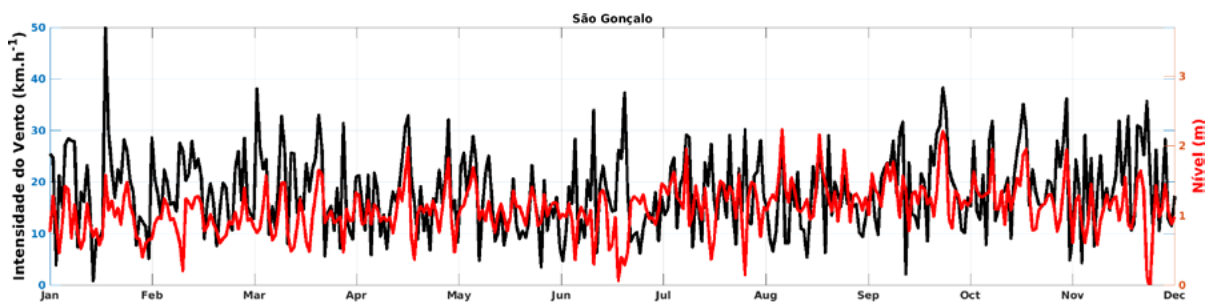
c)



d)



f)



f)

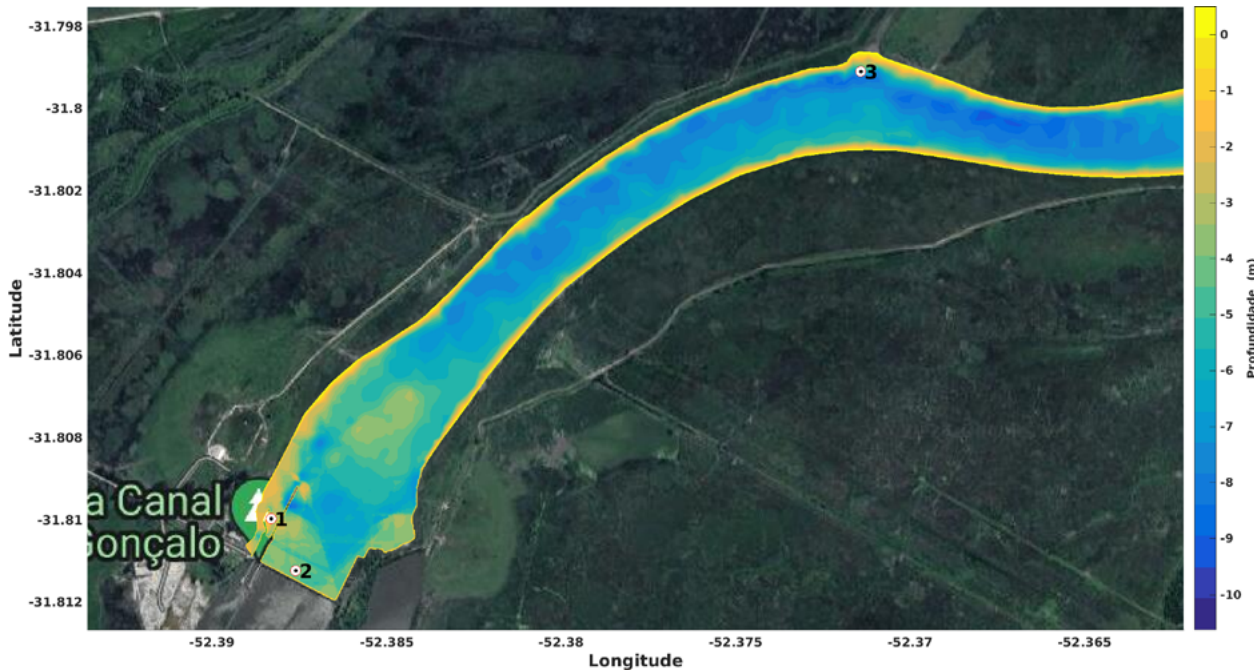
### 4.5.3 Variação do nível na Microrregião

Após a conclusão da simulação da Macrorregião, os resultados foram adicionados como condição inicial e de contorno das malhas da Microrregião. Sendo assim, quatro cenários teóricos foram idealizados partindo das condições de contorno realísticas advindas da malha da Macrorregião. São eles: Setor a jusante da barragem eclusa com influência constante de ventos de Sudeste e Nordeste e o setor a montante da barragem eclusa com influência constante de ventos de Sudeste e Nordeste. As análises serão apresentadas para as regiões de interesse em cada cenário

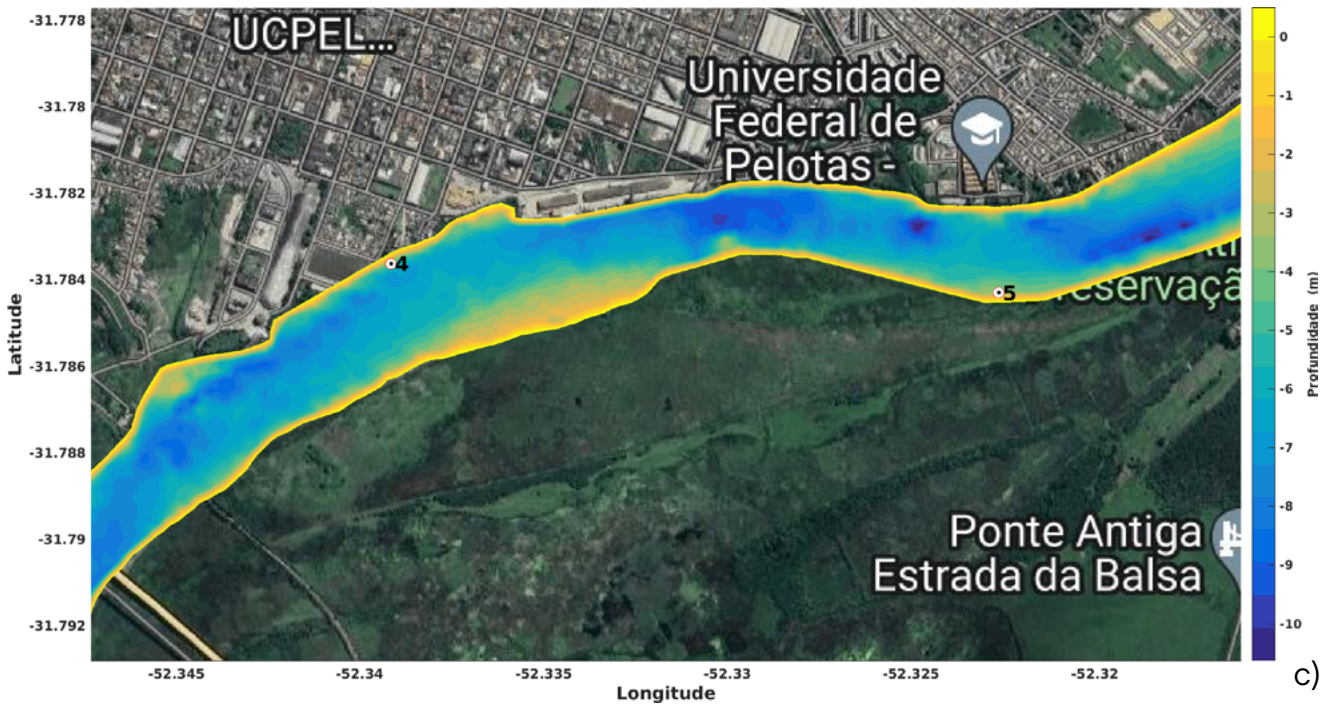
Para melhor avaliar a influência no vento direcional, foram selecionados 7 pontos a jusante da eclusa (Figura 21) e 19 pontos à montante (Figura 22). Esses pontos foram condensados por proximidade e sua avaliação foi realizada de forma conjunta.

Figura 21: Pontos selecionados a) e b) à jusante da Barragem do Canal São Gonçalo, c) região do Porto de Pelotas e, d) Pontal da Barra do Canal São Gonçalo.





b)



c)

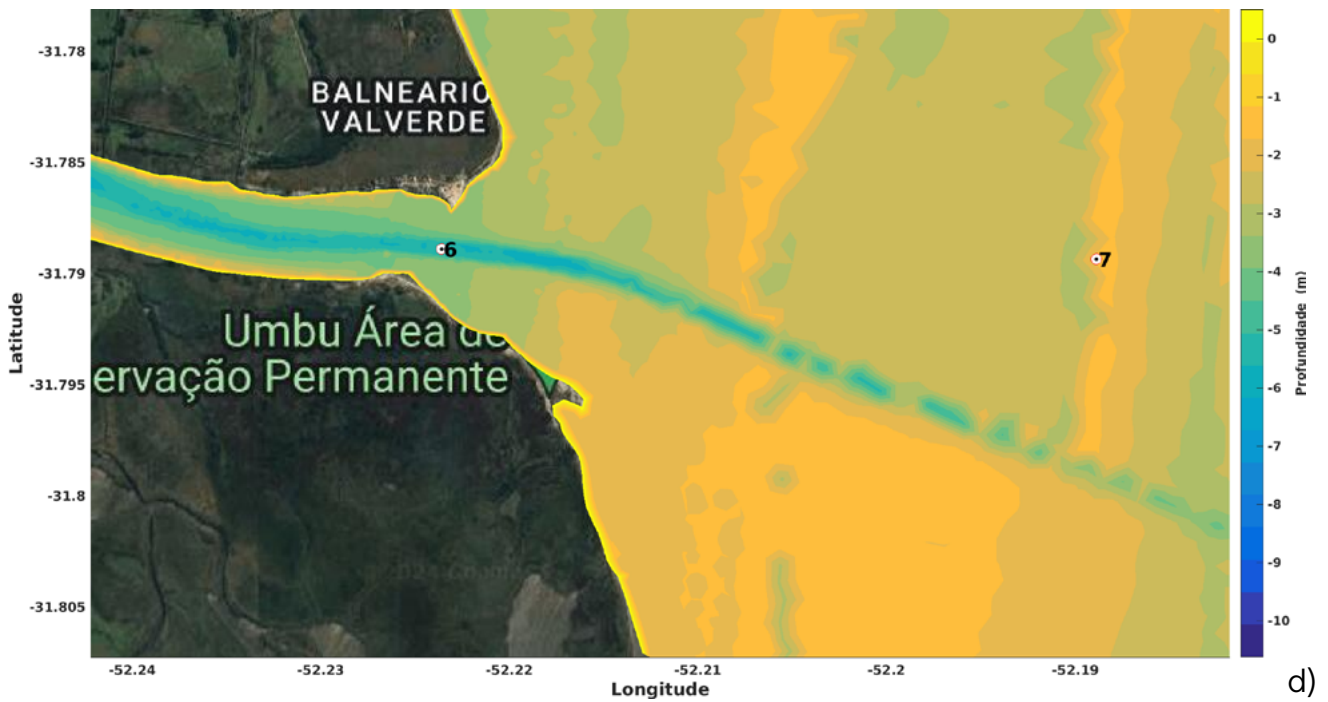
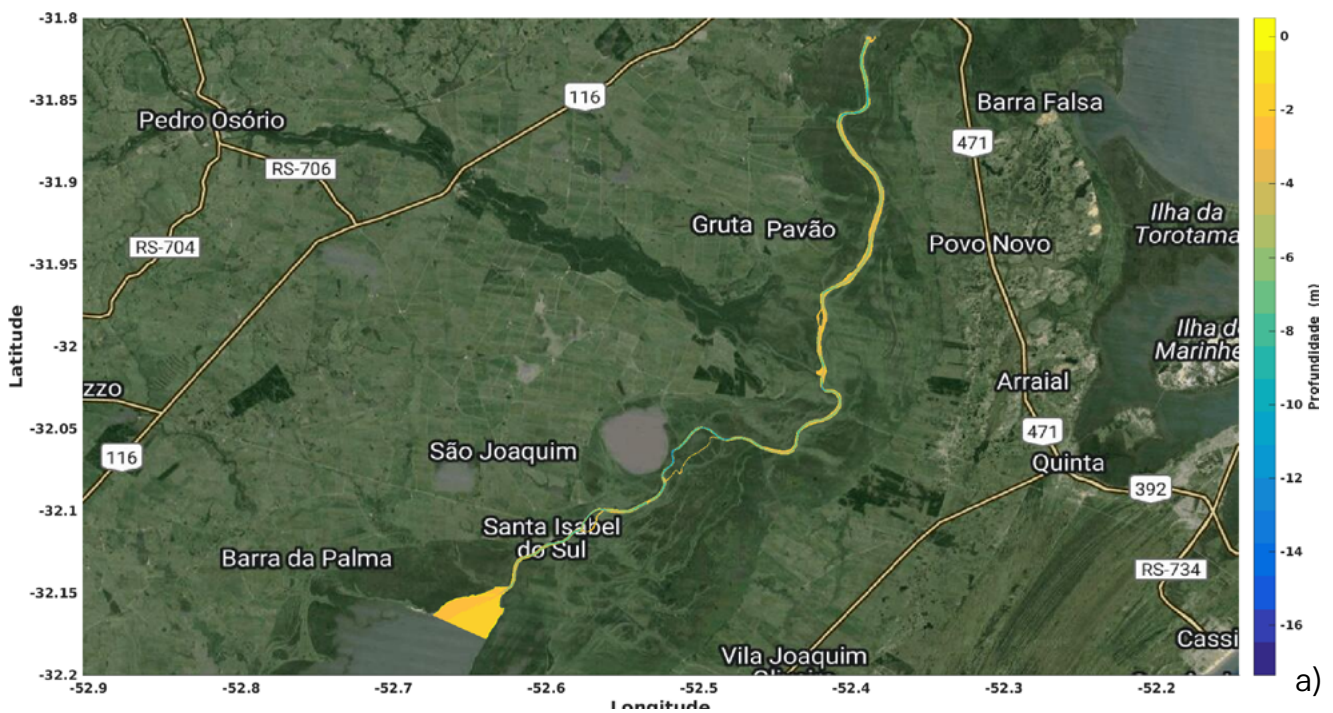
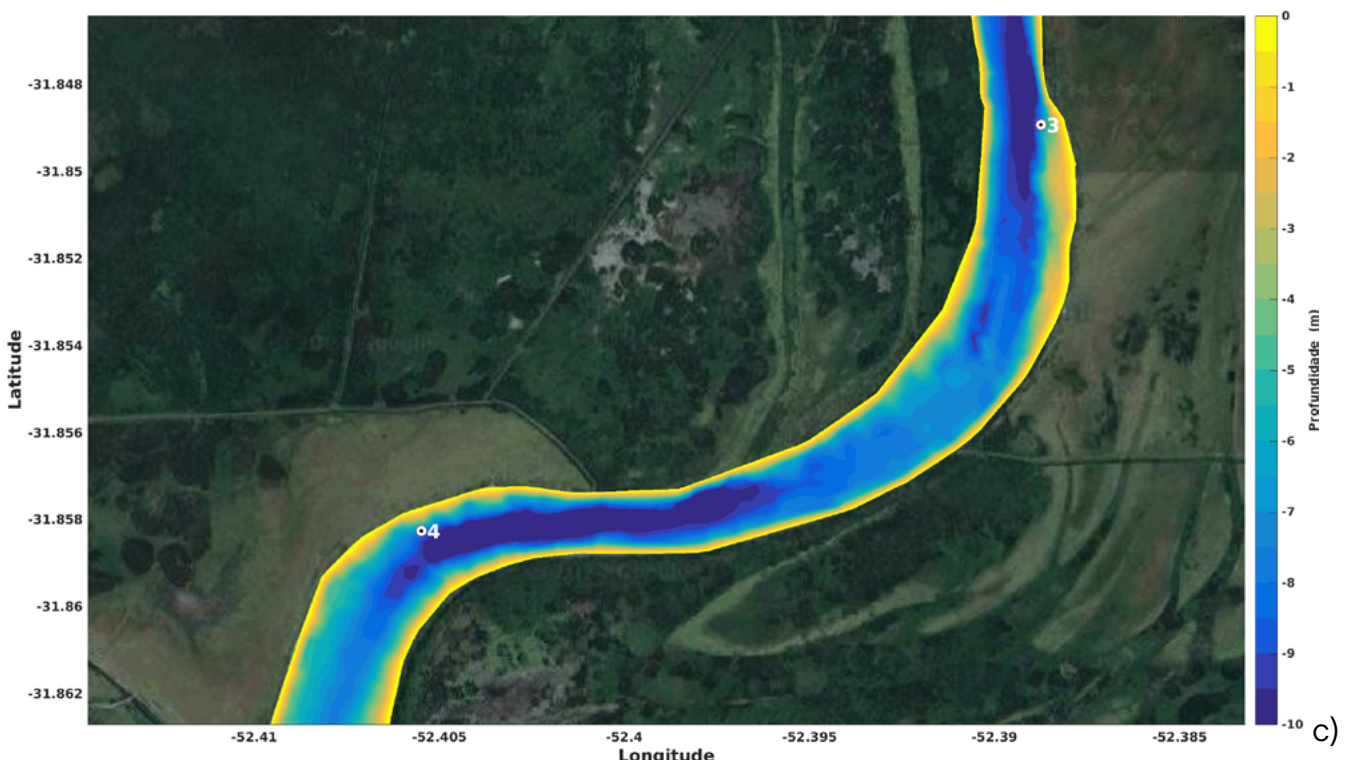
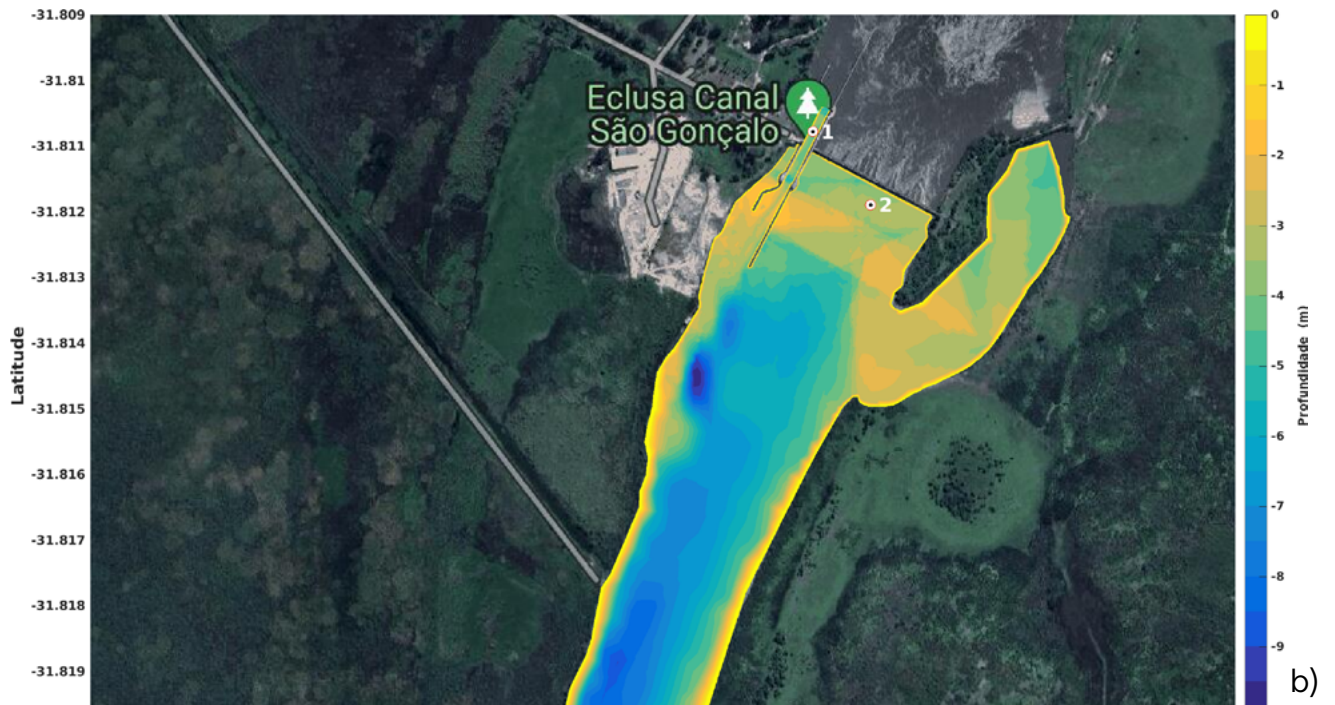
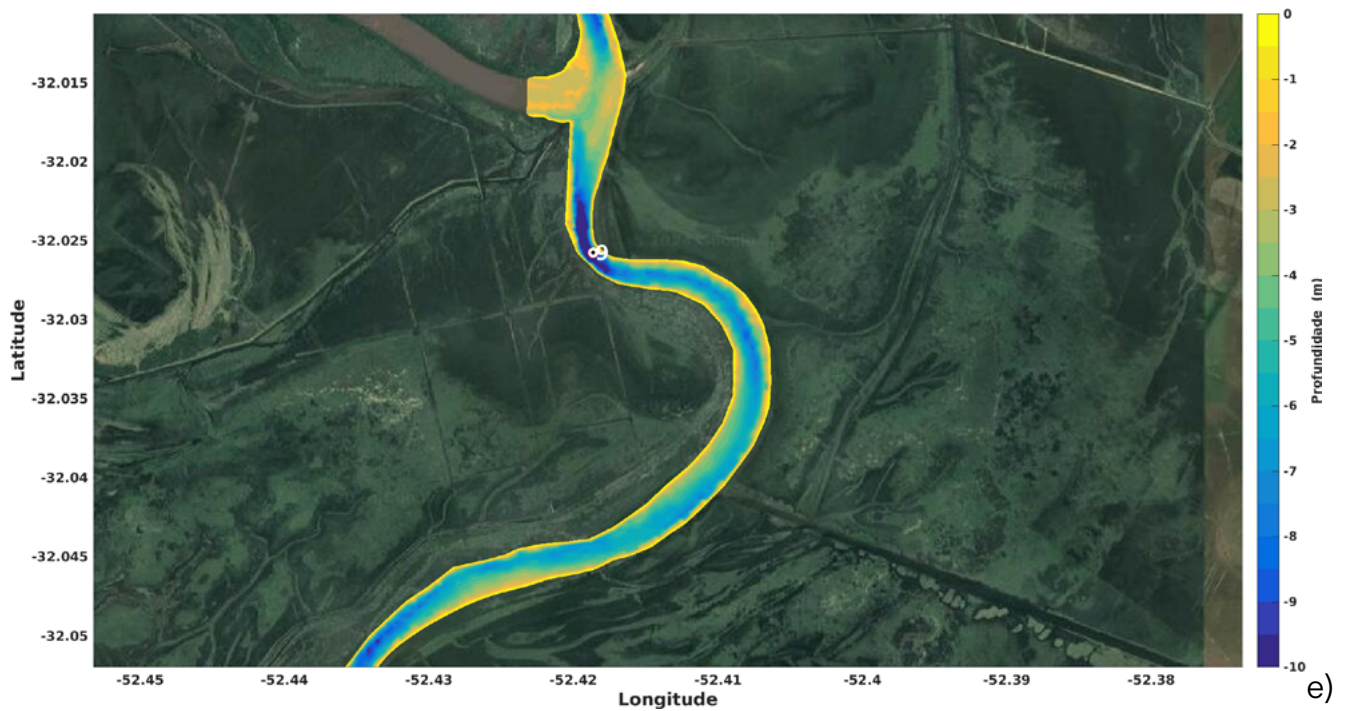
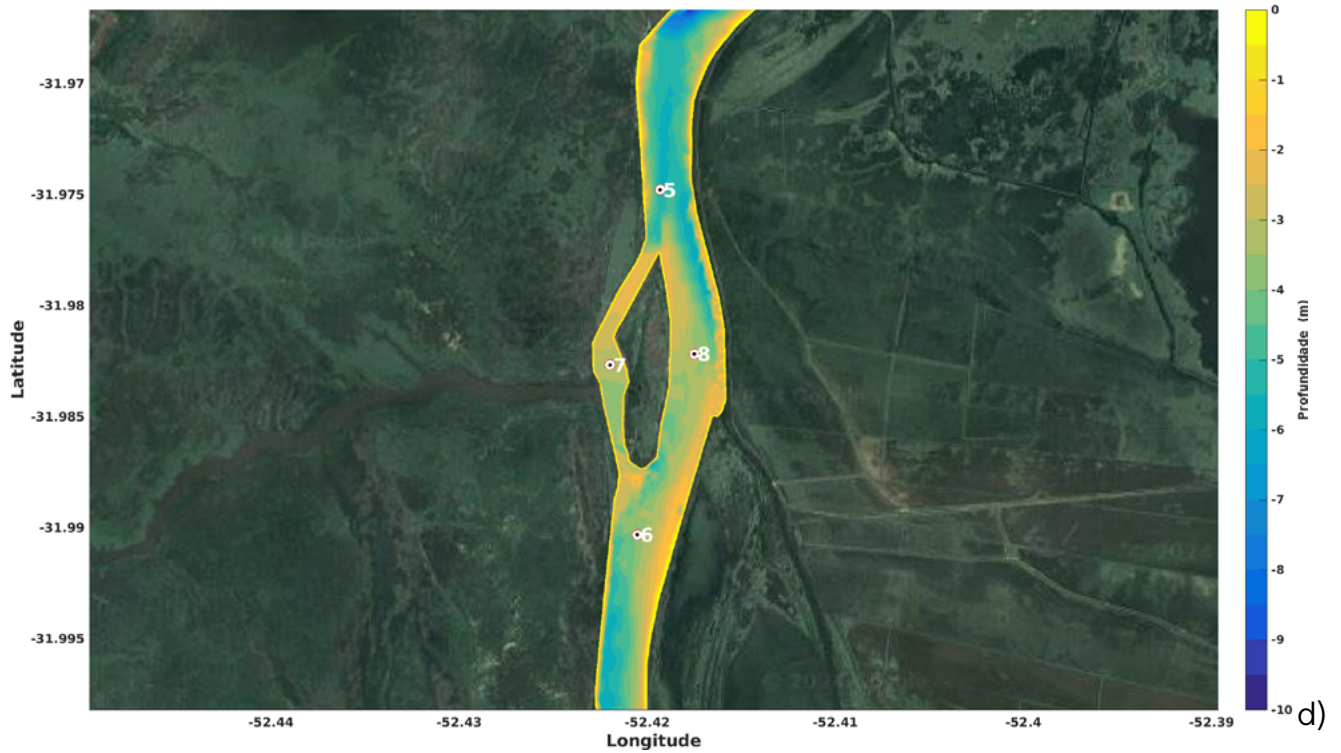


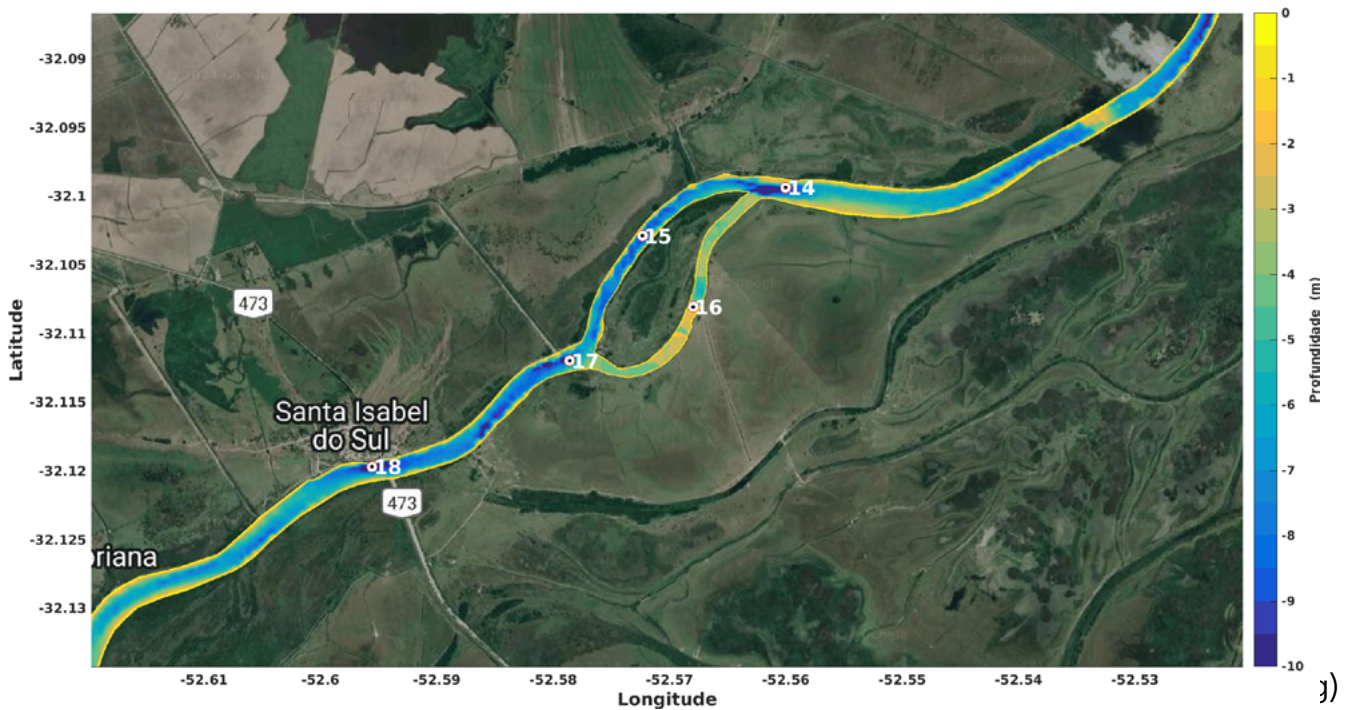
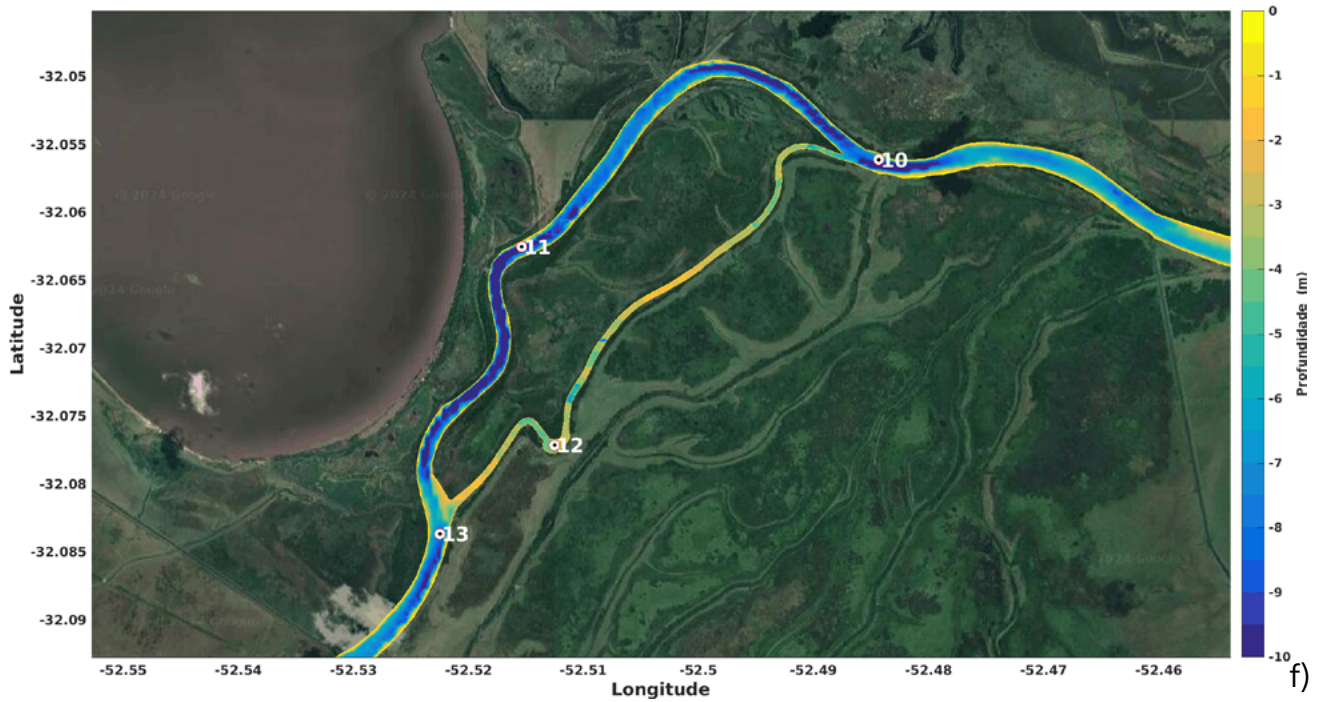
Figura 22: Pontos de interesse selecionados à montante da barragem Eclusa.

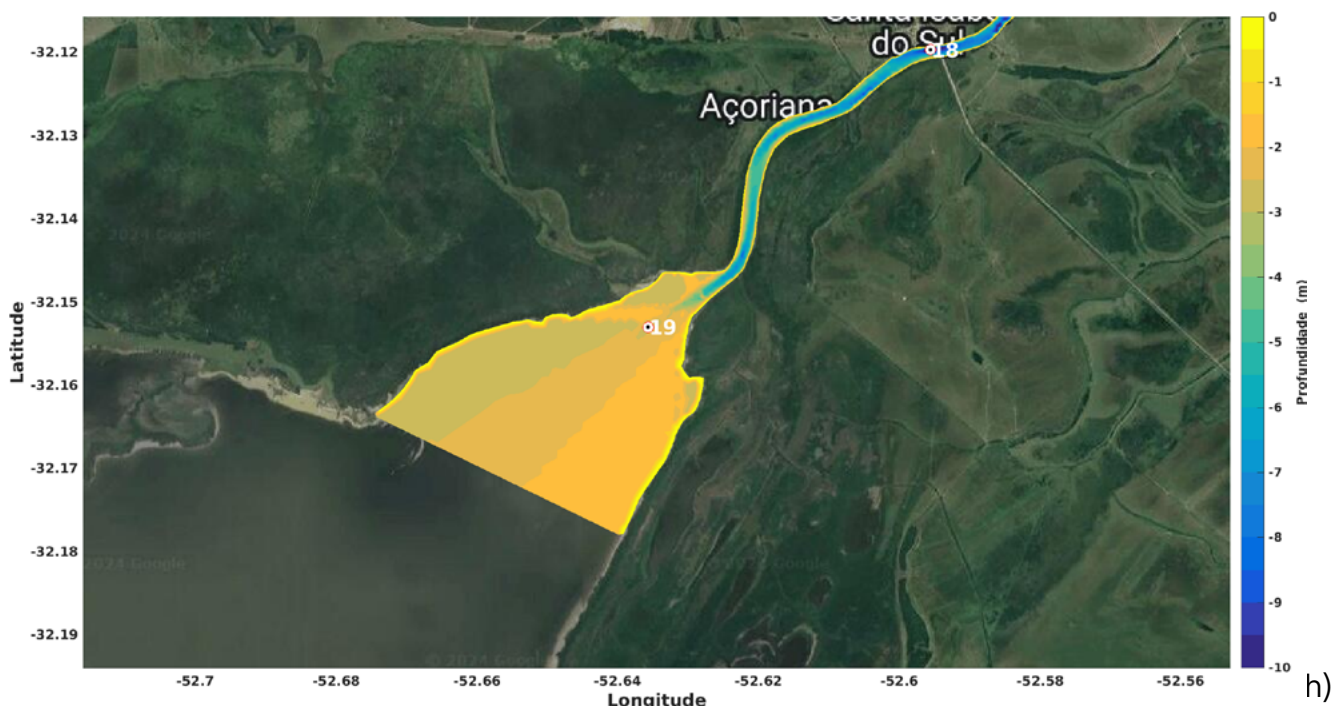












Inicialmente, de forma sequencial, as análises foram divididas nos setores de interesse, contendo o nível médio (m) com os vetores de velocidade residual (figura a), o nível mínimo atingido pelo local (figura b), além do nível máximo (figura c). Posteriormente são apresentados as séries temporais dos pontos de interesse (figura d) e a variação do vento, contendo intensidade e direção, para o cenário estudado (figura e). As figuras 23, 24 e 25 correspondem ao setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte, enquanto que as figuras 26, 27 e 28 se referem a ventos com incidência de quadrante sul para jusante da eclusa.

Na proximidade da barragem eclusa (Figura 23), ventos de quadrante norte resultam em uma tendência média de elevação do nível em torno de 0,45 m, além da direção de corrente residual ser de enchente. Os valores mínimos observados neste local estão em torno de -0,44 m, enquanto o máximo observado foi de 1,80 m.

A variação do nível nos pontos (Figura 23d.) demonstra pequena diferença entre os pontos. Nesta simulação, foi imposto como condição de contorno presente na eclusa e na barragem a ausência de vazão, ou seja, uma situação de comporta fechada foi simulada. Houve concordância direta entre o aumento da intensidade de ventos de quadrante norte e o aumento do nível neste setor como ocorrido nos dias 07/01 e 19/01. Valores negativos de elevação do nível são observados nos momentos em que os ventos reduzem sua intensidade e o fluxo do canal São

Gonçalo inverte sua direção para vazante, enquanto a resultante direcional neste período é no sentido de enchente.

Na Figura 24, temos os pontos 4 e 5 representando as regiões do Porto de Pelotas e o Campus Anglo da UFPEL, respectivamente. Neste setor, a corrente direcional também apresenta as mesmas características, com predomínio direcional médio de enchente no centro do canal e vazante nas bordas, sendo que o nível médio varia de 0,30 m a 0,37 m, enquanto que o nível mínimo observado está em torno de 0,45 m e o máximo é aproximadamente 1,45 m.

O ponto 5 (Figura 24d.) apresenta uma variação de nível aproximadamente 5cm superior ao ponto 4, provavelmente devido a posição do ponto 5, que se encontra na concavidade do meandro do canal, local hidrodinamicamente ativo e com tendências naturais de elevação de nível. As mesmas relações de variação do nível e do vento observadas anteriormente ocorrem neste setor, adicionalmente, nas figuras 23, 24 e 25 (d.), podemos observar a influência da oscilação da maré meteorológica na variação do nível, essa variação atua em escalas de alta frequência (horas), e promove o aumento e redução do nível em cerca de 0,70 m, coerente com a micromaré atuante na região de estudo.

Para concluir a análise do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte, temos a desembocadura do canal São Gonçalo para a Lagoa dos Patos, localizado no Balneário Valverde (Figura 25). Devido a manutenção dos ventos de quadrante norte, a corrente residual neste setor se mantém ativamente direcionada para dentro do canal São Gonçalo, ou seja, de enchente. A diferença de nível médio entre a lagoa e o canal é de 0,20 m, enquanto que em termos de nível mínimo, na lagoa foi observado -0,80 m, e no canal -0,40 m, o mesmo ocorre no máximo, com 0,50 m na lagoa e 1,00 m no canal. Essa diferença demonstra a capacidade do compartimento lagunar de ativamente, frente a ventos de quadrante norte, uma parcela de sua vazão para fornecer correntes de enchente para o canal São Gonçalo.

Figura 23: Pontos 1, 2 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.

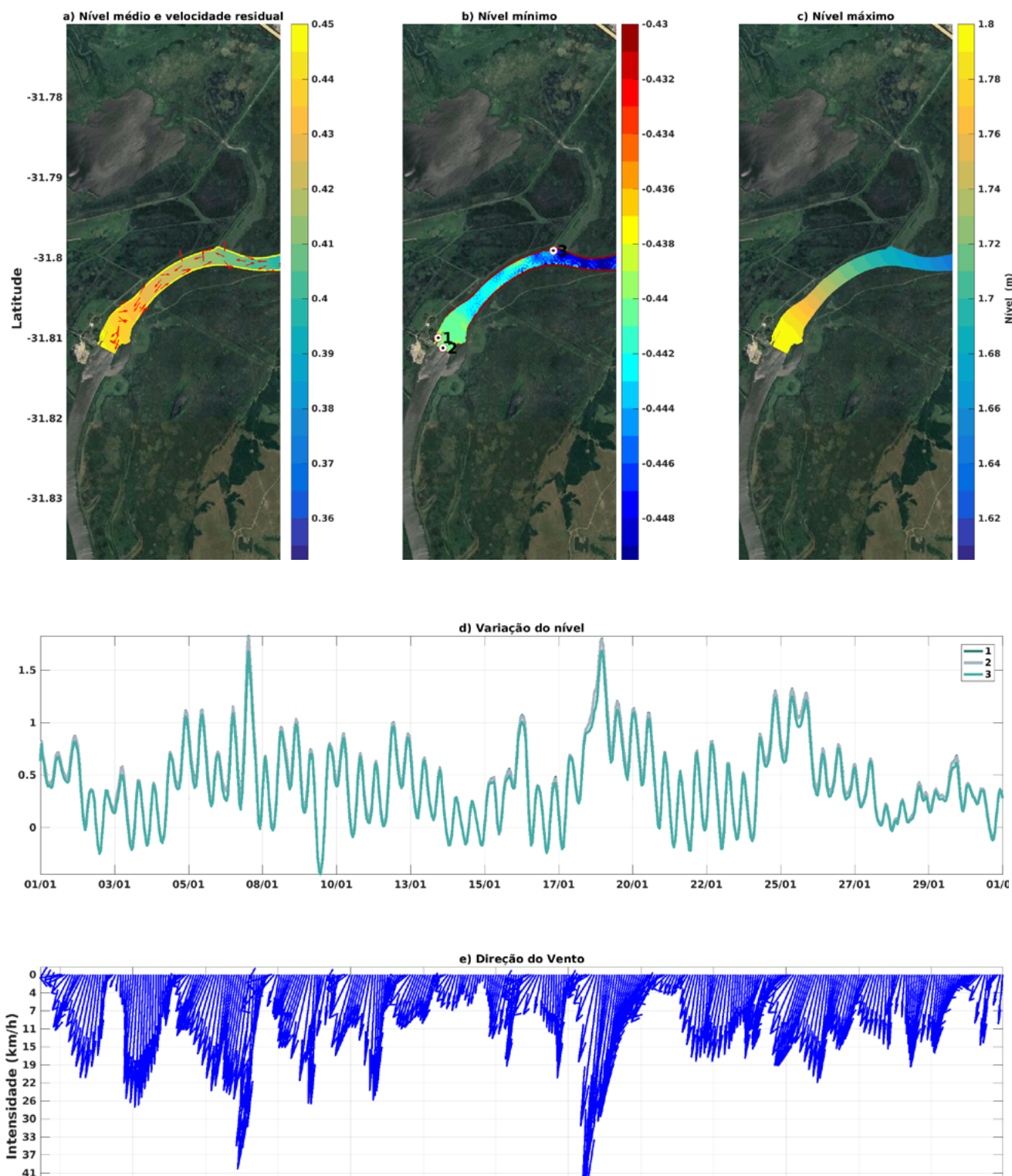


Figura 24: Pontos 4 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.

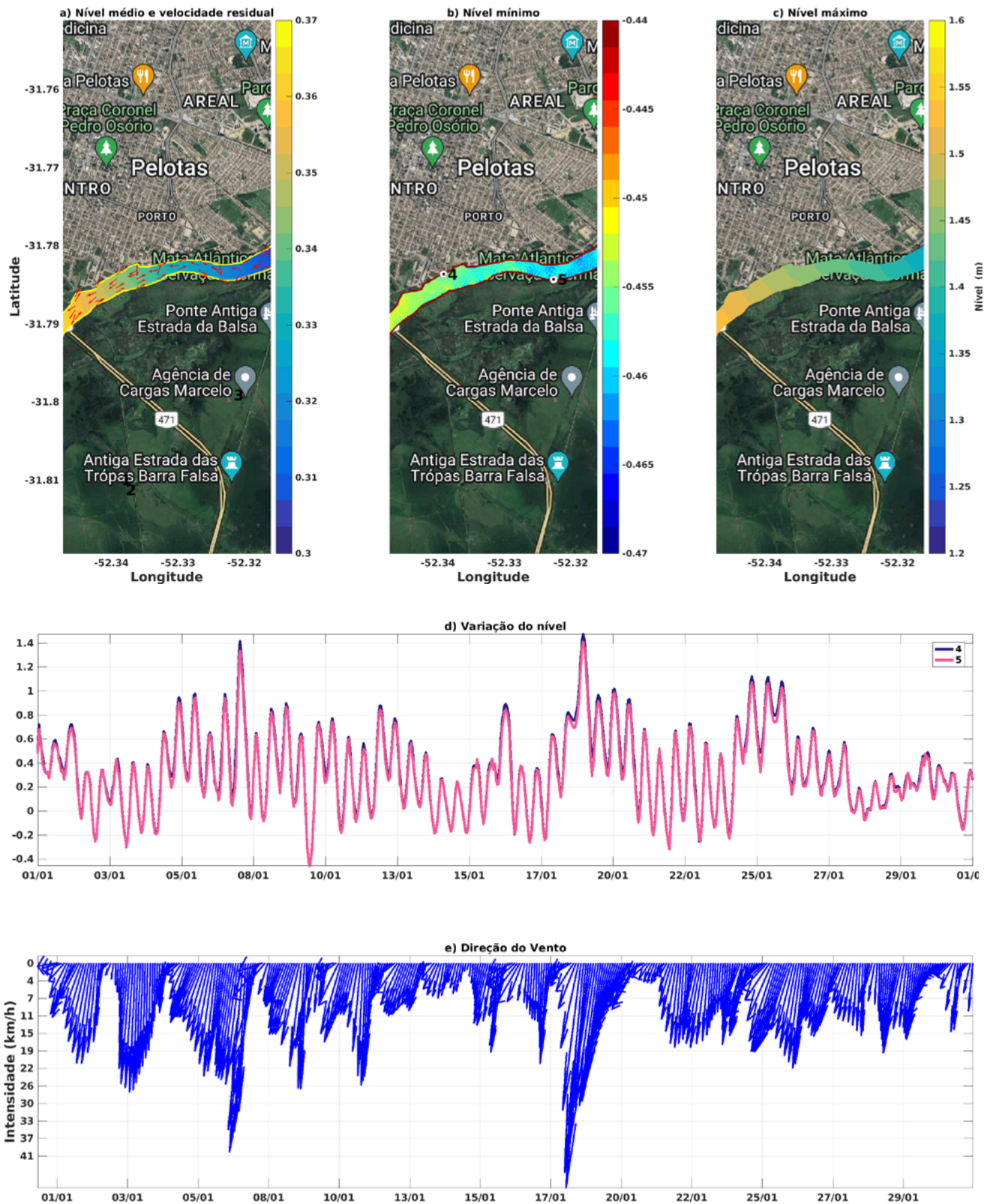
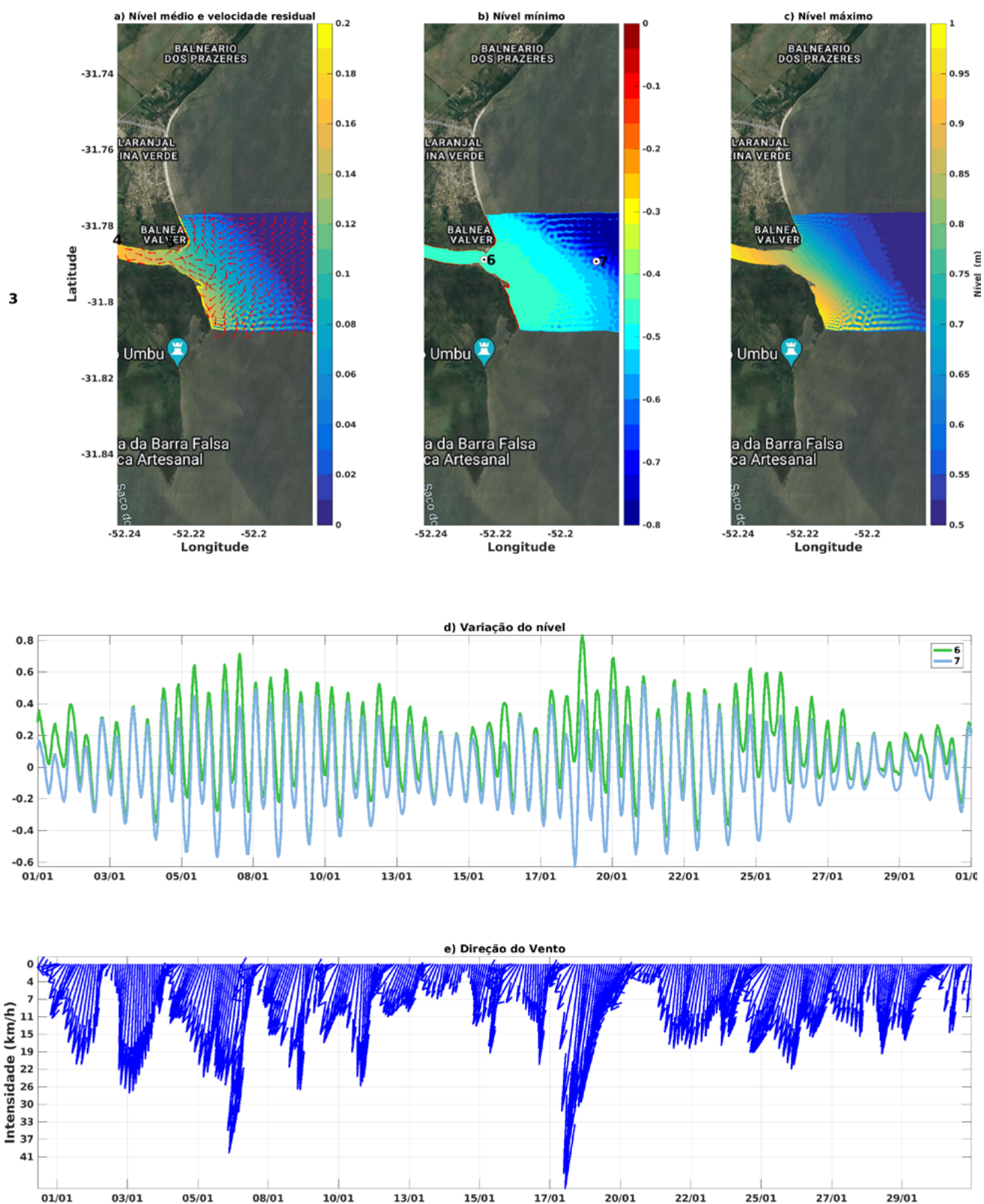


Figura 25: Pontos 6 e 7 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante norte.



Analisando a influência de ventos de quadrante sul no setor de jusante, é possível perceber que o nível médio (Figura 26a.) na proximidade da eclusa tende a valores negativos frente ao nível zero de referência. As correntes residuais promovem a circulação de fluxo para vazante do canal São Gonçalo em direção a Lagoa dos Patos, atingindo nível mínimo de -2,7 m e máximos em torno de 0,5 m. Nos três pontos selecionados a variação de nível semelhante durante a simulação (Figura 26d.), demonstrando que com a ocorrência de fortes ventos de sul (no dia 19/01), o nível atingiu valores mínimos locais.

Na região do porto de Pelotas (Figura 27) as mesmas características podem ser observadas, com médias levemente superiores (0,10 m) às observadas na eclusa, assim como valores mínimos e máximos mais intensos ao se aproximar da conexão do canal com a lagoa.

Na desembocadura do canal São Gonçalo (Figura 28), a direção residual de vazante predomina sobre o fluxo, direcionando a pluma do canal para dentro da lagoa, tendendo para a direção leste. Os valores de nível médio, mínimo e máximo tendem a variar entre positivos e negativos devido a diferença de volume de água entre o compartimento lagunar e o escoamento do canal, que, aliado à ventos de sul promove a direção resultante das correntes para nordeste, ou seja, fortalecendo a corrente de enchente lagunar.

As séries temporais dos pontos 6 e 7 (Figura 28d.) indicam que próximo a desembocadura do canal São Gonçalo, o nível se mantém inferior ao observado no setor lagunar. Esta diferença no nível ocorre devido ao efeito barotrópico do vento zonal frente às alterações superficiais de nível, onde, por sua vez, na porção lagunar, o vento exerce atrito cisalhante superior e subsequente aumento do nível local. Os efeitos da maré astronômica podem ser perceptíveis neste setor devido a proximidade com a porção oceânica do domínio no modelo.



Figura 26: Pontos 1, 2 e 3 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul.

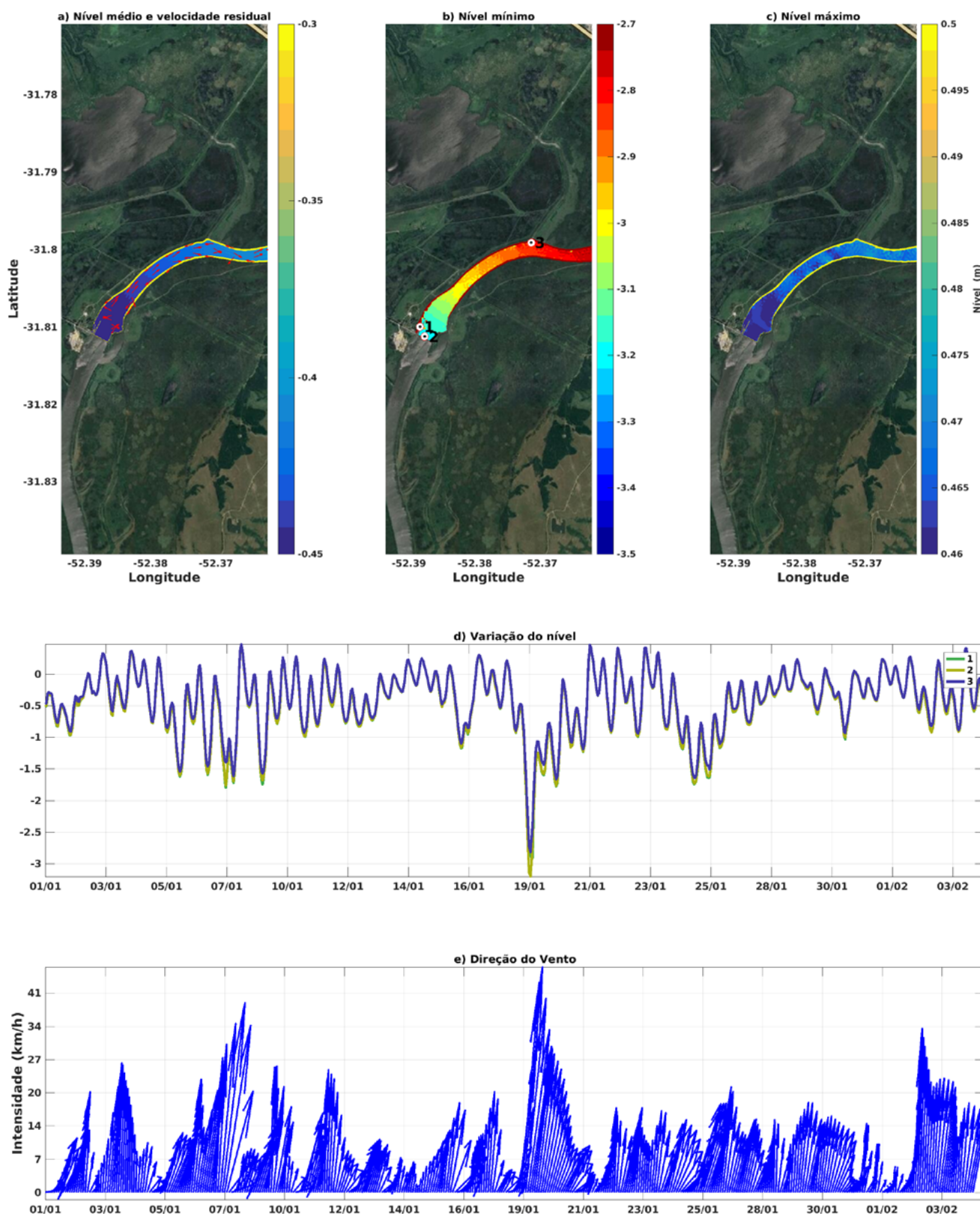


Figura 27: Pontos 4 e 5 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul.

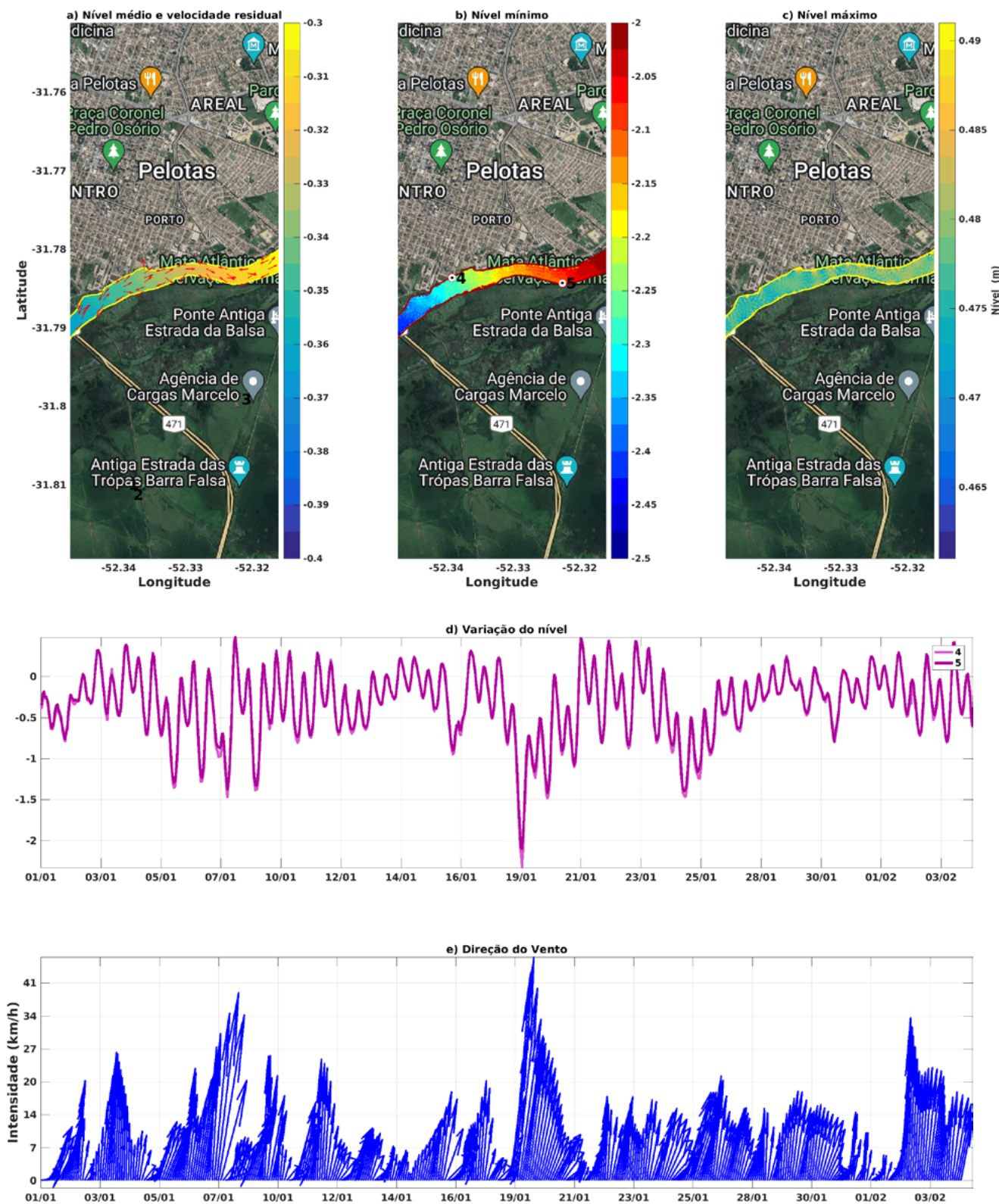
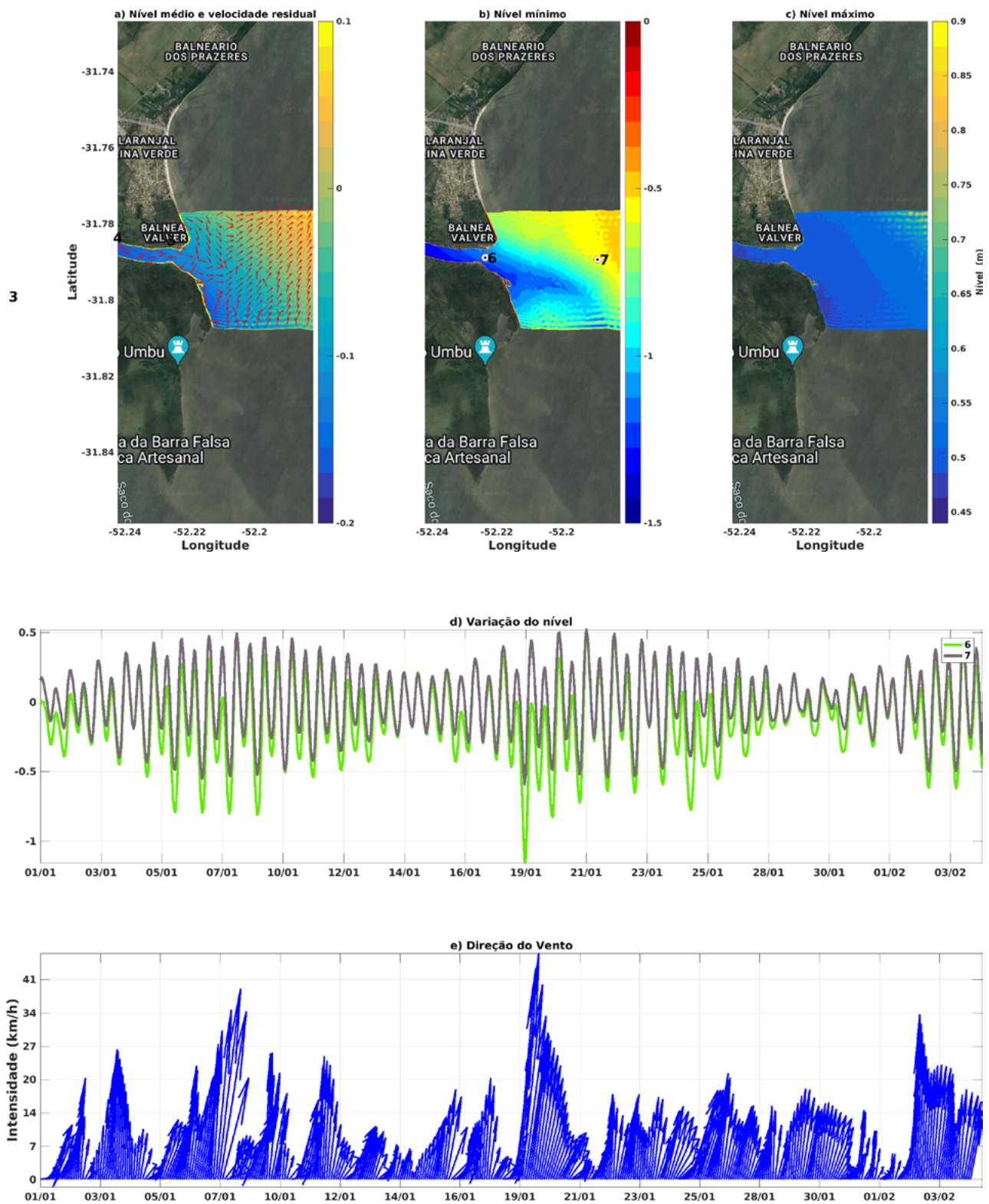


Figura 28: Pontos 6 e 7 do setor de jusante com incidência de ventos de quadrante sul.



Os cenários contendo a análise do setor de montante da barragem eclusa frente à incidência de ventos de quadrante norte estão presentes nas figuras 29 a 34, enquanto que nas figuras 35 a 42 encontram-se as análises referentes à incidência de ventos de quadrante sul.

Sendo assim, o setor de montante próximo a barragem eclusa (Figura 29) apresenta nível médio de -0,2 m, com direção resultante média para sul no centro canal, ou seja, de enchente para a Lagoa Mirim, entretanto, apresenta uma corrente de retorno (vazante) pelas bordas leste e oeste do canal. O nível mínimo observado foi em torno de -3 m, com nível superior (-2 m) próximo a barragem e a eclusa, enquanto que os máximos observados foram em torno de 1,3 m.

As séries temporais dos pontos 1 e 2 (Figura 29d.) demonstram grande variação no nível, onde nos primeiros 9 dias, temos o decréscimo do nível devido a forte influência de ventos de nordeste de até 33 km/h, e posteriormente um aumento e estabilização do nível entre 0 e 0,5 m. Este subsequente aumento no nível nestes pontos ocorreu devido a redução da intensidade dos ventos de quadrante norte, que após o dia 09/01 apresentaram valores médios de 11 km/h. A redução na intensidade do vento local associado com a constante vazão da Lagoa Mirim imposta na borda sul deste cenário (resultante da descarga fluvial e dinâmica padrão da lagoa) gera uma forçante hidrodinâmica imposta pelo fluxo que sobrepõe o efeito do vento local frente a baixas intensidades e curta duração.

Avançando em direção a Lagoa Mirim os pontos 3 e 4 se encontram em uma região de meandros do canal São Gonçalo (Figura 30). Nesta região a média do nível ficou em torno de -0,13 m, enquanto que a direção média das correntes demonstrou uma tendência parcial de vazante e enchente, indicando fluxo bidirecional neste setor. Os valores mínimos e máximos de nível observado (Figuras 30b. e c.) demonstram nível inferior no topo das figuras e superior ao sul, variando em 1m e 0,30 m, respectivamente. O ponto 3 apresentou nível inferior em relação ao ponto 4 devido a sua localização frente ao meandro, onde no ponto 4 ocorre a convergência das correntes devido a incidência de ventos de quadrante norte.

Próximo ao Rio Piratini é possível perceber uma alteração na elevação do nível em relação a figura 31. Neste setor, o nível médio é inferior a jusante do rio e superior a montante, pois a vazão prescrita no rio Piratini acabou sendo adicionada ao fluxo residual transportado pelo vento, direcionando o fluxo na direção de enchente (em direção à Lagoa Mirim). Esse resultado é corroborado pelos valores mínimos e máximos de nível observado, que são elevados ao sul em relação ao topo das figuras 31 b. e c., respectivamente.

As séries temporais de nível (Figura 32d.) também comprovam a influência da vazão do rio Piratini sobre a forçante de vento local, com o ponto 9 apresentando nível em média 10 cm superior aos outros pontos. Vale ressaltar, que neste local, durante o evento de 19/01 com incidência ventos acima de 37 km/h, ocorreu o aumento do nível local (de 0,5m para 1,5 m), diferentemente do que foi observado nos pontos anteriores (de -0,5 m a 0 m), esse aumento provavelmente está relacionado com a posição central deste setor no canal São Gonçalo, associado ainda com a adição da vazão do rio Piratini, promovendo a existência de uma região de represamento de nível frente a incidência de ventos de quadrante norte.

Posteriormente, próximo a Ilha Grande (Figura 33), podemos notar a manutenção da tendência do fluxo direcional das correntes para enchente e nível médio em torno de 0,1 m.

O nível mínimo também acompanha e influência da direção do vento local, com nível superior ao sul (-1 m) e inferior (-1,4 m) ao norte da figura (33b.), enquanto que os máximos observados estão em direção oposta, provavelmente associados à influência da descarga do rio Piratini. Neste setor foram selecionados pontos a jusante e montante da Ilha Grande, assim como nos dois canais circundantes objetivando identificar alterações no nível devido a presença da ilha, entretanto não foram observadas grandes alterações, com exceção do ponto 10 que apresentou os valores máximos e mínimos observados.

Próxima à cidade de Santa Isabel do Sul, encontra-se a Ilha Pequena (Figura 34), que também apresentou correntes resultantes de enchente frente a ventos de quadrante norte com nível médio de 0,06 m. Valores mínimos (Figura 34b.) foram observados no ponto 14 (-1 m), com aumento em direção ao ponto 18 (-0,90 m), que são corroborados pelas séries temporais de nível (Figura 34d.).

Na região do Sangradouro (Figura 35), as correntes de enchente advindas do canal São Gonçalo encontram-se com a Lagoa Mirim, gerando um nível médio com tendências positivas. O nível mínimo e máximo estimados também são elevados na região da Lagoa Mirim, corroborando para a dinâmica de correntes de enchente frente a ventos de quadrante norte. Sendo assim, nessa região não seria recomendado a navegação frente a manutenção de ventos de quadrante norte por 4 dias atingindo velocidades superiores a 17 nós (Figura 34).

Por outro lado, a esclusa apresenta batimetria segura para a navegação, e em condições de risco de incursão de salinidade da Lagoa dos Patos para a Lagoa Mirim (frente a ventos intensos de quadrante norte), as comportas são fechadas e o nível tende a subir levemente no local. Por conseguinte, no sentido de vazante (frente a ventos intensos de quadrante sul), as comportas e esclusa ficam abertas permitindo a navegação e o nível se mantém estável.

Figura 29: Pontos 1 e 2 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.

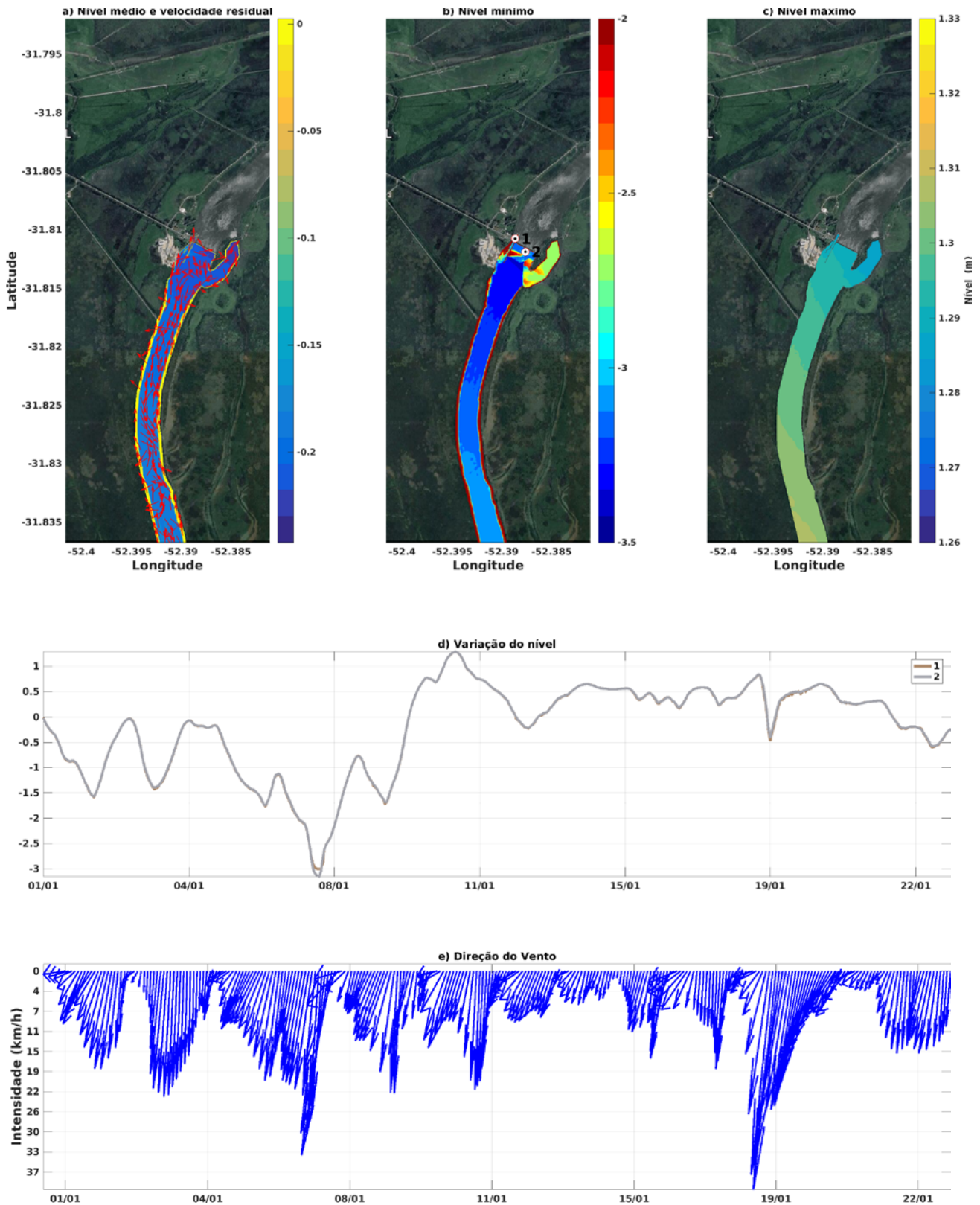


Figura 30: Pontos 3 e 4 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.

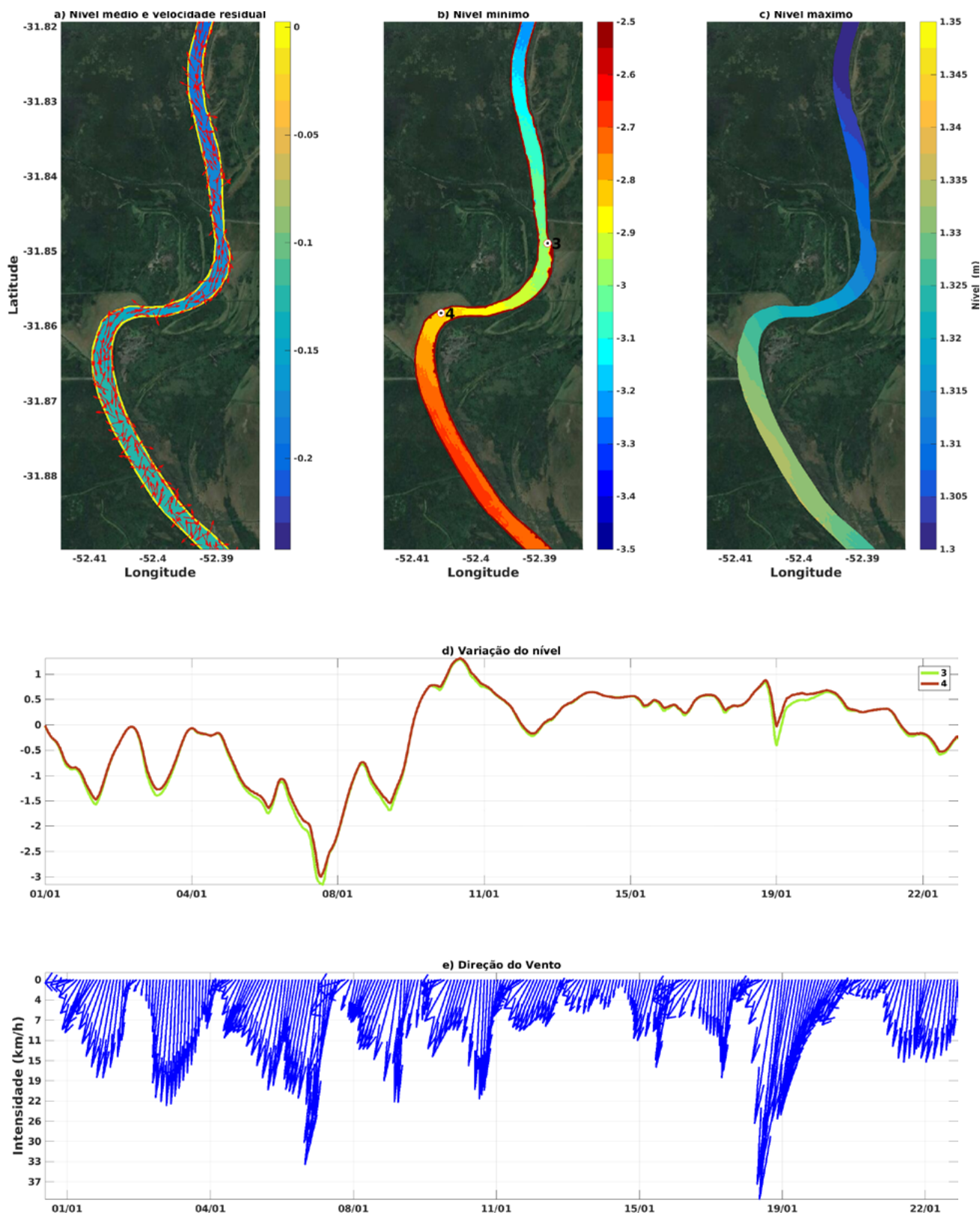


Figura 31: Pontos 5, 6, 7, 8 e 9 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.

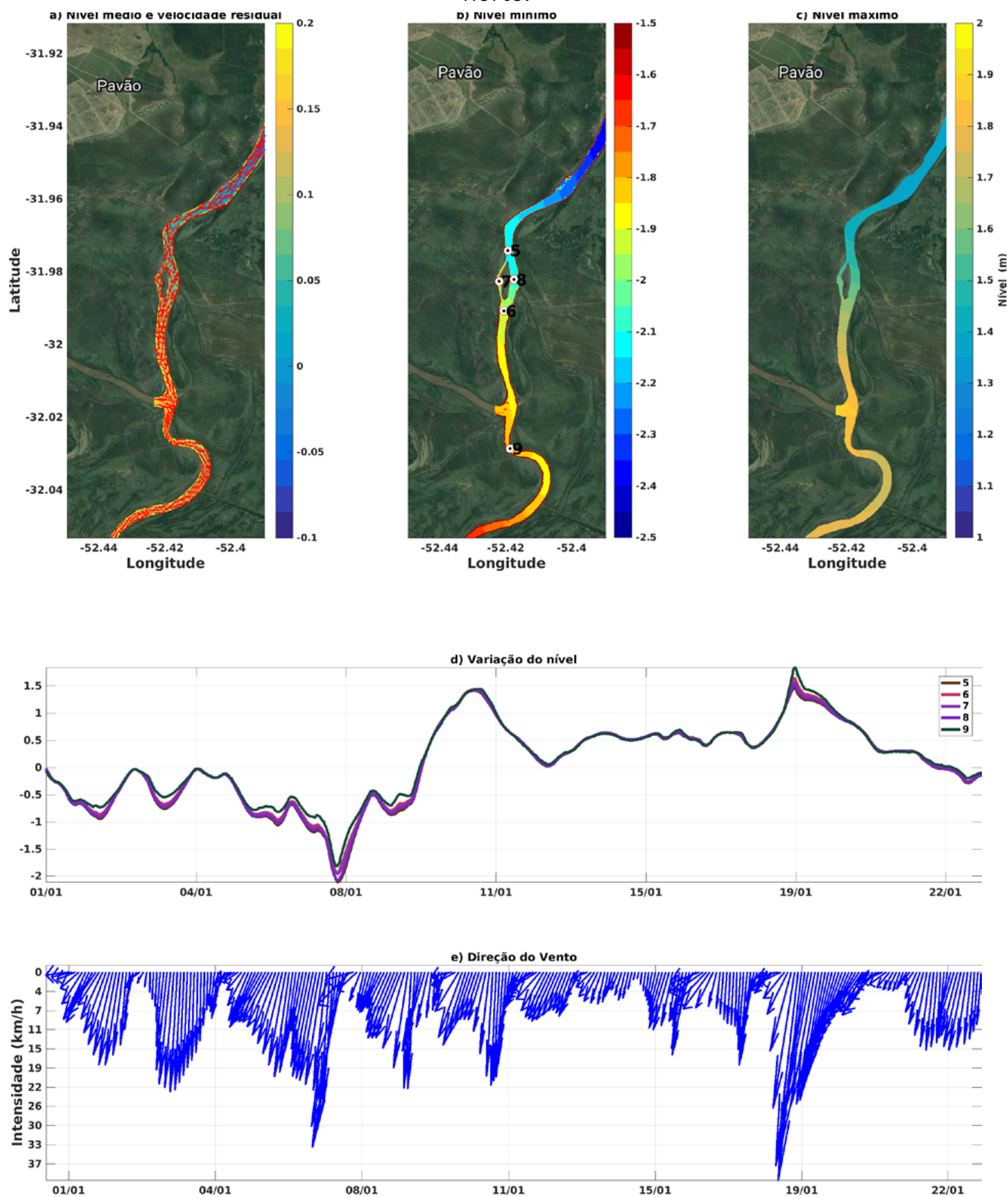




Figura 32 :Pontos 10, 11, 12 e 13 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.

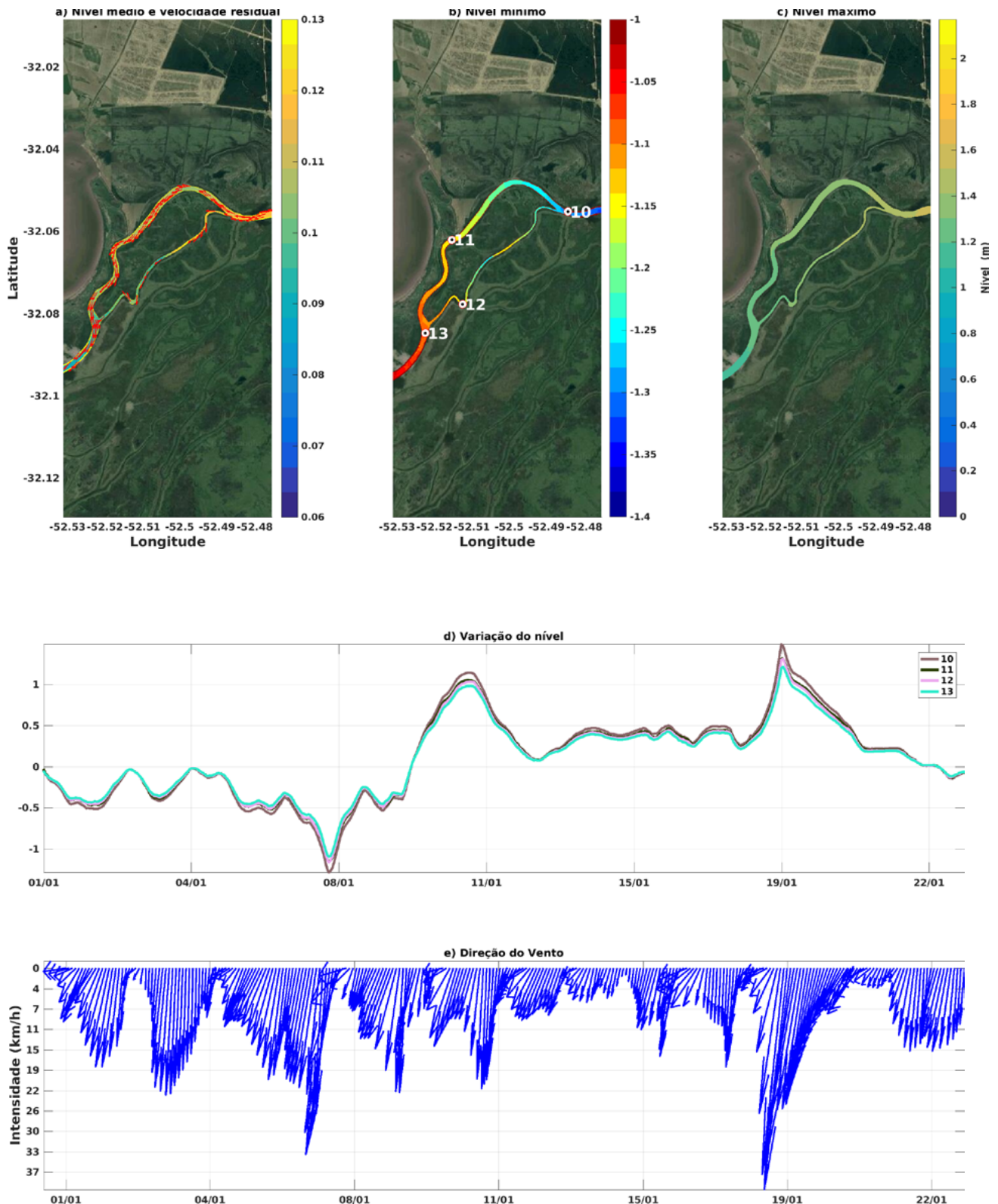


Figura 33: Pontos 14, 15, 16, 17 e 18 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.

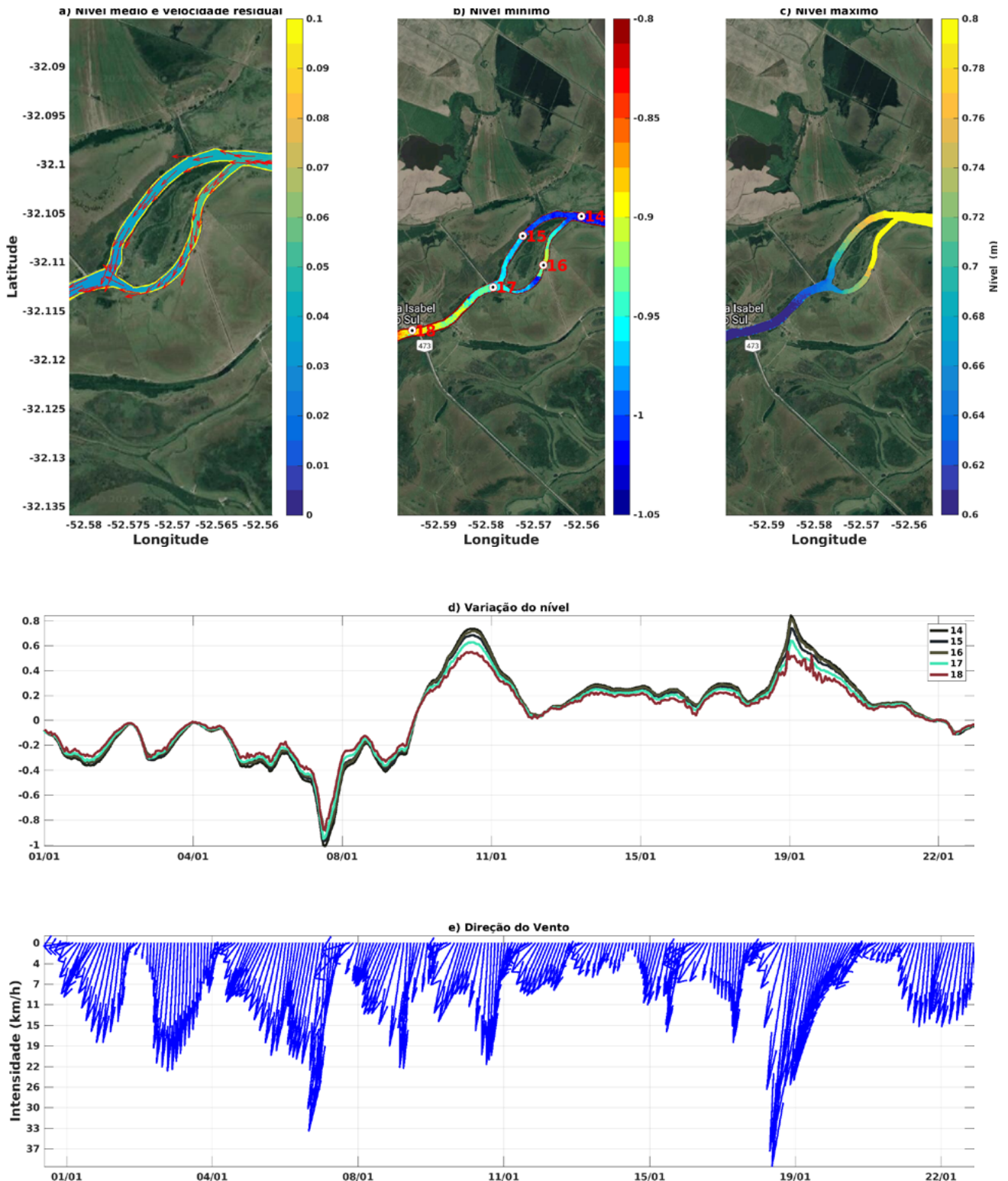
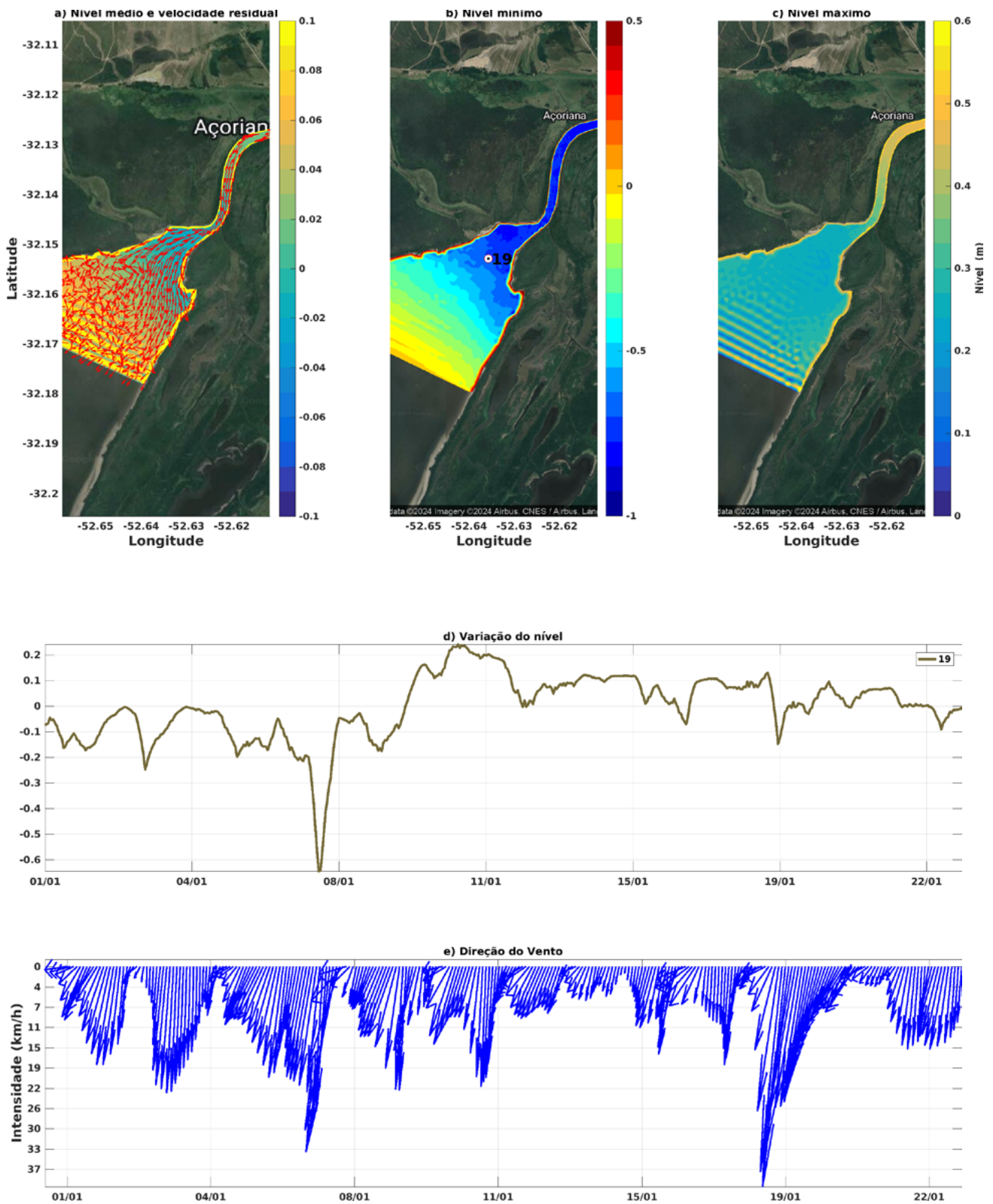


Figura 34: Ponto 19 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante norte.



Por fim, o setor de montante à barragem eclusa frente a incidência de ventos de quadrante sul será apresentado nas figuras 35 a 40. Nesta simulação, o modelo apresentou instabilidades, provavelmente devido a complexidade do canal São Gonçalo, e do canal da eclusa, associado aos processos hidrodinâmicos que ventos de quadrante sul estariam causando neste cenário. Como resultado, serão analisados somente dois dias de simulação.

Frente a ventos de sul, o fluxo residual das correntes é de vazante como apresentado na figura 36, com nível médio de 1,2 m. Os valores mínimos de nível estimados foram em torno de 0,2 m, enquanto que o máximo superou 3 metros dentro do canal da eclusa. Na comparação entre os pontos 1 e 2 é possível perceber a grande diferença de 1,75 m de nível entre a barragem e o canal da eclusa.

Ao analisarmos os setores à montante da barragem eclusa (Figura 36), é possível observar a manutenção da corrente direcional de vazante, e subsequente elevação do nível (médio e máximo) em direção a barragem. No ponto 3, podemos observar nível superior ao ponto 4, o inverso do que foi observado sob incidência de ventos de quadrante norte (Figura 30), pois o fluxo residual converge para o meandro localizado no ponto 3.

Na figura 38, o mesmo padrão das correntes de vazante e nível são observados, fato corroborado pelo ponto 9, que apresenta em média 15 cm a menos de nível frente a incidência de ventos de sul em relação aos outros pontos analisados (Figura 37 d.).

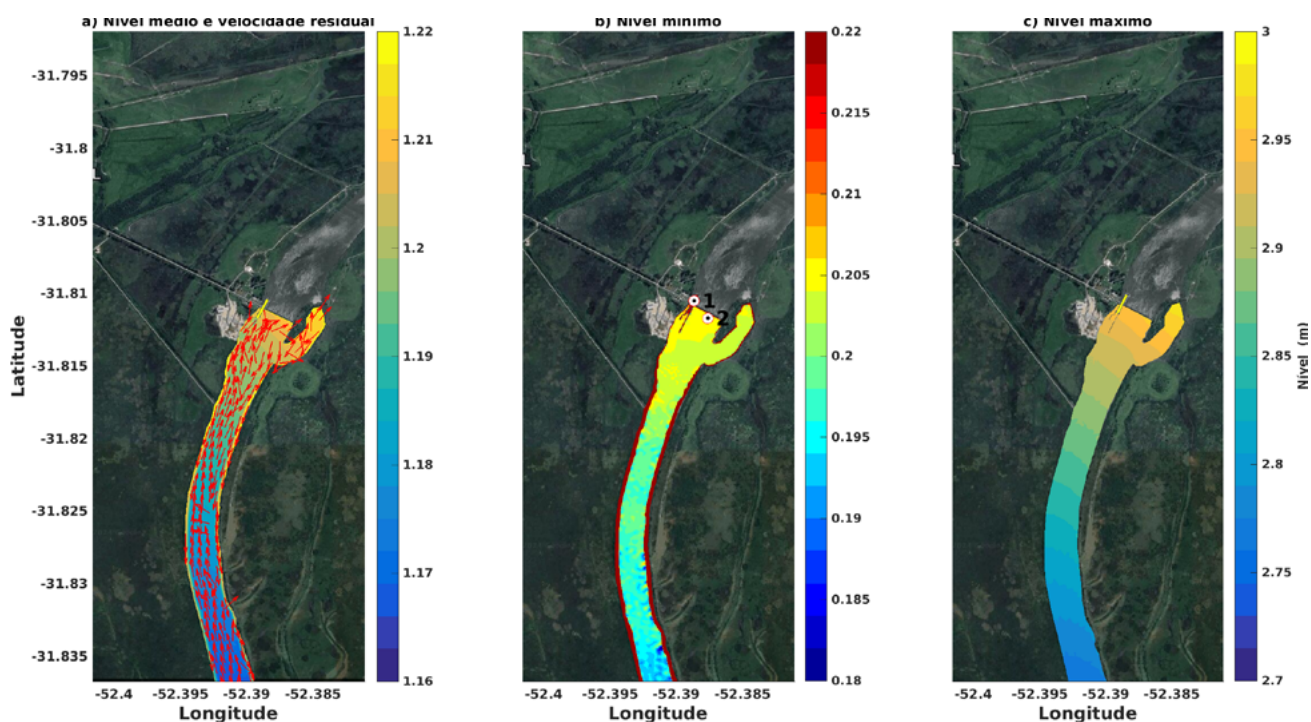
Nos canais ao redor da Ilha Grande (Figura 38) observa-se um padrão distinto na direção das correntes. A corrente residual tende a manter fluxo de vazante pelo canal oeste da ilha, enquanto que no canal leste o fluxo se inverte para enchente, provavelmente associado a resultante do arrasto do vento de sul em concordância com a largura reduzida deste canal, e a incidência da vazão do rio Piratini que adiciona volume neste setor. Adicionalmente, o nível no ponto 12 (canal leste) é em média 10 cm inferior do que no ponto 11 (canal oeste). A tendência de elevação de nível se mantém para vazante com nível máximo em torno de 1,5 m no ponto 10 e 1,25 m no ponto 13.

Na Ilha Pequena (Figura 39), o mesmo padrão de correntes pode ser observado, com predomínio de correntes de vazante a oeste e enchentes no canal leste da ilha. Os fatores que controlam o fluxo neste local são correlatos com os da Ilha Grande, pois o canal leste também possui largura inferior, entretanto não há diferença significativa entre o nível estimado entre os

pontos 15 e 16. Entretanto, entre os pontos 14 e 18 a diferença de nível em média é de 15 cm.

Na Lagoa Mirim, o nível atinge valores próximos a zero e iniciam o processo de dispersão da corrente de vazante para canal São Gonçalo, apresentando em média 0,15 m de diferença entre o Sangradouro (ponto 19) e Santa Isabel do Sul (ponto 18), com máximo diferindo em 40 cm. Essa grande diferença observada neste setor se deve ao processo de convergência das correntes do setor lagunar para o canal São Gonçalo, de pequena largura. A direção resultante das correntes promove o aumento do nível devido ao volume de água introduzido neste local pela incidência de ventos de quadrante sul.

Figura 35: Pontos 1 e 2 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.



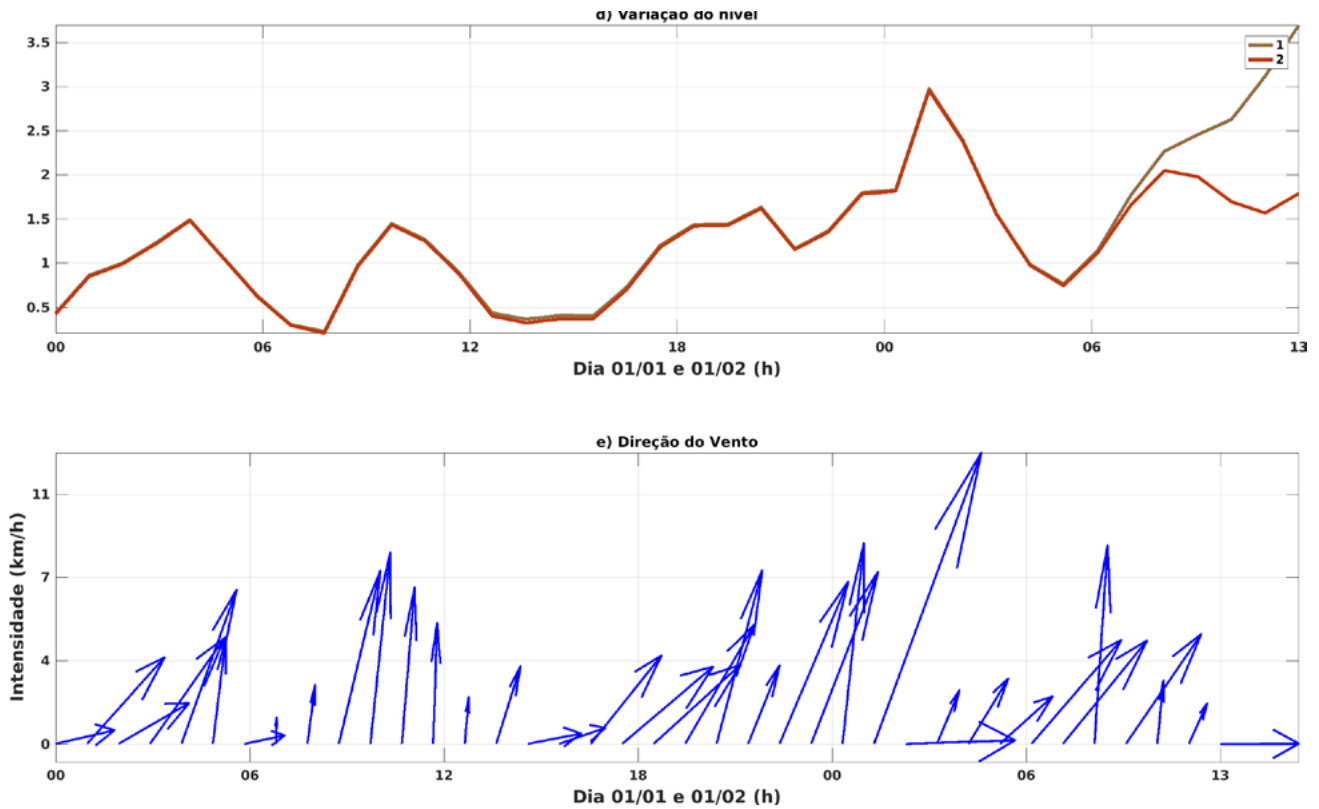
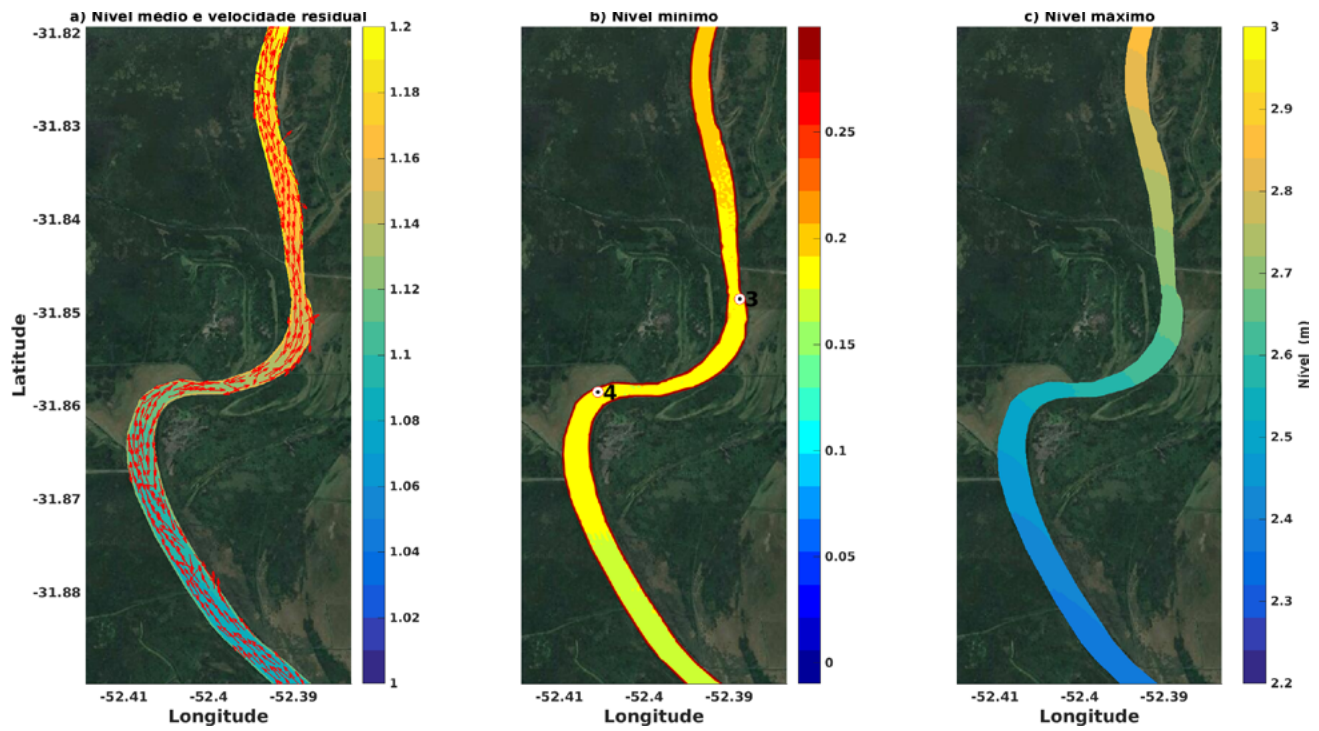


Figura 36: Pontos 3 e 4 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.



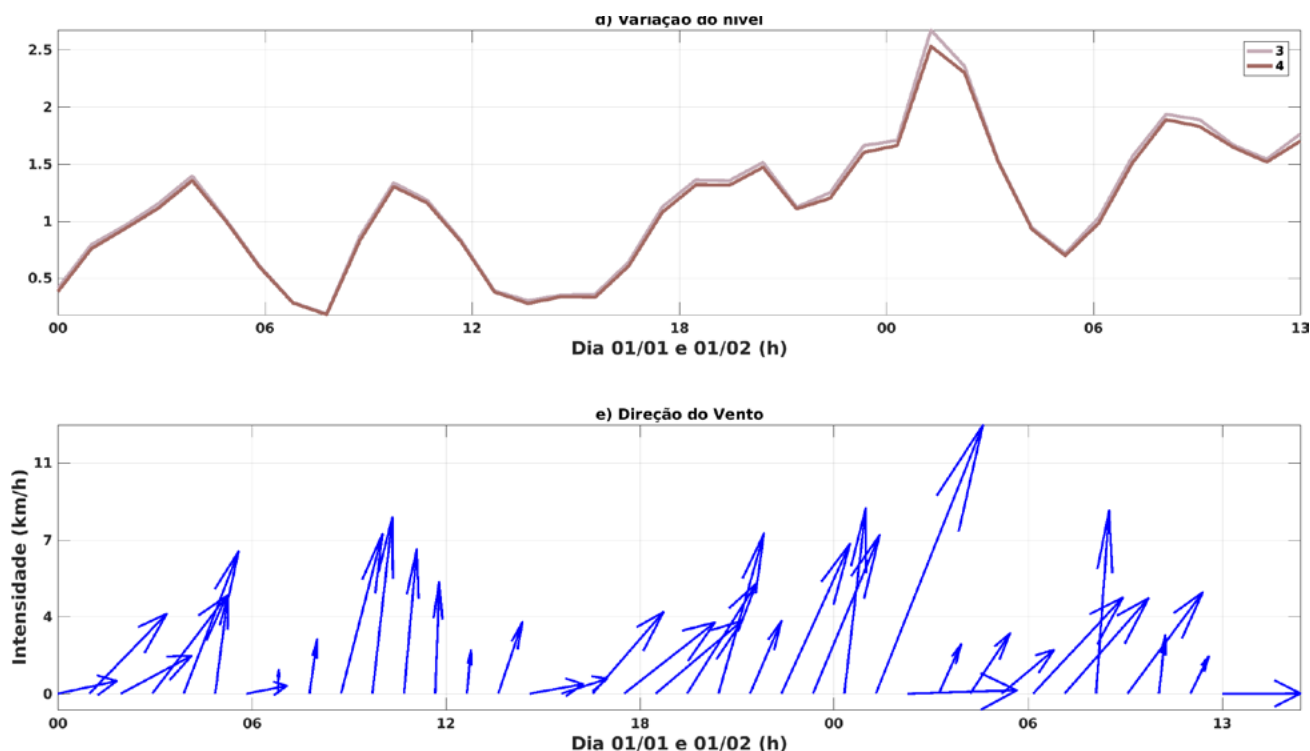
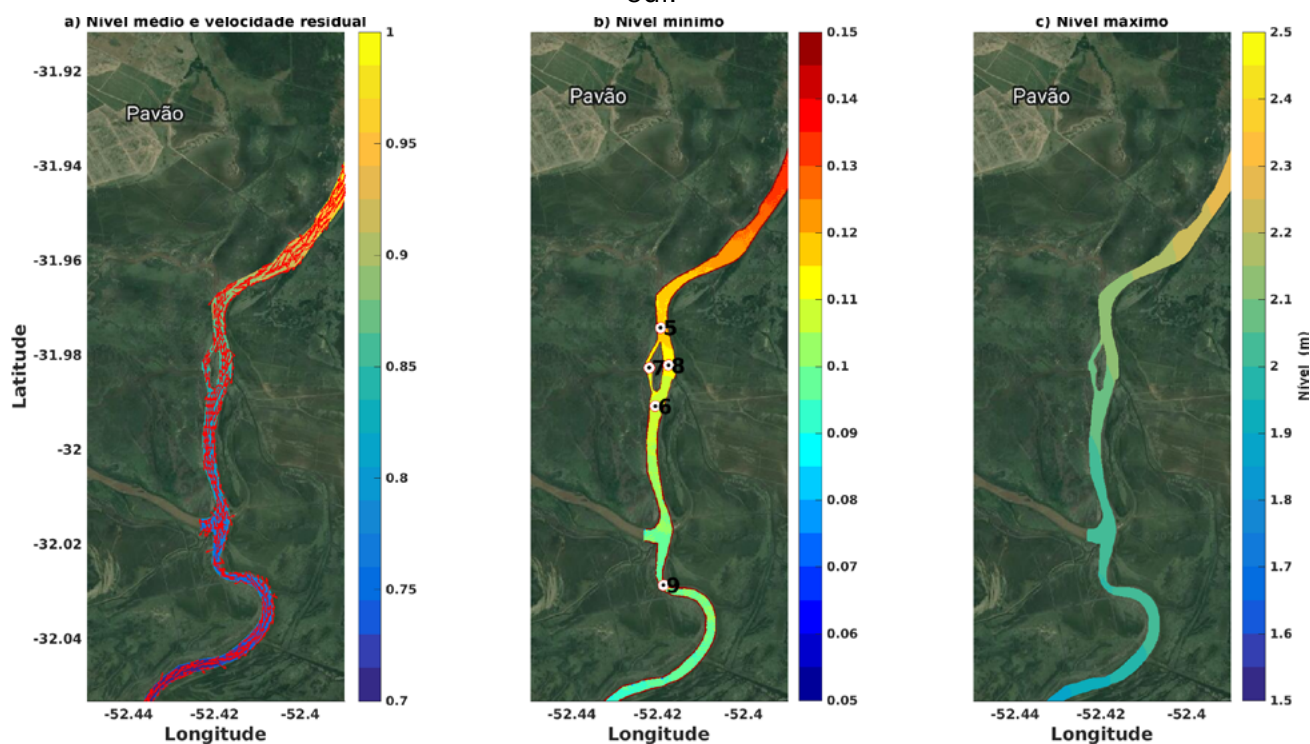


Figura 37: Pontos 5, 6, 7, 8, e 9 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.



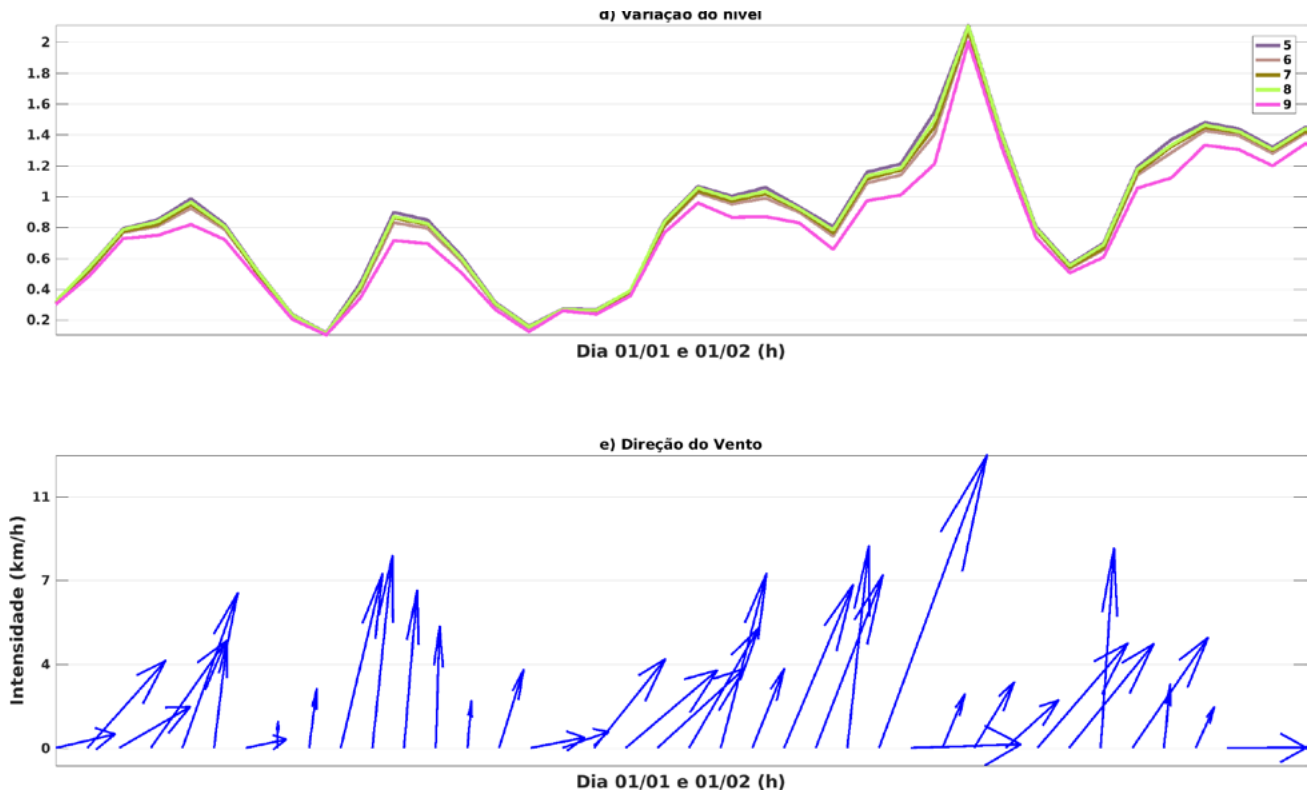
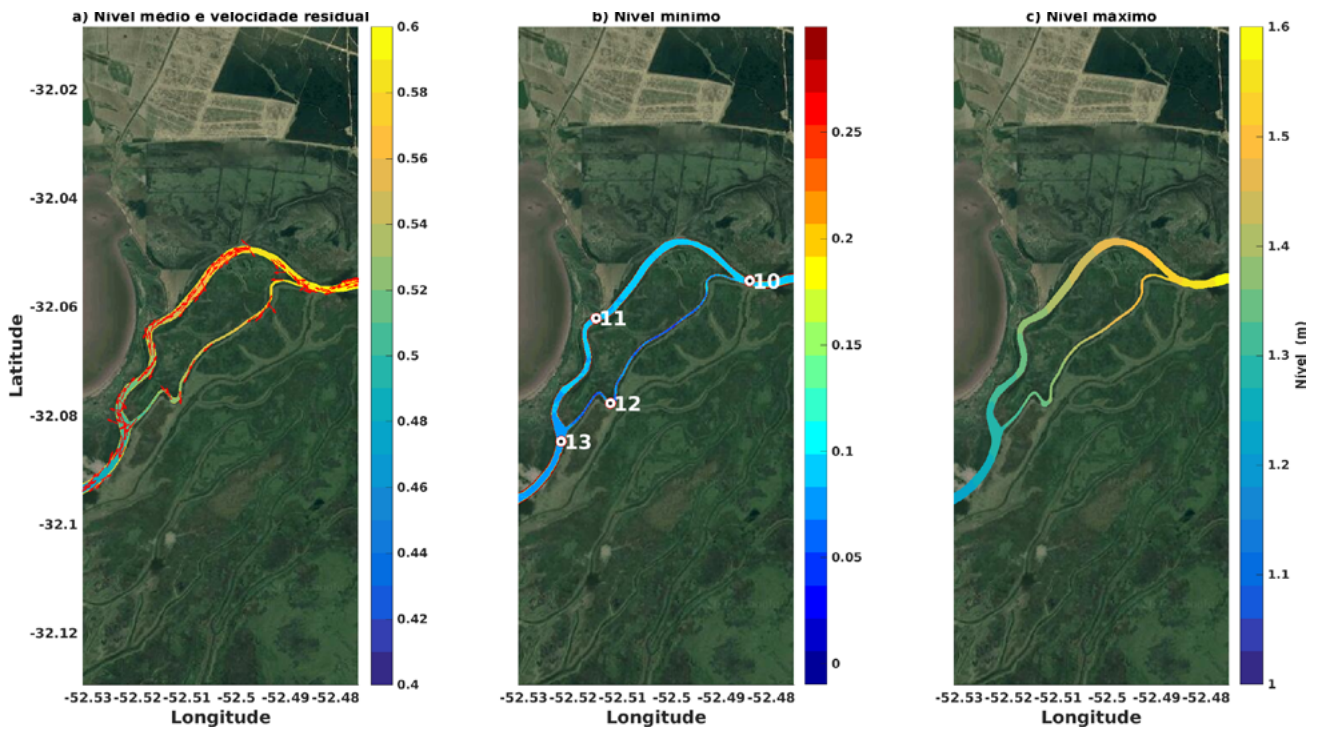


Figura 38: Pontos 10, 11, 12 e 13 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul. sul.





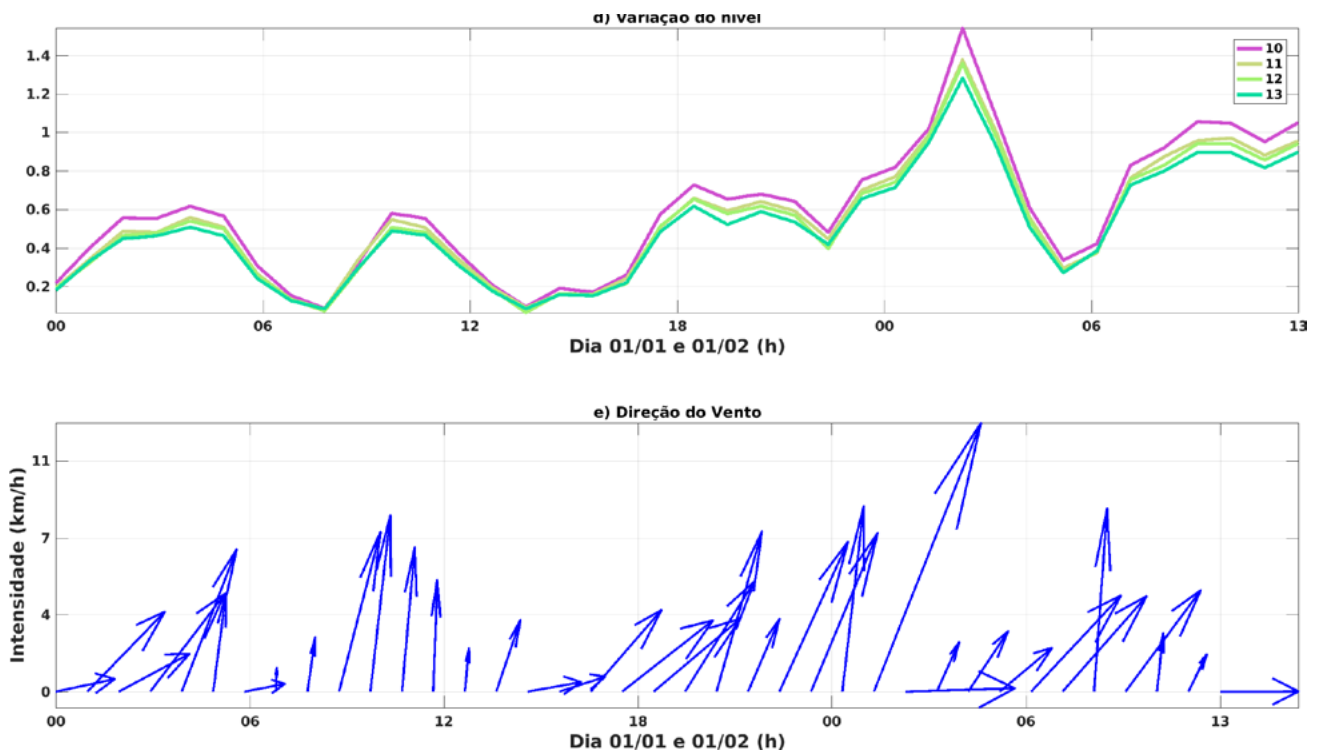
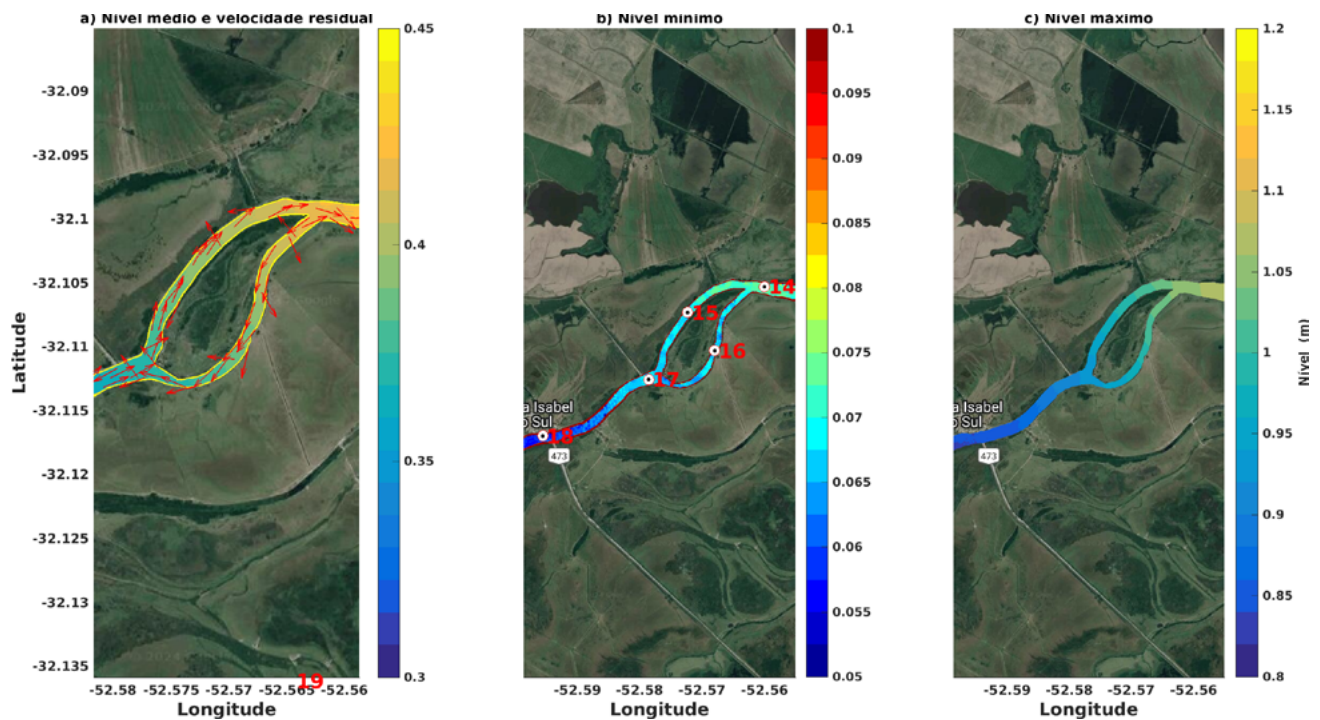


Figura 39: Pontos 14, 15, 16, 17 e 18 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.



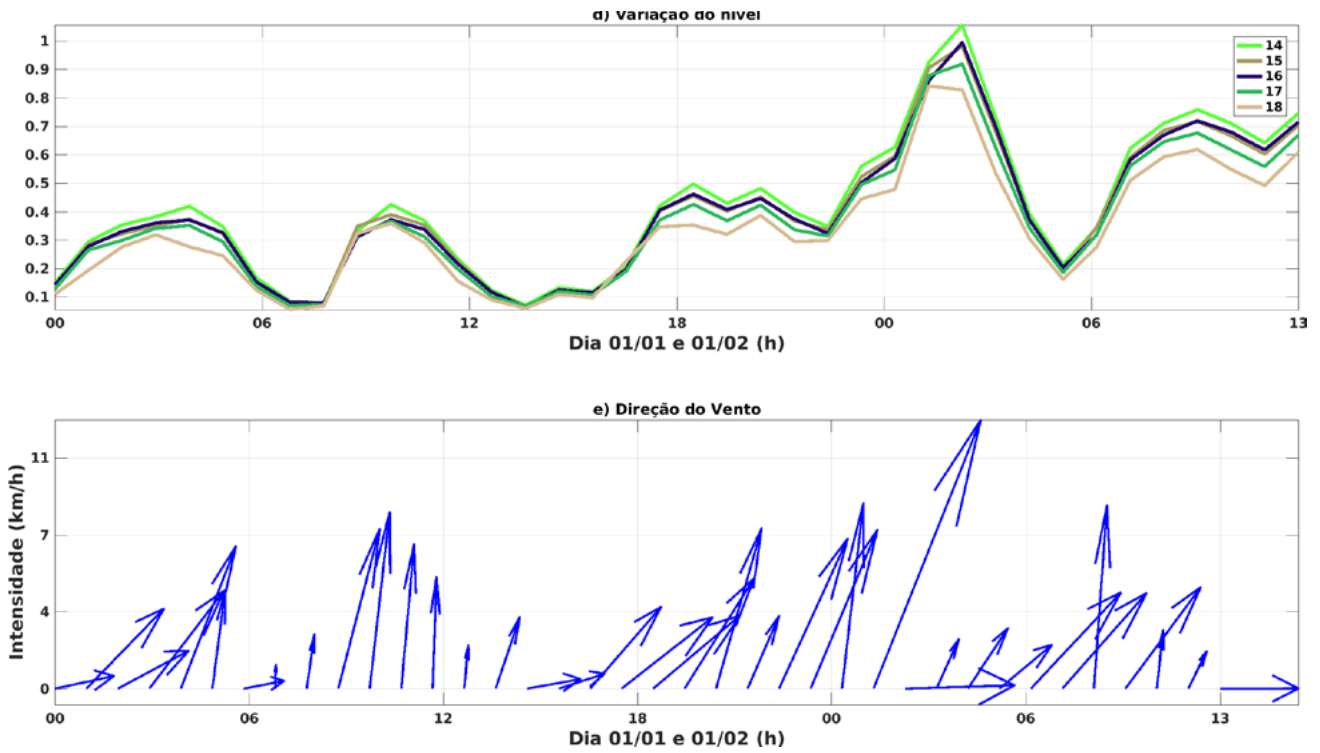
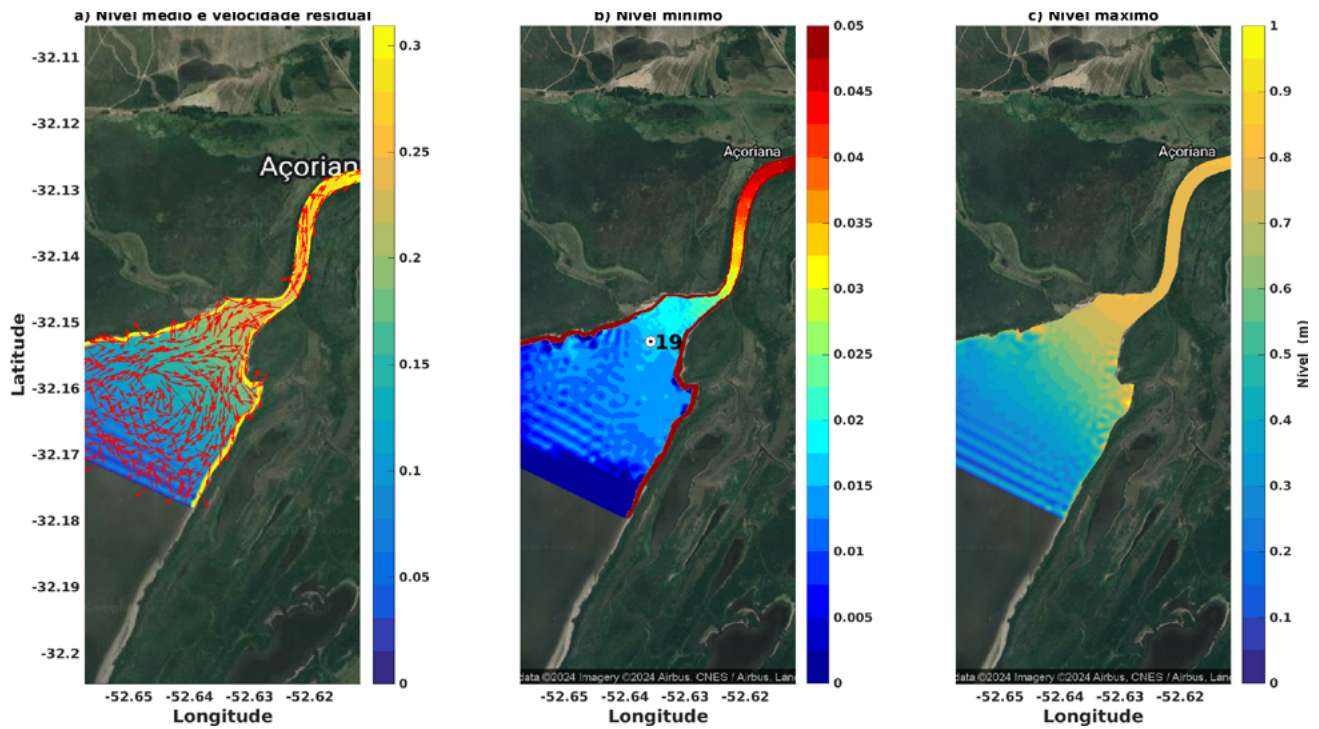
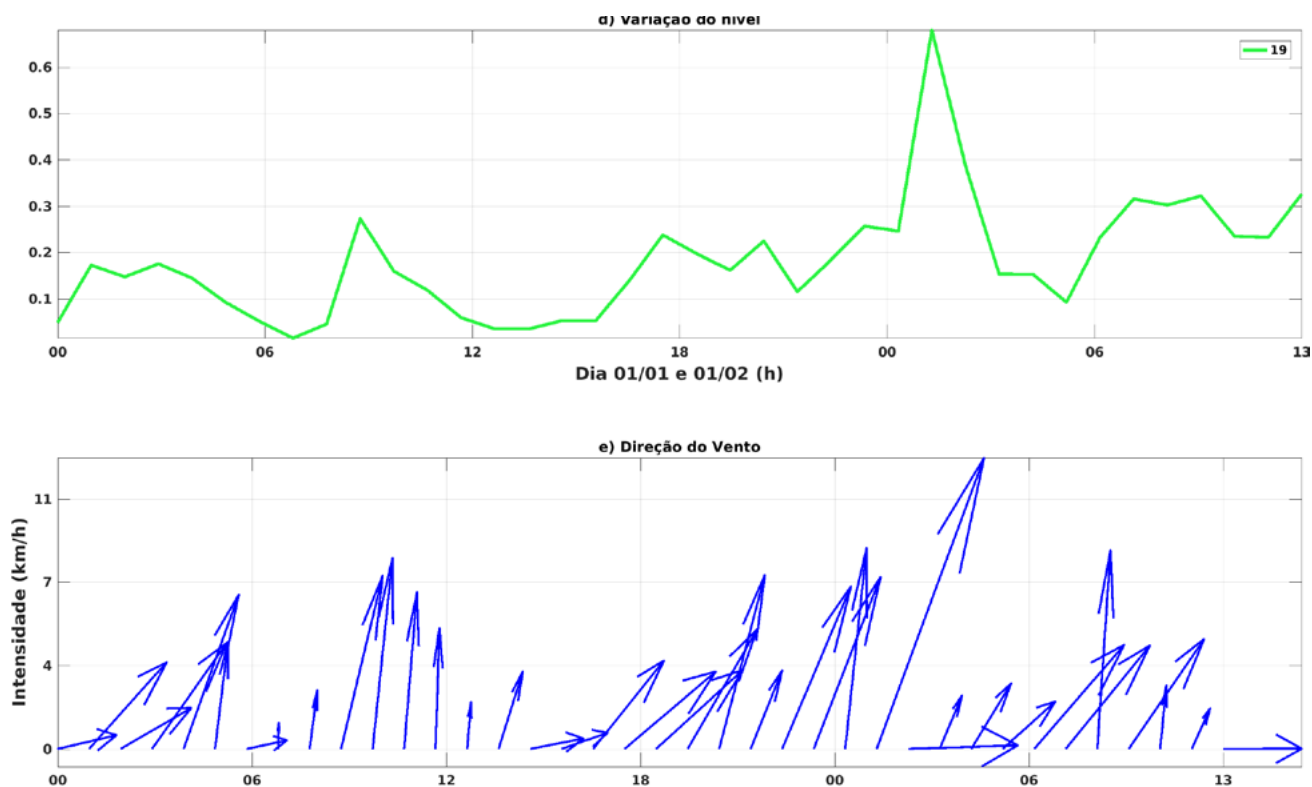


Figura 40: Pontos 19 do setor de montante com incidência de ventos de quadrante sul.





## 4.8 Discussões e Conclusões

Os resultados da Etapa 2 deste estudo apresentam uma análise detalhada da calibração do modelo hidrodinâmico Telemac-3D, simulando o comportamento hidrodinâmico do ambiente Lagoa Mirim-Canal São Gonçalo-Laguna dos Patos para o ano de 2019, utilizando dados de duas estações de medição de nível localizadas no Canal São Gonçalo: Santa Isabel do Sul e Porto de Pelotas.

Para a estação de Santa Isabel do Sul, observou-se que os resultados do modelo apresentaram tendência de subestimar os níveis no início da série temporal e, a tendência de superestimar ao final da série. Através da análise dos indicadores de performance, como a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE), Erro Médio Absoluto (MAE), e Erro Quadrático Médio (MSE), observa-se que a simulação apresentou elevados valores para Santa Isabel quando comparados aos valores simulados para o Porto de Pelotas. Esse fato se deve à alta variabilidade dos dados, com níveis máximos em torno de 3m, resultando em valores mais elevados no quesito erro. Apesar disso, o coeficiente de correlação de Pearson (R) apresentou alta correlação (0,92), indicando que, apesar dos erros, o modelo de estimativa dos níveis é capaz de seguir a tendência dos dados observados.

No caso do modelo desenvolvido para o Porto de Pelotas, os resultados apontam para uma melhor concordância entre os dados simulados e os dados observados. Os valores de RMSE (0,34m), MAE (0,26m) e MSE (0,12) são significativamente menores, refletindo uma melhor performance do modelo desenvolvido para o Porto de Pelotas. O viés de -0,13 e a inclinação quadrática média (SS) de 0,89 indicam que o modelo subestima ligeiramente os valores, mas de forma consistente. No entanto, o coeficiente de correlação de Pearson (R) foi de apenas 0,30, indicando uma menor correlação linear entre os dados simulados e observados.

Através da tabela de comparação dos indicadores de performance entre as estações é possível ver que, embora Santa Isabel tenha apresentado altos índices de erro, a correlação entre os dados estimados e observados é maior. Isso pode ser explicado pela maior variabilidade dos dados em Santa Isabel, que resultou em uma maior sensibilidade aos erros pontuais. Por outro lado, a menor variabilidade no Porto de Pelotas permitiu uma melhor performance do modelo, apesar da menor correlação linear.

O sistema lagunar Patos-Mirim e a região estuarina e oceânica adjacentes respondem hidrodinamicamente a interação dos mecanismos de ventos local, não-local e descarga fluvial. Sendo assim, dentro da Lagoa Mirim, o padrão de circulação é caracterizado por um comportamento do tipo seiche, ou seja, quando os ventos são de sudoeste é observado um aumento na elevação do nível de água no norte em relação ao setor sul da laguna, e o oposto é observado quando os ventos atuam de nordeste.

O predomínio da dinâmica de correntes de vazante ou enchente entre os compartimentos lagunares (Mirim-Patos) está intrinsecamente conectado com a incidência de ventos de quadrante sul e norte, respectivamente. Adicionalmente, a alteração das estações do ano regulam a incidência de frentes frias (ventos de quadrante sul no inverno), assim como a prevalência de ventos de quadrante norte no verão

Na medida em que observamos a variação de nível em relação ao vento local na região do Sangradouro em direção ao canal São Gonçalo, torna-se perceptível o aumento do nível a medida em que as análises se direcionam para a Lagoa dos Patos. Frente a ventos extremos do quadrante sul, Santa Isabel do Sul pode apresentar elevação do nível superficial 10,67% superior do que o observado no Sangradouro.

Por outro lado, fatores relacionados entre a dinâmica do oceano costeiro, estuário e

descarga fluvial na Lagoa dos Patos incidem e prevalecem sobre a influência da vazão na desembocadura do canal São Gonçalo.

Ao avaliar especificamente as interações de ventos locais com o canal São Gonçalo e as oscilações de nível resultante, o setor à jusante da barragem eclusa mantém padrões dinâmicos bem específicos frente ao vento local incidente e os processos de troca de volume na conexão com a Lagoa dos Patos (eventos de vazante e enchente).

Por outro lado, à montante da barragem eclusa, distante da incidência das oscilações da maré astronômica e descargas fluviais advindas da Lagoa dos Patos, o canal São Gonçalo varia seu nível e direção de correntes predominantemente de acordo com o vento local. Entretanto, em certos locais, como na foz do rio Piratini, e no entorno das Ilhas Grande e Pequena, pode ter a ocorrência de direções alternadas de fluxo promovida pela descarga fluvial do rio e também pela largura reduzida dos canais leste das ilhas.

Em geral, com a persistência da incidência de ventos de quadrante norte temos nível reduzido na barragem eclusa e nível elevado no Sangradouro, e o contrário é observado frente a ventos de quadrante sul. Os valores máximos observados durante a incidência de ventos de quadrante norte representam o máximo de nível observado durante toda a simulação, ou seja, em determinado momento os valores observados foram estimados pelo modelo. Esta estimativa indica, pela evolução dos valores máximos em cada setor (figuras c. de 28 a 33), que o nível na barragem eclusa é maior do que o estimado na Lagoa Mirim, com exceção na região do rio Piratini. Ou seja, em relação a valores máximos, a persistência de ventos de quadrante norte promovem a redução do nível máximo no canal São Gonçalo em direção a Lagoa Mirim devido ao transporte de volume na direção de enchente.

Frente aos processos observados nos cenários de montante e jusante supracitados, pode-se concluir que simular numericamente a barragem eclusa como uma barreira física ou como um canal é um processo desafiador. Contudo, os resultados encontrados são de caráter inovador e inéditos para a região de estudo. Mesmo assim, recomenda-se para estudos futuros que os cenários sejam reanalisado frente a ventos de diferentes quadrantes e com intensidade constante durante determinado período, objetivando evidenciar processos inerentes de desnível lateral e longitudinal no canal São Gonçalo, a eficácia do vento local em gerar oscilação no nível além da propagação de correntes direcionais de maior intensidade nos eixos oeste-leste do canal. Adicio-

nalmente, devido ao caráter teórico e idealizado dos cenários da microrregião, sugere-se que ambos os cenários sejam simulados frente a eventos extremos realísticos que vieram a ocorrer na região de estudo, objetivando elevar a eficácia e precisão dos resultados modelados permitindo futuras previsões da variação do nível.

## 5 Referências

---

Alves, F. N. A. (2006). Estudo do transporte de manchas de óleo por um modelo lagrangeano de partículas na Baía de Pelotas. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande.

Azambuja, J. L. F. D., 2005. Hidrovia Da Lagoa Mirim: Um Marco De Desenvolvimento Nos Caminhos Do Mercosul. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Cardoso, S. D., Marques, W. C., Kirinus, E. D. P., e Stringari, C. E. (2014). Levantamento batimétrico usando cartas náuticas. In 13<sup>o</sup> Mostra de Produção Universitária, Rio Grande. Universidade Federal do Rio Grande.

Chassignet, E., Hurlburt, H., Metzger, E. J., Smedstad, O., Cummings, J., Halliwell, G., Bleck, R., Baraille, R., Wallcraft, A., Lozano, C., Tolman, H., Srinivasan, A., Hankin, S., Cornillon, P., Weisberg, R., Barth, A., He, R., Werner, F., e Wilkin, J. (2009). US GODAE: Global Ocean Prediction with the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM). *Oceanography*, 22(2):64–75.

Cooper, A. J. e Day, K. (2015). TELEMAC-3D and Hydrostatic Inconsistency. In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, XXII TELEMAC-MASCARET User Conference, pages 65–69, Warrington, UK. Science and Technology Facilities Council.

Egbert, G. D. e Erofeeva, S. Y. (2002). Efficient Inverse Modeling of Barotropic Ocean Tides. *American Meteorological Society*, 19:183–204.

FERNANDES, E. H., DYER, K. R., E Niencheski, L. F. H. Calibration and Validation of the TELEMAC-2D Model to the Patos Lagoon (Brazil). *Journal of Coastal Research*, , n. 34, p. 470–488, 2001.

GARCÍA-OLIVA, M., PÉREZ-RUZAFÁ, Á., UMGIESSER, G., MCKIVER, W., GHEZZO, M., DE PASCALIS, F., E MARCOS, C. Assessing the hydrodynamic response of the Mar Menor lagoon to dredging inlets interventions through numerical modelling. *Water (Switzerland)*, v. 10, n. 7, 2018.

Harari, J. e de Camargo, R. (1998). Modelagem numérica da região costeira de Santos (SP): Circulação de maré. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(2):135–156.

Hervouet, J. M. (2007). Free surface flows: Modelling with the finite element methods.

Hervouet, J. M. e Van Haren, L. (1996). Recent advances in numerical methods for fluid flows. In Anderson, M. G., Walling, D. E., e Bates, P. D., editors, *Floodplain processes*, pages 183–214. Wiley, Chichester.

HU, K. E DING, P. The effect of deep waterway constructions on hydrodynamics and salinities in yangtze estuary, china. pp. 961–965. JSTOR, 2009.

JEYAR, M., CHAABELASRI, E., E SALHI, N. Numerical investigation of new alternative Nador

lagoon inlet relocation. *International Journal of Fluid Mechanics Research*, v. 42, n. 5, p. 449–462, 2015.

JIANG, C., DE SWART, H. E., LI, J., E LIU, G. Mechanisms of along-channel sediment transport in the North Passage of the Yangtze Estuary and their response to large-scale interventions Topical Collection on the 11th International Conference on Cohesive Sediment Transport. *Ocean Dynamics*, v. 63, n. 2-3, p. 283–305, 2013.

Kirinus, E. d. P. e Marques, W. C. (2015a). Viabilidade do uso de turbinas hidrocinéticas na Plataforma Continental Sul-Sudeste Brasileira. *Scientia Plena*, 11(8):1–10.

Kirinus, E. d. P. e Marques, W. C. (2015b). Viability of the application of marine current power generators in the south Brazilian shelf. *Applied Energy*, 155:23–34.

Kirinus, E. d. P., Marques, W. C., da Costa, J. C., e Fernandes, E. H. L. (2012). The Contribution of Waves in Mixing Processes of the Patos Lagoon Plume. *International Journal of Geosciences*, 03(05):1019–1026.

Lemos, A. T. (2006). Modelagem numérica da maré barotrópica na costa do Espírito Santo. Monografia, Universidade Federal do Espírito Santo.

Lopes, M. C. (2013). Eletroquímica computacional - princípios e diretrizes para utilização. *Química Nova*, 36(9):1423–1429.

Lövstedt, C. B. e Almström, B. (2015). An End User Perspective on the Telemac Suite in Coastal Application. In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, XXII TELEMAT-MASCARET User Conference, pages 2–7, Warrington, UK. Science and Technology Facilities Council.

LUAN, H. L., DING, P. X., WANG, Z. B., YANG, S. L., E LU, J. Y. Morphodynamic impacts of large-scale engineering projects in the yangtze river delta. *Coastal Engineering*, v. 141, p. 1–11, 2018.

MACHADO, A. A., CALLIARI, L. J., MELO, E., E KLEIN, A. H. F. Historical assessment of extreme coastal sea state conditions in southern Brazil and their relation to erosion episodes. *Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, p. 277–286, 2010.

MALHADAS, M. S., NEVES, R., SILVA, A., E LEITÃO, P. C. Effect of the bathymetric changes on the hydrodynamic and residence time in Óbidos Lagoon (Portugal). *Journal of Coastal Research*, v. 56, n. SPEC. ISSUE 56, p. 549–553, 2009.

Marques, W. C., Stringari, C. E., e Eidt, R. T. (2014). The Exchange Processes of the Patos Lagoon Estuary – Brazil: A Typical El Niño Year versus a Normal Meteorological Conditions Year. *Advances in Water Resource and Protection*, 2:11–20.

Marques, W. C., Fernandes, E. H., Monteiro, I. O., e Möller, O. O. (2009). Numerical modeling of the Patos Lagoon coastal plume, Brazil. *Continental Shelf Research*, 29(3):556–571.

Marques, W., Stringari, C., Kirinus, E., Möller, O., Toldo, E., e Andrade, M. (2017). Numerical



modeling of the Tramandaí beach oil spill, Brazil—Case study for January 2012 event. *Applied Ocean Research*, 65:178–191.

Maximova, T., Smolders, S., e Vanlede, J. (2015). Model calibration against different types of velocity data with a dimensionless cost function: application to the Scaldis model of the Scheldt estuary. In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, XXII TELEMAT-MASCARET User Conference, pages 160–167, Warrington, UK. Science and Technology Facilities Council.

METZGER, E. J.; HURLBURT, H. E.; WALLCRAFT, A. J.; CUMMINGS, J. A.; CHASSIGNET, E. P.; SMEDSTAD, O. M. Global ocean prediction using HYCOM. In: IEEE. 2006 HPCMP Users Group Conference (HPCMP-UGC'06). [S.l.: s.n.], 2006. P. 271–274.

MOLLER, O. O., CASTAING, P., SALOMON, J.-C., E LAZURE, P. The Influence of Local and Non-Local Forcing Effects on the Subtidal Circulation of Patos Lagoon. *Estuaries*, v. 24, n. 2, p. 297, 2001.

Monteiro, C. B., Kirinus, E. d. P., Marques, W. C., Oleinik, P. H., e Costi, J. (2017). Analysis of Two Oil Spills in the Southern Brazilian Shelf, in the Years of 2012 and 2014. *Defect and Diffusion Forum*, 372:70–80.

PAARLBERG, A. J., GUERRERO, M., HUTHOFF, F., E RE, M. Optimizing dredge-and-dump activities for river navigability using a hydro-morphodynamic model. *Water*, v. 7, n. 7, p. 3943–3962, 2015.

Pereira, N. E. d. S. (2013). Análise de parâmetros hidrodinâmicos e da clorofila a no Atlântico Sul e Tropical a partir de modelagem numérica e observações remotas. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo.

Pham, C.-T. e Joly, A. (2016). TELEMAT MODELLING SYSTEM: TELEMAT-3D Software - OPERATING MANUAL. Technical report, EDF, Chateau, France.

Pham, C.-t., Bourban, S., Durand, N., e Turnbull, M. (2013). Méthodologie pour la simulation de la marée avec la version 6.2 de TELEMAT-2D et TELEMAT-3D. Technical report, EDF, Chateau, France.

TEATINI, P., ISOTTON, G., NARDEAN, S., FERRONATO, M., MAZZIA, A., DA LIO, C., ZAGGIA, L., BELLAFFIORE, D., ZECCHIN, M., BARADELLO, L., CELLONE, F., CORAMI, F., GAMBARO, A., LIBRALATO, G., MORABITO, E., VOLPI GHIRARDINI, A., BROGLIA, R., ZAGHI, S., E TOSI, L. Hydrogeological effects of dredging navigable canals through lagoon shallows. A case study in Venice. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 21, n. 11, p. 5627–5646, 2017.

Walther, R., Cayrol, C., e Hamm, L. (2014). Evaluation of an offshore disposal site in then Loire estuary through field monitoring and 3D numerical modelling. In Bertrand, O. e Coulet, C., editors, XXI TELEMAT-MASCARET User Conference, pages 141–151, Grenoble, France. Artelia.

WINTERWERP, J. C. E WANG, Z. B. Man-induced regime shifts in small estuaries - I: Theory. *Ocean Dynamics*, v. 63, n. 11-12, p. 1279–1292, 2013.

# 5 Anexos

## ANEXO 1: Resultados da simulação TELEMAR-MASCARET - Direção do Vento (°)

### ANEXO 1:

	Direção do Vento (°)					
	Setor Norte da Mirim	Sangradouro	Santa Isabel	Barragem Eclusa	São Gonçalo	Porto de Rio Grande
01/01/2019	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00	135,00
02/01/2019	233,60	237,77	237,78	237,22	236,20	233,50
03/01/2019	130,33	61,34	40,83	2,43	306,45	284,05
04/01/2019	347,32	347,52	348,30	349,69	351,13	352,14
05/01/2019	263,87	270,12	271,62	275,02	277,48	278,60
06/01/2019	236,15	246,12	246,94	247,50	244,66	241,54
07/01/2019	227,07	226,64	225,90	223,00	221,75	220,91
08/01/2019	56,39	66,95	71,28	89,17	92,63	88,32
09/01/2019	233,02	236,30	237,44	242,30	242,90	240,22
10/01/2019	177,34	185,62	181,99	167,80	166,74	160,17
11/01/2019	28,04	49,07	53,45	58,29	56,04	55,22
12/01/2019	308,77	306,69	307,00	303,12	303,56	302,82
13/01/2019	240,38	246,01	246,63	244,29	243,10	242,45
14/01/2019	263,55	255,01	254,02	248,97	249,45	248,17
15/01/2019	322,99	223,20	210,48	239,38	290,41	194,44
16/01/2019	200,65	206,49	206,69	203,29	203,51	205,55
17/01/2019	331,66	23,34	25,30	27,84	18,96	6,66
18/01/2019	309,39	288,93	283,94	255,04	261,99	288,51
19/01/2019	314,99	327,13	328,98	334,54	330,18	325,61
20/01/2019	295,76	299,40	300,46	301,99	302,09	301,49
21/01/2019	264,43	272,05	273,19	273,92	272,69	271,10
22/01/2019	234,09	238,61	238,31	238,08	236,58	233,18
23/01/2019	225,17	226,89	227,00	225,94	225,19	224,46
24/01/2019	317,02	324,88	325,35	328,44	329,62	327,98
25/01/2019	272,70	278,21	278,49	278,28	277,94	277,25
26/01/2019	235,85	240,66	241,11	244,23	243,85	241,29
27/01/2019	244,44	243,55	242,32	239,88	238,01	234,53
28/01/2019	254,06	246,01	244,29	235,66	235,30	237,08
29/01/2019	146,03	176,34	179,30	185,46	182,92	173,30
30/01/2019	132,08	151,42	154,87	153,04	151,51	170,53
31/01/2019	98,27	85,69	82,95	77,08	77,73	82,38
01/02/2019	289,37	281,32	279,91	268,01	275,49	290,33
02/02/2019	137,74	164,34	169,54	188,09	186,86	176,62
03/02/2019	348,53	349,59	349,98	348,12	346,30	346,19
04/02/2019	322,82	325,79	326,96	324,95	321,91	320,32
05/02/2019	306,66	305,98	307,17	310,07	312,08	312,83
06/02/2019	301,59	295,98	296,91	295,01	299,39	303,25
07/02/2019	251,08	252,66	253,13	253,43	253,06	252,54
08/02/2019	248,07	254,49	255,55	257,86	257,54	255,99
09/02/2019	246,77	246,85	247,48	249,07	252,94	253,43

10/02/2019	247,84	248,22	249,26	257,66	261,34	256,81
11/02/2019	152,15	176,31	182,00	194,38	196,46	193,96
12/02/2019	25,49	35,30	37,27	44,67	46,44	45,27
13/02/2019	358,86	358,78	0,58	4,52	3,71	0,98
14/02/2019	259,73	262,65	263,56	263,71	263,53	264,19
15/02/2019	288,79	282,62	281,70	281,49	281,05	277,69
16/02/2019	317,87	323,90	323,62	318,40	314,43	312,14
17/02/2019	271,09	274,02	274,35	272,96	272,16	272,40
18/02/2019	257,67	258,62	258,91	258,86	257,97	256,74
19/02/2019	241,85	244,19	244,51	243,69	244,39	244,51
20/02/2019	285,36	275,06	263,04	222,47	224,44	239,35
21/02/2019	225,77	217,26	213,92	207,98	209,16	209,70
22/02/2019	223,42	231,61	232,82	237,62	239,18	236,43
23/02/2019	222,41	225,10	224,48	222,47	223,25	223,46
24/02/2019	11,91	321,22	309,12	183,48	184,07	189,71
25/02/2019	335,23	341,64	345,14	1,14	357,35	343,96
26/02/2019	356,20	339,16	339,59	341,91	345,40	351,80
27/02/2019	31,25	22,07	19,83	15,64	14,17	16,99
28/02/2019	294,79	321,30	319,27	294,54	295,30	308,34
01/03/2019	84,47	79,22	86,16	177,45	197,03	196,24
02/03/2019	208,43	209,00	208,31	213,51	216,66	214,72
03/03/2019	352,32	341,89	342,67	340,28	342,80	350,72
04/03/2019	256,49	254,85	256,07	255,19	257,14	258,66
05/03/2019	219,17	224,43	223,98	224,75	221,84	219,26
06/03/2019	278,71	259,86	253,78	232,96	230,95	235,52
07/03/2019	235,89	238,05	237,87	235,91	234,95	231,27
08/03/2019	187,98	193,16	191,58	182,65	177,45	180,51
09/03/2019	341,36	345,39	346,55	351,51	348,69	344,84
10/03/2019	318,68	325,37	326,53	326,03	322,03	319,11
11/03/2019	287,15	291,51	291,80	290,41	289,97	289,79
12/03/2019	249,06	245,90	245,19	241,22	239,38	240,36
13/03/2019	205,83	217,45	217,70	209,66	205,24	205,23
14/03/2019	100,68	106,82	107,67	106,66	103,68	103,13
15/03/2019	29,24	104,12	112,33	120,24	119,39	115,28
16/03/2019	269,23	275,85	276,75	277,76	279,51	279,22
17/03/2019	258,78	258,70	257,97	258,04	256,62	254,18
18/03/2019	238,01	229,40	227,16	217,07	214,57	217,41
19/03/2019	65,13	79,23	89,77	143,36	145,45	118,47
20/03/2019	353,92	355,85	357,05	358,72	358,76	358,39
21/03/2019	8,36	3,79	4,74	8,50	9,89	11,04
22/03/2019	326,38	328,80	328,47	316,29	317,40	319,43
23/03/2019	255,10	256,33	255,10	248,14	243,99	241,17
24/03/2019	237,81	240,65	241,48	243,05	244,90	244,36
25/03/2019	51,44	46,51	46,86	49,11	50,23	44,77
26/03/2019	26,42	40,71	44,41	49,94	48,51	46,25

27/03/2019	315,02	325,97	327,20	329,86	329,14	324,65
28/03/2019	280,45	286,32	286,57	286,24	284,48	282,72
29/03/2019	255,67	254,77	254,48	252,57	251,46	252,62
30/03/2019	232,62	234,79	234,97	234,51	233,23	231,45
31/03/2019	266,47	228,83	223,07	206,84	208,22	217,00
01/04/2019	280,26	281,89	282,76	285,47	289,33	289,71
02/04/2019	264,97	263,05	263,32	260,49	258,44	255,75
03/04/2019	235,34	233,33	230,85	218,37	219,87	228,15
04/04/2019	289,69	292,07	291,67	291,39	296,64	298,38
05/04/2019	53,72	87,30	96,78	138,43	181,39	182,65
06/04/2019	344,81	350,43	352,06	354,34	352,91	350,73
07/04/2019	289,72	295,50	296,91	293,74	290,07	287,58
08/04/2019	277,81	278,30	278,69	279,11	291,40	302,67
09/04/2019	271,33	255,22	251,98	248,26	261,37	276,38
10/04/2019	240,15	242,69	242,38	238,07	235,73	235,29
11/04/2019	219,65	220,95	220,88	220,12	219,87	219,03
12/04/2019	359,50	354,40	354,57	357,90	356,73	354,81
13/04/2019	279,32	278,68	277,01	266,40	268,08	273,89
14/04/2019	243,88	247,54	248,31	249,20	249,27	248,86
15/04/2019	346,72	352,38	351,53	334,77	318,12	321,01
16/04/2019	297,80	291,66	292,40	290,35	287,33	287,52
17/04/2019	291,84	303,03	304,38	305,22	303,32	300,21
18/04/2019	265,78	273,25	275,34	280,27	288,89	292,55
19/04/2019	251,85	241,10	239,21	237,51	239,81	239,11
20/04/2019	140,37	137,16	157,07	185,84	214,31	222,15
21/04/2019	343,00	340,56	341,40	339,73	340,71	341,24
22/04/2019	359,18	354,75	357,11	4,23	5,62	8,58
23/04/2019	333,61	339,23	340,01	334,07	333,51	336,48
24/04/2019	289,75	307,24	305,53	292,71	284,16	284,26
25/04/2019	303,01	305,92	305,68	306,05	304,65	302,33
26/04/2019	273,35	275,82	275,45	274,20	273,55	274,00
27/04/2019	240,24	232,65	233,66	233,69	236,46	240,16
28/04/2019	55,31	81,72	83,93	88,46	89,82	91,39
29/04/2019	94,81	91,63	88,56	70,33	65,83	65,04
30/04/2019	97,25	99,75	105,39	150,59	172,15	171,11
01/05/2019	328,65	343,65	346,06	343,19	329,83	323,08
02/05/2019	261,24	246,52	235,86	223,97	231,62	234,11
03/05/2019	215,01	211,04	210,44	208,04	212,80	211,46
04/05/2019	292,88	288,22	278,75	208,45	206,92	220,23
05/05/2019	233,35	235,98	236,95	234,45	233,24	233,96
06/05/2019	200,52	186,96	186,64	191,56	201,62	198,90
07/05/2019	352,47	356,79	358,24	359,56	358,41	357,42
08/05/2019	288,21	294,30	295,82	296,53	296,71	299,38
09/05/2019	273,97	268,26	266,77	262,71	259,58	257,38
10/05/2019	227,44	228,14	227,85	226,07	225,38	225,63

11/05/2019	48,27	51,64	54,67	68,28	71,34	70,40
12/05/2019	42,52	64,07	64,75	62,46	57,98	52,76
13/05/2019	327,92	307,93	299,17	274,65	278,40	290,03
14/05/2019	2,40	5,48	5,24	357,51	351,81	347,34
15/05/2019	313,66	314,46	313,04	312,68	310,94	307,19
16/05/2019	259,70	266,00	268,31	274,54	276,11	273,22
17/05/2019	247,98	247,92	247,68	242,64	241,18	243,22
18/05/2019	230,28	232,10	232,19	231,33	230,45	229,75
19/05/2019	219,00	221,22	221,04	219,78	218,30	216,98
20/05/2019	10,84	18,69	20,10	31,01	32,47	20,39
21/05/2019	267,56	269,22	270,09	265,82	266,30	269,55
22/05/2019	334,17	340,78	342,05	358,47	0,24	345,06
23/05/2019	303,89	302,36	300,75	295,68	294,93	295,15
24/05/2019	335,24	341,73	344,74	347,36	343,60	341,71
25/05/2019	75,26	85,35	81,97	74,32	54,14	37,30
26/05/2019	189,91	188,54	189,45	178,03	181,66	187,14
27/05/2019	228,65	218,23	216,68	208,64	213,36	212,13
28/05/2019	303,80	289,01	283,36	255,34	253,04	273,86
29/05/2019	13,33	19,67	24,96	32,67	26,62	22,40
30/05/2019	320,35	322,91	325,04	323,81	324,86	328,69
31/05/2019	302,41	306,66	304,16	286,46	282,07	285,73
01/06/2019	321,90	333,01	333,12	323,51	310,84	308,52
02/06/2019	288,58	310,56	317,10	336,76	325,70	310,26
03/06/2019	328,69	339,18	338,76	336,10	336,04	339,22
04/06/2019	47,20	67,55	68,56	67,55	57,72	47,98
05/06/2019	256,05	252,09	251,03	246,48	247,86	247,74
06/06/2019	208,84	210,67	210,74	210,74	210,73	209,84
07/06/2019	193,58	194,50	195,48	196,25	198,62	197,17
08/06/2019	46,41	33,96	32,12	24,17	21,48	20,02
09/06/2019	147,97	142,98	138,20	98,54	65,89	83,66
10/06/2019	211,77	209,72	208,79	203,23	202,69	203,46
11/06/2019	140,88	143,12	143,61	140,16	141,40	151,47
12/06/2019	229,68	235,00	236,53	239,15	242,40	245,07
13/06/2019	217,14	247,94	250,29	253,73	250,27	245,46
14/06/2019	238,43	230,75	229,63	215,26	216,49	228,08
15/06/2019	131,65	173,41	193,47	197,02	204,67	212,06
16/06/2019	297,67	311,92	313,97	264,06	262,55	314,17
17/06/2019	274,27	275,86	275,80	268,35	261,25	265,07
18/06/2019	221,87	224,36	225,20	224,99	224,90	224,47
19/06/2019	88,86	76,92	74,73	78,23	86,33	88,19
20/06/2019	88,85	86,65	86,24	84,06	81,56	79,33
21/06/2019	244,59	272,70	271,84	251,08	256,28	266,61
22/06/2019	219,74	212,62	210,58	199,12	199,36	200,49
23/06/2019	227,70	237,05	237,76	219,54	234,81	247,74
24/06/2019	142,58	145,07	144,87	145,38	146,00	145,43

25/06/2019	228,01	221,91	220,17	208,35	211,51	220,59
26/06/2019	71,10	68,83	68,16	65,25	63,56	62,84
27/06/2019	126,57	155,64	158,84	150,72	132,26	112,05
28/06/2019	222,37	224,95	225,11	223,60	223,42	221,50
29/06/2019	213,89	230,56	232,00	224,93	222,65	222,59
30/06/2019	122,37	145,19	152,88	176,22	187,43	185,26
01/07/2019	53,60	53,13	52,42	44,02	41,88	42,70
02/07/2019	93,52	112,08	112,65	102,14	93,38	90,93
03/07/2019	106,90	105,94	107,41	118,80	121,65	118,28
04/07/2019	82,94	86,01	85,76	81,38	79,02	78,16
05/07/2019	71,13	79,08	80,63	84,00	82,14	77,09
06/07/2019	54,24	59,61	60,39	61,85	60,38	57,15
07/07/2019	50,66	64,77	67,97	70,61	66,69	55,80
08/07/2019	205,00	224,77	223,89	217,49	218,50	210,22
09/07/2019	234,40	237,29	236,91	229,28	233,93	238,35
10/07/2019	227,37	224,90	224,35	219,13	225,07	232,12
11/07/2019	233,94	221,24	224,35	207,66	227,32	254,51
12/07/2019	241,34	241,48	241,14	221,99	224,47	242,82
13/07/2019	87,35	107,29	112,57	144,11	162,76	162,19
14/07/2019	13,11	7,91	7,94	7,81	11,80	15,26
15/07/2019	2,57	8,74	13,50	20,54	19,39	20,73
16/07/2019	40,32	43,89	44,22	44,87	42,10	39,32
17/07/2019	305,49	324,56	331,53	339,84	1,96	13,54
18/07/2019	232,21	232,38	232,60	229,65	230,54	231,31
19/07/2019	225,26	212,04	209,13	198,76	198,49	200,33
20/07/2019	201,90	181,33	180,20	173,64	176,73	183,94
21/07/2019	220,12	219,29	219,15	216,00	216,99	218,72
22/07/2019	205,01	202,72	202,87	202,24	205,28	207,26
23/07/2019	344,02	354,34	356,14	206,85	204,79	198,10
24/07/2019	330,84	331,53	330,75	333,41	332,25	324,00
25/07/2019	329,13	331,68	331,28	329,40	328,50	328,20
26/07/2019	248,45	243,82	244,27	238,70	238,39	243,48
27/07/2019	121,77	119,68	117,83	110,06	107,99	108,03
28/07/2019	23,79	89,51	88,61	83,71	70,66	53,15
29/07/2019	253,18	250,96	251,36	248,82	248,62	249,15
30/07/2019	176,60	195,90	198,30	197,59	204,74	201,72
31/07/2019	63,43	70,45	72,91	77,49	66,29	56,59
01/08/2019	187,76	186,31	186,24	184,91	189,17	192,97
02/08/2019	88,02	88,57	86,55	62,87	54,24	56,85
03/08/2019	64,81	64,87	65,79	65,96	64,47	63,13
04/08/2019	27,30	33,72	36,87	47,71	39,76	33,24
05/08/2019	214,82	215,55	214,59	209,45	208,66	206,83
06/08/2019	211,34	212,94	212,74	211,10	210,72	210,46
07/08/2019	203,89	203,53	203,67	202,26	203,66	204,02
08/08/2019	339,62	333,79	331,61	322,59	320,80	325,63

09/08/2019	297,51	294,91	294,54	297,72	302,06	300,24
10/08/2019	74,50	111,79	116,33	134,85	147,68	152,57
11/08/2019	105,90	114,15	116,48	123,86	127,01	117,55
12/08/2019	232,14	232,25	232,71	230,70	229,88	229,74
13/08/2019	40,05	51,12	53,72	62,60	57,47	47,82
14/08/2019	29,17	31,36	32,84	36,55	35,66	34,43
15/08/2019	241,49	240,90	241,97	238,97	243,59	252,23
16/08/2019	231,98	214,54	209,91	198,87	202,65	203,61
17/08/2019	200,72	202,38	202,22	201,02	200,32	198,64
18/08/2019	8,90	11,25	13,91	36,17	41,74	29,74
19/08/2019	17,06	11,87	11,75	10,18	12,43	17,52
20/08/2019	350,22	352,21	355,25	2,89	2,29	3,38
21/08/2019	11,43	19,07	21,86	27,07	25,34	23,22
22/08/2019	320,08	317,46	316,94	305,90	314,14	332,38
23/08/2019	343,21	358,06	0,30	13,96	359,46	329,90
24/08/2019	305,31	304,79	304,52	298,25	314,05	333,06
25/08/2019	249,51	251,04	251,96	250,34	251,62	253,73
26/08/2019	233,14	235,55	235,85	233,98	233,03	234,46
27/08/2019	244,91	254,57	254,89	252,74	253,40	250,53
28/08/2019	282,42	280,42	280,79	280,13	300,38	304,92
29/08/2019	214,36	213,66	212,81	208,59	207,54	207,68
30/08/2019	344,30	136,90	151,39	170,29	179,84	183,36
31/08/2019	348,70	357,06	356,43	354,04	348,92	344,04
01/09/2019	284,75	308,19	314,01	330,33	340,70	350,62
02/09/2019	353,83	26,03	38,66	108,94	111,00	80,13
03/09/2019	66,91	62,33	67,99	217,29	225,38	215,90
04/09/2019	65,96	80,97	82,77	76,13	67,42	69,61
05/09/2019	6,42	356,16	355,68	356,19	359,40	5,62
06/09/2019	292,35	290,13	290,17	282,16	280,07	279,45
07/09/2019	244,03	241,77	241,64	237,91	234,56	233,34
08/09/2019	253,44	218,29	212,47	206,46	207,40	207,74
09/09/2019	31,82	11,18	8,24	1,11	351,87	75,00
10/09/2019	87,96	81,33	81,41	87,40	90,28	91,84
11/09/2019	339,87	338,34	338,37	329,62	328,30	335,53
12/09/2019	330,12	321,66	319,22	321,13	318,82	312,88
13/09/2019	344,67	349,98	353,74	0,83	3,63	7,68
14/09/2019	267,87	264,76	265,66	261,82	264,54	268,26
15/09/2019	241,19	240,78	239,23	227,00	225,13	228,71
16/09/2019	288,78	280,38	270,59	233,36	228,41	234,00
17/09/2019	4,49	12,39	13,50	10,22	7,29	9,70
18/09/2019	206,72	214,39	214,11	214,11	215,00	215,85
19/09/2019	240,71	238,66	238,60	231,90	235,57	248,00
20/09/2019	357,39	285,00	286,70	316,50	332,12	330,88
21/09/2019	222,20	267,11	272,34	297,75	316,94	328,95
22/09/2019	130,81	153,18	163,16	186,47	192,97	187,37

23/09/2019	326,90	324,55	326,73	330,61	336,25	342,48
24/09/2019	247,56	246,56	245,91	239,23	236,33	236,24
25/09/2019	238,57	242,36	243,01	242,63	245,44	243,31
26/09/2019	226,31	236,46	238,81	244,15	252,69	251,73
27/09/2019	356,15	1,31	3,11	7,01	5,55	3,22
28/09/2019	270,88	275,90	275,39	269,50	268,21	268,07
29/09/2019	245,38	248,28	248,81	248,37	247,59	246,98
30/09/2019	226,60	230,14	230,42	230,77	231,12	229,59
01/10/2019	224,68	220,17	219,10	215,69	216,02	216,66
02/10/2019	292,90	284,28	282,90	275,79	275,35	277,16
03/10/2019	348,52	357,81	0,17	5,53	5,01	359,86
04/10/2019	286,69	291,65	292,05	292,80	293,09	293,85
05/10/2019	0,36	37,94	33,93	22,70	248,45	231,19
06/10/2019	357,99	359,38	1,31	6,40	8,03	5,95
07/10/2019	266,65	267,11	268,30	265,84	268,72	276,27
08/10/2019	232,99	229,38	226,70	222,92	224,36	225,94
09/10/2019	306,00	266,64	253,24	243,46	250,61	259,33
10/10/2019	220,88	222,62	222,86	222,01	223,82	224,42
11/10/2019	228,57	228,51	228,50	228,22	229,96	230,58
12/10/2019	229,16	234,06	236,06	247,08	264,85	269,14
13/10/2019	256,95	288,20	293,99	317,37	323,17	314,33
14/10/2019	348,40	347,05	347,11	345,70	344,79	346,71
15/10/2019	291,17	290,40	290,16	284,84	285,05	287,31
16/10/2019	274,99	276,34	275,57	264,87	262,11	264,70
17/10/2019	258,93	261,80	262,19	261,32	260,76	258,91
18/10/2019	242,56	240,51	240,14	237,79	237,95	238,84
19/10/2019	354,44	343,62	346,63	346,80	350,19	358,52
20/10/2019	342,85	340,78	342,73	348,11	351,72	354,04
21/10/2019	285,22	289,10	289,92	292,81	293,21	292,41
22/10/2019	359,66	8,62	8,77	355,62	341,35	334,19
23/10/2019	190,60	179,77	188,59	199,60	211,62	218,50
24/10/2019	197,71	289,28	294,30	295,07	291,80	303,80
25/10/2019	303,96	324,28	328,98	339,72	330,26	321,90
26/10/2019	195,90	203,43	202,16	199,03	199,51	197,33
27/10/2019	239,49	240,47	240,31	238,33	238,11	236,93
28/10/2019	216,08	234,55	235,01	225,37	220,84	216,31
29/10/2019	171,14	153,51	163,94	182,63	192,64	200,76
30/10/2019	317,43	323,86	324,36	326,73	327,74	328,72
31/10/2019	348,10	13,20	20,61	163,55	208,50	201,46
01/11/2019	280,84	280,23	280,79	280,30	280,14	280,31
02/11/2019	231,73	232,20	232,11	231,71	230,71	229,58
03/11/2019	44,69	69,76	78,28	123,27	132,29	119,73
04/11/2019	267,61	261,67	261,91	258,21	261,58	268,36
05/11/2019	260,59	258,35	257,41	254,82	257,82	258,03
06/11/2019	314,13	322,38	325,20	331,66	334,14	333,27



07/11/2019	234,45	238,40	239,58	243,50	242,84	239,92
08/11/2019	261,82	262,54	262,23	267,04	279,19	282,23
09/11/2019	273,47	279,54	281,21	281,64	280,64	283,45
10/11/2019	292,29	289,56	288,35	281,73	280,96	281,29
11/11/2019	294,01	298,36	298,71	296,70	295,93	295,78
12/11/2019	253,26	259,64	260,10	259,94	258,90	257,41
13/11/2019	239,60	239,96	239,58	237,90	236,29	234,57
14/11/2019	214,50	225,58	227,86	245,28	242,12	225,48
15/11/2019	5,86	4,28	5,54	3,16	4,26	10,61
16/11/2019	325,08	336,28	339,76	347,09	350,35	353,68
17/11/2019	218,17	219,07	219,56	220,69	224,13	224,46
18/11/2019	220,57	221,18	220,94	220,01	222,56	220,79
19/11/2019	251,46	255,40	256,51	259,75	260,85	257,38
20/11/2019	251,39	262,35	263,58	265,67	262,10	257,12
21/11/2019	246,01	252,23	252,00	247,98	245,96	243,23
22/11/2019	260,09	264,99	264,14	259,79	253,67	248,96
23/11/2019	0,53	1,70	1,82	2,13	359,36	356,46
24/11/2019	305,46	308,86	310,05	311,62	312,02	312,45
25/11/2019	260,22	261,21	261,64	261,11	260,91	261,82
26/11/2019	234,39	238,51	239,00	239,34	237,73	235,63
27/11/2019	83,66	113,92	124,57	150,15	167,22	165,50
28/11/2019	311,72	293,86	306,22	326,83	348,92	357,91
29/11/2019	212,88	217,25	217,79	219,01	218,39	216,52
30/11/2019	225,57	228,11	222,84	215,75	215,11	213,01
01/12/2019	358,46	114,71	133,85	149,02	182,08	210,68
02/12/2019	8,42	359,27	359,15	0,25	4,02	8,81
03/12/2019	294,48	285,76	288,12	298,37	310,67	322,38
04/12/2019	235,30	242,78	243,66	243,65	241,28	239,59
05/12/2019	26,41	31,13	32,17	38,83	33,75	24,94
06/12/2019	339,64	332,36	336,18	333,28	339,11	351,34
07/12/2019	351,71	340,25	341,33	342,07	346,98	354,53
08/12/2019	309,12	288,41	286,58	276,63	285,70	300,91
09/12/2019	219,43	224,10	224,14	224,16	224,94	223,34
10/12/2019	268,91	269,80	270,86	269,61	274,70	283,62
11/12/2019	221,00	224,02	221,07	220,87	222,23	218,82
12/12/2019	231,01	237,58	238,68	239,54	240,20	238,68
13/12/2019	0,75	355,79	356,00	357,08	358,85	0,68
14/12/2019	257,33	258,23	259,79	260,70	261,30	262,38
15/12/2019	228,87	246,95	245,34	234,13	228,27	226,98
16/12/2019	65,07	73,39	75,93	85,42	88,15	91,41
17/12/2019	260,72	278,98	283,96	295,73	302,33	308,83
18/12/2019	269,76	256,07	256,79	255,45	257,31	261,19
19/12/2019	237,16	246,77	247,75	248,65	246,59	243,93
20/12/2019	237,72	242,50	242,82	242,59	241,78	240,34
21/12/2019	238,34	235,51	234,85	232,87	233,36	235,63

22/12/2019	57,63	57,91	58,58	60,04	60,10	59,03
23/12/2019	40,23	45,11	48,07	58,45	52,73	45,34
24/12/2019	279,03	254,01	259,98	281,38	289,28	290,42
25/12/2019	223,65	227,84	227,78	226,89	226,07	224,97
26/12/2019	342,59	289,40	276,96	264,06	264,47	258,07
27/12/2019	243,12	253,15	255,87	257,13	255,13	257,11
28/12/2019	234,32	238,21	237,70	234,44	232,21	229,80
29/12/2019	216,37	225,88	228,27	245,34	247,43	235,99
30/12/2019	269,85	265,66	266,78	273,29	276,24	271,09
31/12/2019	267,96	264,18	263,66	260,99	259,15	256,31

**ANEXO 2: Resultados da simulação TELEMAT-MASCARET - Intensidade do Vento (km/h)**

	Intensidade do Vento (km/h)					
	Setor Norte da Mirim	Sangradouro	Santa Isabel	Barragem Eclusa	São Gonçalo	Porto de Rio Grande
01/01/2019	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46
02/01/2019	25,39	19,34	19,15	20,61	24,62	30,64
03/01/2019	3,46	2,43	1,91	2,74	3,80	8,74
04/01/2019	21,32	15,40	14,63	16,75	21,19	24,78
05/01/2019	18,48	12,22	11,34	12,43	14,96	17,99
06/01/2019	29,27	19,04	18,41	21,72	27,17	33,36
07/01/2019	25,49	19,56	19,66	23,36	28,39	34,12
08/01/2019	37,91	25,96	25,00	25,39	27,94	34,12
09/01/2019	26,32	21,04	20,73	23,53	27,77	31,34
10/01/2019	12,24	8,25	7,78	6,81	7,31	11,10
11/01/2019	22,96	14,89	13,58	14,87	18,02	20,29
12/01/2019	18,76	11,21	10,32	12,18	16,10	20,21
13/01/2019	25,69	16,50	16,00	19,03	23,15	28,35
14/01/2019	21,59	13,96	13,35	13,26	15,29	18,96
15/01/2019	8,35	1,44	1,67	1,01	0,76	1,18
16/01/2019	19,29	11,63	10,71	8,47	8,73	12,70
17/01/2019	15,66	5,08	4,71	6,32	8,75	11,00
18/01/2019	29,14	11,70	9,99	9,42	10,23	13,96
19/01/2019	46,79	33,71	32,95	40,87	49,83	57,63
20/01/2019	30,81	19,30	18,61	23,62	29,84	36,25
21/01/2019	24,55	15,77	15,15	17,77	22,34	27,39
22/01/2019	19,90	14,15	13,53	14,57	16,85	20,45
23/01/2019	24,68	18,17	17,53	18,95	22,35	27,15
24/01/2019	25,04	15,93	14,97	16,01	19,81	24,68
25/01/2019	27,74	19,56	19,47	23,38	28,13	32,91
26/01/2019	25,85	20,24	20,03	21,95	25,88	31,19
27/01/2019	14,69	12,83	13,28	16,40	20,15	24,97

28/01/2019	19,57	13,61	13,45	15,02	17,96	22,72
29/01/2019	7,58	6,88	6,53	6,64	7,66	10,64
30/01/2019	8,49	8,17	8,12	10,66	13,23	15,33
31/01/2019	18,37	13,35	12,46	10,91	12,29	16,48
01/02/2019	15,93	10,22	9,24	9,33	11,18	13,97
02/02/2019	8,95	4,93	4,52	4,39	5,07	5,99
03/02/2019	32,11	20,16	18,68	22,12	28,49	34,50
04/02/2019	24,31	14,22	13,10	15,24	20,37	26,09
05/02/2019	15,53	9,60	8,94	13,13	17,52	20,14
06/02/2019	18,18	9,12	8,31	9,78	12,78	16,79
07/02/2019	23,27	14,87	14,36	17,57	22,32	27,21
08/02/2019	21,93	14,09	13,60	15,80	19,91	25,02
09/02/2019	19,18	13,19	12,45	12,95	15,56	19,22
10/02/2019	19,18	13,89	13,28	13,37	16,02	20,05
11/02/2019	12,85	7,87	7,95	10,22	14,26	19,47
12/02/2019	27,64	17,63	16,80	21,84	27,50	33,78
13/02/2019	29,23	16,94	15,26	19,29	26,17	32,22
14/02/2019	19,07	12,16	11,84	16,16	20,22	23,40
15/02/2019	23,40	15,67	14,94	17,78	21,59	25,74
16/02/2019	31,01	22,12	21,49	24,46	27,84	33,48
17/02/2019	19,65	14,27	14,19	18,10	22,63	26,86
18/02/2019	18,66	14,57	14,86	19,48	24,42	29,67
19/02/2019	22,97	16,76	16,31	17,92	20,95	25,26
20/02/2019	12,01	6,68	6,38	7,02	8,93	10,41
21/02/2019	9,61	10,64	11,39	14,04	16,21	18,91
22/02/2019	19,88	14,56	14,21	15,94	19,67	24,49
23/02/2019	18,68	13,15	12,52	13,39	15,89	20,21
24/02/2019	8,80	4,59	3,69	5,46	7,54	9,83
25/02/2019	21,63	11,04	9,86	10,93	14,62	19,12
26/02/2019	21,71	12,57	11,60	14,15	19,73	25,55
27/02/2019	19,31	9,86	9,17	13,98	18,88	22,80
28/02/2019	9,07	8,19	7,76	8,75	11,78	14,90
01/03/2019	3,58	5,03	4,56	6,24	10,62	13,99
02/03/2019	16,48	14,72	15,38	18,58	22,44	28,30
03/03/2019	28,08	18,12	17,17	20,38	25,91	31,49
04/03/2019	22,03	14,11	13,07	13,86	16,35	19,72
05/03/2019	26,91	20,48	20,45	23,28	28,45	34,88
06/03/2019	17,45	11,96	11,55	12,80	15,16	17,92
07/03/2019	19,32	12,65	12,14	11,75	13,74	17,97
08/03/2019	15,75	10,31	9,49	10,09	12,82	16,87
09/03/2019	39,82	26,88	25,34	29,76	38,00	44,72
10/03/2019	30,69	18,81	17,83	20,58	26,73	33,90
11/03/2019	25,58	15,47	14,66	17,49	22,47	28,27
12/03/2019	25,60	17,13	17,19	19,72	24,37	31,71
13/03/2019	15,81	9,45	8,70	8,02	9,71	13,23

14/03/2019	29,77	16,82	15,58	13,64	15,21	21,42
15/03/2019	9,77	5,69	6,22	9,38	10,83	13,88
16/03/2019	22,65	14,95	14,49	16,24	20,03	25,23
17/03/2019	31,49	23,83	24,01	27,23	32,74	40,30
18/03/2019	20,62	15,76	16,03	19,84	25,88	32,53
19/03/2019	16,15	8,65	7,30	6,16	7,90	8,96
20/03/2019	28,17	18,05	16,92	20,35	25,57	30,53
21/03/2019	30,50	17,66	16,13	19,04	25,47	32,99
22/03/2019	16,88	11,02	10,00	10,85	13,97	18,60
23/03/2019	16,65	9,86	9,67	13,12	17,02	21,21
24/03/2019	20,10	13,30	12,34	12,63	14,52	17,79
25/03/2019	34,61	23,01	21,61	20,76	23,54	29,82
26/03/2019	22,34	12,67	11,79	13,83	18,14	24,70
27/03/2019	26,69	15,54	14,99	18,31	22,45	28,86
28/03/2019	26,02	16,64	16,32	19,36	24,60	31,58
29/03/2019	25,47	22,61	23,05	27,30	32,94	39,72
30/03/2019	28,99	21,76	21,42	22,83	26,47	31,85
31/03/2019	5,58	5,90	5,97	5,35	5,53	6,82
01/04/2019	12,51	10,02	9,84	11,26	14,12	17,82
02/04/2019	16,33	12,23	11,80	12,72	15,29	18,20
03/04/2019	13,48	10,07	9,49	9,65	10,54	12,45
04/04/2019	20,32	16,00	15,60	16,30	18,80	22,27
05/04/2019	6,48	6,92	6,61	5,74	7,08	11,45
06/04/2019	33,70	22,61	21,30	24,80	31,34	38,77
07/04/2019	14,12	8,14	7,71	9,84	13,18	16,56
08/04/2019	14,20	7,64	7,15	8,30	10,35	12,98
09/04/2019	9,40	6,67	6,47	7,60	8,84	10,03
10/04/2019	20,15	14,29	14,11	16,87	20,84	26,01
11/04/2019	25,25	18,04	17,32	18,01	21,20	26,95
12/04/2019	26,54	17,59	16,32	14,79	15,97	22,44
13/04/2019	11,67	7,47	7,07	8,83	10,58	13,11
14/04/2019	22,16	15,60	15,42	17,28	21,30	27,52
15/04/2019	7,28	6,42	6,61	6,67	5,80	5,93
16/04/2019	24,65	15,27	14,91	17,50	21,68	27,09
17/04/2019	16,62	10,03	10,13	12,72	18,64	25,90
18/04/2019	10,85	6,18	5,85	7,88	9,40	12,15
19/04/2019	10,04	8,05	8,18	10,85	13,59	16,38
20/04/2019	6,67	3,91	3,65	4,48	7,00	9,17
21/04/2019	18,84	10,03	9,14	10,28	13,93	18,80
22/04/2019	15,68	9,99	9,64	12,96	18,05	22,91
23/04/2019	16,34	12,11	11,21	12,66	16,16	20,37
24/04/2019	16,85	12,05	11,85	14,69	18,92	23,96
25/04/2019	21,24	16,33	16,36	19,47	24,26	31,11
26/04/2019	22,21	20,39	21,00	25,41	30,53	36,07
27/04/2019	34,53	25,05	24,73	27,10	32,83	40,28

28/04/2019	24,67	17,96	17,54	18,37	20,52	25,64
29/04/2019	12,65	8,56	8,47	11,70	16,02	21,08
30/04/2019	9,08	8,12	8,20	7,54	8,86	11,41
01/05/2019	18,74	11,33	10,59	13,22	19,07	25,16
02/05/2019	9,24	7,34	6,93	8,95	10,44	13,62
03/05/2019	15,19	9,95	9,73	10,86	14,08	18,51
04/05/2019	6,49	5,01	5,07	5,43	6,72	8,06
05/05/2019	22,57	14,61	14,30	14,61	16,69	21,30
06/05/2019	11,55	9,11	9,62	11,44	16,02	23,04
07/05/2019	24,10	15,09	14,15	17,16	22,26	27,54
08/05/2019	16,90	9,95	9,47	12,05	15,81	19,90
09/05/2019	19,76	14,09	14,06	17,20	20,71	25,04
10/05/2019	33,30	24,51	24,40	26,73	32,04	40,19
11/05/2019	21,39	14,64	13,92	13,18	14,27	17,56
12/05/2019	18,46	10,85	10,27	12,62	16,38	21,73
13/05/2019	4,93	5,89	5,91	7,23	8,26	9,85
14/05/2019	12,31	10,62	10,75	17,18	22,98	26,29
15/05/2019	19,99	17,03	17,33	21,14	25,62	32,12
16/05/2019	15,58	11,12	11,07	13,81	17,21	21,11
17/05/2019	19,08	14,96	15,15	18,72	22,88	27,70
18/05/2019	31,19	22,43	22,01	24,14	28,82	34,97
19/05/2019	23,93	17,52	17,45	19,50	23,61	30,26
20/05/2019	7,92	9,61	9,55	6,43	4,71	5,97
21/05/2019	15,45	11,33	11,31	13,16	14,85	18,01
22/05/2019	27,40	21,06	20,22	19,21	21,74	29,50
23/05/2019	20,80	15,31	15,14	19,52	25,01	30,00
24/05/2019	16,51	12,08	11,54	13,10	16,75	21,81
25/05/2019	5,80	6,10	6,49	7,70	8,46	9,75
26/05/2019	8,61	6,88	6,84	8,61	10,04	11,02
27/05/2019	12,39	9,80	9,87	12,20	15,26	18,85
28/05/2019	12,39	7,27	6,71	6,90	7,70	9,61
29/05/2019	10,46	6,82	6,34	8,92	11,36	14,91
30/05/2019	13,83	8,15	7,65	9,67	12,98	16,26
31/05/2019	24,74	13,26	12,58	15,39	20,56	26,41
01/06/2019	12,19	8,54	8,08	9,56	11,55	15,75
02/06/2019	8,05	7,42	7,56	8,44	8,97	11,96
03/06/2019	2,56	7,17	6,96	8,02	10,41	12,77
04/06/2019	12,25	8,41	7,70	8,16	9,12	13,01
05/06/2019	13,93	9,77	9,19	10,82	12,25	13,44
06/06/2019	25,18	18,16	17,71	19,39	23,17	30,43
07/06/2019	16,95	10,90	10,85	12,10	16,00	21,43
08/06/2019	7,22	7,30	7,09	9,51	12,94	16,24
09/06/2019	8,29	6,45	5,80	2,28	3,44	7,03
10/06/2019	21,49	15,00	14,75	17,19	20,26	24,80
11/06/2019	10,88	8,18	8,14	8,89	10,47	13,32

12/06/2019	17,72	13,59	13,17	13,86	15,58	19,06
13/06/2019	17,98	10,83	10,77	11,04	13,01	16,42
14/06/2019	24,26	14,97	14,43	14,51	16,98	22,28
15/06/2019	8,06	1,57	2,78	6,41	7,33	8,88
16/06/2019	15,75	9,48	8,51	3,06	4,63	9,45
17/06/2019	19,73	13,14	12,61	9,67	9,97	13,52
18/06/2019	24,13	16,66	16,00	16,59	19,02	23,72
19/06/2019	23,05	20,08	20,19	17,05	15,76	19,42
20/06/2019	34,79	23,80	22,89	24,36	28,25	36,01
21/06/2019	6,80	8,69	8,75	8,31	8,15	6,34
22/06/2019	16,29	9,90	9,45	10,00	12,60	17,35
23/06/2019	14,14	9,49	9,05	7,44	9,13	13,80
24/06/2019	22,69	16,76	16,60	18,22	20,32	24,87
25/06/2019	22,64	14,53	14,10	14,60	16,40	21,06
26/06/2019	37,04	26,45	26,07	28,66	33,92	42,44
27/06/2019	11,79	6,91	6,95	5,90	6,24	8,03
28/06/2019	20,63	14,53	14,02	16,36	19,34	25,58
29/06/2019	21,58	11,96	12,80	17,76	23,05	30,55
30/06/2019	20,96	8,77	8,38	14,05	18,99	20,74
01/07/2019	20,46	11,98	11,25	12,81	16,48	22,50
02/07/2019	17,97	9,89	9,26	11,03	14,28	21,05
03/07/2019	21,65	11,91	11,19	12,74	14,44	18,51
04/07/2019	33,24	20,65	19,51	21,24	26,12	35,42
05/07/2019	34,64	19,38	18,23	20,10	24,49	32,88
06/07/2019	40,91	28,54	27,40	31,13	37,24	46,58
07/07/2019	20,06	11,01	10,50	13,30	17,82	24,34
08/07/2019	7,73	8,15	8,28	7,79	8,36	7,03
09/07/2019	12,67	8,06	7,58	8,19	9,66	11,49
10/07/2019	11,88	8,84	8,69	8,69	10,16	11,91
11/07/2019	8,17	5,42	5,18	5,82	6,10	7,81
12/07/2019	15,92	9,29	9,08	9,11	11,00	14,14
13/07/2019	11,41	10,29	10,08	11,49	13,78	16,96
14/07/2019	13,23	11,14	10,94	11,94	14,00	18,75
15/07/2019	8,92	5,39	5,43	8,64	12,14	15,66
16/07/2019	15,15	10,86	10,73	13,66	17,91	23,58
17/07/2019	5,91	8,11	8,53	8,12	8,57	10,53
18/07/2019	19,36	13,86	13,51	14,71	17,03	21,96
19/07/2019	11,02	9,04	8,98	10,64	13,54	17,82
20/07/2019	15,77	11,58	11,49	12,90	14,80	19,51
21/07/2019	25,88	18,43	18,18	19,54	22,90	28,85
22/07/2019	29,11	20,36	20,04	21,02	24,68	31,66
23/07/2019	23,37	12,81	10,41	4,17	11,02	11,77
24/07/2019	28,88	19,89	19,02	17,51	19,43	28,06
25/07/2019	20,21	15,39	15,19	17,70	21,16	25,60
26/07/2019	30,35	21,92	21,89	23,68	29,09	36,81

27/07/2019	34,37	23,21	22,89	25,30	28,50	34,80
28/07/2019	5,58	4,50	4,52	5,97	7,31	10,27
29/07/2019	16,07	12,24	12,19	14,15	16,38	20,50
30/07/2019	6,60	7,94	8,70	11,64	14,68	18,82
31/07/2019	11,53	7,31	7,11	7,38	8,49	11,89
01/08/2019	19,59	17,37	17,42	20,84	23,69	29,17
02/08/2019	20,96	12,15	11,44	14,80	19,23	22,86
03/08/2019	32,76	21,33	20,37	22,48	27,26	35,37
04/08/2019	24,44	12,49	11,26	11,58	16,05	25,56
05/08/2019	15,35	11,04	10,36	11,25	12,69	14,52
06/08/2019	23,64	15,71	15,12	16,56	19,64	25,38
07/08/2019	19,07	12,82	12,83	14,77	17,85	23,05
08/08/2019	17,22	11,70	11,19	10,86	13,03	17,56
09/08/2019	24,40	20,45	20,83	24,63	29,00	35,43
10/08/2019	11,36	13,34	13,56	14,69	14,66	18,73
11/08/2019	12,88	8,43	7,78	7,70	7,89	8,52
12/08/2019	19,25	15,86	15,78	19,01	22,53	27,08
13/08/2019	29,07	16,58	14,74	13,15	14,18	17,62
14/08/2019	34,81	21,90	20,36	22,90	30,09	39,90
15/08/2019	15,55	10,33	9,60	10,87	12,11	13,21
16/08/2019	12,10	9,00	8,73	9,09	11,80	15,45
17/08/2019	23,99	17,46	17,13	18,58	21,18	26,09
18/08/2019	27,85	22,67	21,58	19,88	21,99	29,80
19/08/2019	33,63	23,58	22,21	22,74	28,01	35,25
20/08/2019	21,37	12,30	11,48	12,95	17,07	23,53
21/08/2019	18,19	11,06	10,38	12,32	14,98	18,51
22/08/2019	11,61	7,07	6,70	7,67	8,95	11,08
23/08/2019	9,71	6,92	6,74	5,59	6,49	9,39
24/08/2019	9,72	7,15	6,97	8,66	10,18	12,63
25/08/2019	19,80	14,69	14,42	16,50	19,05	22,07
26/08/2019	31,05	22,76	22,61	24,66	29,52	35,69
27/08/2019	8,04	7,87	7,84	7,42	8,10	10,21
28/08/2019	10,60	7,28	7,11	6,79	8,07	10,21
29/08/2019	23,44	16,00	15,72	17,20	20,50	25,99
30/08/2019	17,22	5,13	6,41	11,51	15,29	20,61
31/08/2019	15,95	13,24	13,09	16,65	21,83	27,06
01/09/2019	8,45	5,95	5,62	8,17	10,88	13,49
02/09/2019	25,25	9,78	8,05	9,29	10,63	12,70
03/09/2019	9,58	3,61	1,80	1,68	5,33	7,26
04/09/2019	20,21	9,48	8,46	9,97	12,97	17,42
05/09/2019	24,66	14,71	13,62	16,99	22,95	28,96
06/09/2019	19,94	12,62	11,97	13,92	17,73	21,56
07/09/2019	27,22	19,14	18,95	21,38	26,05	33,40
08/09/2019	8,64	9,30	9,90	15,26	21,27	26,80
09/09/2019	6,73	8,68	8,97	9,67	6,25	1,25

10/09/2019	40,27	32,11	31,32	28,49	28,90	34,15
11/09/2019	15,74	11,78	11,20	11,80	13,46	14,49
12/09/2019	17,38	13,34	13,43	16,42	19,98	24,46
13/09/2019	17,88	11,10	10,52	12,81	17,73	23,36
14/09/2019	17,53	11,11	10,34	11,82	15,19	19,44
15/09/2019	22,41	14,27	14,15	16,51	21,13	27,87
16/09/2019	18,90	12,13	11,69	13,68	15,76	17,28
17/09/2019	22,91	14,98	13,95	14,07	17,65	23,40
18/09/2019	16,69	12,87	12,06	13,22	15,26	18,77
19/09/2019	17,79	12,72	12,09	13,63	15,59	17,74
20/09/2019	15,97	7,19	7,08	8,46	10,08	12,29
21/09/2019	10,23	8,16	8,56	8,82	9,30	10,44
22/09/2019	13,11	8,02	7,65	10,27	12,98	16,53
23/09/2019	16,59	9,60	9,03	12,10	16,38	20,91
24/09/2019	18,56	12,33	11,95	15,31	19,73	22,94
25/09/2019	14,19	9,70	9,44	10,24	12,81	16,90
26/09/2019	14,26	8,57	7,91	8,89	9,65	11,71
27/09/2019	21,88	13,55	12,73	15,40	20,66	25,64
28/09/2019	23,23	15,66	15,05	18,10	22,52	26,73
29/09/2019	24,28	17,33	16,98	19,35	23,68	28,73
30/09/2019	25,71	18,60	18,25	19,51	23,34	29,41
01/10/2019	27,59	21,51	21,56	23,62	27,91	34,45
02/10/2019	22,61	14,01	13,78	14,01	17,85	25,57
03/10/2019	38,98	25,06	23,13	24,76	29,55	35,19
04/10/2019	32,67	24,24	23,75	26,71	31,61	36,17
05/10/2019	4,95	3,02	2,70	2,08	2,08	7,39
06/10/2019	27,07	18,55	17,59	19,32	23,70	29,24
07/10/2019	20,98	12,75	11,64	11,80	13,65	15,32
08/10/2019	11,32	10,46	11,10	11,02	13,35	17,24
09/10/2019	5,55	5,23	5,90	8,87	11,05	13,62
10/10/2019	23,22	17,51	16,99	18,52	21,56	26,01
11/10/2019	20,59	15,00	14,73	16,35	19,77	24,52
12/10/2019	10,62	7,83	7,44	7,31	8,51	11,00
13/10/2019	24,35	20,16	20,26	22,12	26,85	34,11
14/10/2019	27,75	16,14	15,18	18,07	23,10	28,29
15/10/2019	31,09	19,40	18,73	23,38	29,37	35,15
16/10/2019	30,15	20,96	20,29	24,70	30,85	36,30
17/10/2019	35,64	27,94	27,57	32,11	38,26	44,46
18/10/2019	35,77	24,35	24,17	26,71	33,63	43,63
19/10/2019	25,38	16,67	15,72	16,49	22,50	30,80
20/10/2019	21,56	13,20	12,17	14,27	20,15	25,79
21/10/2019	22,66	15,19	14,54	15,94	18,70	20,79
22/10/2019	10,72	9,60	9,60	13,15	16,50	19,50
23/10/2019	5,09	5,08	5,18	7,97	10,70	13,47
24/10/2019	6,56	6,22	6,58	9,12	10,08	11,65



25/10/2019	17,75	11,19	10,63	11,76	16,92	22,57
26/10/2019	13,89	11,60	11,42	13,11	15,30	18,34
27/10/2019	30,00	22,31	21,94	23,61	27,87	33,83
28/10/2019	5,46	6,66	7,41	11,34	14,32	17,35
29/10/2019	10,93	7,53	6,98	10,03	12,65	17,46
30/10/2019	21,10	14,73	14,47	16,66	21,31	27,55
31/10/2019	36,63	19,56	15,60	1,38	7,80	9,85
01/11/2019	29,24	20,49	19,83	23,28	28,09	33,21
02/11/2019	31,39	25,01	24,82	27,35	31,75	37,17
03/11/2019	12,71	8,48	8,14	10,56	12,41	12,59
04/11/2019	19,65	13,03	12,05	12,76	14,71	16,89
05/11/2019	24,27	14,35	13,76	14,83	17,61	22,03
06/11/2019	16,21	10,46	10,04	13,16	18,33	23,11
07/11/2019	20,06	13,56	13,06	16,04	20,78	26,18
08/11/2019	11,73	7,86	7,49	8,31	9,00	11,34
09/11/2019	23,71	15,38	14,76	17,15	20,94	24,19
10/11/2019	25,55	19,00	18,82	21,62	25,65	29,25
11/11/2019	28,72	20,80	20,11	24,16	29,41	34,45
12/11/2019	34,39	24,19	24,17	29,32	35,04	39,87
13/11/2019	30,94	23,81	23,58	25,53	30,18	37,04
14/11/2019	15,01	10,64	10,30	11,37	15,36	21,37
15/11/2019	25,65	18,88	17,91	18,32	22,41	27,99
16/11/2019	13,50	10,06	10,00	12,40	17,99	23,55
17/11/2019	17,24	13,35	12,70	13,54	15,59	18,26
18/11/2019	18,37	12,76	12,07	12,94	15,30	18,43
19/11/2019	15,52	11,50	11,16	12,39	15,79	20,49
20/11/2019	20,88	13,78	13,21	15,19	20,20	25,84
21/11/2019	21,53	14,40	13,92	15,52	19,83	25,16
22/11/2019	19,05	12,25	11,58	11,58	15,53	21,49
23/11/2019	30,71	20,55	19,30	22,42	27,92	32,42
24/11/2019	26,57	15,81	15,19	18,50	22,86	27,53
25/11/2019	32,08	20,44	19,54	23,02	27,83	32,95
26/11/2019	43,74	29,71	28,53	30,74	36,12	42,75
27/11/2019	6,44	2,82	2,76	2,66	4,76	7,84
28/11/2019	7,62	5,12	4,89	6,12	9,48	13,66
29/11/2019	27,20	18,91	18,18	20,21	24,29	29,15
30/11/2019	6,61	7,69	8,66	13,08	19,18	25,16
01/12/2019	15,67	5,07	5,48	5,11	4,24	6,01
02/12/2019	35,54	20,70	18,87	21,33	29,01	38,91
03/12/2019	15,06	9,31	8,86	10,40	13,20	15,47
04/12/2019	22,53	13,80	13,39	18,24	24,54	30,32
05/12/2019	11,01	13,69	13,29	10,28	7,46	6,82
06/12/2019	21,73	13,95	12,96	12,74	18,11	24,49
07/12/2019	28,24	17,48	16,43	19,51	25,09	29,80
08/12/2019	21,39	13,43	12,42	12,59	14,79	18,68

09/12/2019	19,49	14,55	14,07	15,67	18,74	22,99
10/12/2019	15,87	11,93	11,53	12,19	14,50	17,81
11/12/2019	18,33	14,76	14,08	15,45	18,01	22,12
12/12/2019	24,61	16,75	16,31	17,63	21,20	26,75
13/12/2019	37,77	24,51	22,51	24,36	31,82	38,88
14/12/2019	24,21	17,05	15,80	16,55	19,43	21,93
15/12/2019	21,55	14,68	14,19	19,12	24,00	28,14
16/12/2019	31,79	24,54	24,14	28,22	32,75	38,14
17/12/2019	13,10	7,71	6,96	8,16	10,54	13,00
18/12/2019	16,35	10,59	9,72	9,95	11,85	13,90
19/12/2019	30,64	21,57	21,12	25,27	30,88	36,31
20/12/2019	30,61	22,46	22,27	25,44	30,52	36,17
21/12/2019	24,79	20,47	20,20	21,42	25,21	31,42
22/12/2019	40,17	28,79	27,61	30,19	35,60	41,25
23/12/2019	32,27	16,42	14,73	16,72	22,14	29,88
24/12/2019	12,39	5,51	5,26	8,40	10,67	13,40
25/12/2019	27,20	20,83	20,45	22,75	26,15	31,11
26/12/2019	19,42	7,55	7,27	8,39	10,45	13,59
27/12/2019	20,58	14,22	14,02	15,92	17,95	19,81
28/12/2019	28,08	21,36	21,15	23,89	28,23	33,20
29/12/2019	17,46	10,91	10,28	9,82	12,65	18,17
30/12/2019	13,92	10,38	9,97	9,96	11,46	13,51
31/12/2019	19,69	14,51	14,04	14,79	17,23	20,61

### ANEXO 3: Resultados da simulação TELEMAT-MASCARET - Nível (m)

	Nível (m)					
	Setor Norte da Mirim	Sangradouro	Santa Isabel	Barragem Eclusa	São Gonçalo	Porto de Rio Grande
01/01/2019	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
02/01/2019	0,62	0,45	0,49	1,30	1,27	1,09
03/01/2019	0,70	0,70	0,71	0,93	0,88	0,83
04/01/2019	0,89	1,14	1,14	0,67	0,46	0,52
05/01/2019	0,75	0,76	0,76	0,92	0,86	0,73
06/01/2019	0,57	0,37	0,47	1,45	1,42	1,12
07/01/2019	0,71	0,53	0,60	1,40	1,37	1,17
08/01/2019	0,83	0,58	0,62	0,58	0,67	0,83
09/01/2019	0,73	0,58	0,59	1,17	1,15	0,93
10/01/2019	0,82	0,69	0,72	0,83	0,73	0,74
11/01/2019	1,00	1,20	1,28	0,99	0,52	0,64
12/01/2019	0,99	1,11	1,12	0,95	0,66	0,50
13/01/2019	0,80	0,61	0,66	1,30	1,16	0,98
14/01/2019	0,99	0,94	0,96	1,08	0,87	0,81

15/01/2019	1,12	1,16	1,17	0,89	0,69	0,73
16/01/2019	0,96	0,80	0,82	1,02	0,80	0,78
17/01/2019	1,24	1,34	1,38	0,96	0,57	0,59
18/01/2019	1,19	1,28	1,27	0,96	0,70	0,66
19/01/2019	1,08	1,51	1,59	2,00	1,57	0,95
20/01/2019	1,18	1,30	1,36	1,52	1,07	0,76
21/01/2019	1,18	1,16	1,16	1,40	1,20	0,94
22/01/2019	1,30	1,25	1,24	1,12	0,97	0,83
23/01/2019	1,27	1,13	1,14	1,23	1,10	0,94
24/01/2019	1,36	1,49	1,49	1,08	0,87	0,72
25/01/2019	1,23	1,23	1,22	1,42	1,26	0,94
26/01/2019	1,13	0,84	0,87	1,60	1,47	1,24
27/01/2019	1,38	1,34	1,32	1,25	1,14	1,05
28/01/2019	1,32	1,26	1,24	1,11	1,00	0,93
29/01/2019	1,43	1,44	1,42	0,84	0,67	0,70
30/01/2019	1,42	1,42	1,39	0,75	0,66	0,71
31/01/2019	1,48	1,55	1,55	0,64	0,40	0,59
01/02/2019	1,39	1,42	1,40	0,79	0,60	0,53
02/02/2019	1,45	1,46	1,45	0,86	0,65	0,64
03/02/2019	1,50	1,81	1,81	1,07	0,67	0,54
04/02/2019	1,40	1,54	1,54	1,14	0,88	0,72
05/02/2019	1,39	1,45	1,44	1,20	0,97	0,80
06/02/2019	1,37	1,41	1,39	1,13	0,95	0,82
07/02/2019	1,29	1,22	1,21	1,36	1,24	0,98
08/02/2019	1,28	1,21	1,19	1,29	1,15	0,95
09/02/2019	1,38	1,35	1,33	1,09	0,93	0,81
10/02/2019	1,39	1,36	1,35	1,11	0,95	0,84
11/02/2019	1,39	1,34	1,30	0,89	0,80	0,78
12/02/2019	1,48	1,66	1,62	0,79	0,61	0,76
13/02/2019	1,60	1,91	1,89	0,75	0,20	0,33
14/02/2019	1,36	1,36	1,35	1,35	1,24	0,95
15/02/2019	1,33	1,35	1,33	1,33	1,17	0,96
16/02/2019	1,37	1,60	1,58	1,34	1,09	0,83
17/02/2019	1,34	1,33	1,32	1,39	1,25	1,00
18/02/2019	1,32	1,27	1,26	1,40	1,27	1,04
19/02/2019	1,30	1,19	1,18	1,27	1,16	1,01
20/02/2019	1,42	1,45	1,43	0,92	0,77	0,76
21/02/2019	1,42	1,39	1,37	0,98	0,84	0,81
22/02/2019	1,34	1,23	1,21	1,11	1,01	0,90
23/02/2019	1,39	1,32	1,30	1,02	0,88	0,84
24/02/2019	1,45	1,53	1,48	0,87	0,77	0,77
25/02/2019	1,50	1,63	1,60	0,75	0,60	0,57
26/02/2019	1,48	1,63	1,61	0,91	0,66	0,55
27/02/2019	1,56	1,72	1,71	0,85	0,70	0,63
28/02/2019	1,39	1,42	1,40	1,01	0,91	0,77

01/03/2019	1,46	1,50	1,48	0,96	0,87	0,83
02/03/2019	1,38	1,30	1,28	1,16	1,04	0,90
03/03/2019	1,54	1,82	1,79	0,99	0,80	0,66
04/03/2019	1,33	1,30	1,28	1,12	0,99	0,85
05/03/2019	1,30	1,06	1,07	1,43	1,39	1,16
06/03/2019	1,39	1,39	1,37	1,07	0,92	0,88
07/03/2019	1,30	1,23	1,20	1,05	0,95	0,87
08/03/2019	1,37	1,29	1,27	0,97	0,83	0,84
09/03/2019	1,55	2,02	1,99	1,00	0,74	0,58
10/03/2019	1,40	1,63	1,61	1,09	0,81	0,60
11/03/2019	1,30	1,36	1,34	1,31	1,13	0,89
12/03/2019	1,19	1,03	1,05	1,64	1,57	1,28
13/03/2019	1,31	1,23	1,21	1,01	0,95	0,88
14/03/2019	1,51	1,50	1,48	0,72	0,64	0,70
15/03/2019	1,44	1,48	1,46	0,77	0,71	0,71
16/03/2019	1,29	1,29	1,27	1,15	1,04	0,87
17/03/2019	1,14	1,00	1,00	1,58	1,46	1,13
18/03/2019	1,20	0,99	1,00	1,52	1,47	1,31
19/03/2019	1,45	1,55	1,53	0,87	0,72	0,80
20/03/2019	1,48	1,73	1,71	0,75	0,48	0,53
21/03/2019	1,51	1,81	1,79	0,85	0,54	0,56
22/03/2019	1,39	1,47	1,45	0,97	0,84	0,71
23/03/2019	1,30	1,27	1,27	1,33	1,23	1,07
24/03/2019	1,31	1,25	1,23	1,07	0,98	0,85
25/03/2019	1,55	1,81	1,77	0,76	0,61	0,67
26/03/2019	1,48	1,64	1,62	0,67	0,48	0,55
27/03/2019	1,35	1,50	1,49	1,15	0,98	0,76
28/03/2019	1,27	1,32	1,31	1,44	1,29	1,01
29/03/2019	1,24	1,12	1,14	1,78	1,65	1,27
30/03/2019	1,16	0,88	0,93	1,66	1,58	1,37
31/03/2019	1,37	1,38	1,36	1,00	0,89	0,87
01/04/2019	1,34	1,36	1,34	1,11	0,98	0,88
02/04/2019	1,30	1,28	1,27	1,17	1,06	0,94
03/04/2019	1,33	1,30	1,28	1,01	0,88	0,86
04/04/2019	1,34	1,41	1,38	1,10	0,93	0,81
05/04/2019	1,35	1,38	1,37	1,08	0,98	0,96
06/04/2019	1,54	1,91	1,90	0,86	0,47	0,48
07/04/2019	1,32	1,36	1,34	1,20	1,09	0,92
08/04/2019	1,34	1,36	1,34	1,06	0,92	0,81
09/04/2019	1,33	1,34	1,32	1,03	0,92	0,83
10/04/2019	1,23	1,15	1,15	1,39	1,33	1,11
11/04/2019	1,23	1,02	1,03	1,34	1,28	1,19
12/04/2019	1,42	1,64	1,60	0,96	0,87	0,77
13/04/2019	1,33	1,34	1,32	0,99	0,89	0,79
14/04/2019	1,27	1,21	1,20	1,31	1,21	1,02

15/04/2019	1,37	1,41	1,39	0,98	0,87	0,84
16/04/2019	1,31	1,36	1,34	1,31	1,15	0,98
17/04/2019	1,29	1,33	1,32	1,23	1,09	0,88
18/04/2019	1,32	1,33	1,31	1,03	0,91	0,81
19/04/2019	1,32	1,32	1,30	1,05	0,98	0,85
20/04/2019	1,35	1,36	1,34	0,98	0,91	0,87
21/04/2019	1,37	1,47	1,45	1,07	0,96	0,85
22/04/2019	1,37	1,47	1,47	0,92	0,74	0,67
23/04/2019	1,35	1,46	1,45	1,12	1,00	0,86
24/04/2019	1,24	1,29	1,29	1,49	1,39	1,12
25/04/2019	1,27	1,35	1,34	1,38	1,20	0,95
26/04/2019	1,20	1,16	1,16	1,69	1,58	1,17
27/04/2019	1,09	0,81	0,93	2,03	1,98	1,66
28/04/2019	1,40	1,50	1,50	0,80	0,69	0,79
29/04/2019	1,40	1,44	1,43	0,61	0,36	0,56
30/04/2019	1,33	1,35	1,34	1,06	1,01	0,93
01/05/2019	1,34	1,47	1,47	1,28	1,13	0,91
02/05/2019	1,30	1,31	1,30	1,12	1,04	0,92
03/05/2019	1,29	1,23	1,23	1,21	1,15	1,03
04/05/2019	1,30	1,32	1,31	1,06	1,00	0,95
05/05/2019	1,21	1,13	1,12	1,28	1,21	1,08
06/05/2019	1,33	1,31	1,29	1,11	1,04	0,99
07/05/2019	1,38	1,58	1,57	0,94	0,75	0,69
08/05/2019	1,28	1,32	1,31	1,17	1,08	0,92
09/05/2019	1,19	1,17	1,16	1,53	1,44	1,22
10/05/2019	1,05	0,70	0,77	1,82	1,82	1,53
11/05/2019	1,36	1,46	1,45	1,01	0,94	0,95
12/05/2019	1,42	1,53	1,52	0,62	0,47	0,61
13/05/2019	1,30	1,33	1,31	1,05	0,96	0,86
14/05/2019	1,35	1,45	1,46	1,29	1,10	0,89
15/05/2019	1,31	1,44	1,44	1,34	1,14	0,86
16/05/2019	1,26	1,25	1,25	1,44	1,32	1,08
17/05/2019	1,19	1,10	1,10	1,50	1,44	1,18
18/05/2019	1,10	0,80	0,87	1,74	1,68	1,40
19/05/2019	1,22	1,05	1,07	1,49	1,45	1,29
20/05/2019	1,32	1,38	1,38	1,04	0,94	0,92
21/05/2019	1,28	1,27	1,25	1,16	1,07	0,97
22/05/2019	1,35	1,57	1,55	1,03	0,92	0,87
23/05/2019	1,28	1,36	1,35	1,37	1,20	0,93
24/05/2019	1,32	1,42	1,42	1,09	0,93	0,80
25/05/2019	1,33	1,36	1,35	0,91	0,75	0,74
26/05/2019	1,31	1,29	1,28	1,07	1,01	0,92
27/05/2019	1,28	1,24	1,23	1,22	1,16	1,05
28/05/2019	1,32	1,34	1,33	1,08	1,00	0,92
29/05/2019	1,36	1,41	1,40	0,93	0,77	0,75

30/05/2019	1,33	1,38	1,36	1,05	0,96	0,83
31/05/2019	1,25	1,33	1,33	1,44	1,35	1,08
01/06/2019	1,30	1,36	1,35	1,23	1,12	0,97
02/06/2019	1,29	1,31	1,30	1,20	1,12	1,01
03/06/2019	1,32	1,35	1,34	1,11	1,00	0,91
04/06/2019	1,36	1,43	1,42	0,97	0,85	0,85
05/06/2019	1,29	1,28	1,27	1,21	1,15	0,96
06/06/2019	1,18	0,95	0,98	1,44	1,40	1,22
07/06/2019	1,27	1,17	1,16	1,26	1,22	1,14
08/06/2019	1,39	1,45	1,44	0,94	0,85	0,81
09/06/2019	1,34	1,33	1,32	0,96	0,90	0,85
10/06/2019	1,19	1,02	1,02	1,34	1,30	1,16
11/06/2019	1,34	1,33	1,32	1,07	0,99	0,99
12/06/2019	1,28	1,23	1,22	1,19	1,12	1,03
13/06/2019	1,29	1,27	1,26	1,26	1,18	1,08
14/06/2019	1,21	1,15	1,15	1,22	1,17	1,11
15/06/2019	1,33	1,35	1,33	1,02	0,95	0,94
16/06/2019	1,31	1,35	1,33	1,08	1,02	0,97
17/06/2019	1,28	1,28	1,25	1,05	0,97	0,91
18/06/2019	1,27	1,10	1,08	1,20	1,16	1,00
19/06/2019	1,47	1,52	1,53	1,02	0,93	0,94
20/06/2019	1,73	1,83	1,80	0,51	0,36	0,58
21/06/2019	1,56	1,56	1,52	1,05	0,97	0,87
22/06/2019	1,55	1,48	1,45	1,21	1,11	1,07
23/06/2019	1,63	1,61	1,58	1,13	1,01	0,97
24/06/2019	1,65	1,53	1,49	0,91	0,86	0,93
25/06/2019	1,56	1,48	1,46	1,16	1,07	0,97
26/06/2019	1,90	2,18	2,14	0,72	0,29	0,68
27/06/2019	1,70	1,69	1,66	0,86	0,78	0,74
28/06/2019	1,60	1,49	1,47	1,38	1,30	1,12
29/06/2019	1,57	1,47	1,46	1,43	1,36	1,19
30/06/2019	1,70	1,66	1,63	1,28	1,19	1,10
01/07/2019	1,83	1,94	1,93	0,87	0,50	0,68
02/07/2019	1,79	1,82	1,79	0,77	0,57	0,61
03/07/2019	1,77	1,78	1,74	1,04	0,97	0,95
04/07/2019	1,99	2,14	2,12	0,58	0,06	0,46
05/07/2019	1,98	2,15	2,12	0,65	0,39	0,57
06/07/2019	2,18	2,67	2,67	0,49	0,28	0,35
07/07/2019	1,81	1,92	1,89	0,70	0,47	0,53
08/07/2019	1,69	1,68	1,66	1,28	1,19	0,99
09/07/2019	1,67	1,64	1,63	1,38	1,27	1,10
10/07/2019	1,67	1,64	1,62	1,34	1,23	1,08
11/07/2019	1,69	1,69	1,67	1,28	1,17	1,04
12/07/2019	1,66	1,63	1,61	1,39	1,30	1,15
13/07/2019	1,70	1,71	1,69	1,18	1,09	1,01

14/07/2019	1,70	1,80	1,77	1,10	0,95	0,87
15/07/2019	1,71	1,76	1,73	1,08	0,96	0,85
16/07/2019	1,74	1,82	1,79	1,04	0,86	0,86
17/07/2019	1,68	1,71	1,68	1,15	1,07	0,94
18/07/2019	1,59	1,50	1,48	1,49	1,46	1,15
19/07/2019	1,66	1,63	1,61	1,46	1,41	1,28
20/07/2019	1,67	1,59	1,57	1,37	1,30	1,26
21/07/2019	1,59	1,42	1,41	1,52	1,48	1,28
22/07/2019	1,53	1,24	1,24	1,65	1,62	1,44
23/07/2019	1,76	1,87	1,84	1,37	1,25	1,18
24/07/2019	1,72	1,94	1,92	1,38	1,20	1,05
25/07/2019	1,74	1,87	1,89	1,48	1,09	0,87
26/07/2019	1,59	1,39	1,50	2,18	1,95	1,52
27/07/2019	1,84	1,75	1,82	1,41	0,85	0,99
28/07/2019	1,83	1,85	1,86	1,37	1,01	0,99
29/07/2019	1,72	1,67	1,65	1,54	1,42	1,19
30/07/2019	1,83	1,80	1,78	1,37	1,17	1,07
31/07/2019	1,90	1,95	1,94	1,24	0,94	0,92
01/08/2019	1,81	1,64	1,61	1,46	1,39	1,22
02/08/2019	2,03	2,09	2,09	1,31	0,88	0,91
03/08/2019	2,14	2,39	2,39	1,02	0,37	0,57
04/08/2019	2,07	2,26	2,26	1,09	0,64	0,66
05/08/2019	1,87	1,82	1,80	1,37	1,21	1,03
06/08/2019	1,81	1,65	1,64	1,56	1,49	1,34
07/08/2019	1,85	1,74	1,72	1,56	1,45	1,36
08/08/2019	1,94	2,02	1,99	1,40	1,21	1,11
09/08/2019	1,91	2,00	2,00	1,77	1,41	1,15
10/08/2019	1,97	1,99	2,04	1,71	1,32	1,28
11/08/2019	2,07	2,09	2,11	1,52	0,96	0,93
12/08/2019	1,94	1,83	1,80	1,70	1,58	1,27
13/08/2019	2,16	2,34	2,31	1,37	0,89	0,93
14/08/2019	2,30	2,66	2,65	1,09	0,14	0,37
15/08/2019	2,04	2,00	1,97	1,42	1,23	1,02
16/08/2019	2,06	2,03	2,01	1,63	1,47	1,36
17/08/2019	2,00	1,82	1,80	1,57	1,45	1,31
18/08/2019	2,17	2,39	2,34	1,39	1,18	1,13
19/08/2019	2,29	2,65	2,62	1,24	0,69	0,67
20/08/2019	2,14	2,27	2,24	1,37	1,11	0,98
21/08/2019	2,16	2,27	2,24	1,33	1,07	0,96
22/08/2019	2,11	2,14	2,11	1,42	1,22	1,03
23/08/2019	2,11	2,15	2,12	1,47	1,29	1,09
24/08/2019	2,10	2,13	2,09	1,41	1,21	1,06
25/08/2019	1,99	1,92	1,90	1,71	1,60	1,30
26/08/2019	1,90	1,64	1,66	2,31	2,23	1,89
27/08/2019	2,10	2,10	2,08	1,56	1,39	1,23

28/08/2019	2,08	2,09	2,06	1,39	1,18	1,07
29/08/2019	2,02	1,88	1,86	1,64	1,54	1,35
30/08/2019	2,14	2,18	2,13	1,49	1,35	1,32
31/08/2019	2,13	2,24	2,22	1,40	1,08	0,90
01/09/2019	2,12	2,14	2,12	1,40	1,05	0,92
02/09/2019	2,23	2,39	2,35	1,35	1,12	1,05
03/09/2019	2,19	2,23	2,20	1,42	1,23	1,08
04/09/2019	2,20	2,26	2,22	1,22	0,94	0,91
05/09/2019	2,23	2,42	2,37	1,27	0,98	0,83
06/09/2019	2,09	2,12	2,08	1,57	1,41	1,11
07/09/2019	1,93	1,76	1,78	2,25	2,15	1,92
08/09/2019	2,14	2,14	2,12	1,80	1,64	1,52
09/09/2019	2,17	2,21	2,22	1,81	1,46	1,32
10/09/2019	2,12	2,20	2,23	1,51	1,24	1,32
11/09/2019	2,20	2,29	2,30	1,62	1,05	0,92
12/09/2019	2,19	2,29	2,61	2,74	1,34	1,12
13/09/2019	2,29	2,39	2,47	2,01	0,91	0,81
14/09/2019	2,26	2,25	2,24	1,68	1,28	1,07
15/09/2019	2,14	2,01	2,00	2,11	1,93	1,70
16/09/2019	2,31	2,32	2,30	1,75	1,47	1,30
17/09/2019	2,42	2,57	2,57	1,57	0,90	0,87
18/09/2019	2,36	2,28	2,25	1,55	1,27	1,09
19/09/2019	2,37	2,34	2,31	1,58	1,31	1,14
20/09/2019	2,44	2,46	2,42	1,57	1,21	1,11
21/09/2019	2,37	2,37	2,33	1,44	1,07	0,93
22/09/2019	2,42	2,42	2,38	1,49	1,25	1,13
23/09/2019	2,41	2,47	2,43	1,43	1,01	0,88
24/09/2019	2,29	2,23	2,20	1,77	1,59	1,34
25/09/2019	2,37	2,35	2,31	1,63	1,38	1,20
26/09/2019	2,37	2,36	2,32	1,54	1,30	1,12
27/09/2019	2,46	2,58	2,55	1,47	1,12	1,04
28/09/2019	2,30	2,29	2,24	1,69	1,48	1,19
29/09/2019	2,28	2,18	2,15	1,93	1,74	1,51
30/09/2019	2,29	2,16	2,12	1,66	1,49	1,23
01/10/2019	2,25	2,04	2,02	1,87	1,76	1,52
02/10/2019	2,31	2,35	2,30	1,69	1,41	1,25
03/10/2019	2,58	2,94	2,91	1,53	0,97	0,85
04/10/2019	2,36	2,41	2,36	1,90	1,56	1,18
05/10/2019	2,46	2,50	2,48	1,71	1,34	1,19
06/10/2019	2,62	2,84	2,83	1,61	0,77	0,76
07/10/2019	2,53	2,54	2,50	1,65	1,30	1,09
08/10/2019	2,60	2,58	2,54	1,67	1,34	1,20
09/10/2019	2,62	2,64	2,59	1,54	1,17	1,05
10/10/2019	2,55	2,44	2,40	1,68	1,42	1,22
11/10/2019	2,57	2,49	2,45	1,66	1,37	1,18



12/10/2019	2,61	2,59	2,55	1,53	1,16	1,07
13/10/2019	2,52	2,48	2,41	1,61	1,25	1,00
14/10/2019	2,69	2,85	2,80	1,56	0,98	0,89
15/10/2019	2,66	2,72	2,69	1,85	1,33	1,04
16/10/2019	2,60	2,57	2,53	2,26	1,99	1,57
17/10/2019	2,62	2,46	2,43	2,48	2,21	1,76
18/10/2019	2,62	2,37	2,41	2,48	2,03	1,75
19/10/2019	2,99	3,15	3,15	2,02	0,95	0,83
20/10/2019	2,98	3,09	3,08	1,76	0,82	0,66
21/10/2019	2,93	2,95	2,90	1,88	1,35	1,09
22/10/2019	3,00	3,05	3,02	1,91	1,28	1,11
23/10/2019	3,02	3,03	2,98	1,68	1,09	1,00
24/10/2019	3,05	3,06	3,01	1,73	1,21	1,06
25/10/2019	3,06	3,11	3,07	1,68	1,14	1,00
26/10/2019	3,03	2,99	2,93	1,67	1,20	1,12
27/10/2019	2,89	2,73	2,68	1,93	1,62	1,32
28/10/2019	2,99	3,00	2,94	1,76	1,36	1,25
29/10/2019	3,01	3,00	2,95	1,79	1,27	1,23
30/10/2019	3,07	3,15	3,19	2,20	1,26	1,10
31/10/2019	3,13	3,33	3,58	3,18	1,31	1,23
01/11/2019	3,11	3,12	3,18	2,53	1,33	1,05
02/11/2019	3,04	2,84	2,80	2,28	1,95	1,67
03/11/2019	3,29	3,32	3,30	1,97	1,08	1,04
04/11/2019	3,27	3,27	3,23	1,90	1,08	0,95
05/11/2019	3,30	3,28	3,24	2,05	1,35	1,23
06/11/2019	3,36	3,42	3,40	1,91	0,87	0,69
07/11/2019	3,30	3,25	3,20	2,00	1,44	1,16
08/11/2019	3,37	3,37	3,33	1,81	1,07	0,99
09/11/2019	3,33	3,34	3,28	1,88	1,28	1,10
10/11/2019	3,33	3,38	3,31	2,05	1,53	1,30
11/11/2019	3,33	3,40	3,34	1,99	1,42	1,14
12/11/2019	3,21	3,10	3,03	2,25	1,87	1,45
13/11/2019	3,21	3,07	2,99	2,24	1,95	1,68
14/11/2019	3,36	3,32	3,28	1,96	1,34	1,20
15/11/2019	3,42	3,60	3,55	1,78	0,79	0,75
16/11/2019	3,37	3,43	3,37	1,66	0,80	0,63
17/11/2019	3,37	3,34	3,28	1,67	1,07	0,94
18/11/2019	3,32	3,27	3,20	1,70	1,14	0,98
19/11/2019	3,33	3,32	3,25	1,73	1,16	1,00
20/11/2019	3,28	3,25	3,19	1,82	1,28	1,08
21/11/2019	3,28	3,23	3,17	1,81	1,30	1,13
22/11/2019	3,24	3,21	3,13	1,67	1,13	1,01
23/11/2019	3,42	3,64	3,58	1,67	0,76	0,74
24/11/2019	3,30	3,38	3,30	1,71	0,94	0,75
25/11/2019	3,17	3,10	3,02	1,85	1,41	1,08

26/11/2019	3,06	2,74	2,67	2,22	1,94	1,60
27/11/2019	3,32	3,34	3,29	1,82	1,21	1,13
28/11/2019	3,31	3,31	3,25	1,51	0,61	0,66
29/11/2019	3,25	3,13	3,07	1,69	1,21	0,99
30/11/2019	3,29	3,28	3,21	1,78	1,28	1,19
01/12/2019	3,30	3,33	3,25	1,52	0,86	0,88
02/12/2019	3,39	3,68	3,60	1,52	0,60	0,60
03/12/2019	3,25	3,28	3,21	1,52	0,90	0,77
04/12/2019	3,16	3,09	3,02	1,80	1,45	1,10
05/12/2019	3,26	3,32	3,26	1,57	0,91	0,85
06/12/2019	3,29	3,38	3,32	1,46	0,58	0,54
07/12/2019	3,35	3,52	3,43	1,56	0,92	0,77
08/12/2019	3,21	3,26	3,19	1,61	1,09	0,94
09/12/2019	3,19	3,13	3,07	1,72	1,29	1,06
10/12/2019	3,18	3,20	3,12	1,59	1,10	0,95
11/12/2019	3,19	3,14	3,07	1,66	1,22	1,04
12/12/2019	3,10	3,02	2,95	1,69	1,27	1,06
13/12/2019	3,36	3,69	3,59	1,61	0,92	0,84
14/12/2019	3,11	3,07	3,00	1,59	1,13	0,94
15/12/2019	3,08	3,02	2,95	1,91	1,55	1,38
16/12/2019	3,16	3,24	3,18	1,49	0,87	1,02
17/12/2019	3,12	3,12	3,05	1,48	0,81	0,74
18/12/2019	3,13	3,12	3,05	1,52	1,01	0,92
19/12/2019	3,00	2,85	2,78	1,86	1,53	1,21
20/12/2019	3,01	2,85	2,79	1,97	1,64	1,39
21/12/2019	3,03	2,89	2,81	1,74	1,35	1,16
22/12/2019	3,40	3,72	3,63	1,28	0,13	0,54
23/12/2019	3,29	3,51	3,44	1,21	-0,05	0,31
24/12/2019	3,09	3,10	3,03	1,33	0,81	0,72
25/12/2019	3,02	2,87	2,81	1,75	1,42	1,11
26/12/2019	3,11	3,15	3,06	1,54	0,98	0,91
27/12/2019	3,03	2,99	2,91	1,54	1,10	0,93
28/12/2019	3,00	2,89	2,82	1,80	1,44	1,16
29/12/2019	3,05	3,02	2,97	1,60	1,06	1,00
30/12/2019	3,04	3,05	2,97	1,44	0,88	0,84
31/12/2019	2,99	2,97	2,90	1,46	0,98	0,86

## Anexo II:

	Intensidade do Vento (km/h)					
	Setor Norte da Mirim	Sangradour o	Santa Isabel	Barragem Eclusa	São Gonçalo	Porto de Rio Grande
01/01/2019	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46	25,46
02/01/2019	25,39	19,34	19,15	20,61	24,62	30,64
03/01/2019	3,46	2,43	1,91	2,74	3,80	8,74
04/01/2019	21,32	15,40	14,63	16,75	21,19	24,78
05/01/2019	18,48	12,22	11,34	12,43	14,96	17,99
06/01/2019	29,27	19,04	18,41	21,72	27,17	33,36
07/01/2019	25,49	19,56	19,66	23,36	28,39	34,12
08/01/2019	37,91	25,96	25,00	25,39	27,94	34,12
09/01/2019	26,32	21,04	20,73	23,53	27,77	31,34
10/01/2019	12,24	8,25	7,78	6,81	7,31	11,10
11/01/2019	22,96	14,89	13,58	14,87	18,02	20,29
12/01/2019	18,76	11,21	10,32	12,18	16,10	20,21
13/01/2019	25,69	16,50	16,00	19,03	23,15	28,35
14/01/2019	21,59	13,96	13,35	13,26	15,29	18,96
15/01/2019	8,35	1,44	1,67	1,01	0,76	1,18
16/01/2019	19,29	11,63	10,71	8,47	8,73	12,70
17/01/2019	15,66	5,08	4,71	6,32	8,75	11,00
18/01/2019	29,14	11,70	9,99	9,42	10,23	13,96
19/01/2019	46,79	33,71	32,95	40,87	49,83	57,63
20/01/2019	30,81	19,30	18,61	23,62	29,84	36,25
21/01/2019	24,55	15,77	15,15	17,77	22,34	27,39

22/01/2019	19,90	14,15	13,53	14,57	16,85	20,45
23/01/2019	24,68	18,17	17,53	18,95	22,35	27,15
24/01/2019	25,04	15,93	14,97	16,01	19,81	24,68
25/01/2019	27,74	19,56	19,47	23,38	28,13	32,91
26/01/2019	25,85	20,24	20,03	21,95	25,88	31,19
27/01/2019	14,69	12,83	13,28	16,40	20,15	24,97
28/01/2019	19,57	13,61	13,45	15,02	17,96	22,72
29/01/2019	7,58	6,88	6,53	6,64	7,66	10,64
30/01/2019	8,49	8,17	8,12	10,66	13,23	15,33
31/01/2019	18,37	13,35	12,46	10,91	12,29	16,48
01/02/2019	15,93	10,22	9,24	9,33	11,18	13,97
02/02/2019	8,95	4,93	4,52	4,39	5,07	5,99
03/02/2019	32,11	20,16	18,68	22,12	28,49	34,50
04/02/2019	24,31	14,22	13,10	15,24	20,37	26,09
05/02/2019	15,53	9,60	8,94	13,13	17,52	20,14
06/02/2019	18,18	9,12	8,31	9,78	12,78	16,79
07/02/2019	23,27	14,87	14,36	17,57	22,32	27,21
08/02/2019	21,93	14,09	13,60	15,80	19,91	25,02
09/02/2019	19,18	13,19	12,45	12,95	15,56	19,22
10/02/2019	19,18	13,89	13,28	13,37	16,02	20,05
11/02/2019	12,85	7,87	7,95	10,22	14,26	19,47
12/02/2019	27,64	17,63	16,80	21,84	27,50	33,78
13/02/2019	29,23	16,94	15,26	19,29	26,17	32,22
14/02/2019	19,07	12,16	11,84	16,16	20,22	23,40
15/02/2019	23,40	15,67	14,94	17,78	21,59	25,74
16/02/2019	31,01	22,12	21,49	24,46	27,84	33,48



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL

## Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil e Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS



Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

# Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil e Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS

---

## Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

Pelotas, Setembro de 2024

### Edição

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentos para o Manejo de Bacias Hidrográficas- NEPE-HidroSedi

email: [hidrosedi.nepe@gmail.com](mailto:hidrosedi.nepe@gmail.com)

site: [hidrosedi.com](http://hidrosedi.com)

Endereço para correspondência:

Rua Gomes Carneiro, 01 - sala 128 - Centro - Pelotas - RS

Telefone: 53 3227-3130

### Elaboração



UFPEL



### Colaboração



# Ficha Técnica

## **Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil e Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS**

### **Coordenador-**

Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares

### **Equipe Técnica-**

Alexandre Felipe Bruch – Doutor em Geografia

Eduardo de Paula Kirinus – Doutor em Oceanografia Física, Química e Geológica

George Marino Soares Gonçalves – Doutor em Recursos Hídricos

Gilberto Loguercio Collares – Doutor em Ciências do Solo

Karina Retzlaff Camargo – Doutora em Engenharia Civil

Leonardo Contreira Pereira – Doutor em Sciences d'Environnement d'Ile de France

Mateus Madail Santin – Cientista da Computação

Nelva Bugoni Riquetti – Doutora em Recursos Hídricos

Reginaldo Gaski Bonczynski – Mestre em Geografia

Felipe Machado D'Ávila – Graduando em Engenharia Hídrica

Henrique Mathias Reis - Graduando em Engenharia Hídrica

Rafael Ferrari – Graduando em Engenharia Hídrica

Rafaela Michelotti Pereira - Graduando em Engenharia Hídrica

### **Diagramação e Projeto Gráfico-**

Ana Letícia Borscheid Kuga – Graduanda em Design Gráfico

Universidade Federal de Pelotas Sistema de Bibliotecas

Biblioteca Campus Porto

Catálogo na Publicação

Elaborada por Maria Inez Figas CRB: 10/1612

C697a Collares, Gilberto Loguercio

Avaliação do regime de aporte sedimentar na hidrovia Uruguai-Brasil e simulações e cálculos de microcapacidade da barragem e eclusa do São Gonçalo-RS: relatório técnico para a coleta de dados e complementação de informações para o estudo de viabilidade e modelagem visando a concessão da hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo). / Gilberto Loguercio Collares ; orientador: Alexandre Felipe Bruch ... [et al.] - Pelotas: UFPel, 2024.

54 p.

1. Aporte sedimentar. 2. Barragem e eclusa do São Gonçalo. 3. Hidrovia Uruguai-Brasil. 4. Lagoa Mirim. I. Bruch, Alexandre Felipe II. Título

# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Possibilidade de eclusagem .....	11
<b>Figura 2:</b> Número de eclusagens por mês/ano durante o período de 2008 a 2023.....	12
<b>Figura 3:</b> Probabilidade de sanilização da Lagoa Mirim. ....	16
<b>Figura 4:</b> Camadas do modelo morfodinâmico. Em azul está representado o fluido hidrodinâmico presente na coluna de água, em marrom as camadas sedimentares e em cinza a camada profunda intransponível. Adaptados de Tassi e Villaret (2014).....	29
<b>Figura 5:</b> Transporte de sedimentos junto ao fundo (bedload) no SISYPHE. A) Início da transferência de movimento; B) Rolamento; C) Saltação; D) Arrasto. Adaptado de Kopmann et al. (2013). ....	31
<b>Figura 6:</b> Parcelas do transporte pelo fundo e em suspensão. Adaptado de Kopmann et al. (2013).....	33
<b>Figura 7:</b> Esquema do acoplamento entre o modelo hidrodinâmico e morfodinâmico. A) Modelo inicia os cálculos considerando uma condição de fundo $b_0$ ; B) Ocorre a mudança do passo de tempo e a velocidade é alterada pelo modelo hidrodinâmico; C) A nova velocidade gera movimento de carga pelo fundo $q_b$ ; D) O modelo morfodinâmico calcula todo o processo de movimentação e devolve a nova batimetria resultante da influência da velocidade neste passo de tempo. O ciclo de interações retorna para B. Adaptado de Kopmann et al. (2013) .....	37
<b>Figura 8:</b> Parâmetros simulados na região da Lagoa Mirim. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).....	39
<b>Figura 9:</b> Parâmetros simulados na região do Sangradouro. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).....	40
<b>Figura 10:</b> Parâmetros simulados na região do Canal São Gonçalo. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m). ....	41
<b>Figura 11:</b> Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próxima a Ilha Grande. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m). ....	43
<b>Figura 12:</b> Evolução do fundo (m) à jusante da Ilha Grande.....	45
<b>Figura 13:</b> Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próximo ao Rio Piratini. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m). ....	46
<b>Figura 14:</b> Evolução do fundo (m) na desembocadura do Rio Piratini.....	47
<b>Figura 15:</b> Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).....	47
<b>Figura 16:</b> Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próximo a cidade de	



Pelotas. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo (N/m<sup>2</sup>). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo (m<sup>2</sup>/s) e Evolução do fundo (m)..... 48

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Dados Gerais da Eclusa Amarópolis. ....	20
<b>Tabela 2:</b> Dados Gerais da Eclusa de Bom Retiro do Sul Dados Gerais da Eclusa Amarópolis.....	20
<b>Tabela 3:</b> Dados Gerais da Eclusa do Anel de Dom Marco. ....	21
<b>Tabela 4:</b> Dados Gerais da Eclusa de Fandango. ....	21
<b>Tabela 5:</b> Dados Gerais da Eclusa de Jupiá. ....	22
<b>Tabela 6:</b> Dados Gerais da Eclusa de Três Irmãos. ....	23
<b>Tabela 7:</b> Dados Gerais da Eclusa de Três Irmãos.....	24
<b>Tabela 8:</b> Dados Gerais da Eclusa de Sobradinho.....	24
<b>Tabela 9:</b> Síntese das dimensões das barragens .....	25
<b>Tabela 10:</b> Parâmetros utilizados .....	38

## Lista de Fórmulas

(1).....	30
(2) .....	32
(3).....	32
(4).....	32
(5).....	32
(6).....	33
(7).....	34
(8).....	34
(9).....	35
(10) .....	35

## Lista de Abreviaturas e Siglas

<b>AAE</b>	Autorização Ambiental Especial
<b>AAO</b>	Autorização Ambiental de Operação
<b>AAP</b>	Autorização Ambiental Prévia
<b>ANTAQ</b>	Agência Nacional dos Transportes Aquaviários
<b>ALM</b>	Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
<b>BHMSH</b>	Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo
<b>CBUQ</b>	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
<b>CEEE</b>	Companhia Estadual de Energia Elétrica
<b>CESA</b>	Companhia Estadual de Silos e Armazéns
<b>CGAPRG</b>	Conselho de Gestão Ambiental Portuária do Rio Grande
<b>CLM</b>	Comissão para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim
<b>CMA</b>	Calado Máximo Autorizado
<b>CMR</b>	Calado Máximo Recomendado
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional de Meio Ambiente
<b>CORSAN</b>	Companhia Riograndense de Saneamento
<b>CSG</b>	Canal São Gonçalo
<b>DGS</b>	<i>Dirección Geral de Secretaría</i>
<b>DINAMA</b>	<i>Dirección Nacional de Medio Ambiente</i>
<b>DINCEA</b>	<i>Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental</i>
<b>DNIT</b>	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
<b>DTA</b>	Declaração de Trânsito Aduaneiro
<b>EBR</b>	Estaleiro Brasil
<b>EIA</b>	Estudo de Impacto Ambiental
<b>ERG 1</b>	Estaleiro Rio Grande 1
<b>ERG 2</b>	Estaleiro Rio Grande 2
<b>FEPAM</b>	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
<b>FURG</b>	Universidade Federal do Rio Grande
<b>GLP</b>	Gás Liquefeito de Petróleo
<b>GM</b>	General Motors
<b>GNL</b>	Gás Natural Liquefeito
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
<b>LabTrans</b>	Laboratório de Transportes
<b>LI</b>	Licença de Instalação


<b>LO</b>	Licença de Operação
<b>LP</b>	Licença Prévia
<b>LOA</b>	Comprimento total máximo (do Inglês <i>Lenght Overall</i> )
<b>MINFRA</b>	Ministério da Infraestrutura
<b>MCH</b>	Guindaste tipo MCH (do Inglês <i>Mobile Harbour Crane</i> )
<b>MDS</b>	Modelo Digital de Superfície
<b>MTOP</b>	Ministerio de Transportes y Obras Publicas
<b>NLC</b>	<i>Nodo Logístico Cebollati</i>
<b>NMM</b>	Nível Médio do Mar
<b>OIT</b>	Organização Internacional do Trabalho
<b>PP</b>	Porto de Pelotas
<b>PRG</b>	Porto de Rio Grande
<b>PROEA</b>	Programa de Educação Ambiental
<b>PSVP</b>	Porto de Santa Vitória do Palmar
<b>RMS</b>	Rumo Malha Sul
<b>RTG</b>	Transtêiner tipo RTG (Do Inglês <i>Rubber Tyred Gantry</i> )
<b>SAMRIG</b>	Sociedade Anônima Moinhos Riograndenses
<b>SANEP</b>	Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas
<b>SIA</b>	
<b>SISNAMA</b>	<i>Sistema de Información Ambiental</i>
<b>SUPRG</b>	Sistema Nacional de Meio Ambiente
<b>TBT</b>	Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul
<b>Tecon</b>	Toneladas de Porto Bruto
<b>Terbian</b>	Terminal de Contêineres
<b>Tergrasa</b>	Terminal Bianchini
<b>TR</b>	Terminal Graneleiro S.A.
<b>Transpetro</b>	Termo de Referência
<b>TUP</b>	Terminal Petrobras Transportes S.A.
<b>TUP Bunge</b>	Terminal de Uso Privado
<b>TUP Termasa</b>	Terminal Portuário Bunge Alimentos
<b>TUP Yara</b>	Terminal Marítimo Luiz Fogliatto
<b>UFSC</b>	Terminal Yara Brasil Fertilizantes
<b>ULCS</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>VAL</b>	<i>Ultra Large Container Ships</i>
<b>VLCC</b>	Viabilidade Ambiental de Localização <i>Very Large Crude Carrier</i>

## **1.1 Estimativa dos Tempos Operacionais Anuais da Eclusa para Atendimento de Embarcações no Canal do São Gonçalo: Análise das Limitações de Infraestrutura e Condições Ambientais 10**

1.2 Estimativa dos Volumes Máximos de Água e Tempos de Operação da Eclusa para Preservação da Salinidade da Lagoa Mirim e Proteção das Áreas de Irrigação .....	11
1.3. Possibilidade de embarcações por dimensão .....	17
1.3.1. Parâmetro das chatas.....	17
1.3.2.Parâmetros do empurrador .....	17
1.3.3.Parâmetros do comboio (com 7 chatas) .....	18
1.3.4.Embarcação de carga (Eclusa).....	18
1.4 Determinar o tempo total de passagem de uma embarcação-tipo pela eclusa.....	18
1.5 Determinar os tempos de parada operacional para manutenção das infraestruturas.....	18
1.6 Determinar os tempos de parada operacional por questões diversas...18	
1.7 Avaliação de Compatibilidade Operacional com Base em Referências de Outras Eclusas .....	19
1.7.1.Eclusa de Amarópolis.....	19
1.7.2.Eclusa de Bom Retiro do Sul.....	20
1.7.3.Eclusa do Anel de Dom Marco .....	20
1.7.4.Eclusa de Fandango .....	21
1.7.5.Eclusa de Jupiaá .....	22
1.7.6.Eclusas de Três Irmãos.....	22
1.7.7.Eclusas de Tucuruí.....	23
1.7.8Eclusa de Sobradinho.....	24
1.7.9. Conclusões .....	25

## **2. Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil.....26**

2.1 Limitações Sazonais para a Operação da Eclusa .....	26
2.2 Metodologia .....	27
2.2.1.Módulo Morfodinâmico – SISYPHE .....	28
2.2.2.SISYPHE e a camada de fundo .....	28
2.2.3.Interações fluido-sedimento.....	30
2.3.4.Transporte de sedimento.....	30
2.2.5.Parâmetro Shields .....	32
2.2.6.Carga de material transportada junto ao fundo .....	33



2.2.6.1.Evolução de fundo(bedload) .....	33
2.2.6.2.Formulação para o transporte junto ao fundo .....	34
2.2.6.3.Formulação para o transporte de sedimentos .....	35
2.2.6.4.Efeito de quebra com o fundo (Bed Slope Effect) .....	35
2.2.7.Acoplamento.....	36
2.3 Resultados .....	38
2.2.8.Setup da simulação .....	38
2.4 Conclusões.....	50

# 1. Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa

Este relatório tem por objetivo apresentar as análises e os resultados das simulações e cálculos relacionados à microcapacidade da Barragem e Eclusa do Canal do São Gonçalo. O trabalho abrange a determinação dos tempos operacionais da eclusa, levando em consideração as limitações físicas da infraestrutura e as condições de ambiente, para estimar o número de travessias que poderão ser atendidas anualmente. Além disso, a estimativa dos volumes máximos de água necessários para a operação da eclusa, a fim de garantir que não haja impactos negativos na salinidade da Lagoa Mirim, no qual poderiam interferir na manutenção das culturas agrícolas na região.

O estudo também se atenta para a preocupação em identificar possíveis limitações sazonais para a operação de eclusagem, apresentando cenários simulados que refletem diferentes condições hidrológicas e climáticas. Pois, essas simulações são fundamentais para uma previsão de salinização ao longo do tempo, permitindo que uma gestão da eclusa seja otimizada de forma eficiente e sustentável.

## 1.1 Estimativa dos Tempos Operacionais Anuais da Eclusa para Atendimento de Embarcações no Canal do São Gonçalo: Análise das Limitações de Infraestrutura e Condições Ambientais

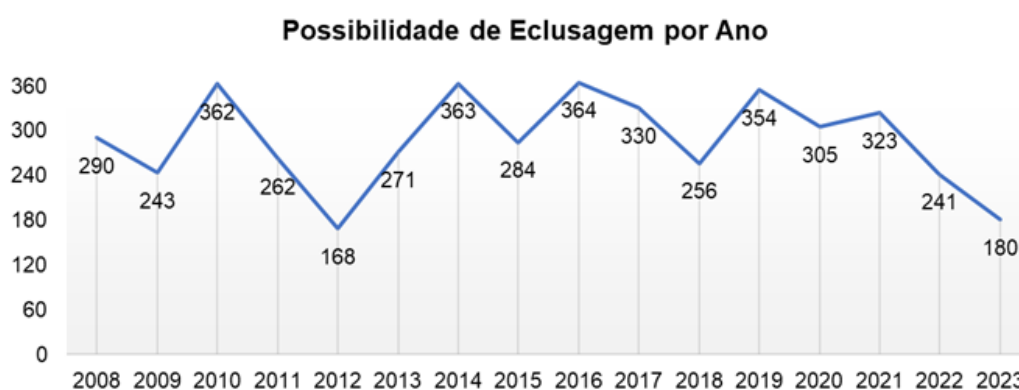
A Figura 1 apresenta os dados de fechamento das comportas do ano de 2008 até 2023, considerando o ano, o mês e a quantidade de dias que permaneceram abertas. Os anos de 2012 e 2023 apresentaram a menor probabilidade de eclusagem, pois nestes anos as comportas permaneceram fechadas, 197 e 185 dias. No ano de 2012 os meses de maior permanência das comportas fechadas, foram nos meses de fevereiro a junho. E no ano de 2023, os meses de janeiro a maio.

É importante considerar que o fato das dezoito (18) comportas estarem fechadas nos períodos analisados, potencialmente não podemos considerar a impossibilidade de eclusagem. Outros fatores devem ser considerados, como a possibilidade de eclusagem mesmo em condições que a salinização da lagoa é propícia.

Esse controle se mostra importante, pois servem de dados de entrada para modelos hidrográficos, com o objetivo de previsão de salinização no tempo, permitindo assim ao gestor da eclusa otimizar da melhor forma sua operação.

De qualquer forma, é seguro afirmar que até 4 eclusagens dia podem ser realizadas sem apresentar um prejuízo para o fornecimento de água para consumo e produção agrícola na região.

**Figura 1:** Possibilidade de eclusagem.



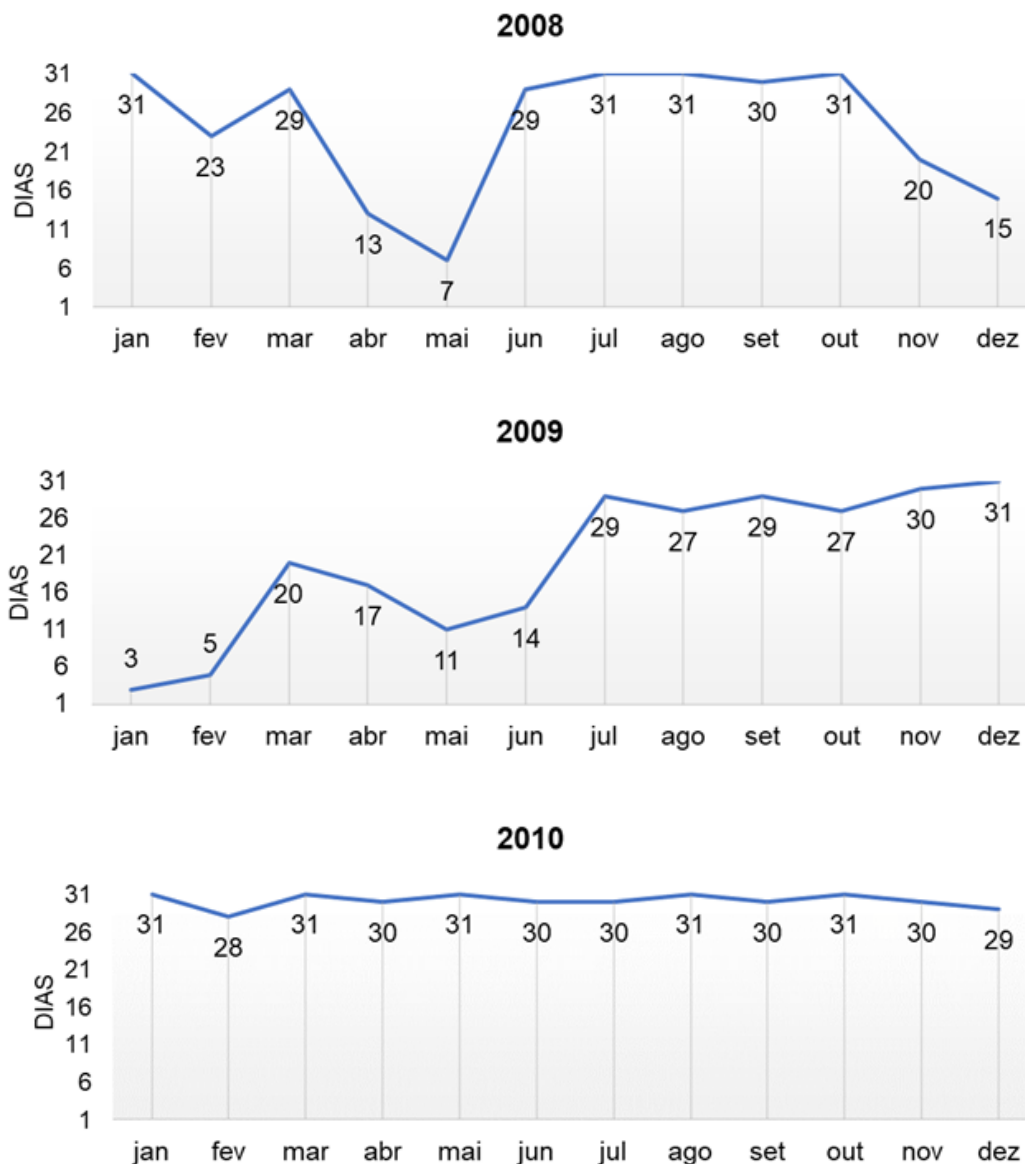
Fonte ALM (2023)

## 1.2 Estimativa dos Volumes Máximos de Água e Tempos de Operação da Eclusa para Preservação da Salinidade da Lagoa Mirim e Proteção das Áreas de Irrigação

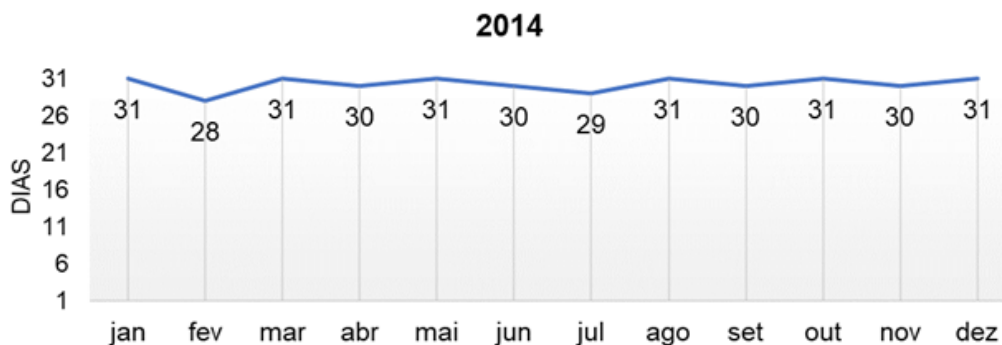
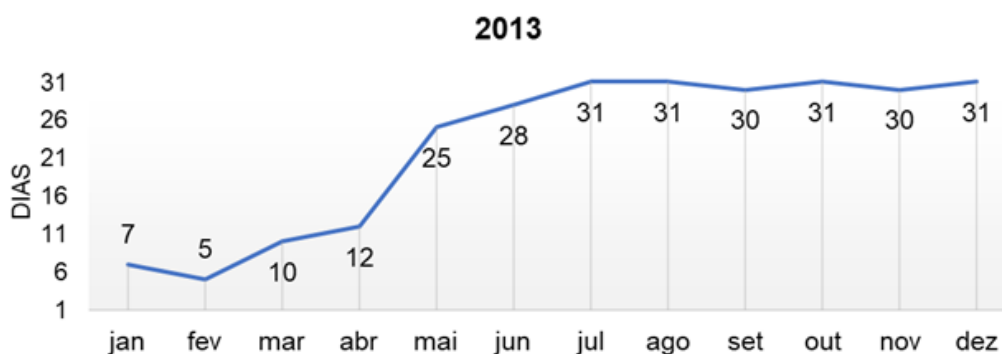
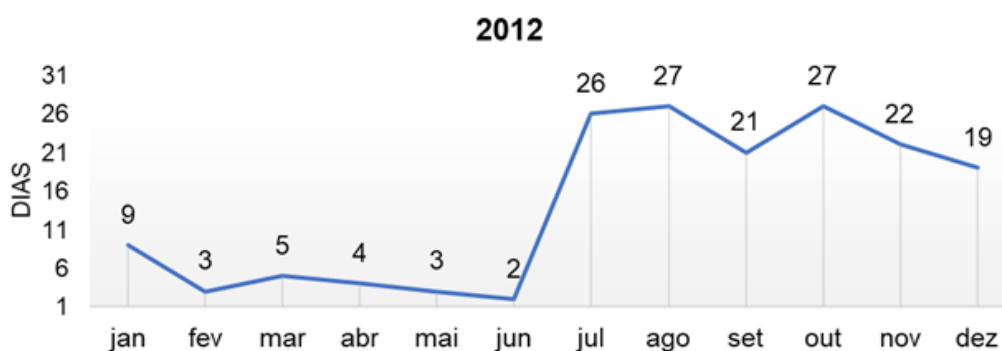
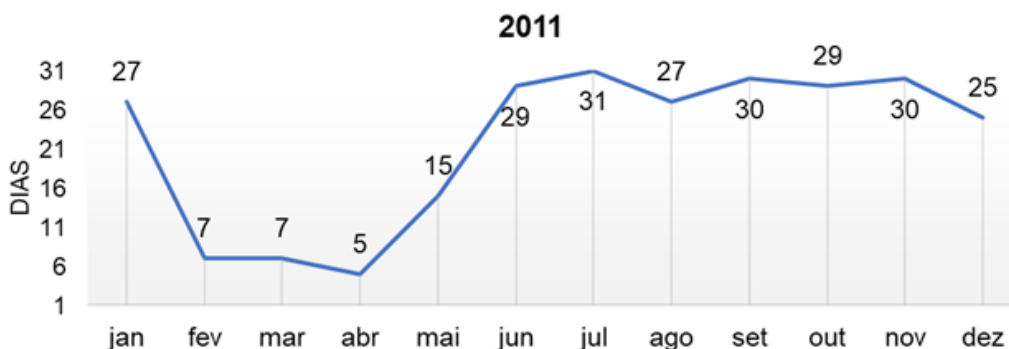
Atualmente a barragem tem seu funcionamento em até 04 (quatro) eclusagens dia. Com esse tipo de operação, é seguro afirmar que a salinização não apresenta prejuízo para o fornecimento de água para consumo e produção agrícola na região. Porém é possível realizar um número maior de eclusagens toda vez que as condições hidroclimatológicas do sistema aquaviário considerem as condições de vento e nível. Em termos gerais toda vez que a direção do vento não for Nordeste, sendo esta a direção do vento crítico para o funcionamento da barragem, faz-se necessário o controle da descarga de água, fechando comportas para manter pressão sobre as comportas evitando que elas se levantem com a força da água.

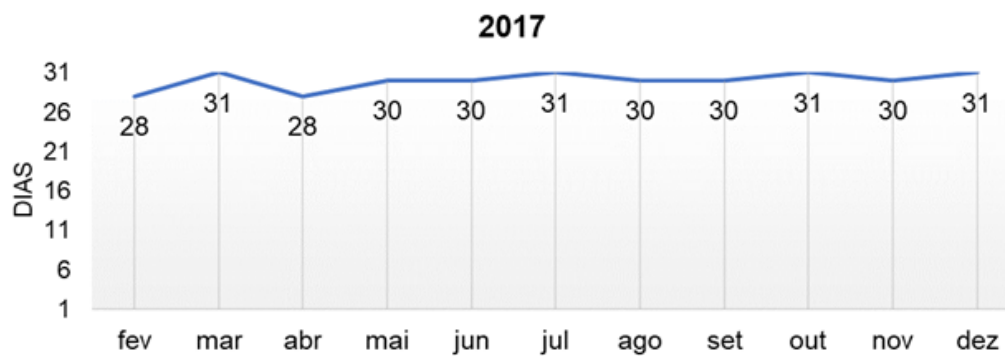
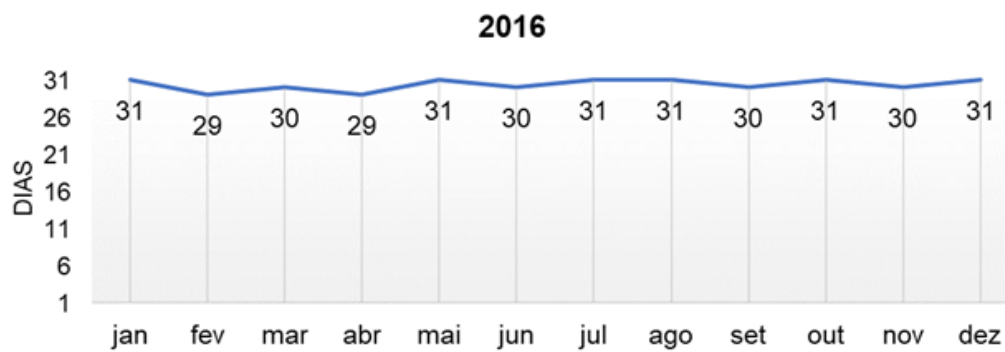
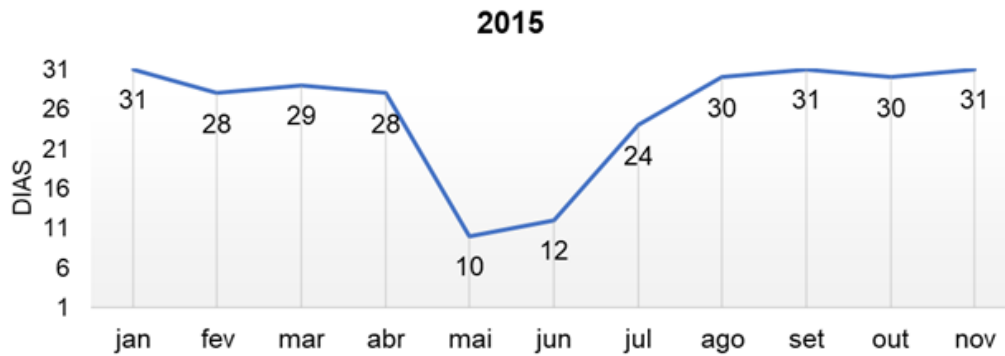
Foi realizado um estudo considerando o intervalo entre os anos de 2008 e 2023 (Figura 2), onde mensalmente a barragem permitiria a eclusagem sem limite diário considerando a segurança hídrica, pois as comportas não estiveram todas fechadas. Porém existe o limite de eclusagem em relação a obsolescência da estrutura, que através de um uso severo aumentaria a manutenção corretiva. Cabe salientar que para um processo ininterrupto de operação é possível através de investimento em monitoramento constante de salinidade.

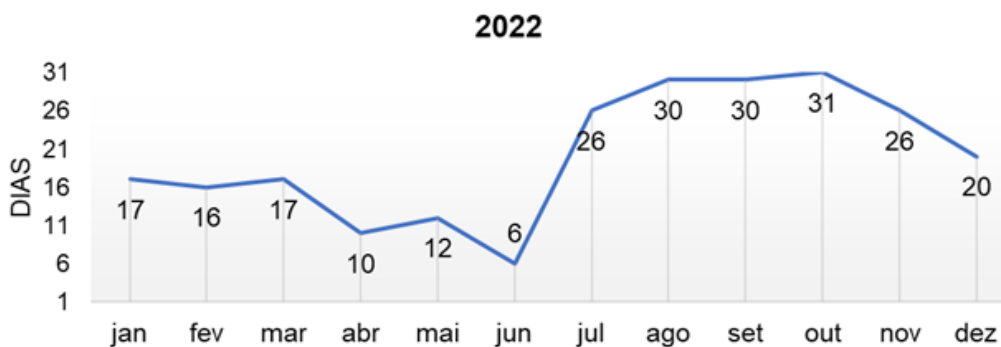
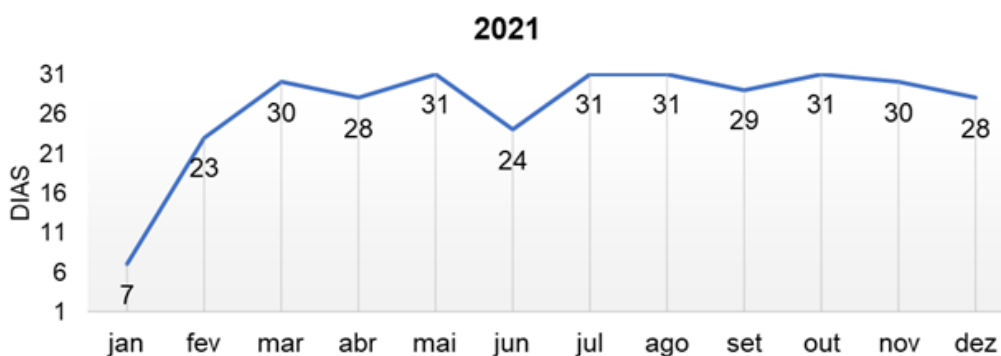
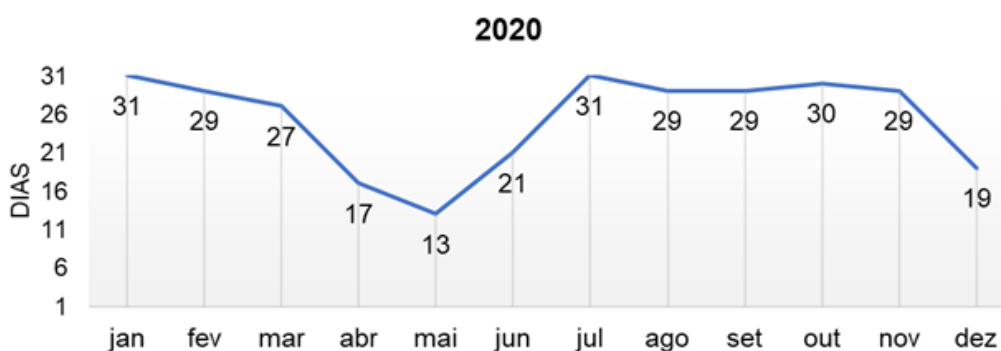
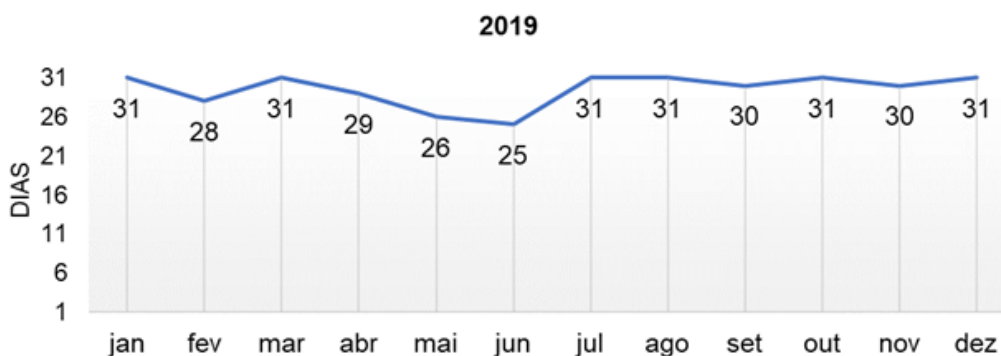
**Figura 2:** Número de eclusagens por mês/ano durante o período de 2008 a 2023.

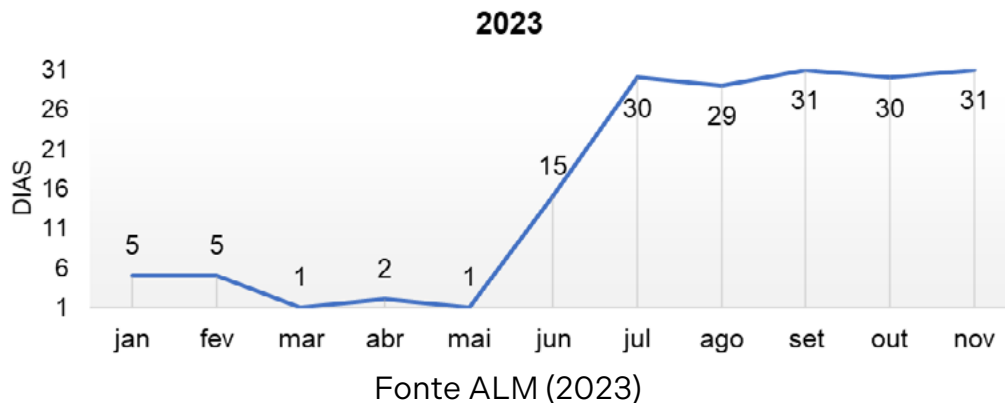












Segundo Porciúncula et al. (2015), a barragem eclusa do canal São Gonçalo desempenha um papel fundamental na rede portuária transfronteiriça via hidrovia Brasil Uruguai, sobretudo através do estudo de probabilidade de salinização da Lagoa Mirim, onde se pode verificar que nos meses de março, abril e maio, há um percentual superior a cinquenta por cento na probabilidade de salinização da Lagoa Mirim (Figura 3).

**Figura 3:** Probabilidade de sanilização da Lagoa Mirim.



Fonte: Porciúncula et al. (2015)

## 1.3. Possibilidade de embarcações por dimensão

O dimensionamento do comboio deve respeitar as limitações à navegação e manobras nos rios e nas eclusas. Assim sendo pelas características que as vias navegáveis da região, apresentarão, os comboios poderão ter as dimensões máximas de:

L (Length) - Comprimento máximo dos comboios 120 m (limitação de eclusas)

B (Beam) - Largura máxima dos comboios 14 m. (limitação da eclusa de Fandango)

d (Draught) Calado máximo admissível - 2.5 m. (calado admissível nos rios), poder-se-á utilizar também um comboio de até 240m de comprimento que navegaria até Taquari.

Porém, para a navegação no Jacuí este comboio deverá vencer as eclusas, em duas etapas e ultrapassar as curvas efetuadas a manobra denominada “franqueamento”, o que diminuirá a sua velocidade.

### 1.3.1 Parâmetro das chatas

O projeto de dimensionamento da eclusa, considerou-se as dimensões de um comboio de sete barcaças, situadas duas lado a lado, sendo a oitava posição ocupada por um rebocador. O tamanho máximo de tal comboio é de 120m x 14m. O calado, quando as barcaças estiverem carregadas, é de 2.5m. Esta recomendação é do Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, de Porto Alegre. (FLEMING, 1970)

Não importa qual seja a hipótese considerada (comboios de 120m ou 240m) a unidade de carga deve-se constituir uma chata de 30m. x 7m x 2,45m. que com coeficiente de bloco 0,95 e coeficiente de carga 0,80 apresentará capacidade aproximadamente de 400 TDW.

### 1.3.2 Parâmetros do empurrador

Para um comboio de 120m., constituído de 7 chatas e um empurrador, navegando à velocidade de 7 nós, a potência efetiva necessária será de 300 EHP, o que exigirá potência instalada de cerca de 500 BHP. As dimensões aproximadas para tal empurrador serão:

L - 20m.

B - 6m.

d - 1,5m.

### 1.3.3 Parâmetros do comboio (com 7 chatas)

Capacidade de carga útil cerca de 2.900 TDW. Velocidade econômica - 11 km/hora.

### 1.3.4 Embarcação de carga (Eclusa)

O tipo de embarcação é autopropulsada - CHATA, comprimento de 90,00m com boca de 15,50m calado de 2,50m e cuja capacidade de carga seja de 2.800 toneladas.

Esse tipo de embarcação está de acordo com o traçado do canal navegável que foi definido de acordo com o estabelecido no Estudo de Viabilidade Técnica Econômica e Ambiental - EVTEA, admitindo-se o comboio tipo com dimensões totais de 90,0 x 15,5 x 2,50 m.

## 1.4 Determinar o tempo total de passagem de uma embarcação-tipo pela eclusa

Considerando os dados históricos de operação da barragem, e pelo o que foi visto na execução de uma travessia pela eclusa, o tempo de abertura ou fechamento de uma comporta da eclusa é de aproximadamente 5 minutos. Sendo assim, para a passagem de embarcações em um sentido, está estimado um tempo de 30 a 40 minutos, a variar do tamanho da embarcação. Para a travessia em dois sentidos, fica estimado o tempo de 50 a 60 minutos.

## 1.5 Determinar os tempos de parada operacional para manutenção das infraestruturas

O tempo de parada para manutenção da infraestrutura é variável. A estrutura da eclusa atualmente recebe manutenção corretiva uma vez que os recursos e gerenciamento dependem da Universidade Federal de Pelotas, não possuindo uma fonte de recurso próprio para a manutenção. Para fins de quantificação do tempo de manutenção corretiva é seguro afirmar que são necessários dois dias para as respectivas manutenções. O uso de stop logs auxilia na diminuição do tempo de parada operacional, visto que a manutenção "a seco" é mais simples e rápida.

## 1.6 Determinar os tempos de parada operacional por questões diversas

De modo geral, as principais causas de paradas por questões diversas se dá por falhas

elétricas, suas resoluções são sanadas por um profissional da área, que fica de plantão no local, porém, seu tempo de resolução também é variável e não mensurável, pois é determinado a partir da complexidade do problema.

## 1.7 Avaliação de Compatibilidade Operacional com Base em Referências de Outras Eclusas

Este item objetiva compilar referências de outras eclusas para avaliar a compatibilidade das operações. Deste modo, atualmente existem 8 eclusas sob a responsabilidade do DNIT. Dessas, 4 ficam no Rio Grande do Sul (Amarópolis, Bom Retiro do Sul, Dom Marco e Fandango), 2 em São Paulo (Jupiá e Três Irmãos), 1 no Pará (Tucuruí) e 1 na Bahia (Sobradinho).

### 1.7.1 Eclusa de Amarópolis

De acordo com as normas de tráfego para a região de Amarópolis emitidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Ministério da Infraestrutura, DNIT, Normas de tráfego - Amarópolis).

A barragem/eclusa de Amarópolis teve sua obra iniciada em 1971 e concluída em dezembro de 1974. Situa-se na margem esquerda do Rio Jacuí, perto da Vila de Santo Amaro, entre os municípios de General Câmara (RS) e Butiá (RS). A implantação dessa infraestrutura correspondeu à primeira etapa da canalização do Rio Jacuí, sendo de vital importância para a navegação comercial, possibilitando o acesso até a cidade de Rio Pardo (RS). Atualmente, possui o maior volume de tráfego no âmbito das eclusas da região Sul.

Juntamente com as barragens eclusadas do Anel de Dom Marco, no município de Rio Pardo (RS), e Fandango, em Cachoeira do Sul (RS), propiciam um estirão navegável de aproximadamente 300 km ao longo do rio Jacuí, permitindo, em qualquer época do ano, a navegação até os portos de Estrela, no rio Taquari, Rio Grande - porto marítimo na extremidade sul da Lagoa dos Patos, e Santa Vitória do Palmar, no extremo sul do estado e do país, proporcionando cerca de 880 km de vias navegáveis interiores no Rio Grande do Sul. Na Tabela 1 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 1:** Dados Gerais da Eclusa Amarópolis.

<b>Dados Gerais da Eclusa Amarópolis</b>	
<b>Desnível máximo</b>	5 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	120 metros
<b>Largura da câmara</b>	17 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

## 1.7.2 Eclusa de Bom Retiro do Sul

Segundo as normas de tráfego para Bom Retiro do Sul, conforme estabelecido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Ministério da Infraestrutura, DNIT,

**Tabela 2:** Dados Gerais da Eclusa de Bom Retiro do Sul.

<b>Dados Gerais da Eclusa de Bom Retiro do Sul</b>	
<b>Desnível máximo</b>	11,8 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	120 metros
<b>Largura da câmara</b>	17 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

## 1.7.3 Eclusa do Anel de Dom Marco

As normas de tráfego para a região de Dom Marco, conforme estabelecido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), fornecem diretrizes importantes para a navegação aquaviária (Ministério da Infraestrutura, DNIT, Normas de tráfego - Dom Marco), sendo que a construção da barragem/Eclusa de Dom Marco teve início em 1966 e conclusão em 1972. Se localiza na margem esquerda da Hidrovia do Jacuí, a cerca de 25 km da cidade de Rio Pardo (RS). A barragem e a eclusa não são integradas distando 8 km uma da outra.

Pertencente à Hidrovia do Mercosul, é de vital importância para o estado do Rio Grande do Sul, destacando-se o intenso transporte de areia, por meio de balsas autopropulsadas.



Juntamente com as barragens eclusadas de Amarópolis, no município de General Câmara (RS), e Fandango, em Cachoeira do Sul (RS), propiciam um estirão navegável de aproximadamente 300 km ao longo do rio Jacuí. Na Tabela 3 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 3:** Dados Gerais da Eclusa do Anel de Dom Marco.

<b>Dados Gerais da Eclusa do Anel de Dom Marco</b>	
<b>Desnível máximo</b>	7,1 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	120 metros
<b>Largura da câmara</b>	17 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

## 1.7.4 Eclusa de Fandango

Ao navegar na região de Fandango, é essencial seguir as normas de tráfego estabelecidas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Ministério da Infraestrutura, DNIT, Normas de tráfego - Fandango), cuja construção da barragem/eclusa de Fandango (RS) teve início em 1952 e foi concluída em 1958, sendo a eclusa mais antiga à cargo do DNIT. Se localiza a 2 km a montante da cidade de Cachoeira do Sul (RS), na margem esquerda do rio Jacuí. Foi concebida como o terceiro degrau do projeto de canalização do Rio Jacuí, contribuindo para a melhoria da navegação.

Juntamente com as barragens eclusadas do Anel de Dom Marco, no município de Rio Pardo (RS), e Amarópolis, em General Câmara (RS), propiciam um estirão navegável de aproximadamente 300 km ao longo do rio Jacuí. Na Tabela 4 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 4:** Dados Gerais da Eclusa de Fandango.

<b>Dados Gerais da Eclusa de Fandango</b>	
<b>Desnível máximo</b>	4 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	85 metros
<b>Largura da câmara</b>	15 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

## 1.7.5 Eclusa de Jupιά

A Eclusa de Jupιά, segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (Ministério da Infraestrutura, DNIT, Eclusas). Inaugurada em 15 de janeiro de 1998, a eclusa de Jupιά localiza-se no rio Paraná, no município de Três Lagoas (MS), na divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Faz parte da hidrelétrica Engenheiro Souza Dias, construída em 1974. Na Tabela 5 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 5:** Dados Gerais da Eclusa de Jupιά.

Dados Gerais da Eclusa de Jupιά	
<b>Desnível máximo</b>	26 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	210 metros
<b>Largura da câmara</b>	17 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

## 1.7.6 Eclusas de Três Irmãos

Informações sobre eclusas, dedicada do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a construção das eclusas de Três Irmãos (SP) foi finalizada em 1995 e localiza-se no rio Tietê, no trecho denominado Baixo Tietê, no município de Pereira Barreto (SP), distando 650 km da capital paulista. O Sistema de Transposição de Desnível da barragem de Três Irmãos é constituído pelas duas eclusas e um canal intermediário de 926 m de extensão e 70 m de largura, para vencer um desnível total de 50 m.

O sistema permite manobras de embarcações e a operação das eclusas independente uma da outra. As embarcações que mais as utilizam são do “tipo Tietê”, compostas por um comboio com duas chatas e um empurrador, com até 139 m de comprimento, 11 m de largura e 7 m de altura acima da linha d’água, com 3 m de calado. Há restrição de utilização por embarcações miúdas, que precisam de autorização prévia emitida pela Superintendência Regional.

O canal de Pereira Barreto interliga os reservatórios das UHE de Três Irmãos (SP) e de Ilha Solteira (SP), permitindo atender as Hidrovias do Tietê e do Paraná. Possui uma extensão de 9,6

km, largura de 50 m e profundidades de 12 m na cota máxima de montante e 8 metros na cota mínima. Tem capacidade para armazenar 210 mil m<sup>3</sup> de água, suficientes para quatro eclusagens sucessivas. A eclusa está ligada à barragem da UHE. Na Tabela 6 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 6:** Dados Gerais da Eclusa de Três Irmãos.

Dados Gerais da Eclusa de Três Irmãos	
Desnível máximo total	± 50 metros
Desnível máximo (Eclusa 1)	24,3 metros
Desnível máximo (Eclusa 2)	25,5 metros
Comprimento da câmara	142 metros
Largura da câmara	12,1 metros
Calado permissível da câmara	3,5 metros

## 1.7.7 Eclusas de Tucuruí

Foram definidas “Normas de Tráfego nas Eclusas da Hidrovia do Tocantins” (Pará, 2011), após a construção da Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí (PA) e de sua barragem, obras realizadas entre 1974 e 1984, surgiu a necessidade de implantar um Sistema de Transposição de Desnível (eclusas) no Rio Tocantins com o objetivo de permitir a navegação entre Belém (PA) e Marabá (PA).

As obras de construção do Sistema de Transposição de Desníveis tiveram início em 1981 e sua inauguração se deu em 30 de novembro de 2010. O sistema vence um desnível total de cerca de 72 m, sendo composto por duas eclusas e um canal intermediário de 5,5 km de extensão, o qual viabiliza a realização de manobras e cruzamentos de comboios e embarcações. Cada eclusa possui uma câmara de 210 m de comprimento, 33 m de largura e 5 m de calado, sendo que ambas as eclusas podem operar de forma totalmente independente.

A Eclusa 1 ou Eclusa de Montante, que está ligada à barragem da UHE de Tucuruí (PA), permite a ligação entre o Canal Intermediário e o lago da barragem de Tucuruí, vencendo um desnível de 37 m. O Canal intermediário é formado por diques de terra e tem largura mínima de 140 m e 5,5 km de extensão. A Eclusa 2 ou Eclusa de Jusante permite a ligação entre o Canal Intermediário e o leito

do rio Tocantins, vencendo um desnível de 35 m.

O sistema pode atender comboios de 200 m de comprimento, 32 m de largura e 3 m de calado, com capacidade para 19 mil toneladas de carga. Sua construção visou o aproveitamento dos rios Tocantins e Araguaia, ligando o porto de Belém (PA) à região do alto Araguaia numa extensão de mais de 2.000 km. Na Tabela 7 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 7:** Dados Gerais da Eclusa de Três Irmãos.

<b>Dados Gerais da Eclusa de Tucuruí</b>	
<b>Desnível máximo total</b>	± 72 metros
<b>Desnível máximo (Eclusa 1)</b>	36,5 metros
<b>Desnível máximo (Eclusa 2)</b>	35 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	210 metros
<b>Largura da câmara</b>	33 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	5 metros

## 1.7.8 Eclusa de Sobradinho

O complexo de Sobradinho começou a ser construído em 1973 em um trecho do Rio São Francisco a 40 km a jusante das cidades de Juazeiro (BA) e de Petrolina (PE). Faz parte do complexo a Usina Hidrelétrica (UHE) que envolve a barragem, de comprimento total de 12,5 km e altura máxima de 41 m, e a eclusa para transposição de desnível. A usina e a eclusa entraram em operação em 1979. Na Tabela 8 observa-se as características da eclusa.

**Tabela 8:** Dados Gerais da Eclusa de Sobradinho

<b>Dados Gerais da Eclusa de Sobradinho</b>	
<b>Desnível máximo</b>	32,5 metros
<b>Comprimento da câmara</b>	120 metros
<b>Largura da câmara</b>	17 metros
<b>Calado permissível da câmara</b>	2,5 metros

A Tabela 9 apresenta um compilado das dimensões das eclusas selecionadas como exemplos.

**Tabela 9:** Síntese das dimensões das barragens.

Eclusa	Desnível máximo (metros)	Comprimento da câmara (metros)	Largura da câmara (metros)	Calado permissível da câmara (metros)
Amarópolis	5	120	17	2,50
Bom Retiro	11,80	120	17	2,50
Dom Marco	7,10	120	17	2,50
Fandango	4	85	15	2,50
Jupiá	26	210	17	5,0
Três Irmãos	5	142	12,10	3,50
Tucuruí	72	210	33	5,0
Sobradinho	32,5	120	17	2,50

## 1.7.9 Conclusões

Pode-se concluir que a determinação e estimativa dos tempos operacionais da eclusa do Canal do São Gonçalo devem considerar as limitações físicas da infraestrutura e as condições ambientais. A análise inclui a estimativa dos volumes máximos de água e os tempos máximos de operação da eclusa, considerando a necessidade de preservar a salinidade da Lagoa Mirim para não impactar na irrigação agrícola, abastecimento humano, entre outros usos da água.

Além disso, são identificadas possíveis limitações sazonais na operação da eclusa e a simulação das capacidades operacionais para diferentes dimensões de embarcações, incluindo chatas, empurradores e comboios.

Esta abordagem teve como objetivo fornecer uma estimativa detalhada e precisa do número anual de embarcações que podem utilizar a eclusa, com o propósito de assegurar a eficiência operacional e a sustentabilidade na gestão dos recursos hídricos, bem como na operação da infraestrutura associada.

## 2. Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil

### 2.1 Limitações Sazonais para a Operação da Eclusa

A Bacia do Sudeste divide-se em dois subsistemas, sendo o mais importante o da Laguna dos Patos, onde é debitada a vazão do Complexo do Guaíba e o da Laguna Mirim - as quais, juntas, apresentam uma bacia hidrográfica de aproximadamente 199.000 km<sup>2</sup>, tendo como única ligação com o oceano o canal do Rio Grande (TOLDO,1991). Segundo Antikeira (2005) os valores de vazão média são de aproximadamente 8.000 m<sup>3</sup>/s e, em situação de alta vazão, mediram-se valores da ordem de 20.000 m<sup>3</sup>/s tornando a Laguna dos Patos uma importante fonte exportadora de sedimentos, enquanto os fortes ventos do quadrante sul favorecem o represamento das águas e aceleram as correntes de enchentes, propiciando um aporte de sedimento para o interior do estuário.

A descarga e o volume de sedimentos são cruciais no desenvolvimento morfológico de um sistema fluvial. Neste sentido, entende-se que a morfologia de um canal fluvial é controlada pela ação da vazão e da carga sedimentar (Leopold et al., 1995; Meurer et al., 2011). De acordo com Bühler e Souza (2018), a composição sedimentar e sua dinâmica no recurso hídrico são um instrumento fundamental de gestão, no que compete ao funcionamento de bacias hidrográficas e suas interrelações com o meio. De acordo com Carvalho (2008), o sedimento de fundo depositado, de interesse para este estudo, pode causar diversos danos à ambientes aquáticos, dependendo de sua qualidade, quantidade e local em que está depositado.

Vale destacar que, devido a atividade humana, os processos sedimentológicos (geração, transporte e deposição) que ocorrem na natureza têm sido acelerados e intensificados através de diversos fatores, como o uso inadequado do solo, desmatamento, atividade agropecuária, entre outros (GARRIDO et al., 2018). Para estudar os problemas de sedimentação presentes em um sistema fluvial, levantamentos hidrossedimentológicos em trechos de rios, reservatórios e em áreas estuarinas são indispensáveis (XIAOQING, 2003). Nesse sentido, a medição do transporte de sedimentos tem o propósito de revelar, para o corpo hídrico de interesse, a quantidade de sedimentos que passa em uma seção transversal por unidade de tempo (SANTOS, 2001).

De acordo com CARVALHO (1994), o acompanhamento dos fluxos de sedimentos ocorridos

em um dado local da bacia permite o diagnóstico de eventuais impactos em sua área de drenagem ao longo do tempo, podendo tornar-se um importante indicador ambiental. Dessa maneira, pode-se dizer que esse processo é bastante dinâmico em função da variação das características e propriedades do fluxo, segundo diferentes condições hidrológicas e morfológicas inerentes ao curso da água. Com isso, pode-se perceber que a questão do transporte de sedimentos é complexa e envolve a combinação e interação de diversos aspectos em uma bacia hidrográfica (VEIGA et al., 2015).

A composição dos sedimentos de lagos ou estuários é variável de acordo a geologia e formação do solo, com a cobertura e uso do solo na bacia de drenagem e as condições físico-químicas do ambiente, como pH e salinidade, e das atividades realizadas, como pesca e navegação. Há uma grande variedade de matéria orgânica, nutrientes para diversos organismos, sólidos inorgânicos, além de possíveis poluentes, como metais pesados adsorvidos (Esteves, 1998). Dessa forma, o transporte ou a deposição desses sedimentos torna-se importante no ciclo ecológico e no metabolismo desses ambientes. Esse mecanismo é dependente da circulação, da velocidade de sedimentação das partículas, da descarga de material pelos rios que deságuam no estuário e pela diferença da força do rio e do mar que provocam gradientes de salinidade (Tundisi, 2008).

Frente a isso, a correta compreensão dos processos morfodinâmicos em hidrovias é de vital importância para a manutenção da salvaguarda da navegação. Sendo assim, o desenvolvimento de canais de navegação exige investimentos iniciais substanciais e necessitam de operações regulares de dragagem para manter a profundidade e largura do canal (Bray et al., 1997; Wang et al., 2020). Embora as operações de dragagem sejam cruciais para uma transporte hidroviário, esses processos também podem levar a problemas ambientais (Staniszewska et al., 2017), que podem impactar em curto prazo a velocidade das correntes, transporte de sedimentos e consequências a longo prazo na evolução do leito (Martelo et al., 2019). Essas atividades trazem influência significativa sobre os processos hidromorfodinâmicos naturais que afetam a manutenção de uma hidrovia e subsequentemente a sua navegabilidade.

## 2.2 Metodologia

O sistema open TELEMAC-MASCARET foi utilizado novamente para solucionar os processos morfodinâmicos na região de estudo. A modelagem hidrodinâmica foi realizada com o

modelo TELEMAC-3D, já descrito no relatório 3. Para esse produto, será descrito o modelo morfodinâmico adotado e o acoplamento realizado.

## 2.2.1 Módulo Morfodinâmico – SISYPHE

O SISYPHE é um módulo de simulação de transporte de sedimentos e morfodinâmica que faz parte do sistema de modelagem numérica open TELEMAC-MASCARET. Neste módulo, as taxas de transporte de sedimentos são estimadas como carga de material transportada junto ao fundo (bedload), sendo calculada em cada ponto da malha como função de vários fluxos (velocidade incidente, profundidade da água, tensão cisalhante com o fundo), além de parâmetros do sedimento (diâmetro do grão, densidade relativa, velocidade de sedimentação, etc.).

A carga de material transportada junto ao fundo (bedload) é calculada utilizando fórmulas clássicas de transporte de sedimentos provenientes da literatura. A equação de evolução do fundo (equação de Exner) pode ser resolvida usando elementos finitos ou através da formulação de volumes finitos.

No SISYPHE a composição do sedimento é representada por um número finito de classes, cada uma caracterizada pelo seu diâmetro médio, densidade de grão e velocidade de sedimentação. Os processos de transporte de sedimentos também podem incluir os efeitos da inclinação do fundo, dos leitos rígidos e das correntes secundárias. O modelo pode ser aplicado a uma grande variedade de condições hidrodinâmicas incluindo rios, estuários e aplicações costeiras, onde os efeitos de ondas sobrepostas a uma corrente de maré podem ser adicionados (Jacoub et al., 2007; Tassi, 2007; Huybrechts et al., 2010; Villaret et al., 2011; Chapalain e Guillou, 2011; Villaret et al., 2012; Goll e Kopmann, 2012; Goll et al., 2013; Villaret et al., 2013; Wang et al., 2014; Jia et al., 2015).

Informações mais detalhadas sobre o equacionamento do SISYPHE ou diferentes opções de configuração podem ser encontradas no manual técnico do SISYPHE (Tassi e Villaret, 2014).

## 2.2.2 SISYPHE e a camada de fundo

A figura 2 auxilia na compreensão da relação entre o SISYPHE e as camadas de fundo. Nesta figura, o espaço em azul representa a parcela hidrodinâmica da malha, dominada pelos processos calculados pelo TELEMAC-3D, espaçados verticalmente pelas camadas sigma. Esta camada é seguida pela porção sedimentar, em marrom, no qual o SISYPHE realiza a mobilização

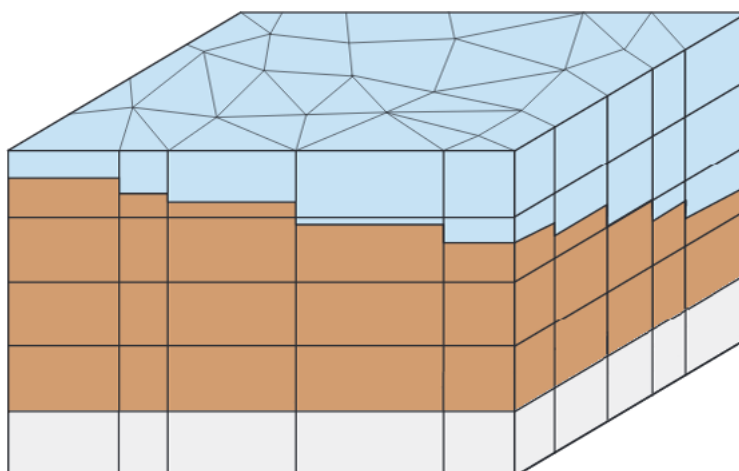


de sedimentos. Por fim, a última porção, em cinza, é chamada de camada rígida e limita a malha numérica em sentido vertical.

Entre as camadas hidrodinâmicas e de sedimentos, existe uma camada de interface, na qual ocorrem as transferências de energia das correntes de fundo gerando conseqüentemente os processos de transporte junto ao fundo (bedload) ou a suspensão dos sedimentos, resultando assim na evolução da batimetria.

A camada de sedimentos no SISYPHE (porção marrom na figura 4) é estratificada de acordo com um número de camadas definido pelo usuário, podendo ainda receber informações da porcentagem de cada classe de grãos presentes nos sedimentos. A espessura da camada sedimentar presente no modelo é, por padrão, de 100 metros. Abaixo da última camada sedimentar encontra-se o fundo rígido, ou seja, o limite inferior da malha numérica.

**Figura 4:** Camadas do modelo morfodinâmico. Em azul está representado o fluido hidrodinâmico presente na coluna de água, em marrom as camadas sedimentares e em cinza a camada profunda intransponível. Adaptados de Tassi e Villaret (2014).



## 2.2.3 Interações fluido-sedimento

Para sedimentos finos não coesivos, com tamanho de grão médio de  $d_{50} > 60\mu\text{m}$ , o diâmetro do grão e sua densidade ( $\rho_z$ ) são parâmetros chave para determinar a sua resistência a erosão e as taxas de transporte sedimentar.

Quando o SISYPHE está acoplado ao TELEMAC-3D, o coeficiente de arrasto com o fundo é alinhado à velocidade próxima ao fundo para possibilitar a inclusão de possíveis desvios por fluxos verticais. A magnitude do coeficiente de arrasto com o fundo está relacionada com a velocidade integrada na vertical, exceto quando a Lei de Fricção de Nikuradse é aplicada. Nesse caso, a velocidade de fricção  $u_*$  está relacionada à velocidade próxima ao fundo  $u(z_1)$  assumindo um perfil de velocidade logarítmico (equação 1).

$$u(z_1) = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{z_1}{z_0}\right) \quad (1)$$

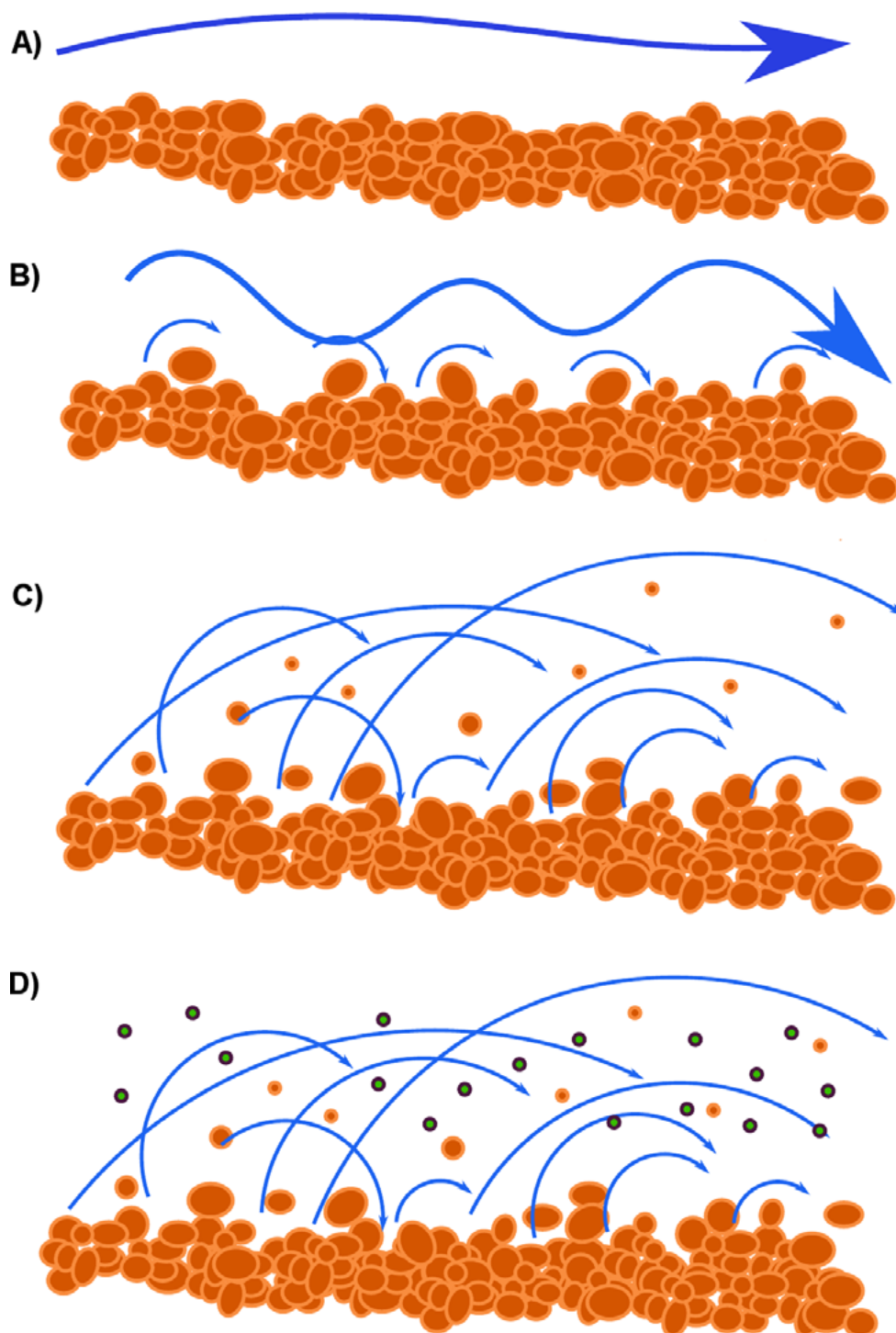
onde,  $z_0$  é a distância vertical de uma borda limite, expressa como função da rugosidade de fundo de Nikuradse ( $z_0 = \frac{k_s}{30}$ ), com  $k_s$  sendo a altura da rugosidade do grão,  $z_1$  a distância mais próxima do fundo medida em coordenadas verticais  $z$ , e alinhada contra a direção da aceleração da gravidade, com  $\kappa = 0.41$  representando a constante de von Kármán.

No TELEMAC-3D,  $z_1$ , é igual a velocidade na camada computacional de fundo. Para fundos lisos ou uniformes, a altura da rugosidade do grão é aproximadamente  $k_s \approx 3d_{50}$  (Julien, 2010).

## 2.3.4 Transporte de sedimento

Quando a corrente induz atrito cisalhante no fundo, as partículas de sedimento começam a se mover através de rolamento, saltação e arrasto (ver figura 5a) com a carga de material transportada junto ao fundo (bedload). O movimento das partículas de sedimento junto ao fundo não é contínuo nem uniforme (figura 5b), quando a corrente exerce atrito acima do valor de limiar crítico algumas partículas são elevadas e carreadas pela corrente por pequenas distâncias (figura 5c). Entretanto as partículas mais finas são transportadas em suspensão por longas distâncias, não sendo contabilizadas no transporte junto ao fundo (figura 5d).

**Figura 5:** Transporte de sedimentos junto ao fundo (bedload) no SISYPHE. A) Início da transferência de movimento; B) Rolamento; C) Saltação; D) Arrasto. Adaptado de Kopmann et al. (2013).



O transporte junto ao fundo ocorre em uma camada muito fina concentrada na camada próxima ao fundo ( $z = Z_{ref}$ ), onde interações entre partículas ocorrem ( $z < Z_{ref}$ ). O material em suspensão é definido como a concentração do fluxo sedimentar integrado na vertical, desde o topo da camada do transporte junto ao fundo ( $z > Z_{ref}$ ) até a elevação do nível do mar. A carga total sedimentar  $Q_t$  (equação 2) inclui o transporte pelo fundo  $Q_b$  e o material em suspensão  $Q_s$ , de acordo com a figura 6.

$$Q_t = Q_b + Q_s \quad (2)$$

Entretanto, neste trabalho, o transporte em suspensão não está sendo considerado, portanto:

$$Q_t = Q_b \quad (3)$$

## 2.2.5 Parâmetro Shields

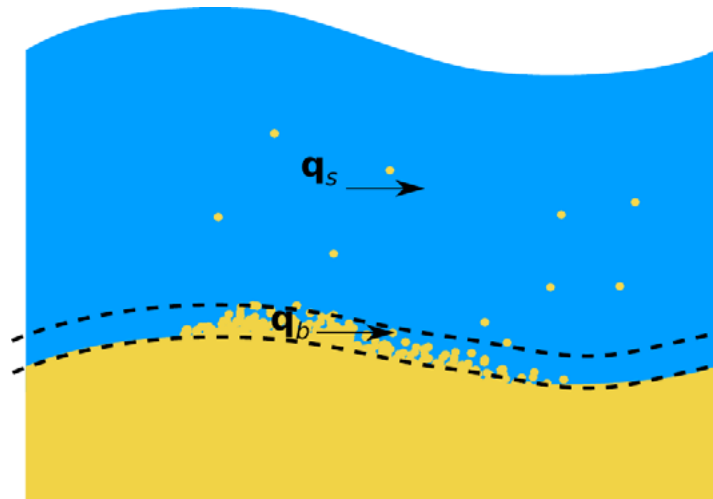
O número crítico de Shields ou atrito cisalhante crítico adimensional  $\theta_c$  é definido através da equação 4.

$$\theta_c = \frac{\tau_c}{g(\rho_s - \rho)d_{50}} \quad (4)$$

onde,  $\tau_c$  é o atrito cisalhante crítico adimensional para os sedimentos em movimento incipiente. Valores de  $\theta_c$  podem ser especificados pelo usuário ou calculados pelo modelo como função não dimensional do diâmetro do grão  $D_* = \left[\frac{\rho_s}{\rho-1} \frac{g}{v^2}\right]^{1/3}$ , de acordo com a relação presente na equação 5. Onde  $\tau_c$  e  $d_{50}$  estão em  $N/m^2$  e em metros, respectivamente.

$$\frac{\tau_c}{g(\rho_s - \rho)d_{50}} = \begin{cases} 0.24D_*^{-1}, & D_* \leq 4 \\ 0.14D_*^{-0.64}, & 4 < D_* \leq 10 \\ 0.04D_*^{-0.10}, & 10 < D_* \leq 20 \\ 0.013D_*^{0.29}, & 20 < D_* \leq 150 \\ 0.045, & 150 \leq D_* \end{cases} \quad (5)$$

**Figura 6:** Parcelas do transporte pelo fundo e em suspensão. Adaptado de Kopmann et al. (2013)



## 2.2.6 Carga de material transportada junto ao fundo (bedload)

O transporte de material junto ao fundo ocorre em uma pequena região próxima ao leito marinho ( $z < Z_{ref}$ ). Esta camada se adapta rapidamente a quaisquer mudanças na condição do fluxo, tornando válido a condição de equilíbrio. A taxa de transporte do fundo pode então ser calculada por algumas fórmulas de equilíbrio do transporte de sedimentos, em função de vários fluxos e parâmetros sedimentares, assumindo que a taxa de transporte corresponde à condição de saturação.

### 2.2.6.1 Evolução de fundo

Para calcular a evolução do fundo, o SISYPHE utiliza a equação de Exner (equação 6) que denota que a variação da espessura do sedimento de fundo pode derivar de um simples balanço de massa e por isso é válido para a condição de equilíbrio.

$$(1 - n) \frac{\partial Z_f}{\partial t} + \nabla \cdot Q_b = 0, \quad (6)$$

onde,  $n$  é a porosidade do fundo não coesivo ( $n \approx 0.4$  para sedimentos não coesivos),  $Z_f$  é a elevação do fundo do mar, e  $Q_b (m^2 \cdot s^{-1})$  o transporte de volume sólido por unidade de comprimento.

## 2.2.6.2 Formulação para o transporte junto ao fundo

Para correntes apenas (sem efeito das ondas) um grande número de formulações semiempíricas podem ser encontradas na literatura para calcular as taxas de transporte junto ao fundo. No SISYPHE o usuário escolhe entre as diferentes formulações disponíveis, incluindo Meyer-Peter e Müller, Engelund-Hansen e Einstein-Brown.

A maioria dessas formulações assumem uma condição limiar para o início da erosão (como exemplo, Meyer-Peter e Müller, Van Rijn e Hunziker). Outras formulações são baseadas em um conceito similar de energia (como Engelund-Hansen), ou podem ser derivados da abordagem estatística (como Einstein-Brown, Bijker, etc.). A taxa adimensional do transporte de areia induzido por correntes  $\Phi_s$  é apresentada na equação 7, sendo,  $\rho \frac{\rho_s}{\rho}$  a densidade relativa.

$$\Phi_s = \frac{Q_b}{\sqrt{g(\rho_r - 1)d_{50}^3}} \quad (7)$$

O transporte de sedimento pelo fundo geralmente é apresentado como a tensão total ( $\tau$ , força por unidade de área) que o fluxo exerce sobre o fundo. Entretanto, somente uma porção desta tensão age sobre os grãos de sedimentos para produzir transporte. Para estimar as taxas de sedimentos transportados, deve ser realizado um particionamento desta tensão em parcelas que agem especificamente nos grãos de sedimentos. Esta parcela é chamada de tensão de fricção superficial  $\tau_0$  (skin friction stress, ou grain stress).

A taxa adimensional do transporte de areia induzido por correntes  $\Phi_s$  é, em geral, expressa como função tensão de fricção superficial não dimensional, ou parâmetro de Shields  $\theta'$  (equação 8), sendo,  $\mu$  o fator de correção para a tensão de fricção superficial.

$$\theta' = \frac{\mu\tau_0}{(\rho_s - \rho)gd_{50}} \quad (8)$$

### 2.2.6.3 Formulação para o transporte de sedimentos

A fórmula do transporte é definida pelo usuário, podendo ser qualquer formulação pré-definida ou programada. O SISYPHE possui formulações predefinidas que levam em consideração o efeito de ondas (Bijker, Bailard, Dibajnia and Watanabe, etc.) ou para grãos de diferentes tamanhos (Hunziker). Para este trabalho, foi escolhida a fórmula de Meyer-Peter-Müller (Meyer-Peter e Muller, 1948) (equação 9).

$$\Phi_b = \begin{cases} 0 & \text{se } \theta' < \theta_c \\ \alpha_{mpm}(\theta' - \theta_c)^{3/2} & \end{cases} \quad (9)$$

sendo,  $\alpha_{mpm}$  sendo um coeficiente ( $\alpha_{mpm} = 8$  por padrão) e  $\theta_c$  o parâmetro crítico de Shields ( $\theta_c = 0.047$  por padrão).

Esta é uma formulação clássica para transporte de fundo e foi validada para transporte de sedimentos grosseiros variando de  $0.4 \text{ mm} < d_{50} < 29 \text{ mm}$  (Meyer-Peter e Muller, 1948), sendo baseada no conceito do entranhamento inicial (Maniatis et al., 2017). Esta formulação se adapta para fluxos altos e baixos de sedimentos pelo fundo, além de leito marinho com fundo ondulado (rippled bottoms).

### 2.2.6.4 Efeito de quebra com o fundo (Bed Slope Effect)

O efeito de haver uma queda na batimetria influencia positivamente nas taxas de transporte em direção ao decréscimo batimétrico e reduz, por consequência, o transporte aclive de sedimentos pelo fundo. No SISYPHE um fator de correção é aplicado tanto para a magnitude quanto para a direção das taxas de transporte, antes da equação de evolução do fundo ser resolvida.

O fator de correção utilizado foi definido através do método de magnitude das taxas de transporte pelo fundo. O método de Koch e Flokstra (Koch e Flokstra, 1981) aplica um fator  $1 - \beta \frac{\partial Z_f}{\partial \varphi}$  multiplicado à intensidade das taxas de transporte junto ao fundo  $Q_{b0}$ , de acordo com a equação 10.

$$Q_b = Q_{b0} \left( 1 - \frac{\partial Z_f}{\partial \varphi} \right) \quad (10)$$

onde,  $\varphi$  é a coordenada da direção da corrente e  $\beta$  um fator empírico ( $\beta = 1.3$  por padrão). Este efeito age em quedas batimétricas de forma semelhante a adicionar um termo difusivo na equação de evolução do fundo. Este fator de correção tende a reduzir instabilidades em regiões de grande variação batimétrica.

## 2.2.7 Acoplamento

O sistema open TELEMAC-MASCARET realiza o acoplamento interno entre os módulos, ou seja, utiliza os módulos interativamente durante cada passo de tempo do modelo, transmitindo as mudanças em parâmetros (como erosão e sedimentação) em tempo real.

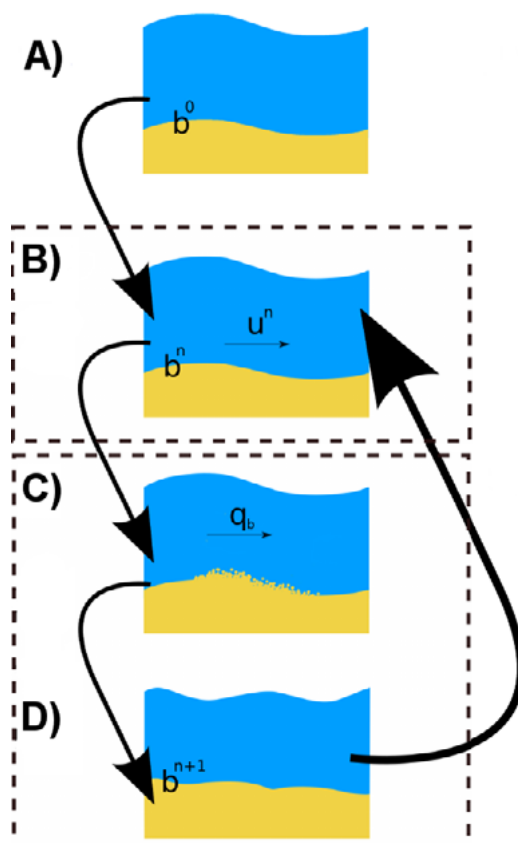
Para este trabalho, o método de acoplamento interno foi utilizado, onde o SISYPHE pode ser automaticamente acoplado ao modelo hidrodinâmico TELEMAC-3D. O SISYPHE é chamado dentro do modelo hidrodinâmico, realizando trocas entre os programas através de uso direto de memória (sem salvar arquivos externos). O módulo ondulatório TOMAWAC foi aplicado sem acoplamento.

Sendo assim, a figura 6 apresenta uma esquematização do acoplamento entre o TELEMAC-3D e o SISYPHE. Partindo do passo de tempo inicial ( $t_{s_n} = 0$ ) com condições iniciais para a hidrodinâmica e morfodinâmica ( $b^0$ ) (ver figura 7a), o modelo TELEMAC-3D é inicializado gerando uma corrente  $u^n$  (figura 7b).

Posteriormente o modelo morfodinâmico SISYPHE é acionado (figura 7c), aplicando a velocidade incidente  $u^n$  em suas equações e gerando transporte pelo fundo ( $q_b$ ), após o cálculo do transporte, o resultado do movimento sedimentar é finalizado (figura 7d). Por fim, a nova batimetria é atualizada para o TELEMAC-3D, repetindo esse ciclo por n vezes.



**Figura 7:** Esquema do acoplamento entre o modelo hidrodinâmico e morfodinâmico. A) Modelo inicia os cálculos considerando uma condição de fundo  $b^0$ ; B) Ocorre a mudança do passo de tempo e a velocidade é alterada pelo modelo hidrodinâmico; C) A nova velocidade gera movimento de carga pelo fundo  $q_b$ ; D) O modelo morfodinâmico calcula todo o processo de movimentação e devolve a nova batimetria resultante da influência da velocidade neste passo de tempo. O ciclo de interações retorna para B. Adaptado de Kopmann et al. (2013)



A validação de modelos morfodinâmicos é extremamente complexa. Santoro et al. (2015) validou o SISYPHE com dados de um Acoustic Doppler Current Profiler - ADCP obtendo dados de material particulado indiretamente através da intensidade do backscatter. A validação do modelo morfodinâmico DELFT3D-FLOW (Lesser et al., 2004) foi realizada através de comparações de transporte sedimentar entre dados modelados e coletados em um tanque de correntes de modelos físicos.

Dorfmann et al. (2012) não conseguiram validar o SISYPHE devido a complexidade do estudo proposto e por limitações numéricas. Jia et al. (2015) validaram o SISYPHE através da coleta de duas imagens de diferentes datas utilizando sensor Lidar (Light Detection And Ranging), calculando assim a variação topográfica entre elas. Cordier et al. (2015) falharam na validação do SISYPHE

devido ao fundo do rio estudado ser composto por pedregulhos (diâmetros > 0.25 m). Portanto, neste estudo, nenhuma validação foi realizada para o modelo morfodinâmico SISYPHE devido a ausência de dados.

## 2.2.8 Setup da simulação

Para iniciar o SYSIPHE de forma a prescrever corretamente os processos morfodinâmicos da região de estudo, o modelo foi parametrizado de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10: Parâmetros utilizados

Período de simulação	2019
Passo de salvamento	6 em 6 horas
Transporte pelo fundo	Sim
Classe de sedimento	Areia Fina
Diâmetro médio dos grãos	0,160 mm
Massa específica do sedimento	2650 kg/m <sup>3</sup>
Fórmula de transporte pelo fundo	Meyer-Peter-Müller
Fórmula da evolução do fundo	Exner
Ângulo de fricção dos sedimentos	40°

## 2.3 Resultados

Após a elaboração da simulação hidrodinâmica, os resultados morfodinâmicos foram concluídos para a simulação da Macrorregião, durante o ano de 2019. Sendo assim, os resultados morfodinâmicos estão divididos em 4 variáveis de interesse sendo elas: Velocidade máxima de fundo, atrito cisalhante máximo de fundo, transporte pelo fundo e a evolução do fundo. As análises serão apresentadas para cada variável.

Na figura 6a, a região da Lagoa Mirim apresenta velocidades máxima de fundo observadas em torno de 0.5 m/s ao sul (próximo a Santa Vitória do Palmar), e ao norte (próximo ao Sangradouro). Ao longo da lagoa, existe a ocorrência de locais de alta velocidade de fundo.

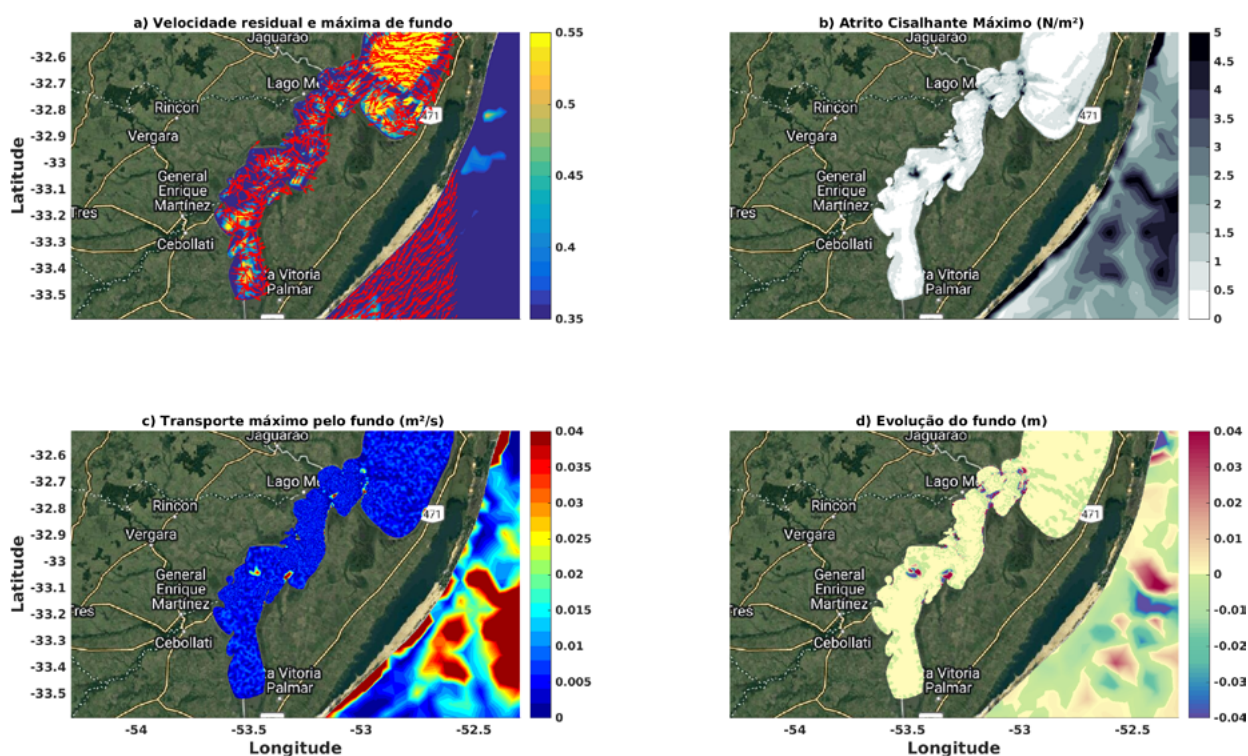
A direção da velocidade de fundo apresenta padrão de vazante (em direção ao canal São Gonçalo), entretanto, devido ao padrão morfológico das bordas lagunares, apresenta vetores dire-

cionais que divergem dos contornos para o centro da lagoa. Este padrão é observado em correntes de fundo que resultam em aumento deposicional no centro de corpos hídricos.

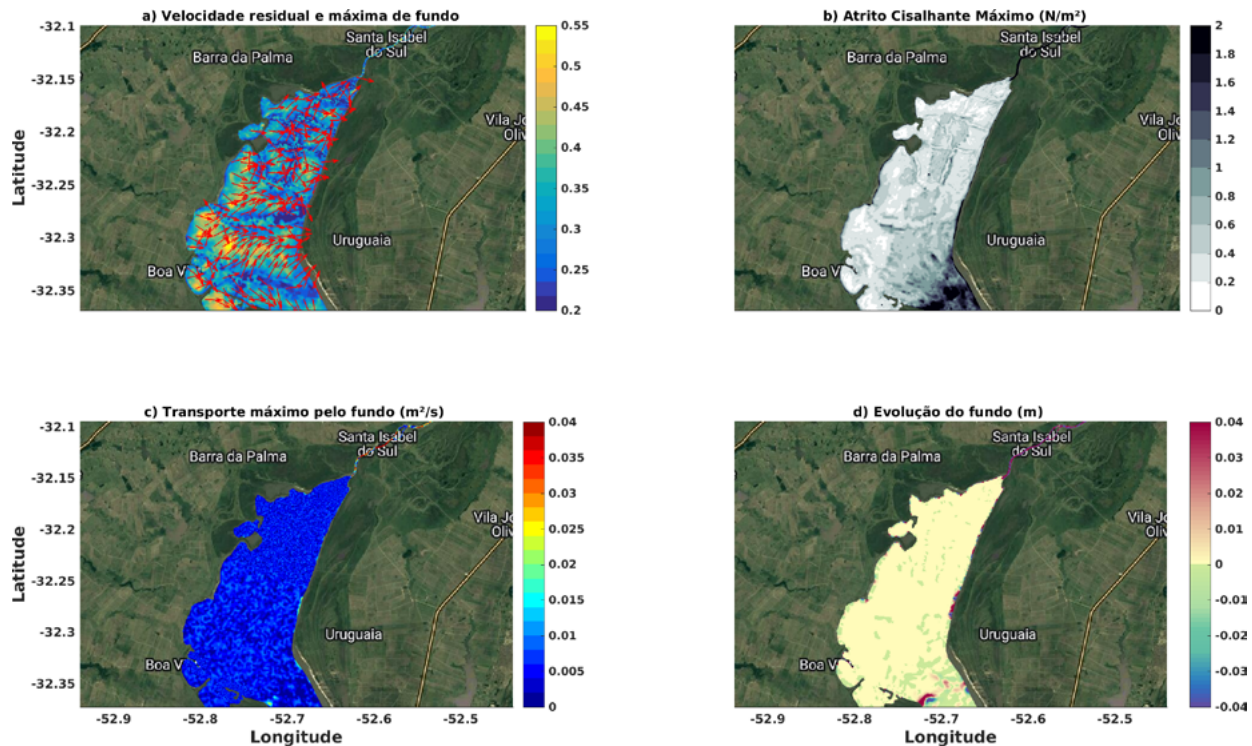
Posteriormente, na figura 8.b, o atrito cisalhante máximo pelo fundo pode ser observado. Este processo é gerado pela corrente em contato com o fundo, fazendo com que as partículas de sedimento comecem a se mover através de rolamento, saltação e arrasto, gerando a seguir o transporte pelo fundo (bedload, na figura 8b), onde basicamente é a tendência do material a ser transportado junto ao fundo. O atrito cisalhante nesse caso, apresenta valores máximos ( $5 \text{ N/m}^2$ ) ao centro da porção sul da Lagoa Mirim, e na constricção presente na desembocadura do Rio Jaguarão. Valores próximos a  $1 \text{ N/m}^2$  já indicam potencial de iniciar transporte sedimentar ( $d_{50} = 0,160 \text{ mm}$ ).

A seguir, o transporte máximo de sedimentos pelo fundo, apresentou nas mesmas regiões com o alto atrito cisalhante, valores de transporte equivalentes a  $400 \text{ cm}^2/\text{s}$ . Esse transporte resultou em uma evolução final do fundo (Figura 8d.) equivalente a  $4 \text{ cm}$ , com setores de erosão (cores frias) e deposição (cores quentes).

**Figura 8:** Parâmetros simulados na região da Lagoa Mirim. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $\text{N/m}^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) e Evolução do fundo (m).



**Figura 9:** Parâmetros simulados na região do Sangradouro. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo (N/m<sup>2</sup>). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo (m<sup>2</sup>/s) e Evolução do fundo (m).



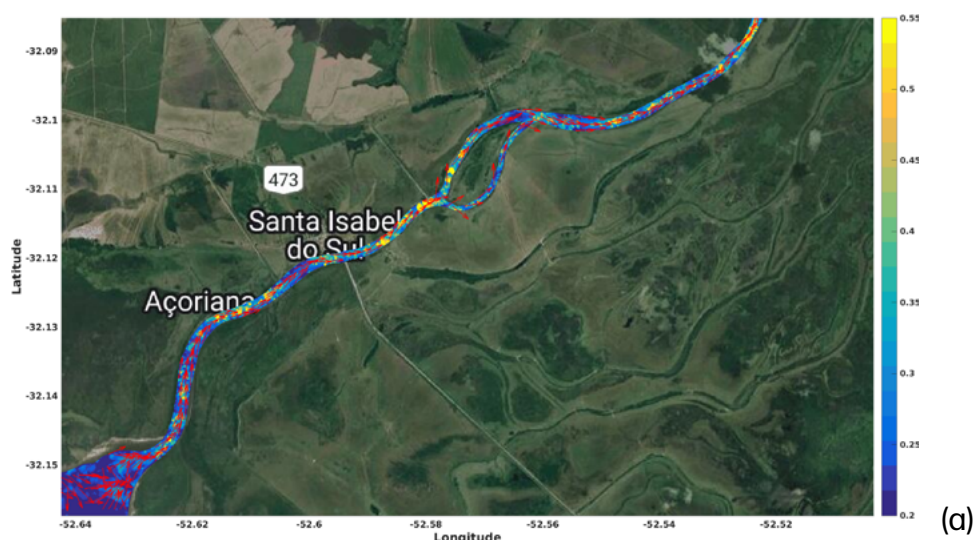
Para a avaliação dos processos morfodinâmicos atuantes dentro do Canal São Gonçalo, os resultados serão apresentados seguindo a ordem de velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo, tensão de cisalhamento máxima de fundo, transporte máximo pelo fundo e a evolução do fundo.

Sendo assim, o padrão da direção de corrente residual dentro do canal São Gonçalo resultou, em todas a sua extensão (Figura 10), resultando em tendência de vazante durante o período analisado. Entretanto, é possível observar algumas variações ao longo do trajeto do canal, assim como a variação da intensidade máxima da corrente de fundo. No trecho próximo à cidade de Santa Isabel do Sul (Figura 10a.), é possível observar a ocorrência de velocidades acima de 0,55 m/s em alguns trechos, a notar ao sul da Ilha Pequena. Neste local ocorre a convergência de fluxos de enchente e a divergência de fluxos de vazante gerando alta intensidade das correntes de fundo. Da mesma forma, a margem leste da Ilha Pequena apresenta velocidades máximas superiores do que a margem oeste, indicando maior capacidade de transporte sedimentar da margem leste.

A tensão de cisalhamento máxima (Figura 10b.) ocorre nas regiões de maior intensidade das correntes de fundo, conseqüentemente, nos mesmos locais supracitados. Adicionalmente, no centro do canal São Gonçalo, devido às maiores intensidades de velocidade, o arrasto com o fundo será também superior. O setor de contato entre o canal e o trecho sul e oeste da Ilha Pequena apresenta valores máximos superior a 5 N/m<sup>2</sup>, indicando a possibilidade de ocorrência de transporte sedimentar elevado durante correntes máximas. O transporte pelo fundo (Figura 10c.) nessas regiões atinge no máximo 0,20 m<sup>2</sup>/s, entretanto, nas margens leste e norte da Ilha Pequena, a taxa máxima de transporte pelo fundo foi nula, indicando possibilidade da ocorrência de deposição sedimentar.

O parâmetro da evolução do fundo (Figura 10d.) equivale ao total de sedimentos adicionados ou removidos durante toda a simulação, ou seja, indica os pontos com ocorrência de deposição ou erosão sedimentar. Para este setor, é possível observar que a remobilização sedimentar máxima ocorre na escala de 10 cm, principalmente nas regiões de maior intensidade de corrente de fundo. Adicionalmente percebe-se a movimentação sedimentar na escala de 1 cm em toda a extensão do canal.

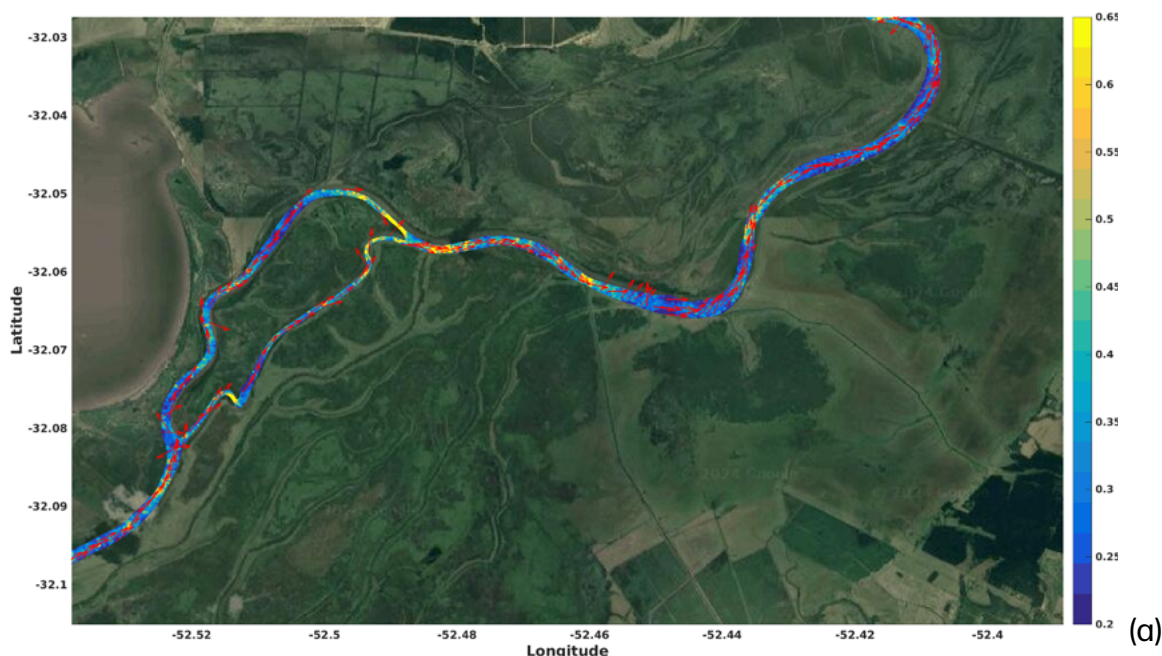
**Figura 10:** Parâmetros simulados na região do Canal São Gonçalo. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo (N/m<sup>2</sup>). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo (m<sup>2</sup>/s) e Evolução do fundo (m).

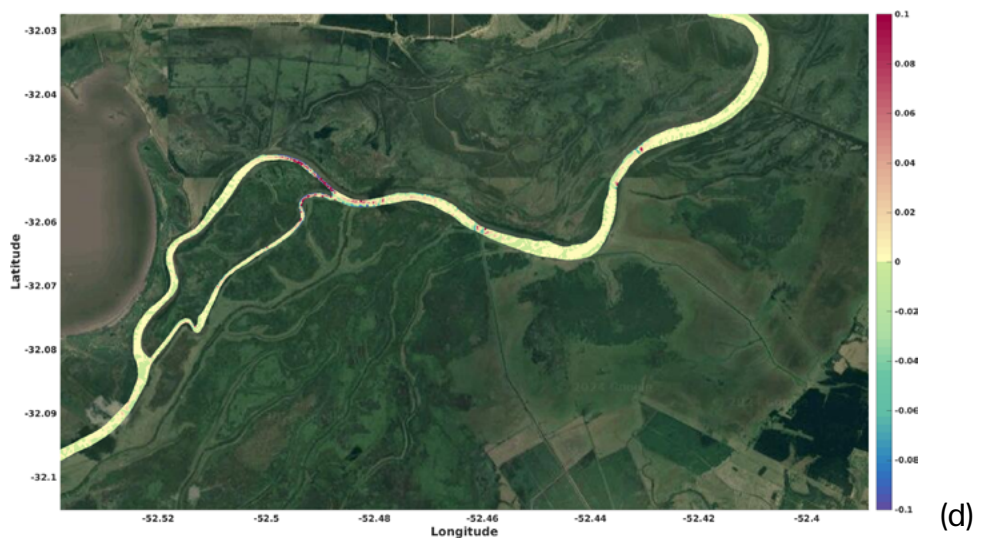
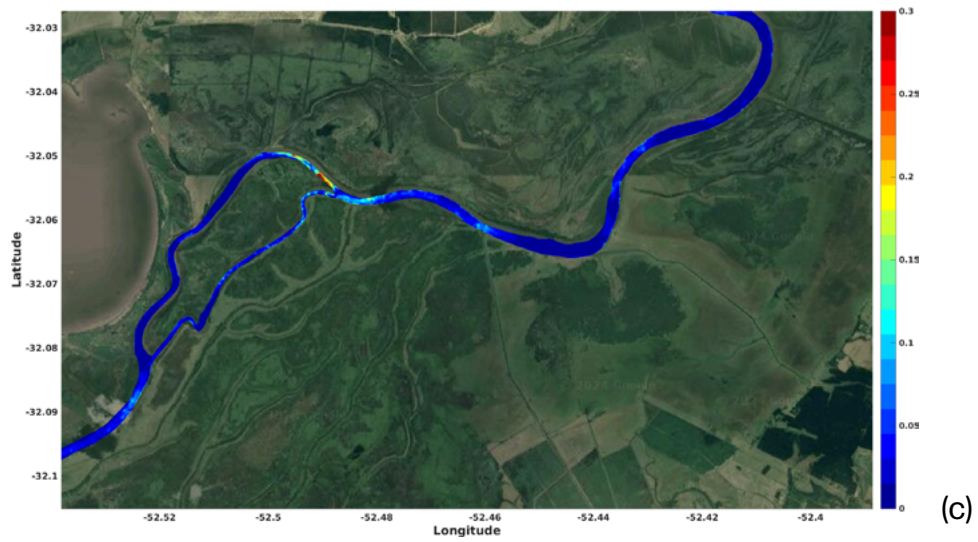
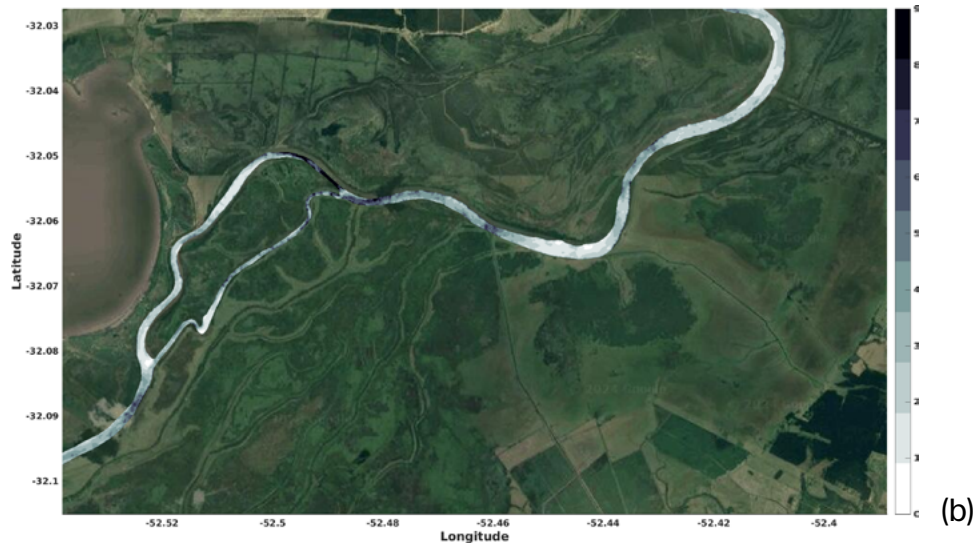




Por outro lado, na Ilha Grande (Figura 10), os mesmos processos citados anteriormente ocorrem à jusante da ilha, com grande intensificação das correntes de fundo com valor máximo atingindo 0,65 m/s (Figura 10a.). Locais de alta intensidade das correntes de fundo acontecem na proximidade dos meandros que conduzem o canal São Gonçalo. A tensão de cisalhamento e o transporte pelo fundo máximo (Figuras 10b. e c.) ocorrem nesses setores indicando elevada remobilização sedimentar, enquanto que à montante da ilha o inverso ocorre. A evolução do fundo (Figura 10d.) apresenta deposição e erosão nos meandros seguindo a dinâmica padrão de rios e canais na escala de 10 cm, enquanto que à jusante da Ilha Grande (Figura 11) é observado valores na escala de deposição e erosão em torno de 40 cm. Na Figura 11, a ocorrência da deposição de bancos de 40 cm de altura é intermitente a ocorrência da erosão da margem nas mesmas escalas de valores, promovendo a geração de formas de fundo (bedforms) associadas aos padrões de transporte sedimentar induzidos pela morfologia da ilha indicando elevada turbulência devido a convergência das correntes de vazante neste setor.

**Figura 11:** Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próxima a Ilha Grande. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).







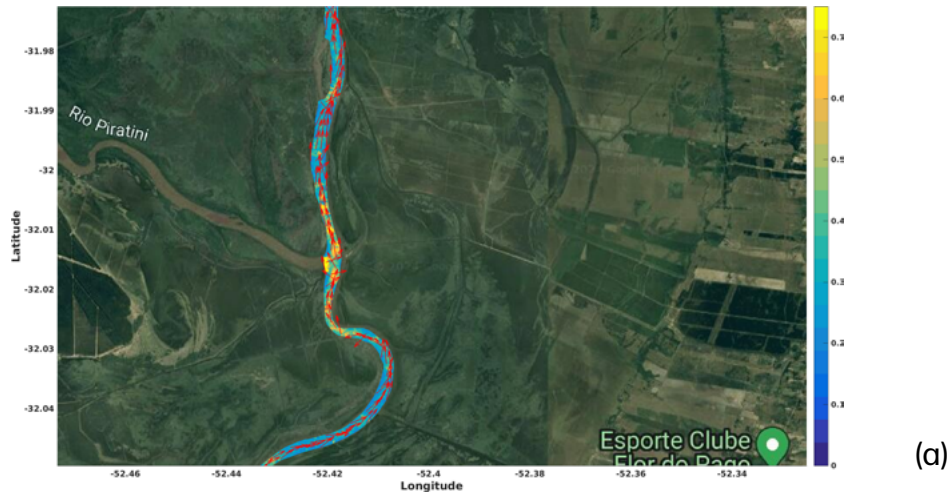
**Figura 12:** Evolução do fundo (m) à jusante da Ilha Grande.



Na sequência (Figura 12), em frente ao deságue do Rio Piratini no canal São Gonçalo é possível observar o aumento na intensidade das correntes de fundo (Figura 12a.), superando 0,70 m/s devido à presença da descarga fluvial do rio. A adição desse fluxo induz neste setor uma elevada mobilização sedimentar, resultando em tensões de cisalhamento e transporte pelo fundo (Figura 12b. e c.) elevados à jusante do Rio Piratini e promovendo a manutenção dos meandros já existentes através da erosão na borda de ataque das correntes e deposição na borda interna do meandro em escalas de 1 a 2 cm (Figura 12d.). Em detalhe, na desembocadura do Rio Piratini (Figura 13), percebe-se a ocorrência de processos intermitentes de erosão e deposição em escala de  $\pm 40$  cm. Neste local, devido a variação da descarga fluvial levando a intensificação e, por momentos, redução das correntes neste setor, promove a movimentação dos sedimentos para setores à jusante do rio, além de gerar formas deposicionais de fundo.

Na Figura 13, devido ao formato mais retilíneo deste setor do canal não são observados valores significativos de velocidade de fundo, e a evolução de fundo resulta em torno de  $\pm 1$  cm.

**Figura 13:** Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próximo ao Rio Piratini. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).





**Figura 14:** Evolução do fundo (m) na desembocadura do Rio Piratini.



**Figura 15:** Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).

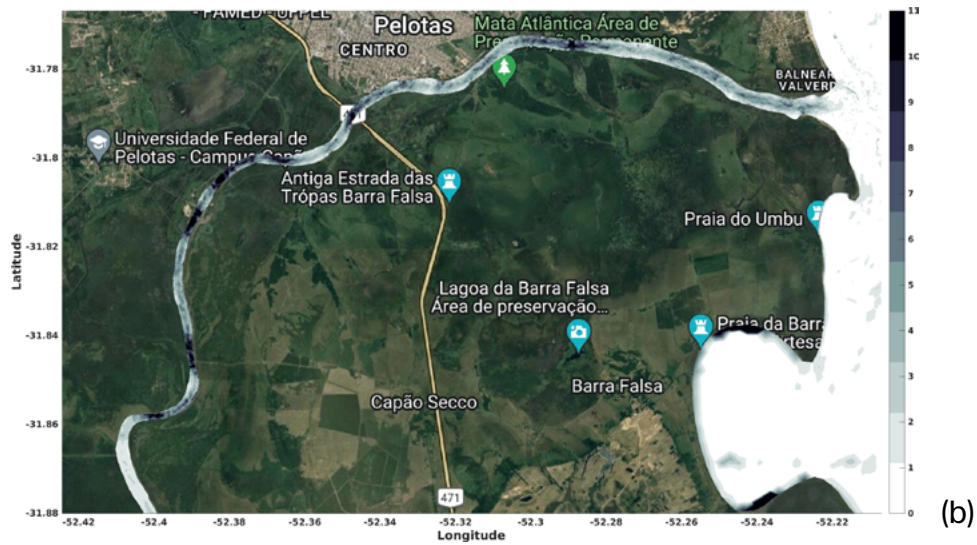


No trecho final do canal São Gonçalo em direção a Lagoa dos Patos (Figura 15), nas curvas meandrantas do canal existe a ocorrência de velocidades de até 0,70 m/s durante o período analisado. Na região da barragem eclusa valores elevados também podem ser observados. A tensão de cisalhamento e o transporte pelo fundo máximo (Figuras 15b. e c.) ocorrem nesses setores indicando elevada remobilização sedimentar. A evolução de fundo (Figuras 15d.) durante o período indica escalas de  $\pm 50$  cm de erosão e deposição em diversos locais. Nas curvas meandrantas do canal São Gonçalo (Figura 16) a presença dos processos inerentes à manutenção e desenvolvimentos dos meandros se torna evidente com a erosão de uma margem enquanto que a deposição ocorre na margem interna.

Na região barragem eclusa (Figura 17), os resultados demonstraram a possibilidade da ocorrência de deposição e sedimentação em escalas de  $\pm 50$  cm de forma intercalada formando sistemas de bancos e cavas. Vale ressaltar que este resultado advém da malha da Macrorregião, e que a presença física da barragem eclusa não foi adicionada neste cenário, portanto os resultados obtidos neste setor devem ser analisados e considerados com cautela.

**Figura 16:** Parâmetros simulados na região do canal São Gonçalo próximo a cidade de Pelotas. (a) Velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo (m/s). (b) Máximo do atrito cisalhante de fundo ( $N/m^2$ ). (c) Transporte de sedimentos pelo fundo ( $m^2/s$ ) e Evolução do fundo (m).





(b)



(c)



(d)

## 2.4 Conclusões

Neste relatório, através de modelagem numérica tridimensional e aplicação do modelo morfodinâmico SISYPHE, os processos intrínsecos relacionados ao transporte sedimentar de fundo no setor da Lagoa Mirim e canal São Gonçalo foram abordados.

Os processos morfodinâmicos foram avaliados frente às variáveis da velocidade residual direcional e velocidade máxima de fundo, tensão de cisalhamento máxima de fundo, transporte máximo pelo fundo e a evolução do fundo.

A velocidade de corrente de fundo torna-se de extrema relevância nos processos sedimentares por interagir com a dinâmica da velocidade superficial e na transferência de energia das forçantes atmosféricas para as camadas profundas. Sendo assim, a velocidade de fundo pode atingir valores máximos em certos locais promovendo a erosão de fundo, entretanto, de forma geral, a região apresenta baixa dinâmica de fundo com tendência deposicional.

A tensão de cisalhamento com o fundo indica a quantidade de força de arrasto que a corrente de fundo está exercendo sobre um metro quadrado da camada de sedimentos, podendo por conseguinte gerar o início do transporte sedimentar. Caso a velocidade de fundo seja suficientemente elevada, pode gerar uma tensão crítica de cisalhamento, podendo ocorrer a erosão dos sedimentos. Esse parâmetro atua em consonância com a velocidade de fundo e o transporte pelo fundo, indicando regiões de maior ou menor acesso a velocidades críticas para a dinâmica sedimentar. A região de estudo apresentou valores máximos de cisalhamento condizentes com corpos hídricos restritos e rasos, com a possibilidade de manutenção de transporte sedimentar.

A evolução do fundo indica a variação final da batimetria após o período analisado frente às alterações morfodinâmicas na área de estudo. Em diversos setores houve variação em escala de  $\pm 1$  a 2 cm, entretanto em alguns locais houve a ocorrência de processos erosivos e deposicionais de maior intensidade alcançando  $\pm 50$ cm. Frente a isso, regiões de interesse para estudos futuros e abordagens frente ao interesse da hidrovia devem dar maior atenção às margens dos meandros, tanto a margem erosiva quanto a deposicional, existentes no canal São Gonçalo. Adicionalmente, a Ilha Pequena e Ilha Grande devem receber especial atenção nos seus setores de jusante e montante devido a incursão ou deságue, dependendo da direção predominante, de fluxo hídrico, que poderá determinar locais de possível assoreamento, podendo gerar risco a navegabilidade.

## 3. Resultados

---

Antiqueira, J. A. F., e Calliari, L. J. (2008). Características Sedimentares da Desembocadura da Laguna dos Patos. *Nome da Revista ou Livro, Volume(Número), páginas*. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel\\_3\\_05.pdf](https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel_3_05.pdf). Acesso em: 09 ago. 2024.

Bray, R.N., Bates, A., Land, J. (1997). *Dredging: a Handbook for Engineers*.

Bühler, B.F., Souza, C.A. (2018). Hidrodinâmica e composição sedimentar do córrego Jacobina, município de Cáceres, MT, Pantanal. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 9(1), 239-248.

Carvalho, N.O. *Hidrossedimentologia Prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

Carvalho, N. de O. *Hidrossedimentologia prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 1994.

Chapalain, G. e Guillou, N. (2011). Effects of the coupling between TELEMAC 2D and TOMAWAC on SISYPHE modelling in the outer Seine estuary. In Violeau, D., Hervouet, J.-M., Razafindrakoto, E., e Denis, C., editors, *XVIIIth Telemac and Mascaret User Club*, pages 51–58, Chateau, France. EDF Corporate University.

Cordier, F., Tassi, P., Jodeau, M., e Camenen, B. (2015). Large-scale morphodynamics structures in the Arc en Maurienne River (France). In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, *XXII TELEMAC-MASCARET User Conference*, pages 9–17, Warrington, UK. Science and Technology Facilities Council.

Dorfmann, C., Harb, G., e Zenz, G. (2012). Simulation of hydrodynamic and sediment transport processes – Two Austrian case studies. In Bourban, S., Durand, N., e Hervouet, J.-M., editors, *XIX TELEMAC-MASCARET User Conference*, pages 45–50, Oxford, Inglaterra. HR Wallingford.

Esteves, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 2. ed, 602p, 1998.

Garrido, J.W.A., Sousa, T.M.I., Ismael, L.L., Crispim, D.L., Ferreira, P.M., Queiroz, M.M.F. (2018). Determinação das curvas-chave de descargas de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 23(1), 2018.

Goll, A. e Kopmann, R. (2012). Dune simulation with TELEMAC-3D and SISYPHE: A parameter study. In Bourban, S., Durand, N., e Hervouet, J.-M., editors, *XIX TELEMAC-MASCARET User Conference*, pages 19–25, Oxford, Inglaterra. HR Wallingford.

Goll, A., Kopmann, R., e Villaret, C. (2013). Numerical Modelling of flumes with moving dunes – TELEMAC3D and Sisyphé. In *Marine and River Dune Dynamics – MARID IV*, pages 127–128, Bruges, Belgium.

Hervouet, J.-M., Razafindrakoto, E., e Villaret, C. (2011). Dealing with Dry Zones in Free Surface Flows: A New Class of Advection Schemes. In Valentine, E., Apelt, C., Ball, J., Chanson, H., Cox, R., Ettema, R., Kuczera, G., Lambert, M., Melville, B., e Sargison, J., editors, *34th World Congress*

of the *International Association for Hydro- Environment Research and Engineering: 33rd Hydrology and Water Resources Symposium and 10th Conference on Hydraulics in Water Engineering*, pages 4103–4110. Barton, A.C.T.: Engineers Australia.

Huybrechts, N., Villaret, C., e Hervouet, J.-M. (2010). Comparison between 2D and 3D modelling of sediment transport: application to the dune evolution. In Dittrich, Koll, Aberle, e Geisenhainer, editors, *River Flow*, pages 887–893, Braunschweig, Germany. Bundesanstalt für Wasserbau.

Jacoub, G., Stansby, P., Hervouet, J.-M., Villaret, C., e Benoit, M. (2007). Offshore sandbank morphodynamics modelling with sea level rise. In 2nd IMA *International Conference on Flood Risk Assessment*, pages 1–10, Plymouth. Eugene Kidwell.

Jia, M., Tassi, P., e Huybrechts, N. (2015). Numerical study of the influence of waves and tidal currents on the sediment dynamics in the vicinity of the Somme Bay area (France). In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, *XXIIth TELEMAC-MASCARET User Conference*, pages 28–35, Warrington, UK. STFC Daresbury Laboratory.

Julien, P. (2010). *Erosion and sedimentation*. Cambridge University Press, Cambridge, 2nd edition.

Koch, F. e Flokstra, C. (1981). Bed level computations for curved alluvial channels. In *XIXth Congress of the International Association for Hydraulic Research*, New Delhi, India.

Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P. (1995). *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Francisco: Freeman, 535 p.

Lesser, G., Roelvink, J., van Kester, J., e Stelling, G. (2004). Development and validation of a three-dimensional morphological model. *Coastal Engineering*, 51(8-9):883–915.

Leupi, C., Altinakar, M. S., e Deville, M. (2008). Numerical modeling of cohesive sediments dynamics in estuaries: Part I—Description of the model and simulations in the Po River Estuary. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 57(3):237–263.

Maniatis, G., Hoey, T. B., Hassan, M. A., Sventek, J., Hodge, R., Drysdale, T., e Valyrakis, M. (2017). Calculating the Explicit Probability of Entrainment Based on Inertial Acceleration Measurements. *Journal of Hydraulic Engineering*, 143(4):04016097.

Martelo, A.F., Trombetta, T.B., Lopes, B.V., Marques, W.C., Möller, O.O. (2019). Impacts of dredging on the hydromorphodynamics of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. *Ocean Eng.* 188, 106325.

Meurer, M., Bravard, J., Stevaux, J. C. (2011). Granulometria dos sedimentos marginais do rio Ivai com vistas à compreensão da dinâmica hidrosedimentar montante-jusante. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12(1), 39 – 44.

Meyer-Peter, E. e Muller, R. (1948). Formulas for Bed-Load transport. In *International Association for Hydraulic Structures Research*, pages 39–64, Stockholm, Sweden.



Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Normas de tráfego - Amarópolis. Brasília: DNIT, [2022]. Disponível em: <[https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas\\_de\\_trafego\\_amaropolis\\_r7\\_assinado.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas_de_trafego_amaropolis_r7_assinado.pdf)>. Acesso em: [03/04/2024].

Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Normas de tráfego - Bom Retiro do Sul. Brasília: DNIT, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas\\_de\\_trafego\\_bom\\_retro\\_do\\_sul\\_r7\\_assinado.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas_de_trafego_bom_retro_do_sul_r7_assinado.pdf)>. Acesso em: 03/04/2024.

Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Normas de tráfego - Dom Marco. Brasília: DNIT, [ano de publicação]. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas\\_de\\_trafego\\_dom\\_marco\\_r7\\_assinado.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas_de_trafego_dom_marco_r7_assinado.pdf). Acesso em: 03/04/2024.

Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Normas de tráfego - Fandango. Brasília: DNIT, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas\\_de\\_trafego\\_fandango\\_r7\\_assinado.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/portarias-e-normas-rs/normas_de_trafego_fandango_r7_assinado.pdf). Acesso em: 03/04/2024.

Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Eclusas. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/eclusas/eclusas\\_nova](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/eclusas/eclusas_nova). Acesso em: 03/04/2024.

Normant, C. L. (2000). Three-dimensional modelling of cohesive sediment transport in the Loire estuary. *Hydrological Processes*, 14(13):2231–2243.

Normas de Tráfego nas Eclusas da Hidrovia do Tocantins. Pará, 2011.

PORCIÚNCULA, G.; FRÓES, C. N.; CORREA, M. G. e COUTO, R. S. A importância da barragem eclusa do canal São Gonçalo para a rede portuária transfronteiriça via hidrovia Brasil Uruguai. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESEMPENHO PORTUÁRIO. Florianópolis, 2015.

Santoro, P., Fossati, M., Piedra-Cueva, I., Tassi, P., Benoit, M., Huybrechts, N., e Bang, D. P. V. (2015). Hydrodynamic and fine sediment transport numerical modelling, application to the Río de la Plata and Montevideo Bay. In Moulinec, C. e Emerson, D. R., editors, XXII TELEMAR-MASCARET User Conference, pages 119–126, Warrington, UK. Science and Technology Facilities Council.

Santos, I. et al. Hidrometria Aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. 372p.

Staniszewska, M., Boniecka, H., Cylkowska, H. (2017). Environmental Aspects of Dredging Technology, vol. 32. CRC Press. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.6973>.

Tassi, P. (2007). *Numerical modelling of river processes: Flow and river bed deformation*. Phd thesis, University of Twente.

Tassi, P. e Villaret, C. (2014). Sisyphé v6.3 User's Manual. Technical report, EDF, Chateau,

France.

Toldo, Elirio. (1991). Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul. Pesquisas. 18. 58-63.

TOMAWAC (2017). TOMAWAC: User manual. Technical report, EDF, Chateau, France.

Tundisi, M.T. e Tundisi, J. G. Limnologia. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

Van, L. A. (2012). Numerical modelling of sand-mud mixtures settling and transport processes: application to morphodynamic of the Gironde estuary (France). Phd thesis, Universite Paris-Est.

Veiga, A. M., Soares, A. K., Coelho Filho, J. A. P., Souza, D. N., Oliveira, W. N. (2015). Determinação da produção de sedimento através da curva chave sedimentométrica na bacia hidrográfica do Rio Araguaia-GO. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília-DF. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Rio Grande do Sul: ABRH, 2015.

Villaret, C., Hervouet, J.-M., Kopmann, R., Merkel, U., e Davies, A. G. (2013). Morphodynamic modeling using the Telemac finite-element system. *Computers & Geosciences*, 53:105–113.

Villaret, C., Huybrechts, N., e Davies, A. (2012). A large scale morphodynamic process-based model of the Gironde estuary. In *NCK-days 2012 : Crossing borders in coastal research : jubilee conference proceedings*, pages 68–76, Enschede, the Netherlands. University of Twente, Department of Water Engineering & Management.

Villaret, C., Huybrechts, N., e Van, L. A. (2011). Large scale morphodynamic modeling of the Gironde estuary. In *Violeau, D., Hervouet, J.-M., Razafindrakoto, E., e Denis, C., editors, XVIIIth Telemac and Mascaret User Club*, pages 117–123, Chateau, France. EDF Corporate University.

Wang, D., Tassi, P., El Kadi Abderrezzak, K., Mendoza, A., Abad, J., e Langendoen, E. (2014). 2D and 3D numerical simulations of morphodynamics structures in a large-amplitude meanders. In *Schleiss, A. J., Cesare, G. D., Franca, M. J., e Pfister, M., editors, Proceedings of River Flow 2014*, pages 1105–1111, Lausanne, Switzerland.

Wang, Y., Chen, X., Borthwick, A.G., Li, T., Liu, H., Yang, S., Zheng, C., Xu, J., Ni, J. (2020). Sustainability of global golden inland waterways. *Nat. Commun.* 11, 1–13.

Xiaoqing, Y. Manual on sediment management and measurement. Geneva, Switzerland: Secretariat of the World Meteorological Organization, 2003.

Yang, Z. e Hamrick, J. M. (2003). Variational inverse parameter estimation in a cohesive sediment transport model: An adjoint approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 108(C2):1–10.

## 4. Anexos

---

Segue um exemplo de adição do QRcode para apresentar vídeo, apêndice etc.






UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS - UFPEL



# Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)



# Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)

---

**Pelotas, Novembro de 2024**

## **Edição**

Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentos para o Manejo de Bacias Hidrográficas- NEPE-HidroSedi

email: [hidrosedi.nepe@gmail.com](mailto:hidrosedi.nepe@gmail.com)

site: [hidrosedi.com](http://hidrosedi.com)

Endereço para correspondência:

Rua Gomes Carneiro, 01 - sala 128 - Centro - Pelotas - RS

Telefone: 53 3227-3130

## **Elaboração**



**UFPEL**



## **Colaboração**



# Ficha Técnica

## **Relatório Técnico para a Coleta de Dados e Complementação de Informações para o Estudo de Viabilidade e Modelagem Visando a Concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo)**

### **Coordenador -**

Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares

### **Equipe Técnica -**

Alexandre Felipe Bruch – Doutor em Geografia

Eduardo de Paula Kirinus – Doutor em Oceanografia Física, Química e Geológica

George Marino Soares Gonçalves – Doutor em Recursos Hídricos

Gilberto Loguercio Collares – Doutor em Ciências do Solo

Karina Retzlaff Camargo – Doutora em Engenharia Civil

Leonardo Contreira Pereira – Doutor em Sciences d’Environment d’Ile de France

Mateus Madail Santin – Cientista da Computação

Nelva Bugoni Riquetti – Doutora em Recursos Hídricos

Reginaldo Gaski Bonczynski – Mestre em Geografia

Felipe Machado D’Ávila – Graduando em Engenharia Hídrica

Henrique Mathias Reis - Graduando em Engenharia Hídrica

Rafael Ferrari – Graduando em Engenharia Hídrica

Rafaela Michelotti Pereira - Graduando em Engenharia Hídrica

### **Diagramação e Projeto Gráfico -**

Ana Letícia Borscheid Kuga – Graduanda em Design Gráfico

Dados de Catalogação na Publicação (CIP) Internacional  
Patrícia de Borba Pereira – CRB 10/1487

C697 Collares, Gilberto Loguercio  
Relatório Técnico para coleta de dados e complementação de informações para o estudo de viabilidade e modelagem, visando a concessão da Hidrovia Uruguai-Brasil (trecho Lagoa Mirim e canal São Gonçalo) / Gilberto Loguercio Collares et.al. – Pelotas : ALM : UFPel, 2024.  
33 p.: il.

1.Hidrovia Uruguai-Brasil 2. Lagoa Mirim 3. Modelagem Hidrológica.  
4. Canal São Gonçalo 5. Título I. Collares, Gilberto L. II. Bruch, Alexandre F. III. Kirinus, Eduardo de P IV. Gonçalves, George M.S. V. Carina K. Camargo VI. Pereira, Leonardo C. VII. Santin, Mateus M. VIII.Riquetti,Nelva B. IX. Galski, Reginaldo B. X. Reis, Henrique M. XI. Ehlert, Rafael F. U. XII. Pereira, Rafaela M. XIII.Kuga, Ana Letícia B.

CDD: 628



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Visão geral da Barragem e Eclusa. ....	9
<b>Figura 2</b> - Desenho ilustrativo da estrutura aparente e submersa da barragem. ....	10
<b>Figura 3</b> - Estação de Monitoramento Santa Isabel do Sul.....	14
<b>Figura 4</b> - Estação de Monitoramento Barragem do Canal São Gonçalo (montante/jusante).....	15
<b>Figura 5</b> - Variação dos níveis (1978 - 2016) na Estação de Monitoramento Santa Isabel do Sul e a predominância dos ventos na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. ....	15
<b>Figura 6</b> - Tendência de represamento das águas da Lagoa Mirim pela influência da ação dos ventos.....	16
<b>Figura 7</b> - Uso da direção e magnitude do fluxo de vento nos Modelos de Previsão do Nível no ambiente da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo.....	17
<b>Figura 8</b> - Modelos de Previsão de Nível, desenvolvidos para a Lagoa Mirim, capazes de prever o nível com 15, 30, 45 e 60 dias de antecedência. ....	17
<b>Figura 9</b> - Possível integração entre o Banco de Dados de entrada dos modelos, os Modelos de Previsão de Nível e a geração de mapas dinâmicos de profundidade na Hidro Uruguai-Brasil. ....	18



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Planilha orçamentária.....	13
<b>Tabela 2</b> - Orçamento total para revitalização da Barragem e Eclusa.....	14
<b>Tabela 3</b> - Modelos de Previsão de Nível, desenvolvidos para os locais Santa Isabel do Sul, Santa Vitória do Palmar, Barragem do Canal São Gonçalo (montante e jusantes). .....	16





## Sumário

<b>1. Contextualização e Justificativa .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Levantamento Cadastral das Instalações Portuárias Existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS .....</b>	<b>9</b>
2.1 Introdução .....	9
2.2 Barragem e Eclusa do São Gonçalo .....	13
2.3 Dragagem e Canalização .....	14
2.4 Acessos Rodoviários e Ferroviários .....	14
2.5 Terminais Portuários.....	14
2.6 Infraestrutura Ambiental.....	14
2.7 Conexão com Rodovias .....	15
2.8 Integração com Ferrovias .....	15
2.9 Benefícios do Transporte Multimodal .....	15
2.10 Licenciamento Ambiental .....	16
2.11 Impactos na Biodiversidade.....	16
2.12 Erosão e Sedimentação .....	16
2.13 Sustentabilidade e Emissões de Carbono .....	16
2.14 Sugestões de Trabalhos Futuros.....	16
<b>3. Levantamento das Necessidades de Revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Infraestrutura da Barragem e Eclusa .....	18
3.2 Operação e Manutenção.....	20
3.3 Plano de Revitalização.....	20
3.4 Orçamento .....	21
<b>4. Avaliação dos Efeitos Meteorológicos, Ambientais e Antrópicos na Lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS</b>	<b>23</b>
4.1 Análise de Dados Históricos .....	23
4.2 Modelos de Previsão .....	24
4.3 Influência dos Ventos.....	25
4.4 Resultados Satisfatórios .....	25
4.5 Macrorregião.....	27
4.6 Microrregião .....	27
<b>5. Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa .</b>	<b>28</b>



---

**6. Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil e Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS.....31**

**7. Referências.....33**

**Apêndice.....**

## 1. Contextualização e Justificativa

A utilização das hidrovias como meio de transporte é uma prática frequente que se adapta tanto a pequenos rios navegáveis quanto a vastos corpos d'água, dependendo das condições de navegação e da capacidade das embarcações. A infraestrutura necessária para garantir a navegabilidade das vias inclui eclusas, barragens e portos, elementos cruciais para otimizar o transporte ao longo dos corpos hídricos. Um projeto hidroviário eficiente deve contemplar quatro componentes físicos essenciais: vias, embarcações, cargas e terminais (Santana e Tachibana, 2004).

A hidrovia Uruguai-Brasil, compreendendo os trechos da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo, desempenha um papel estratégico no transporte de mercadorias, especialmente produtos agrícolas, entre os dois países (Azambuja, 2005). Dada sua relevância para a economia regional e o desenvolvimento das infraestruturas portuárias, a necessidade de estudos aprofundados e levantamentos técnicos é fundamental para garantir a eficácia e sustentabilidade desse sistema hidroviário (Hu e Ding, 2009). Este relatório foi elaborado com o objetivo de consolidar dados essenciais sobre as instalações existentes, a operação da barragem e eclusa, além da análise do regime sedimentar e da capacidade operacional da eclusa, oferecendo subsídios para a modelagem e viabilidade da concessão da hidrovia.

O problema central a ser abordado está relacionado à gestão eficiente das infraestruturas da hidrovia, assegurando que o sistema opere de forma otimizada, tanto no transporte de cargas quanto no manejo dos recursos hídricos (Vianna, 2012). Em particular, existe a necessidade de prevenir a salinização da Lagoa Mirim, que poderia comprometer as atividades agrícolas e o abastecimento de água potável, além de causar prejuízos à navegação (ALM, 2023). A operação da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo (BECSG) é um componente crítico nesse processo, pois controla a intrusão salina e mantém o nível da água adequado para diferentes usos da hidrovia.

Neste contexto, este relatório objetiva fornecer uma base técnica sólida que permita a modelagem da hidrovia e a concessão de sua operação. Para tanto, o estudo envolve a avaliação da infraestrutura portuária existente, a análise da operação da barragem e eclusa e a simulação dos cenários hidrológicos e sedimentares que podem impactar a operação (Fernandes et al., 2021). O trabalho busca garantir que a hidrovia possa operar de forma eficiente e sustentável, atendendo às demandas de transporte e de uso dos recursos hídricos na região.

A metodologia adotada na elaboração deste relatório baseou-se em três etapas principais. Primeiramente, foi realizado um levantamento cadastral das

instalações portuárias, identificando os principais terminais e pontos de carga e descarga ao longo da hidrovia. Em seguida, foram analisadas as condições operacionais da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo, considerando seu impacto no controle da salinidade e na manutenção da navegabilidade (CLM, 1970). Por fim, foram conduzidas simulações e cálculos para avaliar o regime sedimentar e a microcapacidade da eclusa, a fim de prever as limitações sazonais para sua operação (Teatini et al., 2017).

A análise cadastral das instalações portuárias revelou a importância estratégica dos portos de Pelotas, Santa Vitória do Palmar e Rio Grande para a hidrovia. Enquanto alguns portos estão inativos ou com operação limitada, como o Porto de Santa Vitória do Palmar, outros, como o Porto de Rio Grande, possuem infraestrutura moderna e desempenham um papel fundamental no escoamento de produtos da região, especialmente em direção ao mercado internacional.

Já o estudo sobre a Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo evidenciou sua importância no controle da intrusão salina e na gestão dos níveis de água da Lagoa Mirim (Paarlberg et al., 2015). A barragem foi concebida para garantir que as águas salobras do Oceano Atlântico não comprometam a qualidade da água doce da lagoa, essencial para a irrigação e o abastecimento público. A operação da eclusa, por sua vez, assegura que a navegação possa ocorrer de forma contínua, mesmo em períodos de variação hidrológica.

As simulações realizadas no estudo do regime de aporte sedimentar permitiram identificar cenários críticos para a operação da hidrovia, especialmente durante períodos de estiagem ou de cheia. As limitações sazonais identificadas mostram que é necessário um planejamento cuidadoso para garantir que a eclusa opere de maneira eficiente, sem comprometer a salinidade da lagoa ou a navegabilidade dos trechos da hidrovia (Winterwerp e Wang, 2013).

Em conclusão, este relatório oferece uma visão integrada e técnica sobre os principais desafios e oportunidades da hidrovia Uruguai-Brasil. A análise das infraestruturas portuárias, a avaliação das operações da barragem e eclusa, e as simulações hidrológicas contribuem para o desenvolvimento de um modelo de gestão sustentável, que poderá ser utilizado como base para a concessão da hidrovia.

## **2. Levantamento Cadastral das Instalações Portuárias Existentes na Bacia da Lagoa Mirim-RS**

### **2.1 Introdução**

Este relatório, apresenta uma introdução ao projeto da hidrovia Uruguai-Brasil, destacando a importância do transporte fluvial para a integração

econômica e logística entre os dois países, especialmente no trecho que envolve a Lagoa Mirim e o Canal São Gonçalo. Este projeto visa não apenas facilitar o transporte de produtos agrícolas e outras cargas, mas também promover o desenvolvimento regional e reduzir custos logísticos através do aproveitamento das hidrovias naturais da região.

O desenvolvimento da hidrovia é visto como uma oportunidade para fortalecer a economia regional, incentivando o comércio transfronteiriço e oferecendo uma alternativa econômica e sustentável para o transporte de grandes volumes de carga. Observa-se que a metodologia utilizada para o levantamento de dados e a modelagem da hidrovia, apontando para o uso de tecnologia avançada em mapeamento digital e coleta de informações geográficas, o que assegura uma análise completa da viabilidade do projeto.

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG) é a unidade ambiental de análise principal que delimita a área de estudo, abrangendo uma área significativa no sul do Brasil e no leste do Uruguai. A hidrovia Uruguai-Brasil, utiliza os dois principais corpos hídricos da BHMSG, ou seja, a própria Lagoa Mirim e o Canal São Gonçalo como corredor de transporte estratégico que atende às necessidades logísticas e promove a sustentabilidade ambiental.

Além da descrição geográfica e hidrológica da área, este relatório aborda as razões para o desenvolvimento da hidrovia. A hidrologia da bacia é influenciada pela precipitação local e pelos rios que deságuam na Lagoa Mirim e no Canal São Gonçalo e, ainda, de forma significativa os ventos. A interconexão com a Laguna dos Patos, através do Canal São Gonçalo, permite a comunicação com o oceano, o que potencializa o papel da hidrovia na integração logística.

Em suma, o projeto hidroviário busca maximizar os recursos naturais da região, criando uma infraestrutura que suporte o transporte de cargas, fortaleça as economias locais e conserve o meio ambiente, mantendo o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade.

No detalhamento da descrição da BHMSG, a qual está situada no extremo sul do Brasil e leste do Uruguai, cobre aproximadamente 62.250 km<sup>2</sup>, abrangendo as províncias geomorfológicas da Planície Costeira e do Escudo Uruguai-Sul-Rio-Grandense. A bacia é alimentada principalmente pela Lagoa Mirim, um vasto corpo de água compartilhado entre Brasil e Uruguai, que se estende por 180 km no sentido norte-sul e cobre cerca de 3.750 km<sup>2</sup>, sendo 75% em território brasileiro e 25% em território uruguaio.

A bacia é composta por rios e arroios que deságuam na Lagoa Mirim e no Canal São Gonçalo, que conecta a lagoa à Laguna dos Patos, criando um importante corredor hídrico. Esta conexão é fundamental para a navegabilidade e permite o escoamento de produtos agrícolas para os portos, facilitando o

comércio regional e internacional. Além disso, a bacia desempenha um papel essencial na conservação ambiental, servindo como habitat para diversas espécies e regulando o ciclo hidrológico local.

O Canal São Gonçalo, com 76 km de extensão, é um elo crucial entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos. Este canal tem larguras variáveis e profundidades que permitem a navegação de embarcações de médio porte. Durante períodos de seca, o fluxo de água se inverte, trazendo águas salobras da Laguna dos Patos para a Lagoa Mirim, o que destaca a importância da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo, construída para controlar essa intrusão salina e preservar o ambiente de água doce.

A BHMSG é uma área estratégica tanto para o transporte quanto para o abastecimento de água, recreação, pesca e outros usos econômicos e sociais. A gestão integrada da bacia é essencial para o desenvolvimento sustentável e a viabilidade do projeto hidroviário, respeitando os aspectos ecológicos e promovendo o uso racional dos recursos hídricos na região.

Após a caracterização do ambiente berço da instalação da hidrovía Uruguai-Brasil, foi realizada a caracterização das instalações portuárias existentes e que podem fornecer suporte e elo de ligação logísticos em diferentes rotas e fluviais e marítimas. Portanto, o relatório apresenta dois portos existentes que desempenham papéis fundamentais na região: o Porto de Rio Grande e o Porto de Pelotas (Apêndice I).

O Porto de Rio Grande é um dos maiores portos marítimos do Brasil, situado a 318 km de Porto Alegre. Ele é dividido em várias áreas operacionais, incluindo o Porto Velho, Porto Novo e o Superporto, cada uma com funções específicas. No Superporto, encontram-se terminais especializados, como o Terminal Bianchini e o Terminal Yara Brasil Fertilizantes, que movimentam contêineres, granéis sólidos e líquidos. Além disso, o porto conta com infraestrutura moderna, facilitando a movimentação de cargas de exportação, especialmente produtos agrícolas e industriais, e possui acesso direto às redes rodoviária e ferroviária, essencial para a logística integrada.

O Porto de Pelotas, administrado pela Superintendência dos Portos do Rio Grande do Sul (SUPRG), está localizado no Canal São Gonçalo e se especializa na movimentação de produtos florestais e agrícolas, como toras de madeira. Com cinco berços de atracação, dois são utilizados ativamente, e a área inclui pátios e armazéns para carga geral, com capacidade significativa de armazenagem. Este porto é complementar ao Porto de Rio Grande, expandindo as opções de logística para a região e contribuindo para o desenvolvimento econômico local.

Ambos os portos são peças-chave para o escoamento de produtos na

hidrovia planejada, com o Porto de Rio Grande servindo como principal ponto de exportação e o Porto de Pelotas como apoio logístico, ajudando a consolidar a infraestrutura necessária para o transporte fluvial e a integração econômica entre Brasil e Uruguai.

O relatório detalha a proposta de desenvolvimento de vários portos planejados e potenciais, cada um com características específicas para atender às necessidades da hidrovia entre Brasil e Uruguai (Apêndice II).. Abaixo, apresenta-se um resumo dos principais portos mencionados:

### **2.1.1 POGON (Terminal Portuário Multimodal São-Gonçalo)**

Este porto foi planejado para movimentação de cargas multimodais, incluindo produtos agrícolas e industriais. Ele será localizado próximo ao porto organizado de Pelotas, de forma a se beneficiar da integração com a infraestrutura rodoviária e ferroviária da região, melhorando a logística e o escoamento de produtos para o sul do Brasil.

### **2.1.2 Porto de Santa Vitória do Palmar**

Com foco no turismo e transporte de cargas leves, o Porto de Santa Vitória do Palmar também terá potencial para atividades de recreação e transporte de passageiros. Localizado no extremo sul do Brasil, próximo à Lagoa Mirim, ele aproveitará a proximidade com áreas turísticas, incentivando o desenvolvimento econômico local.

### **2.1.3 Porto NLC (Porto Nodo Logístico Cebollatí)**

Projetado como um porto multicarga, principalmente para movimentar produtos agrícolas, celulose, madeira, clínquer e containerizados, o Porto NLC se situará no rio Cebollatí, próximo a foz na Lagoa Mirim. Esta localização estratégica facilitará o acesso ao canal principal da hidrovia, demandando uma menor dragagem na seção de acesso ao porto, reduzindo os custos de instalação (Apêndice III).

### **2.1.4 Porto do Tacuarí**

Destinado principalmente à exportação de produtos agrícolas e industriais, o Porto do Tacuarí oferecerá uma alternativa de escoamento para a produção local, com infraestrutura voltada para a logística de transporte e armazenamento de cargas de grande volume, principalmente de grãos. Possui localização estratégica, principalmente com a proximidade com o eixo principal da hidrovia e a foz do rio Tacuarí, na Lagoa Mirim.

### **2.1.5 Porto de La Charqueada**

Focado inicialmente em transporte de passageiros e atividades de

lazer, o Porto de La Charqueada está situado em uma área que permite o uso recreativo, com planos de expansão para suportar operações de carga leve. O porto beneficiará o turismo local e o desenvolvimento de empreendimentos comerciais relacionados ao setor de serviços.

### 2.1.6 Porto de São Miguel

O Porto de São Miguel é pensado para atividades mistas de transporte de passageiros e recreação, devido à largura e profundidade limitadas do arroio que o conecta à Lagoa Mirim. As operações de carga pesada são limitadas, mas ele terá um papel relevante no suporte ao turismo e ao transporte local.

Esses portos planejados e potenciais foram escolhidos por sua localização estratégica e capacidade de impulsionar o desenvolvimento econômico da região, além de oferecerem opções diversificadas de logística e transporte. O relatório destaca que a integração desses portos à hidrovia deve ser feita com atenção às questões ambientais e de infraestrutura, garantindo uma operação sustentável e eficiente.

Além do mais, o relatório detalha a infraestrutura necessária para a operação eficiente da Hidrovia Uruguai-Brasil, abordando melhorias, ajustes e construções essenciais. Os pontos principais incluem:

### 2.2 Barragem e Eclusa do São Gonçalo

A barragem no Canal São Gonçalo, equipada com uma eclusa, impede a intrusão de água salina oriunda da Laguna dos Patos para a Lagoa Mirim. A eclusa, com 120 metros de comprimento e 17 metros de largura, permite o tráfego de embarcações e regula o fluxo de água, preservando o ambiente de água doce e suportando atividades econômicas, como pecuária e agricultura (Figura 1).



**Figura 1:** Configuração da Barragem e Eclusa do São Gonçalo.



## 2.3 Dragagem e Canalização

Para facilitar a navegabilidade, é necessário dragar vários trechos da hidrovia. No Rio Tacuarí, por exemplo, são planejadas obras para escavar cerca de 160.000 m<sup>3</sup> de sedimentos, ampliando as vias e permitindo a passagem segura de embarcações. Esse processo será repetido em outras áreas da hidrovia para atender aos requisitos de profundidade e largura necessários para a navegação.

## 2.4 Acessos Rodoviários e Ferroviários

A integração da hidrovia com rodovias e ferrovias é fundamental. Estradas que conectam os portos a redes maiores precisam de melhorias para suportar o aumento do tráfego, como é o caso das vias que levam ao Porto de Tacuarí. Estima-se um investimento substancial para adequar esses acessos e garantir a logística eficiente de produtos agrícolas.

## 2.5 Terminais Portuários

Os portos existentes e planejados requerem atualizações e expansões, incluindo a instalação de terminais multimodais com capacidade de armazenamento para suportar volumes de carga elevados. Em muitos locais, como o Porto de Santa Vitória do Palmar, há necessidade de novas instalações para otimizar as operações portuárias e promover o desenvolvimento econômico e o turismo.

## 2.6 Infraestrutura Ambiental

A implementação de medidas ambientais visa proteger os ecossistemas locais. Cada porto terá que aderir a normas ambientais rigorosas, como controle de erosão e monitoramento contínuo das águas, especialmente em áreas sensíveis, como o Canal São Gonçalo, para preservar a biodiversidade e a qualidade da água. Nesse contexto, a instalação de uma rede de monitoramento densa e com a disponibilização de dados em tempo real é imprescindível. Portanto, essas ações são indispensáveis para o sucesso da hidrovia, promovendo um transporte seguro, eficiente e ambientalmente responsável na região.

Também foi realizado um levantamento das embarcações disponíveis na região de impacto da hidrovia Uruguai-Brasil, viabilizando sua rápida operação após a implantação do canal de navegação. O relatório identificou os tipos de embarcações e a logística fluvial que melhor se adequa ao transporte e às condições de navegação na região, sendo que foram encontrados disponíveis para operação e compatíveis com os limitantes: empurradores, barcas, navio graneleiros e barcas autopropulsadas.

Essas embarcações foram selecionadas por sua adequação às caracte-

terísticas da hidrovia e pelo suporte que oferecem à logística multimodal, que combina transporte fluvial com acessos rodoviários e ferroviários. A logística eficiente depende da adaptação dessas embarcações para operar em conformidade com as especificações de infraestrutura, como o tamanho das eclusas e a profundidade dos canais da hidrovia.

Em termos de conexão multimodal, o relatório destaca a importância da integração da hidrovia Uruguai-Brasil com outros modais de transporte, especificamente as redes rodoviária e ferroviária, para maximizar a eficiência logística e facilitar o escoamento de cargas.

O relatório detalha a infraestrutura necessária para a operação eficiente da Hidrovia Uruguai-Brasil, abordando melhorias, ajustes e construções essenciais. Os pontos principais incluem:

## 2.7 Conexão com Rodovias

A hidrovia será conectada a diversas rodovias importantes, como a BR-116 e a BR-392, que ligam o Porto de Rio Grande a cidades estratégicas no Rio Grande do Sul, facilitando o transporte de grãos, minérios e produtos industriais. A duplicação e modernização dessas rodovias são fundamentais para reduzir congestionamentos, especialmente em períodos de safra.

## 2.8 Integração com Ferrovias

A malha ferroviária também desempenha um papel crucial, conectando a hidrovia a centros de produção agrícola e industrial. A ferrovia EF-290, por exemplo, interliga a região de Rio Grande com a Argentina e o interior do Brasil, permitindo o transporte de produtos até outros países da América do Sul. A ferrovia EF-153 facilita o acesso ao Uruguai e ao Paraguai, ampliando o alcance do transporte multimodal.

## 2.9 Benefícios do Transporte Multimodal

A combinação de transporte fluvial, rodoviário e ferroviário permite maior flexibilidade e eficiência no escoamento de cargas. O projeto busca não só reduzir custos logísticos, mas também promover uma logística mais sustentável, ao diminuir o uso exclusivo de transporte rodoviário e, conseqüentemente, as emissões de carbono.

Essas conexões modais são essenciais para que a hidrovia funcione como um corredor logístico integrado, possibilitando o transporte eficiente de mercadorias entre Brasil e Uruguai, além de potencialmente conectar com mercados na Argentina e Paraguai.

Buscando uma compatibilização de regramentos ambientais, o relatório examina os impactos ambientais e as estratégias de sustentabilidade neces-

sárias para a operação da hidrovia Uruguai-Brasil, considerando os seguintes aspectos:

## **2.10 Licenciamento Ambiental**

O projeto da hidrovia requer o cumprimento rigoroso das regulamentações ambientais tanto no Brasil quanto no Uruguai. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um requisito fundamental, avaliando os potenciais efeitos negativos e identificando medidas de mitigação, compensação e prevenção para assegurar a conformidade ambiental.

## **2.11 Impactos na Biodiversidade**

A região da BHMSG é rica em biodiversidade, e a construção da hidrovia pode afetar ecossistemas sensíveis, especialmente áreas de várzeas e habitats aquáticos. O controle da intrusão salina, particularmente no Canal São Gonçalo, é essencial para preservar os ambientes de água doce que sustentam diversas espécies de flora e fauna.

## **2.12 Erosão e Sedimentação**

Dragagens serão necessárias para a navegação segura, mas essas atividades podem intensificar a erosão e afetar a sedimentação dos canais. O relatório recomenda medidas de controle de erosão, como a estabilização das margens e o uso de vegetação natural para reduzir o impacto sobre o solo e o leito dos rios.

## **2.13 Sustentabilidade e Emissões de Carbono**

O uso de transporte fluvial pode reduzir significativamente as emissões de carbono em comparação ao transporte rodoviário. O projeto visa a sustentabilidade ao incentivar o uso de embarcações com menor impacto ambiental e ao promover práticas de monitoramento contínuo para ajustar operações conforme necessário. Essas considerações refletem o compromisso com uma abordagem sustentável que equilibra desenvolvimento econômico e preservação ambiental, essencial para o sucesso a longo prazo da hidrovia.

Sendo assim, o relatório apresenta um panorama geral do inventário de localização das infraestruturas portuárias existentes (ver Apêndice) a serem construídas para a implementação da hidrovia Uruguai-Brasil, além disso apresenta as conexões com os modais existentes e a eficiência intermodal que o projeto pode gerir. Contudo, apresenta um panorama geral da legislação ambiental pertinente aos dois países, as quais precisam de adaptações e especificidades para o projeto e para o ambiente em questão.

## **2.14 Sugestões de Trabalhos Futuros**

As ações de implementação da Hidrovia Uruguai-Brasil carecem de

informações de cunho básico, como o levantamento de dados ambientais e socioeconômicos, mas principalmente de informações espaciais que fornecem dados para a elaboração de projetos executivos. Podemos citar como exemplo a determinação e o georreferenciamento do canal de navegação, batimetrias exploratórias, batimetrias secundárias de canais de atração nos portos previstos e de elaboração de cartas náuticas, além dos referenciais de cubagem de volumes dragados, ajustamento dos níveis de redução da superfície de referência, monitoramento da dinâmica de aporte e fluxo de sedimentos, acompanhamento de nível em tempo real através da instalação de sensores com telemetria, entre outros.

Nesse sentido, a instalação de uma rede geodésica passiva e ativa é de suma importância como referencial básico para a elucidação dessas informações. Exemplo recente do exposto está no evento climático extremo ocorrido no Rio Grande do Sul nos meses de maio e junho de 2024, as quais impactaram grande parte da BHMSG, em ambos países, onde não era possível estabelecer uma correlação de níveis da lâmina de inundação, visto que não existiam referenciais de superfície de referência altimétrica padronizada entre o Uruguai e Brasil. Além disso, essa ausência de informações impossibilitou a correta modelagem de previsão dos níveis das cotas altimétricas definidas como Nível de Redução (nível médio das normais).

Sendo assim, as ações de implantação de redes geodésicas ou a densificação delas é um processo que vem ocorrendo em várias partes da América do Sul, em especial na bacia do Rio Jacuí e Guaíba, visto as inundações que ocorreram recentemente. Além disso, iniciativa importante e de cunho binacional vem ocorrendo na bacia do Rio Paraná, capitaneada pela geradora de energia hidroelétrica Itaipu Binacional, o projeto busca implantar mais de 1.400 marcos geodésicos para o monitoramento de condições ambientais, principalmente de homogeneização do referenciais de nível, determinação de cota volume e medições de descarga hidráulica (Itaipu Binacional, 2024).

### **3. Levantamento das Necessidades de Revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS**

A BECSG foi construída em 1977 com o objetivo principal de controlar o fluxo de água entre a Lagoa Mirim e a Lagoa dos Patos, impedindo a intrusão de água salgada do Oceano Atlântico na Lagoa Mirim (Figura 2). Essa obra foi resultado de uma parceria entre o Brasil e o Uruguai, por meio da Comissão Mista Brasil-Uruguai, com apoio de órgãos internacionais como a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) e o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). A barragem foi projetada para proteger as reservas de água doce, essenciais para a irrigação e abastecimento de água potável, e navegação.



**Figura 2:** Visão geral da Barragem e Eclusa do São Gonçalo.

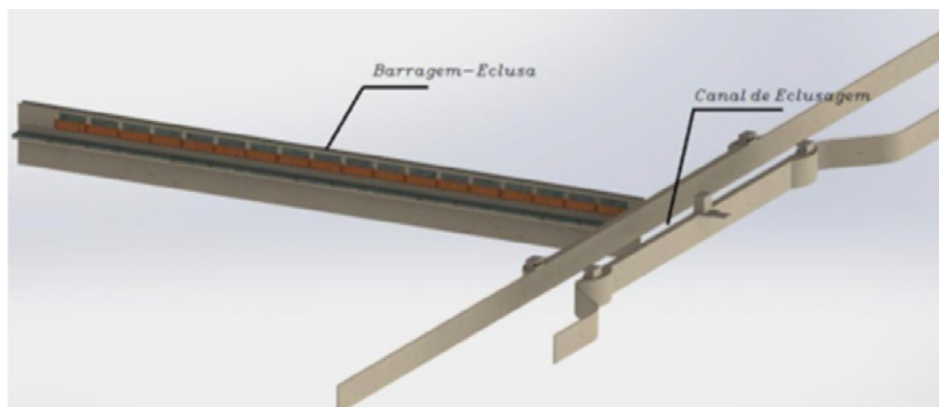
O Canal São Gonçalo tem um regime hidrológico complexo, influenciado por fatores como a chuva e a direção dos ventos, que podem causar variações significativas no fluxo de água. Em condições normais, a água flui da Lagoa Mirim para a Lagoa dos Patos, mas em períodos de seca severa, o vento pode reverter o fluxo, trazendo água salgada para a Lagoa Mirim. Este fenômeno, se não controlado, comprometeria a qualidade da água, afetando a irrigação de culturas importantes, como o arroz, além de colocar em risco o abastecimento de água potável em diversas cidades.

Além de sua importância econômica, a barragem tem grande relevância social e ambiental. A barragem contribui diretamente para o desenvolvimento agrícola, especialmente em áreas que dependem da irrigação, como as plantações de arroz no sul do Brasil. Cidades como Pelotas, Rio Grande e Capão do Leão também se beneficiam da água doce fornecida pela barragem para abastecimento humano e animal.

### 3.1 Infraestrutura da Barragem e Eclusa

A infraestrutura da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo é composta por diversos componentes hidráulicos e eletromecânicos, projetados para controlar o fluxo de água e permitir a navegação segura no canal. A barragem possui 245 metros de extensão e suas 18 comportas basculantes são operadas por guinchos eletromecânicos, que podem ser acionados manualmente (Figura 3). As comportas, que possuem 12 metros de comprimento e pesam

cerca de 9 toneladas, são essenciais para regular o nível da água, impedindo a entrada de água salgada e garantindo a navegabilidade no canal.



**Figura 3:** Desenho ilustrativo da estrutura aparente e submersa da barragem.  
Fonte: Cruz, W., 2015.

As comportas da eclusa, com 17 metros de largura e 8 metros de altura, permitem a passagem de embarcações entre os diferentes níveis de água no canal, sem comprometer o isolamento das águas salgadas. A câmara da eclusa, que mede 120 metros de comprimento, foi projetada para acomodar grandes embarcações utilizadas na região, garantindo que o transporte fluvial seja mantido mesmo em condições adversas de fluxo de água.

Os guinchos que operam as comportas são instalados em quatro casas de máquinas, localizadas nas extremidades da barragem e da eclusa. Essas casas de máquinas abrigam motores, redutores, e quadros de comando que permitem a operação das comportas. A

operação desses guinchos é monitorada e controlada por meio de uma torre de comando, que também gerencia o nível de água no canal, ajustando automaticamente a abertura ou fechamento das comportas conforme a necessidade.

Além das comportas principais, a infraestrutura da barragem inclui sistemas auxiliares, como comportas by-pass, que permitem o nivelamento dos níveis de água entre o interior da eclusa e o exterior. Essas comportas, operadas por sistemas eletromecânicos, evitam que as comportas principais sejam submetidas a esforços desnecessários durante as operações de eclusagem, garantindo maior durabilidade e eficiência.

A infraestrutura elétrica da barragem é alimentada por uma subestação própria, conectada à rede local de fornecimento de energia. A rede elétrica inclui cabos subterrâneos e aéreos, além de sistemas de proteção contra surtos e aterramento, essenciais para garantir a segurança das operações. Todos

esses sistemas são projetados para operar de forma contínua, 24 horas por dia, garantindo a estabilidade e a funcionalidade da barragem e da eclusa.

### 3.2 Operação e Manutenção

A operação da Barragem e Eclusa do Canal São Gonçalo é um processo contínuo que envolve o monitoramento constante dos níveis de água e a movimentação das comportas para garantir a navegabilidade e impedir a intrusão salina. A equipe responsável pela operação realiza verificações periódicas dos níveis de água a montante e jusante da barragem, ajustando o número de comportas abertas conforme necessário. Essa operação é crucial para manter a estabilidade do sistema e prevenir a intrusão salina, que pode comprometer o abastecimento de água e a irrigação.

As atividades de operação também incluem a eclusagem de embarcações, que permite a passagem segura de navios e barcas pelo canal, mesmo em condições de variação do nível da água. A segurança dessas operações é garantida por uma série de protocolos que incluem a verificação do calado das embarcações, a manutenção adequada das comportas e a observância das normas de tráfego fluvial estabelecidas pela Marinha do Brasil.

A manutenção das estruturas e equipamentos da barragem é realizada regularmente para garantir o bom funcionamento de todos os sistemas. Isso inclui inspeções periódicas nos motores, guinchos, redutores e cabos de aço, além de serviços de lubrificação, ajustes e reparos em componentes elétricos e mecânicos. A manutenção também abrange a infraestrutura elétrica, com a verificação de conexões, painéis de controle e sistemas de proteção contra surtos. A equipe de manutenção realiza testes de operação em todos os sistemas, garantindo que eventuais falhas sejam identificadas e corrigidas antes que comprometam a operação.

A manutenção predial da barragem inclui a limpeza e conservação das áreas comuns, como salas de controle, banheiros e torres de comando. O corte de grama, poda de árvores e limpeza de margens também são realizados para garantir a segurança e a conservação da área em torno da barragem. Essas atividades são essenciais para manter o complexo em boas condições, garantindo sua longevidade e eficiência operacional.

### 3.3 Plano de Revitalização

O Plano de Revitalização da barragem e eclusa tem como objetivo modernizar e restaurar os componentes críticos da infraestrutura, garantindo a operação segura e eficiente da barragem por muitos anos. Dentre as principais atividades previstas no plano está a reforma das comportas da barragem e da eclusa, que inclui o desempenho de estruturas metálicas, a substituição de

mancais, pinos e parafusos, além da aplicação de novas camadas de proteção anticorrosiva. Essas medidas são essenciais para evitar a degradação das estruturas expostas à água e ao ambiente marinho, garantindo sua durabilidade.

Outro ponto importante do plano é a modernização do sistema de guinchos que operam as comportas. Atualmente, os guinchos utilizam cabos de aço para movimentar as comportas, mas o plano propõe a substituição desses cabos por cabos sintéticos de alta resistência, que são mais leves e duráveis. Essa substituição reduzirá o desgaste dos motores e redutores, além de facilitar a manutenção, já que os cabos sintéticos são mais fáceis de manusear e não requerem lubrificação frequente.

O plano inclui, ainda, a reforma do sistema de proteção catódica das comportas, que utiliza ânodos de magnésio para evitar a corrosão das estruturas metálicas submersas. A substituição dos ânodos antigos por novos, com maior capacidade de corrente, garantirá uma proteção mais eficaz contra a corrosão, prolongando a vida útil das comportas.

O sistema de iluminação da barragem e eclusa também será modernizado, com a substituição das luminárias atuais por luminárias LED, que são mais eficientes e possuem maior vida útil. A nova iluminação garantirá maior segurança durante as operações noturnas e reduzirá o consumo de energia.

### **3.4 Orçamento**

O orçamento para a revitalização da barragem e eclusa cobre os custos de mão de obra, materiais, veículos, e serviços especializados, como inspeções subaquáticas e manutenção eletromecânica. As atividades de operação e manutenção rotineiras também estão incluídas, garantindo a continuidade dos serviços durante a execução do plano de revitalização. Além disso, estão previstos investimentos na modernização de sistemas elétricos, na substituição de componentes críticos e na implementação de novas tecnologias que aumentarão a eficiência e segurança das operações.

Na Tabela 1, encontra-se o orçamento resumido das atividades de operação e manutenção rotineiras do complexo Barragem e Eclusa do São Gonçalo.



**Tabela 1** - Planilha orçamentária.

Planilha Orçamentária		
Operação e Manutenção da Barragem Lagoa Mirim - Pelotas - RS		
Data Base		Outubro/23 - Sem Desoneração
Item	Descrição	Valor Total
1	Operação	
1.1	Mão de Obra	2.445.396,87
1.2	Veículos	244.105,92
Total Operação		2.689.502,79
Item	Descrição	Valor Total
2	Manutenção	
2.1	Mão de Obra	2.052.665,45
2.2	Veículos	417.518,69
2.3	Recursos Diversos	484.911,59
Total Operação		2.689.502,79
Item	Descrição	Valor Total
3	Inspeção Subaquática	
3.1	Mão de Obra	242.036,93
3.2	Veículos	124.287,73
Total Inspeção Subaquática		366.324,66
Total Geral		6.010.923,18

Por fim, na Tabela 2 encontra-se o resumo do orçamento dos serviços e materiais necessários à revitalização projetada para o funcionamento otimizado da Barragem e Eclusa.

**Tabela 2** – Orçamento total para revitalização da Barragem e Eclusa do São Gonçalo.

Disciplina	Valor Total
Serviços e Material Automoção	R\$ 42.784.755,31
Cabos	R\$ 221.280,00
Âodos	R\$ 153.117,00
Borrachas Vedação	R\$ 57.072,00
Guarda-Corpos	R\$ 762.237,00
Total	R\$ 43.978.461,31

## 4. Avaliação dos Efeitos Meteorológicos, Ambientais e Antrópicos na Lâmina d'Água da Lagoa Mirim e afluentes-RS

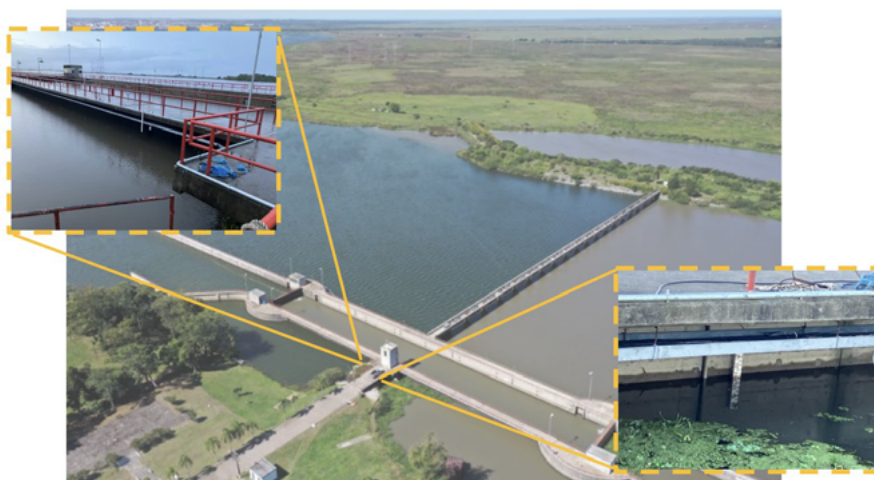
Na Etapa 1 deste relatório, os principais apontamentos feitos incluem:

### 4.1 Análise de Dados Históricos

A Etapa 1 se concentrou na análise de dados históricos de níveis d'água coletados entre 1978 e 2016 nas estações de monitoramento de Santa Isabel do Sul (SIS) (Figura 4), Santa Vitória do Palmar (SVP), e na Barragem do Canal São Gonçalo (Montante e Jusante) (Figura 5). Essa análise permitiu observar variações significativas nas cotas médias diárias. Dentre essas observações, foi identificada uma diferença de 0,19 m entre as cotas médias diárias de SIS (1,70 m) e SVP (1,89 m), além de uma variação média diária de 0,11 m entre as cotas médias da barragem (BSGM e BSGJ). Esses dados indicam uma leve tendência ao represamento das águas na porção sul da Lagoa Mirim

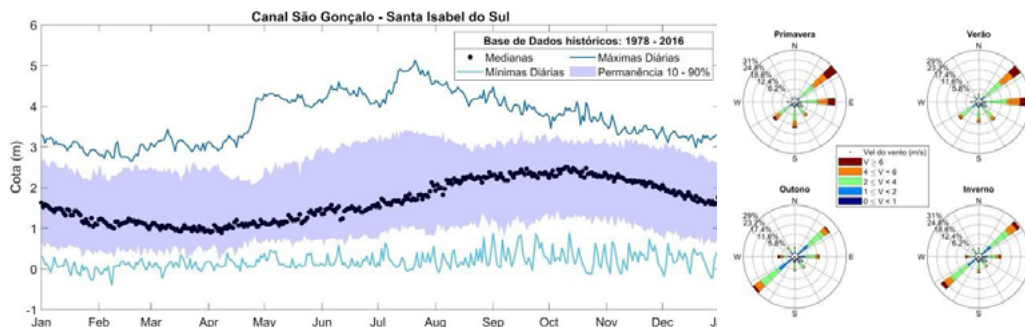


**Figura 4:** Estação de Monitoramento Santa Isabel do Sul.



**Figura 5:** Estação de Monitoramento Barragem do Canal São Gonçalo (montante/jusante).

Ainda, a partir da análise da Amplitude Interquartil (AIQ) para as estações SIS e SVP, identificou-se AIQ de 1,40 m, indicando uma variabilidade considerável nos níveis d'água na Lagoa Mirim (Figura 6). Essa variabilidade é um fator importante a ser considerado para a navegação, pois pode afetar a segurança das embarcações.



**Figura 6** - Variação dos níveis (1978 – 2016) na Estação de Monitoramento Santa Isabel do Sul e a predominância dos ventos na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo.

### 4.2 Modelos de Previsão

A Etapa 1 também envolveu a construção de modelos físicos para estimar os níveis d'água dentro do ambiente da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo, usando como entrada as séries históricas. Esses modelos foram projetados para prever os níveis mínimos para 1, 3 e 7 dias à frente, fator crucial para a segurança da navegação na Hidrovia Uruguai-Brasil, conforme pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 3** - Modelos de Previsão de Nível, desenvolvidos para os locais Santa Isabel do Sul, Santa Vitória do Palmar, Barragem do Canal São Gonçalo (montante e jusantes).

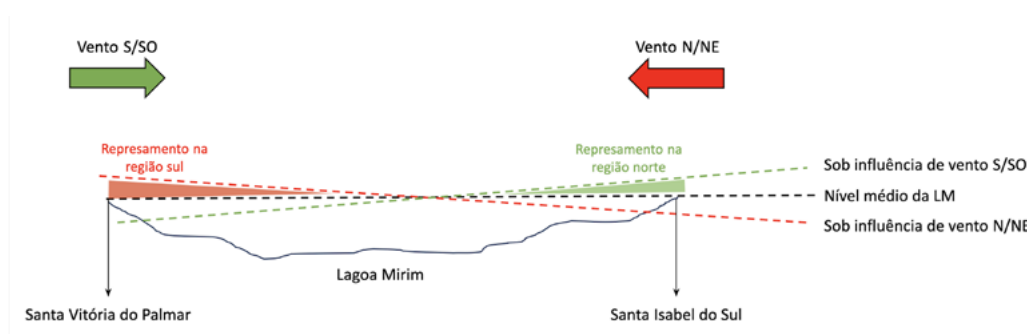
Posto	Previsão	Equação desenvolvida	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
SIS	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,76411	0,0055	0,6770	0,2996				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0706	0,0057	0,6904	0,2787				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0918	0,0061	0,7315	0,2265				
SVP	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0102	-0,0036	0,7534	0,2367				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0257	-0,0033	0,7600	0,2219				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0453	-0,0029	0,8555	0,1140				
BSGM	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0323	0,0007	0,7841	0,1861				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0610	0,0009	0,7220	0,2312				
	7 Dias	$C_{\Delta t+7} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+7} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0821	0,0011	0,7900	0,2138				
BSGJ	1 Dia	$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0233	-0,0004	0,8237	0,1509				
	3 Dias	$C_{\Delta t+3} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+3} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$	0,0251	-0,0004	0,8253	0,1493				

$$C_{\Delta t+1} = B0 + B1 \times VV_{\Delta t+1} + B2 \times C_{\Delta t-1} + B3 \times C_{\Delta t-7}$$

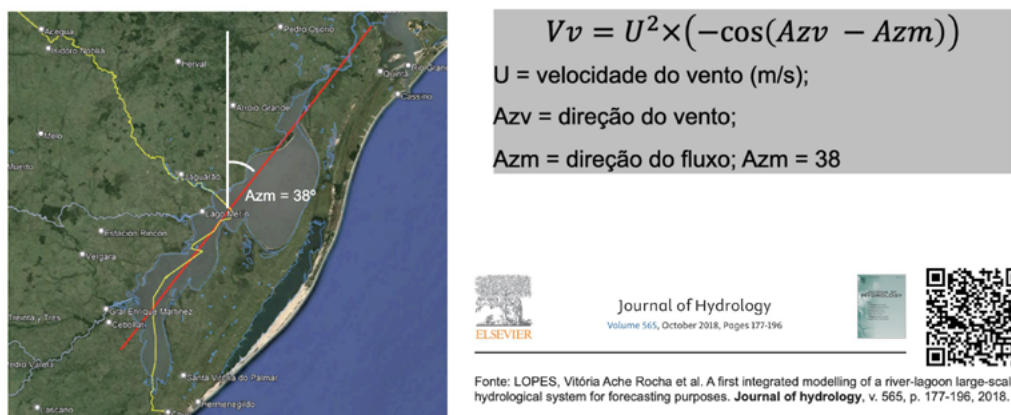
> B0 até B7: coeficientes de ajuste;  
 > CΔt+n: Cota prevista n dias à frente;  
 > VVΔt+n: variável que relaciona a direção e velocidade do vento n dias à frente;  
 > CΔt-n: Cota medida no mesmo posto n dias antes da data de previsão.

### 4.3 Influência dos Ventos

Tanto na construção dos Modelos de Previsão de Nível como, nas análises hidrodinâmicas realizadas no território da BHMSG, a análise dos ventos foi destacada, mostrando que a direção e a magnitude dos ventos têm um impacto significativo nos padrões de escoamento e elevação das águas (Figura 7 e 8). Essa informação foi incorporada nos modelos de previsão, aumentando a precisão das estimativas.



**Figura 7** - Tendência de represamento das águas da Lagoa Mirim pela influência da ação dos ventos.

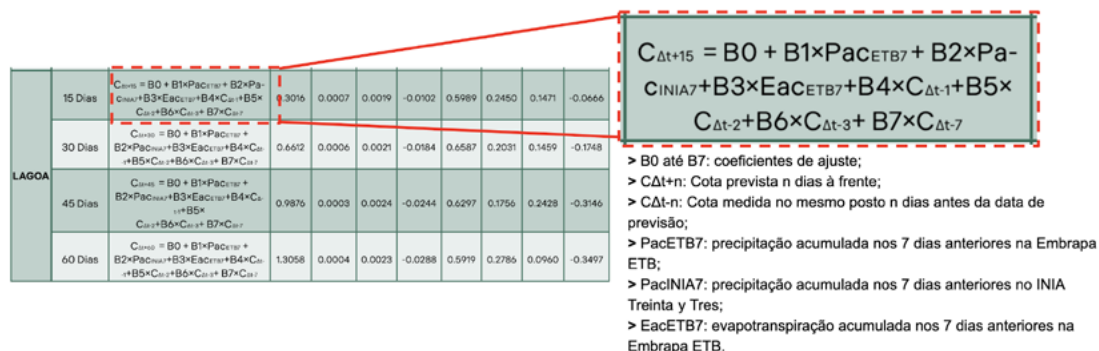


**Figura 8** - Uso da direção e magnitude do fluxo de vento nos Modelos de Previsão do Nível no ambiente da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo.

### 4.4 Resultados Satisfatórios

Os modelos empíricos desenvolvidos mostraram desempenhos satisfatórios em geral, embora com variações entre as estações analisadas. Isso sugere que os modelos são eficazes para a estimativa dos níveis d'água, o que é essencial para a navegação segura. Além disso, por conta do bom desempenho dos modelos capazes de prever o nível com 1, 3 e 7 dias de antecedência, foram também desenvolvidos Modelos de Previsão de Nível para 15, 30, 45 e 60 dias de antecedência, para a Lagoa Mirim (Figura 9). Esses modelos utilizam

como dados de entrada variáveis como precipitação e evapotranspiração no território.



**Figura 9:** Modelos de Previsão de Nível, desenvolvidos para a Lagoa Mirim, capazes de prever o nível com 15, 30, 45 e 60 dias de antecedência.

Esses apontamentos são fundamentais para entender a dinâmica dos níveis d'água na região da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo, primeiramente através do resgate histórico e análise dessas informações que serviram como banco de dados e base de entrada na construção dos modelos. Ainda, os modelos desenvolvidos oferecem uma importante ferramenta de gestão e segurança à navegação, capazes de prever com antecedência a ocorrência de níveis críticos para a navegação de embarcações-tipo na Hidrovia Uruguai-Brasil. Aliado a sistemas de informações geográficas (SIG) de alta precisão, esses poderão integrar informações de entrada (dado atual) a informações previstas (resultado dos modelos) e gerar informações dinâmicas como: mapas de navegação e sistema de balizamento digital e "autoalimentado".

Os resultados obtidos a partir desse estudo, integrado aos resultados encontrados nos demais Relatórios Técnicos que compõe o estudo "CONSULTORIA PARA A COLETA DE DADOS E COMPLEMENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O ESTUDO DE VIABILIDADE E MODELAGEM VISANDO A CONCESSÃO DA HIDROVIA URUGUAI-BRASIL (TRECHO LAGOAS MIRIM E CANAL DE SÃO GONÇALO)", deverão servir de guia para a implementação da Hidrovia Uruguai-Brasil, considerados as limitações e apontamentos contidos nesses estudos (Figura 10).



**Figura 10:** Possível integração entre o Banco de Dados de entrada dos modelos, os Modelos de Previsão de Nível e a geração de mapas dinâmicos de profundidade na Hidro Uruguai-Brasil.

Na Etapa 2 deste relatório, o principal apontamento feito inclui a aplicação do modelo TELEMAC-3D:

Na BHMSG diversos rios atuam para manter o balanço hídrico da região, fortalecendo a necessidade de se construir modelos numéricos tridimensionais para estimar os padrões de circulação presentes na rota da Hidrovia. Sendo assim, foi aplicado o modelo TELEMAC-3D, que é o módulo hidrodinâmico tridimensional do sistema openTELEMAC-MASCARET de duas formas:

#### 4.5 Macrorregião

Em um cenário chamado de Macrorregião contendo oceano costeiro, lagoas e principais tributários.

#### 4.6 Microrregião

O outro cenário denominado Microrregião, contém somente o canal São Gonçalo à montante e a jusante da barragem eclusa.

Para as condições de contorno da Macrorregião, foi escolhido o ano de 2019 e foram impostos dados oceanográficos (velocidade das correntes, elevação do nível do mar, salinidade e temperatura) advindas do HYCOM-NCO-DA, dados meteorológicos (vento, temperatura do ar e pressão atmosférica) advindas do ERA5-ECMWF, dados de maré do OSU-TPXO e descarga fluvial dos principais rios advindos da ANA e da ALM. O objetivo de simular a Macrorregião é de fornecer condições de contorno mais realísticas para as malhas da Microrregião, que possuem maior precisão e escala menor para simular corretamente a barragem eclusa. Dessa forma, a simulação da Macrorregião foi calibrada com dados de elevação do nível do mar advindos da ALM indicando que o modelo subestima os resultados de variação do nível encontrados em relação aos dados observados.

A avaliação desta simulação comprova que o sistema lagunar Patos-Mirim e a região estuarina e oceânica adjacentes respondem hidrodinamicamente a interação dos mecanismos de ventos local, não-local e descarga fluvial, entretanto, o predomínio da dinâmica de correntes de vazante ou enchente entre os compartimentos lagunares (Mirim-Patos) está intrinsecamente conectado com a incidência de ventos de quadrante sul e norte, respectivamente.

Ao avaliar especificamente as interações de ventos locais com o canal São Gonçalo e as oscilações de nível resultante, o setor à jusante da barragem eclusa mantém padrões dinâmicos bem específicos frente ao vento local incidente e os processos de troca de volume na conexão com a Lagoa dos Patos (eventos de vazante e enchente). Por outro lado, à montante da barragem eclusa, distante da incidência das oscilações da maré astronômica e descargas fluviais advindas da Laguna dos Patos, o Canal São Gonçalo varia seu nível e direção de correntes predominantemente de acordo com o vento local.

Por fim, recomenda-se para estudos futuros que os cenários sejam reanalisados frente a ventos de diferentes quadrantes e com intensidade constante durante determinados períodos, objetivando evidenciar processos inerentes de desnível lateral e longitudinal no Canal São Gonçalo, a eficácia do vento local em gerar oscilação no nível além da propagação de correntes direcionais de maior intensidade nos eixos oeste-leste do canal, adicionalmente, seria de grande relevância observar situação de eventos extremos do fenômeno El Niño Oscilação Sul, que afeta em grande escala essa região.

## 5. Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa

A determinação e estimativa dos tempos operacionais da eclusa do Canal São Gonçalo envolve um processo complexo que deve considerar tanto as limitações físicas da infraestrutura quanto às condições ambientais que impactam diretamente na operação da hidrovia. Esse processo analítico abrange a avaliação dos volumes máximos de água que podem ser movimentados pela eclusa, além dos tempos de operação, levando em conta a importância de manter a salinidade da Lagoa Mirim em níveis adequados. Manter esses níveis é fundamental não apenas para o funcionamento eficiente da eclusa, mas também para assegurar o abastecimento hídrico necessário para diversas finalidades, como a irrigação agrícola, o abastecimento de água potável e a conservação dos ecossistemas aquáticos que dependem da qualidade dessa água.

A Lagoa Mirim representa uma fonte vital de água para muitos municípios da região sul do Brasil, em especial no estado do Rio Grande do Sul. Entre os principais municípios brasileiros que dependem da água da Lagoa Mirim para abastecimento, irrigação e outras atividades econômicas estão:

1. Rio Grande: A cidade utiliza a água da Lagoa para irrigação agrícola e para o abastecimento de áreas rurais e urbanas, além de aproveitar sua proximidade para atividades de pesca.

2. Pelotas: Como um dos maiores centros urbanos próximos à Lagoa, Pelotas faz uso das águas tanto para a irrigação agrícola quanto para o abastecimento e outras atividades econômicas, incluindo a piscicultura.

3. Jaguarão: Localizada na divisa com o Uruguai, Jaguarão se beneficia das águas da Lagoa Mirim para atividades agrícolas e o abastecimento de pequenas propriedades rurais.

4. Santa Vitória do Palmar: Esse município se destaca pelo uso das águas da Lagoa para irrigação de arroz, uma atividade econômica relevante na região.

5. Camaquã: Utiliza a bacia hidrográfica conectada à Lagoa Mirim principalmente para agricultura e abastecimento de suas zonas rurais.

No lado uruguaio, alguns municípios também dependem das águas da Lagoa Mirim, especialmente para irrigação e atividades agropecuárias, destacando-se:

1. Cerro Largo: Municípios deste departamento utilizam a água da Lagoa para irrigação, agricultura e criação de gado.

2. Treinta y Tres: Aproveita a proximidade com a lagoa principalmente para irrigação, com destaque para o cultivo de arroz, uma atividade agrícola fundamental na região.

3. Rocha: Áreas próximas à Lagoa no departamento de Rocha utilizam suas águas para agricultura, especialmente o cultivo de arroz e outras atividades rurais.

Esses municípios, tanto no Brasil quanto no Uruguai, dependem da Lagoa Mirim como um recurso essencial para irrigação agrícola, com foco no cultivo de arroz e na criação de gado, além de atividades de pesca que são sustentadas pelos ecossistemas da lagoa.

Para assegurar uma operação eficiente da eclusa, foram identificadas possíveis limitações sazonais que podem afetar o funcionamento da hidrovía ao longo do ano. Essa identificação permite simular a capacidade operacional da infraestrutura para diferentes tipos de embarcações, como chatas, empuradores e comboios, que apresentam características e necessidades específicas. Com base nessa simulação, é possível prever o impacto de cada tipo de embarcação nos tempos de operação e otimizar o fluxo de navegação de forma mais precisa.

Essa abordagem também permite estimar o número anual de embarca-



ções que podem utilizar a eclusa de maneira segura e eficiente. Isso contribui para uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos e para a sustentabilidade da infraestrutura, promovendo o transporte aquaviário como uma opção viável para o escoamento de produtos e movimentação de pessoas na região. Com o estudo, é possível reduzir custos operacionais e minimizar o impacto ambiental, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e preservação ambiental.

Os estudos realizados sugerem áreas adicionais para aprofundamento, com foco na sustentabilidade da hidrovia e no uso responsável da Lagoa Mirim. A segurança hídrica da região, que foi uma razão importante para a construção da barragem, continua sendo uma preocupação central. Para isso, recomenda-se um monitoramento contínuo dos níveis de salinidade da Lagoa Mirim. Esse monitoramento é essencial para garantir o uso seguro da água, dado que a Lagoa é um recurso estratégico para abastecimento, irrigação e atividades pesqueiras. Controlar a salinidade contribui para a manutenção dos ecossistemas aquáticos e para a qualidade da água utilizada na agricultura e no consumo humano.

A criação de uma base de dados com registros históricos de salinidade permitirá o desenvolvimento de políticas públicas assertivas e adaptadas às necessidades locais e regionais. Esse banco de dados poderá embasar decisões voltadas à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos hídricos, com foco na adaptação às mudanças climáticas e às variações sazonais. As informações reunidas serão essenciais para a formulação de estratégias de conservação e para o uso adaptado da água, conforme as necessidades das comunidades e ecossistemas da Lagoa Mirim.

Outro aspecto crítico é o estudo do fundo da Lagoa e da movimentação de sedimentos, fatores que afetam diretamente a segurança e a eficiência da navegação. A movimentação sedimentar pode comprometer a navegabilidade, sendo necessária a adoção de medidas preventivas para manutenção e limpeza dos canais. A intensificação do uso da Lagoa para navegação torna esses estudos ainda mais importantes, pois permitirão ações antecipadas para evitar o acúmulo de sedimentos em áreas críticas, reduzindo o tempo de paralisação para manutenção e diminuindo os custos de operação. Estudos sedimentares são, portanto, fundamentais para garantir a continuidade e a segurança do tráfego aquaviário na hidrovia.

A implementação de cartas náuticas digitais para a navegação na Lagoa Mirim e hidrovias adjacentes surge como uma solução tecnológica segura e eficiente. Essas cartas digitais oferecem uma representação detalhada e precisa das áreas aquáticas, contendo informações cruciais sobre profundidades, posicionamento de boias e faróis, áreas de risco e os limites das zonas navegáveis. O uso de sistemas eletrônicos de navegação, como o Sistema de Cartas Eletrô-

nicas de Navegação (ENC - Electronic Navigational Chart), permite atualizações constantes, garantindo que as embarcações tenham acesso imediato às condições mais recentes da via, minimizando riscos operacionais.

Complementarmente, recomenda-se o aprofundamento dos estudos sobre o uso de sensores IoT para monitoramento em tempo real das condições da hidrovia. Sensores instalados em boias e balizas têm o potencial de captar dados contínuos sobre o nível da água, salinidade, velocidade das correntes e condições meteorológicas, enviando essas informações para sistemas centralizados de monitoramento. Essa tecnologia também pode funcionar como um sistema de alerta precoce, essencial para a prevenção de desastres naturais e variações bruscas na qualidade da água. Assim, cria-se um ambiente de navegação mais seguro e sustentável, que favorece a preservação dos recursos naturais e a segurança das embarcações na região.

## **6. Avaliação do Regime de Aporte Sedimentar na Hidrovia Uruguai-Brasil e Simulações e Cálculos de Microcapacidade da Barragem e Eclusa do São Gonçalo-RS**

O transporte ou a deposição de sedimentos é dependente dos padrões da circulação hidrodinâmica, que influenciam na velocidade de sedimentação das partículas, que por sua vez irão alterar os gradientes de deposição sedimentar nos canais e lagoas. Frente a isso, a correta compreensão dos processos morfodinâmicos em hidrovias é de vital importância para a manutenção da salvaguarda da navegação. Para isso, uma modelagem morfodinâmica dos processos atuantes na região de estudo foi realizada utilizando o sistema open TELEMAC-MASCARET, especificamente com o módulo SISYPHE acoplado ao TELEMAC-3D.

Neste módulo, as taxas de transporte de sedimentos são estimadas como carga de material transportada junto ao fundo (bedload), sendo calculada em cada ponto da malha como função de vários fluxos (velocidade incidente, profundidade da água, tensão cisalhante com o fundo), além de parâmetros do sedimento (diâmetro do grão, densidade relativa, velocidade de sedimentação, etc.). Este módulo foi aplicado no cenário da Macrorregião para que o transporte sedimentar seja o mais realístico em termos dos padrões dinâmicos locais e os principais resultados adquiridos foram de velocidade residual e máxima de fundo, atrito cisalhante de fundo, transporte pelo fundo e evolução do fundo. Sendo assim, os resultados indicam a ocorrência em diversos locais de processos intercalados de transporte e deposição de sedimentos pelos fundos.

Na Lagoa Mirim, em frente ao Rio Jaguarão, há indicação de potencial transporte sedimentar, enquanto a região do Sangradouro apresenta baixa velocidade de fundo e tendências deposicionais. O Canal São Gonçalo

apresenta em diversos setores variações de  $\pm 1$  a 2 cm, entretanto em alguns locais houve a ocorrência de processos erosivos e deposicionais de maior intensidade alcançando  $\pm 50$ cm. Frente a isso, regiões de interesse para estudos futuros e abordagens frente ao interesse da hidrovia devem dar maior atenção às margens dos meandros, tanto a margem erosiva quanto a deposicional, existentes no Canal São Gonçalo. Adicionalmente, a Ilha Pequena e Ilha Grande devem receber especial atenção nos seus setores de jusante e montante devido a incursão ou deságue, dependendo da direção predominante, de fluxo hídrico, que poderá determinar locais de possível assoreamento, podendo gerar risco a navegabilidade.

## 7. Referências

ALM, **Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/alm/>.

AZAMBUJA, José Luiz Fay de. **Hidrovia da Lagoa Mirim: um marco de desenvolvimento nos caminhos do Mercosul**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. 181f.

FERNANDES, E. H., DYER, K. R., E Niencheski, L. F. H. **Calibration and Validation of the TELEMAC-2D Model to the Patos Lagoon (Brazil)**. Journal of Coastal Research, n. 34, p. 470–488, 2001.

HU, K. E DING, P. **The effect of deep waterway constructions on hydrodynamics and salinities in yangtze estuary, china**. pp. 961–965. JSTOR, 2009.

ITAIPU BINACIONAL. **Itaipu instala mais de 1.400 marcos para mapear a elevação de terrenos na Bacia do Paraná**. Foz do Iguaçu, 2024. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/itaipu-instala-mais-de-1400-marcos-para-mapear-elevacao-de-terrenos-na-baci>>. Acesso em: 22 out. 2024.

PAARLBERG, A. J., GUERRERO, M., HUTHOFF, F., E RE, M. **Optimizing dredge-and-dump activities for river navigability using a hydro-morphodynamic model**. Water, v. 7, n. 7, p. 3943–3962, 2015.

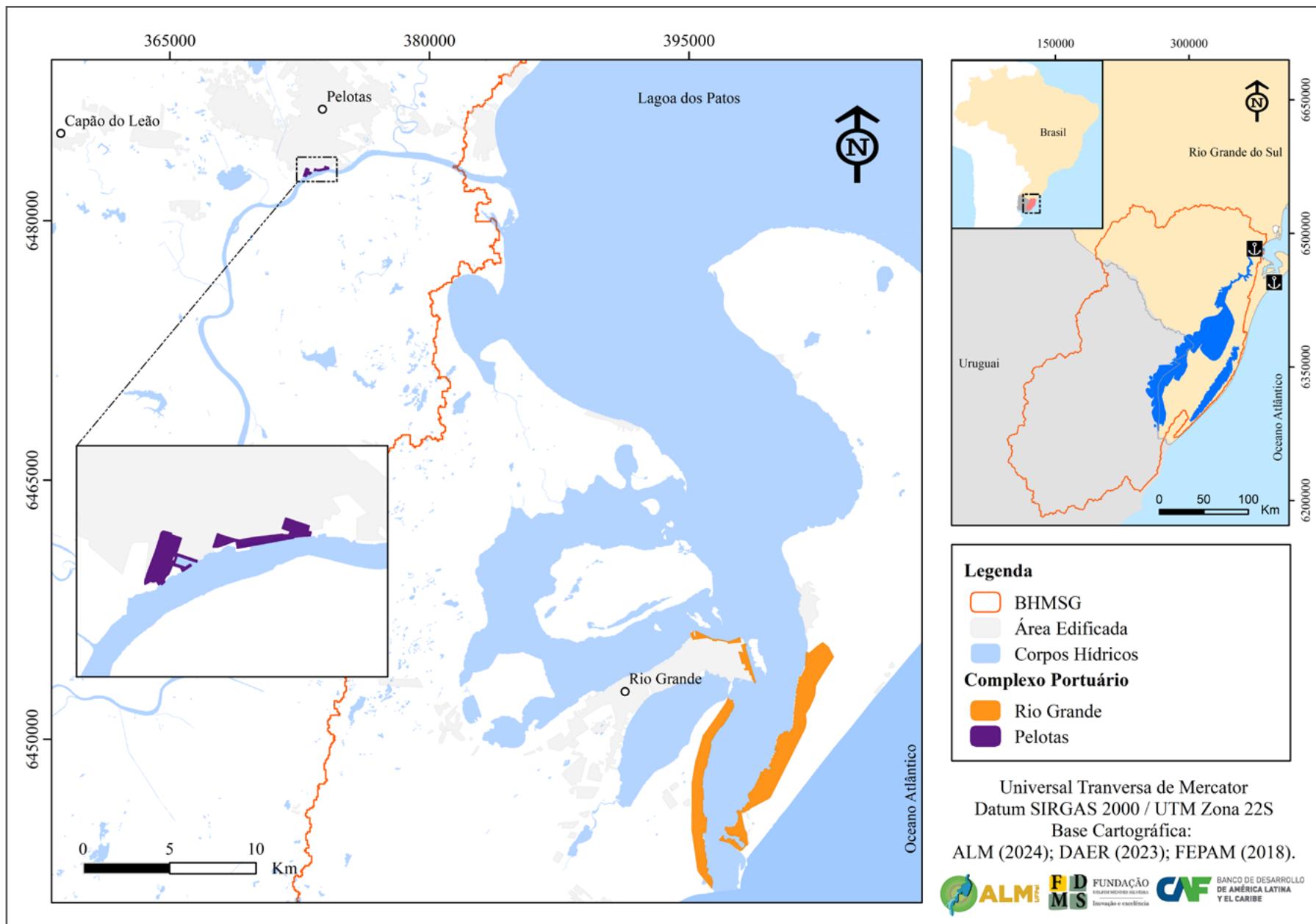
SANTANA, Walter Aloisio; TACHIBANA, Toshi-ichi. **Caracterização dos elementos de um projeto hidroviário, vantagens, aspectos e impactos ambientais para a proposição de metodologias técnico-ambientais para o desenvolvimento do transporte comercial de cargas nas hidrovias brasileiras**. Engevista, 2004.

TEATINI, P., ISOTTON, G., NARDEAN, S., FERRONATO, M., MAZZIA, A., DA LIO, C., ZAGGIA, L., BELLAFIORE, D., ZECCHIN, M., BARADELLO, L., CELLONE, F., CORAMI, F., GAMBARO, A., LIBRALATO, G., MORABITO, E., VOLPI GHIRARDINI, A., BROGLIA, R., ZAGHI, S., E TOSI, L. **Hydrogeological effects of dredging navigable canals through lagoon shallows**. A case study in Venice. Hydrology and Earth System Sciences, v. 21, n. 11, p. 5627–5646, 2017.

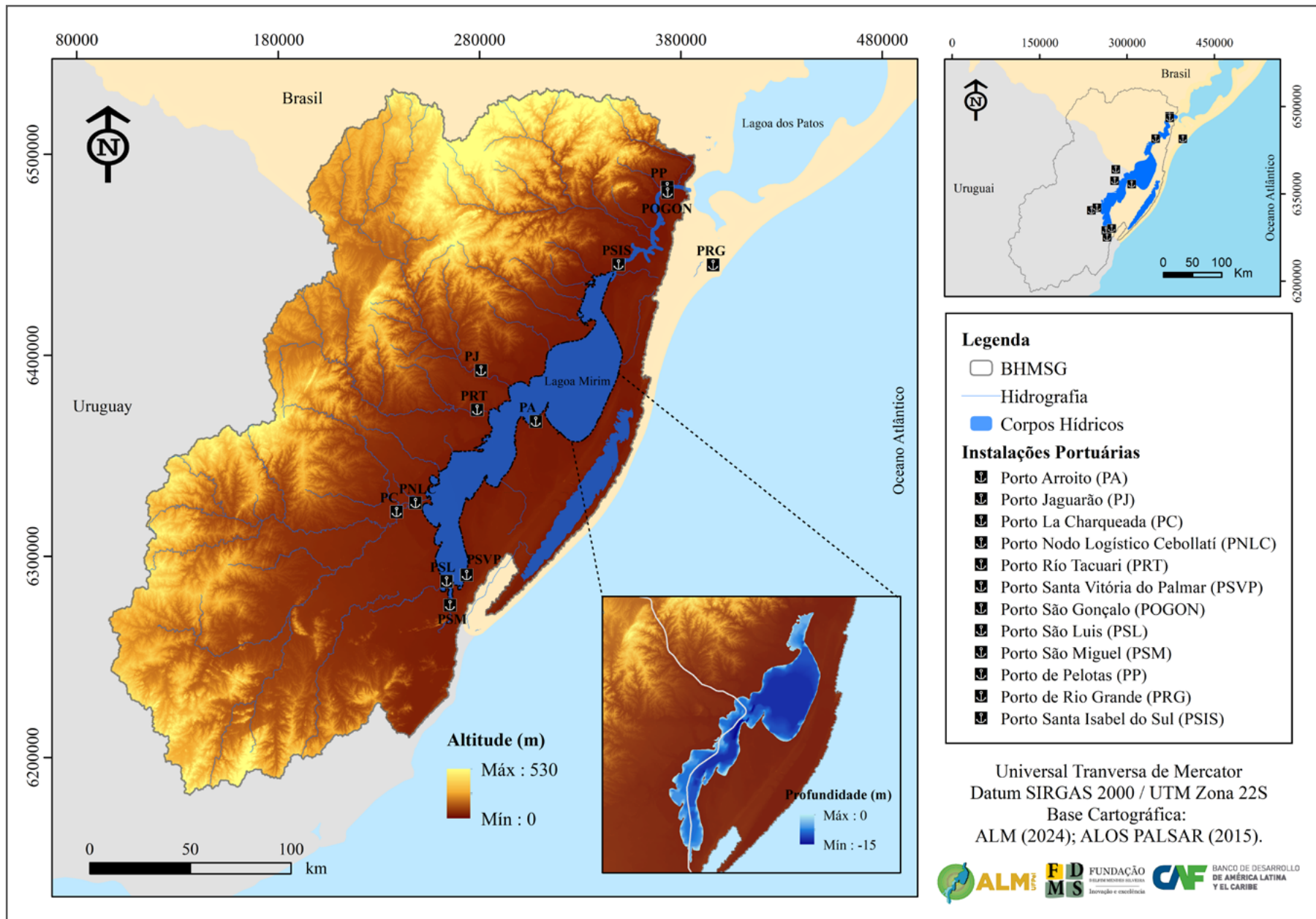
VIANNA, Manoel Luiz. **Extremo Sul do Brasil: um lugar esquecido**. Pelotas: Editora Textos, 2012.

WINTERWERP, J. C. E WANG, Z. B. **Man-induced regime shifts in small estuaries - I: Theory**. Ocean Dynamics, v. 63, n. 11-12, p. 1279–1292, 2013.

# Apêndice I: Localização do complexo portuário Rio Grande e Pelotas.



## Apêndice II: Localização das Instalações Portuárias.



# Apêndice III: Localização do Porto NLC.

