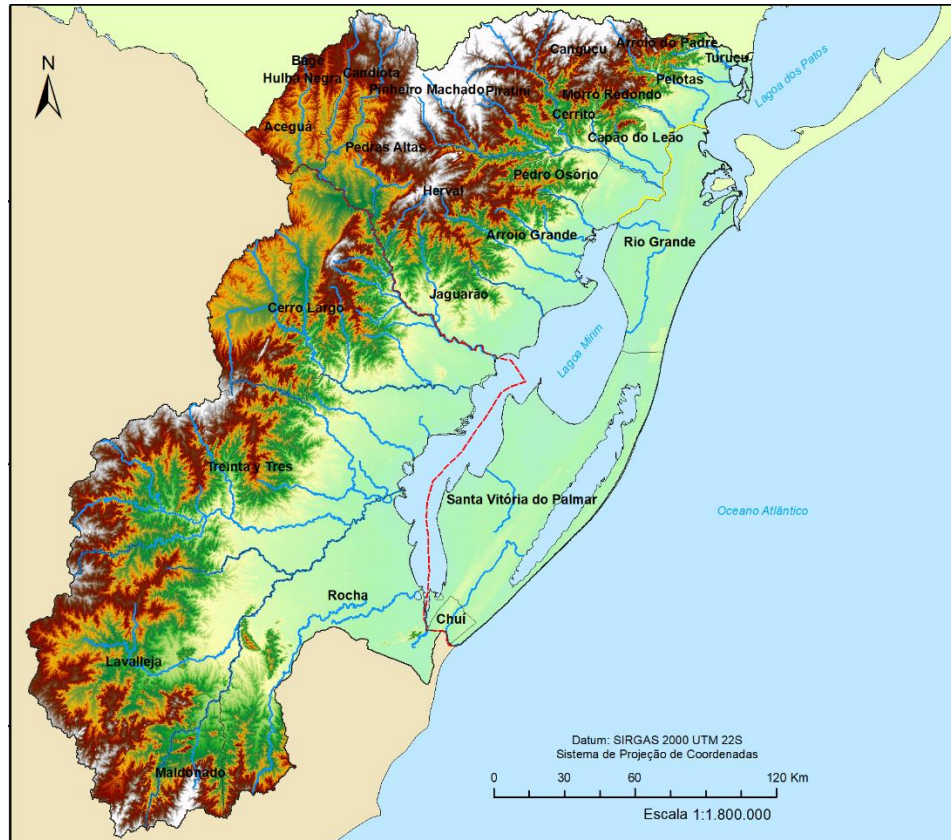


Universidade Federal de Pelotas  
Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim

## Relatório Técnico I



### Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo

### Hidrovia Uruguai-Brasil

considerações técnicas: o território e suas estruturas



Pelotas, 2022



## **Nota do Diretor da Agência para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim - ALM**

Esse Relatório teve por objetivo compartilhar, desenvolver e fomentar, a partir de um olhar crítico e sustentável, uma análise sobre a Lagoa Mirim e o canal São Gonçalo, considerando a implantação de uma Hidrovia. As considerações observam o ambiente da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG), em consonância com os objetivos e missão da ALM, alicerçadas em atividades de gestão, pesquisa e extensão, explicitando resultados de programas, projetos e estudos com a finalidade de dar suporte ao desenvolvimento regional e para bem estabelecer as boas relações dos diferentes atores com o território, em especial com o Uruguai, referindo-se ao Tratado da Lagoa Mirim.

Esse documento sintetiza as ações da ALM como estrutura pública capaz de protagonizar e explicitar percepções e intenções, a partir de temas alavancadores do desenvolvimento da região, tais como a pesca, o turismo, o monitoramento ambiental, a cooperação internacional o conhecimento tradicional, novas tecnologias e estratégias de bem entender os complexos sistemas, todos promotores das relações entre as estruturas naturais, construídas e sua gente, anotando potencialidades, com base na sua ocupação, na sua história e em seus espaços naturais, vislumbrando sustentabilidade política, econômica, social e ambiental.

Por aqui o registro, empenhados em perseguir e persistir na tarefa de consolidar a Agência para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim como sólida estrutura pública, voltada aos interesses do território e de seus atores, enaltecendo a presença e o olhar dos órgãos que compõe o Departamento Nacional de Infraestruturas Terrestres (DNIT) e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) na visita ao território da BHMSG, entre os dias 7 e 10 de junho de 2022.

**Prof. Dr. Gilberto Loguercio Collares**

Diretor da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim



**Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo**  
**Hidrovia Uruguai-Brasil**  
**considerações técnicas: o território e suas estruturas**

**2022**

Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo  
Hidrovia Uruguai-Brasil  
considerações técnicas: o território e suas estruturas



## **Diretor da Agência para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim**

Gilberto Loguercio Collares

### **Equipe Técnica de Apoio**

Alexandre Bruch

Angélica Cirolini

George Marino Soares Gonçalves

Guilherme Kruger Bartels

Rafael Corteletti

Reginaldo Galski Bonczynsk

### **Apoio Logístico**

Marinha do Brasil

Comando do 5º Distrito Naval - Rio Grande

Capitania dos Portos do Rio Grande do Sul

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT - RS



## **Agradecimentos**

Agradecemos a Marinha do Brasil pelo suporte logístico, aéreo e fluvial,  
Ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT - RS,  
A toda equipe da Agência para o Desenvolvimento da Bacia Lagoa Mirim (ALM),  
A Universidade Federal de Pelotas, pelo suporte e disponibilidade de suas estruturas e pessoal  
para a execução deste trabalho e consolidação de nossas estruturas.



## Sumário

Justificativa .....	7
Objetivo .....	7
Contextualização do ambiente .....	8
Contextualização Socioeconômica .....	16
A paisagem da Lagoa Mirim e a presença humana de longa duração .....	19
A ALM e a Barragem do Canal São Gonçalo.....	27
Batimetria da Lagoa Mirim .....	30
Vistoria junho de 2022 .....	32
Considerações finais e Recomendações .....	47
Dados utilizados .....	49
Referências .....	49



## **Justificativa**

Este Relatório Técnico se justifica pela necessidade de expor diversas questões sobre a Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo assim como as estruturas existentes, empregadas ao manejo da bacia, que considera os usos múltiplos da água, sustentando conhecimentos para as decisões dos órgãos de Estado e sociedade civil, atuantes na região, na materialização de programas e projetos de engenharia e gestão, capazes de influenciar e/ou serem influenciados pelas particularidades do território. Desta forma, expor e interpretar as dinâmicas e características locais, podem auxiliar no desenvolvimento seguro e sustentável da região.

## **Objetivo**

Contextualizar, e expor as principais características, gerais e específicas, da região da Lagoa Mirim e Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, território onde os Estados do Brasil e Uruguai, assim como sociedade civil, pretendem compreender e avançar na implantação de uma Hidrovia. Objetiva-se também apresentar aspectos percebidos em vistoria realizada junto com os órgãos DNIT e IBAMA, na região, no período de 7 à 10 de junho de 2022, o qual teve o intuito de conhecer e investigar locais específicos, sensíveis para a materialização do projeto da Hidrovia Uruguai-Brasil, da necessária dragagem na Lagoa Mirim e demais análises e ações pregressas aos projetos que influenciam nos mais variados usos da água e ambiente.

## Contextualização do ambiente

A Lagoa Mirim e o complexo de áreas úmidas em seu entorno formam uma das principais bacias hidrográficas transfronteiriças da América do Sul, de grande importância ecológica e econômica (Oliveira et al., 2015). A água se apresenta como elemento integrador, seja do ponto de vista físico, com significativa importância para a preservação e manutenção dos recursos naturais e ecossistemas; seja na sua relação com as distintas atividades desenvolvidas no território, sendo norteadora do desenvolvimento social, econômico e político (Fernandes et al., 2021).

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG), está localizada no extremo sul do Brasil, e a leste do Uruguai, englobando em seu território a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos, conectadas única e exclusivamente pelo Canal São Gonçalo, formando o Complexo Lagunar Patos-Mirim (Figura 1). As duas lagoas possuem uma área total de 13.749 km<sup>2</sup> (Toldo, 1994; Friedrich et al., 2006), e ligadas pelo Canal São Gonçalo, um canal natural, que possui 76,6 km de extensão, responsável por escoar a totalidade do deflúvio no sentido Mirim-Patos (sentido predominante do fluxo). Uma barragem foi construída, em 1977, no Canal São Gonçalo, para conter os fluxos inversos de água, ou seja, no sentido Patos-Mirim, evitando assim, a intrusão salina na porção sul do canal e na Lagoa Mirim. Conexa a essa barragem foi estabelecida uma eclusa, construída em nível, permitindo a navegação nos dois sentidos.

A BHMSG possui uma área total de 62.250 km<sup>2</sup>, sendo 29.250 km<sup>2</sup> em território brasileiro (21 municípios), e 33.000 km<sup>2</sup> em território uruguaio (5 departamentos). Os principais afluentes no território brasileiro são o Arroio Pelotas, os rios Piratini e Jaguarão e o Canal de São Gonçalo. No lado uruguaio, os principais rios são Cebollati, Tacuari, Sarandi e San Miguel. A BHMSG abrange as províncias geomorfológicas da Planície Costeira e do Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense. O Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense possui relevos ondulados e suave ondulados, desde menos de 100 m até 500 m de altitude, constituindo o embasamento cristalino, compondo a base onde as outras formações geológicas se assentaram. Além disso, o escudo é muito complexo, pois compreende vários tipos de rochas ígneas plutônicas, principalmente de composição granítica, associadas a cinturões de rochas metamórficas, como xistos, quartzitos, e outras (Streck et al., 2008). Já a Planície Costeira, é a província geomorfológica mais jovem do RS, e situa-se em cotas



baixas (menos de 40 m de altitude), formada por sedimentos inconsolidados, caracterizados pela influência de eventos de transgressão e regressão marinhos, responsáveis por formarem ambientes como lagoas, lagunas e cordões arenosos (Streck et al., 2008). Desta forma, no Escudo Uruguaio-Sul-Rio-Grandense, ocorrem áreas com Neossolos, Argissolos, Cambissolos, dentre outros. Já na planície costeira, ocorrem Planossolos e Gleissolos, que juntamente com o relevo plano, favorece a agricultura e, em especial o cultivo de arroz irrigado por inundação.

Os ecossistemas da bacia, por sua biodiversidade e importância para a conservação, são relevantes devido às diversas paisagens e ecossistemas que a compõe, distinguindo: 1) a faixa costeira do Atlântico com lagoas e lagunas nos dois países; 2) várias zonas baixas e úmidas associadas a lagoas e florestas com uma rica biodiversidade; 3) Bioma do Pampa e matas ciliares e úmidas; e 4) terras altas associadas com o sistema das Serras de Sudeste (Cordeiro e Hasenack, 2009). As áreas úmidas são de grande importância devido à diversidade de flora e fauna que apresentam e por constituírem também o habitat de aves migratórias. Da mesma forma, atuam como reguladores naturais do escoamento de rios, amortecendo inundações, promovendo recargas de aquíferos, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e tendo valor sociocultural, destacando-se pelas belezas cênicas e paisagísticas (MMA, 2000). Por fim, a situação das áreas protegidas na bacia é muito heterogênea. Reconhecendo seu valor, o governo do Uruguai designou os Bañados del Este um sítio RAMSAR e suas zonas úmidas como parte da Reserva da Biosfera da UNESCO (PROBIDES, 1999). Do lado brasileiro, a Estação Ecológica do Taim faz parte da rede de Reservas da Mata Atlântica, do Programa MAB da UNESCO. Além disso, destacam-se as reservas biológicas estaduais (Mato Grande, Maçarico e Bioma Pampa).

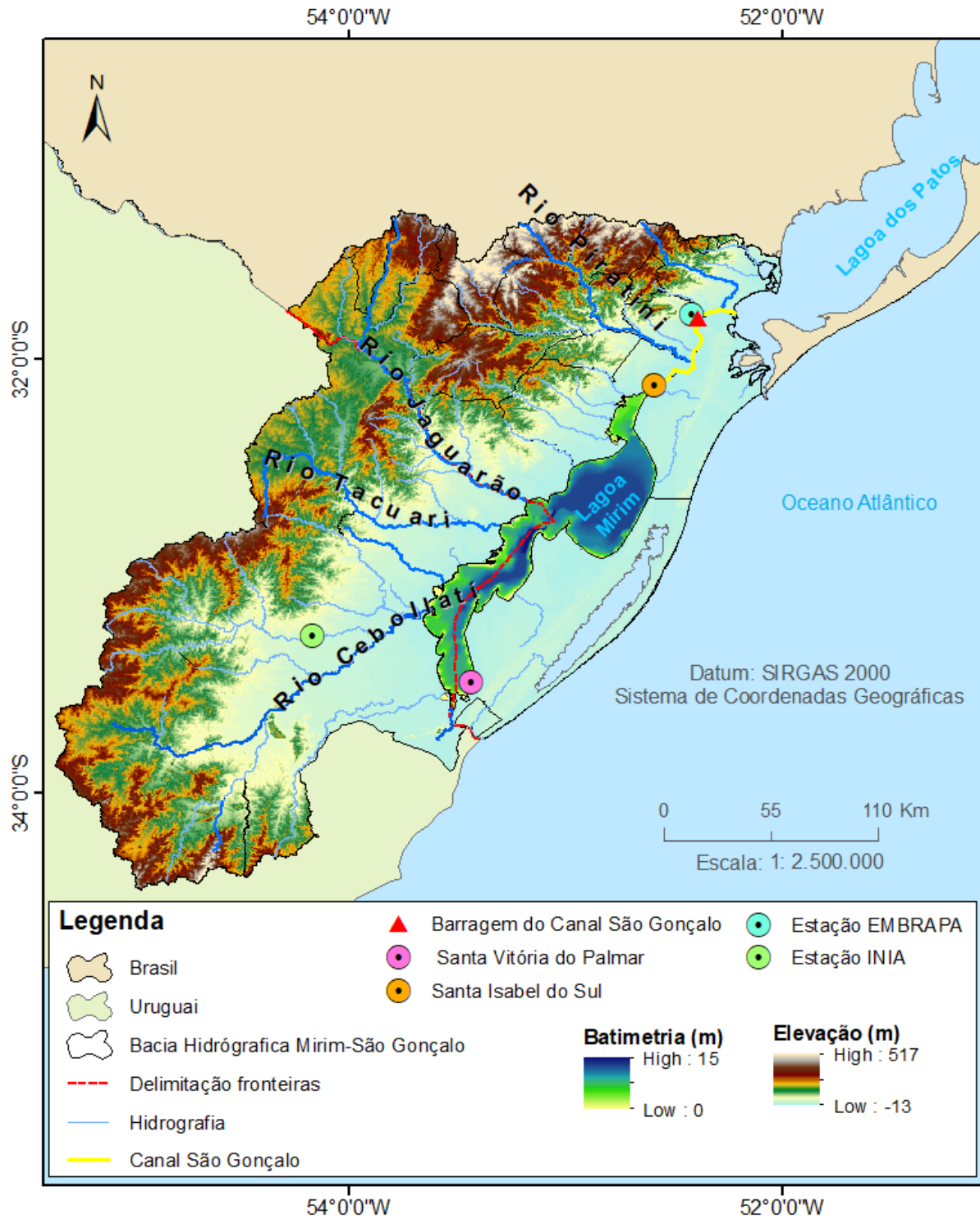


Figura 1 – Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo em destaque, assim como a Lagoa Mirim e Laguna dos Patos conectadas pelo Canal São Gonçalo.

O clima da região da BHMSG é subtropical úmido (Cfa na classificação de Köppen), com verões quentes e chuvas bem distribuídas ao longo de todo o ano (Peel et al., 2007). As lâminas de precipitação e evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) são homogêneas do norte para o Sul da BHMSG, evidenciadas pelas distribuições mensais de precipitação e ET<sub>o</sub> (Figura 2) historicamente monitoradas na estação agroclimatológica da Embrapa Clima Temperado, localizada a aproximadamente 1,8 km da Barragem do São Gonçalo, e na estação agroclimatológica do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA), localizada em Treinta y Tres no Uruguai, a aproximadamente 250 km ao sul da estação da Embrapa. A precipitação média anual registrada na estação da Embrapa é de  $1401 \pm 298$  mm e evapotranspiração média anual de referência de  $1081 \pm 36$  mm (1973–2020). Já na estação do INIA, a precipitação média anual é de  $1349 \pm 296$  mm e evapotranspiração média anual de referência de  $1045 \pm 50$  mm (1973–2020). Quando analisada a mediana das observações mensais, os maiores volumes precipitados ocorrem no mês de setembro (132,8 mm) na estação da Embrapa e no mês de agosto (105,6 mm) na estação do INIA. Já os menores volumes precipitados ocorrem em dezembro (81,8 mm) na estação da Embrapa e novembro (79,3 mm) na estação do INIA. Em relação ao comportamento da evapotranspiração de referência, ao longo do ano, as menores medianas ocorrem em junho (36,4 e 28,6 mm), para as estações da Embrapa e INIA, respectivamente. Já os maiores valores de ET<sub>o</sub> são observados no verão, sendo no mês de dezembro (150 mm) na estação da Embrapa e janeiro (160,2 mm) na estação da INIA (Figura 2).

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 e Porto de Santa Vitória do Palmar, são apresentados na Figura 3. O posto de monitoramento de Santa Isabel do Sul 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 Santa Vitória do Palmar está localizado a aproximadamente 170 km ao sul de Santa Isabel, 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.

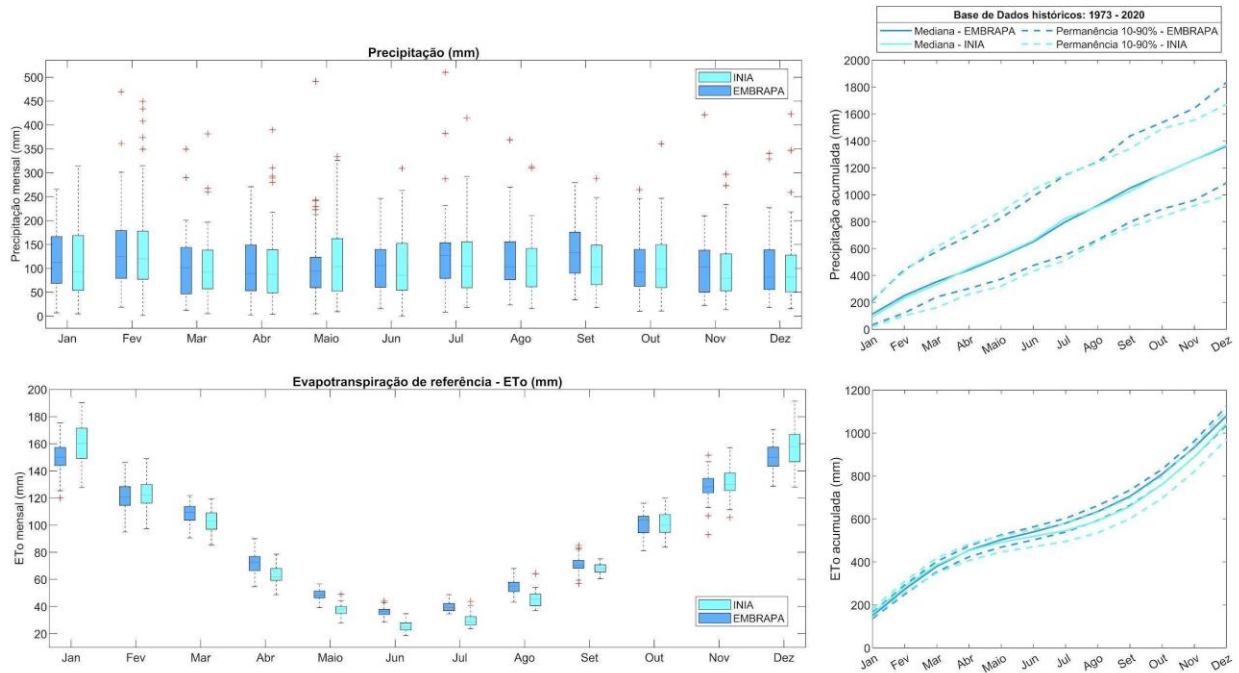


Figura 2 – Precipitação e Evapotranspiração de Referência (ETo) para a Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo no período entre 1973-2020.

Na Figura 3a 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 Santa Isabel do Sul, e de 1978 até 2013 para o posto de monitoramento do Porto Santa Vitória do Palmar. 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 no posto de monitoramento de Santa Isabel do Sul (5,13 m) e em 17 de julho de 1984 em Santa Vitória do Palmar (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. 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.

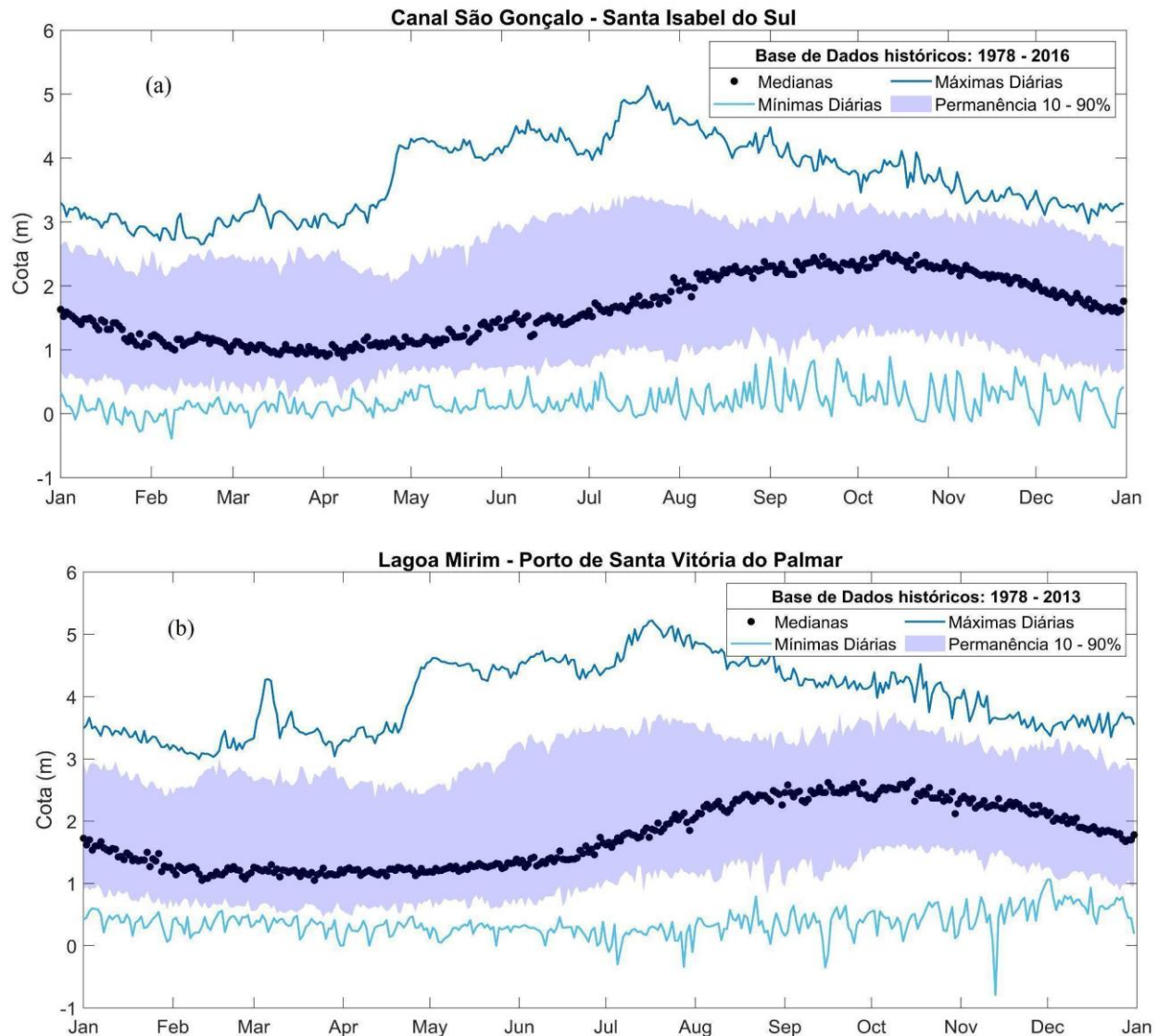


Figura 3 – Série histórica de níveis para dois postos de monitoramento: (a) Santa Isabel do Sul - Canal São Gonçalo, entre 1978-2016; (b) Porto de Santa Vitória do Palmar - Lagoa Mirim, entre 1978-2013.

De acordo com o 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, mas no outono e inverno ocorre maior predominância de ventos no quadrante sul, comparado a primavera e verão (Figura 4). 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 quadrante sul 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).

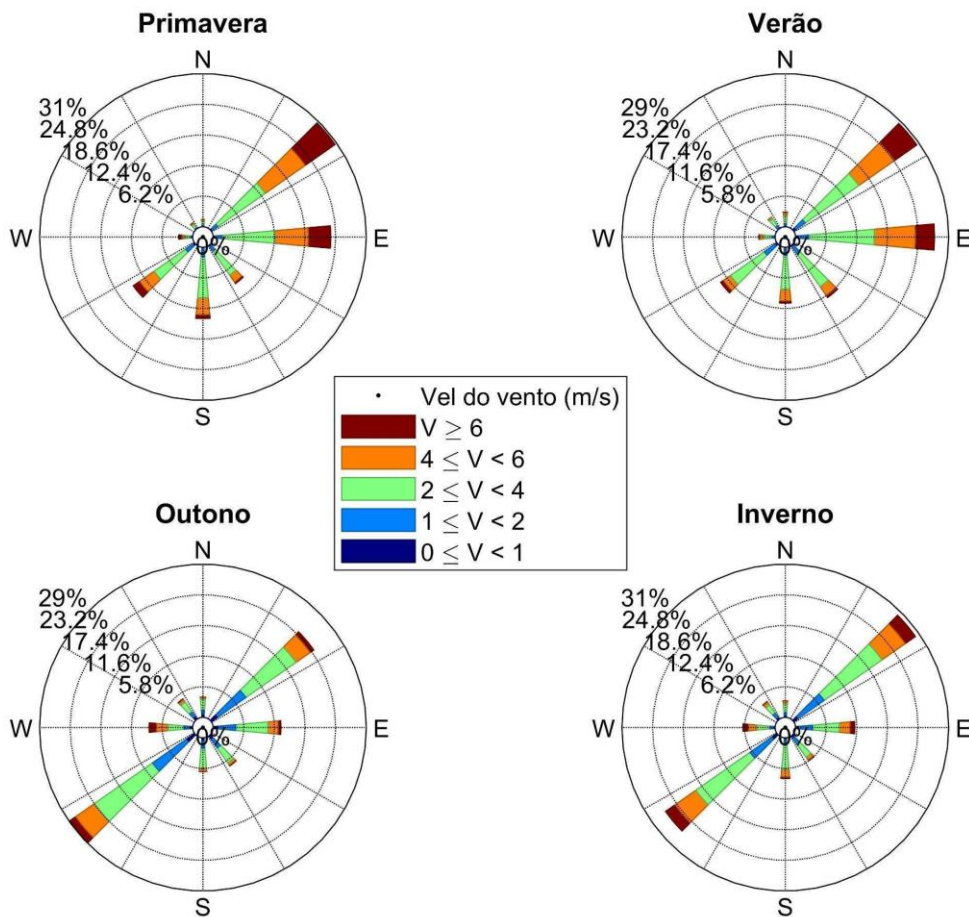


Figura 4 – Série histórica de velocidade e direção do vento, obtida da estação agrometeorológica da Embrapa, no período de 1971-2020, analisados de acordo com a estação do ano.

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, mas pode ser invertido. Fato este que 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 Santa Isabel do Sul (Figura 5).

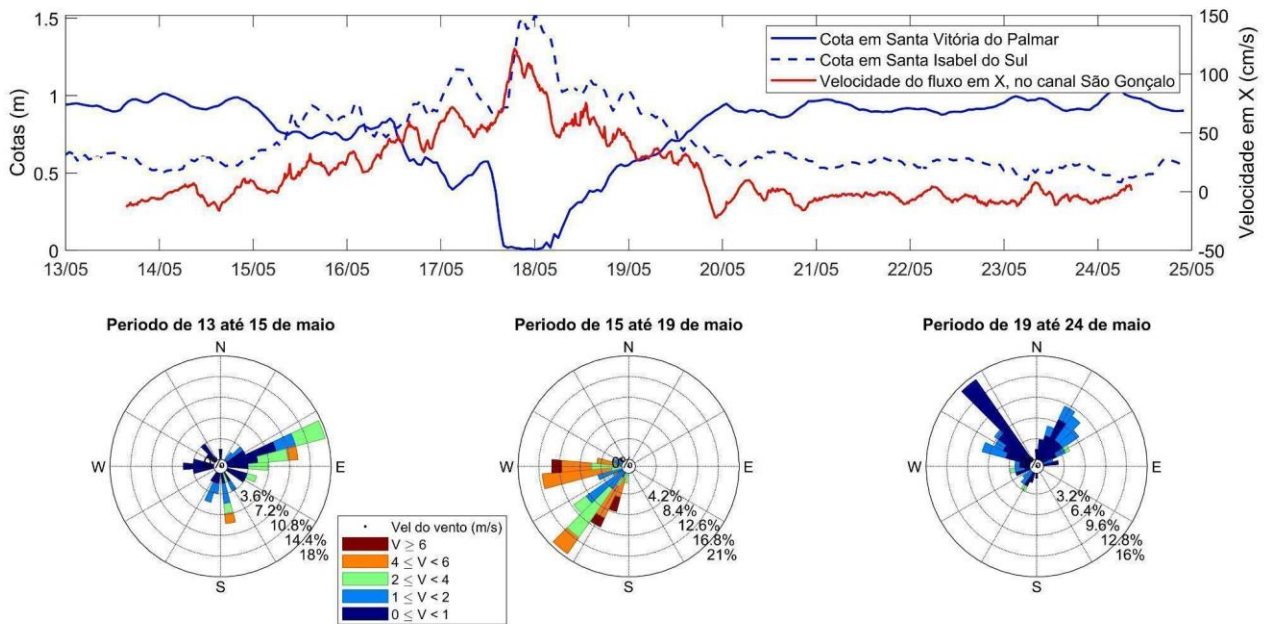


Figura 5 – Variações de níveis nos postos de monitoramento de Santa Isabel do Sul e Porto de Santa Vitória do Palmar, e variações de velocidade do escoamento no Canal São Gonçalo, influenciados pelo efeito da intensidade e direção do vento, no período de 13 até 24 de maio de 2022.

Ao analisar os dados de nível dos postos de monitoramento Santa Isabel do Sul e Porto de Santa Vitória do Palmar, relacionando com a velocidade do fluxo no Canal São Gonçalo, por um curto período de tempo (13 até 24 de maio de 2022), cruzado com dados de vento, registrados em Santa Isabel do Sul, percebe-se que os ventos predominantes no quadrante sul (período de 15 até 19 de maio), ocasionam 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 ocorre 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 no quadrante norte (período de 13 até 15 de maio e 19 até 24 de maio), ocasionam 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.

## **Contextualização Socioeconômica**

A bacia apresenta disparidades significativas em termos socioeconômicos, tanto comparando cada região em relação ao seu país, mas também comparando a situação da bacia nos dois países. No Brasil, o RS, em termos gerais, possui um grau médio de desenvolvimento socioeconômico (Tabela 1). A população da bacia concentra-se principalmente em centros urbanos, atingindo menos de 15% da população localizada em áreas rurais. Nesta população, 52% são mulheres e cerca de 62,5% têm idade ativa (> 14 e <65) - todos os dados populacionais são estimativas para o ano de 2018, de acordo com a FEE (2020). Levando em consideração a geração de riqueza por meio do Produto Interno Bruto (PIB), o RS representa 6,4% do valor nacional, enquanto o PIB per capita está acima da média nacional (R\$ 37.512,00). Por sua vez, no recorte da bacia, o PIB gerado corresponde a 6,6% do Estado e o PIB per capita está abaixo da média nacional (R\$ 29.741,00). Na Bacia Mirim-São Gonçalo, o Valor Adicionado Bruto (VAB) no setor primário tem um peso de 8,5%, o setor industrial participa com 5,1% e os serviços somam 6,8% dos valores estaduais (FEE, 2020).

Por sua vez, a região Leste do Uruguai é uma área de baixa concentração populacional em termos relativos. A soma dos habitantes dos quatro departamentos, localizados na bacia, representa 12,4% do total nacional (Tabela 2). Mais de 50% da população total reside nas quatro capitais departamentais, o que demonstra uma forte concentração urbana. Além disso, apenas 6,5% do total vivem em áreas rurais. Em relação à sua economia, essa região representa 4,8% do PIB nacional, sendo que o setor primário representa, em média, 36,3% do VAB total na região. Treinta y Tres é um dos departamentos com maior especialização agrícola, com o setor primário representando 44% de seu produto departamental total. Na região Leste, o setor industrial está ligado a iniciativas



incipientes de agroindústrias em Rocha e Treinta y Tres. Pode-se mencionar, entre outros, os moinhos de arroz, as indústrias de embalagem de carne e laticínios (INE, 2011).

MUNICÍPIO	Área			População		PIB per capita (R\$)	IDESE
	Total (Km²)	na Bacia (Km²)	% na Bacia	Total 2018	Na Bacia 2018		
						2017	2016
Aceguá	1.551,33	872,78	56	4.487	4.384	59.414,01	0,742
Arroio do Padre	124,69	67,07	54	2.784	1.585	20.601,76	0,677
Arroio Grande	2.514,76	2.514,76	100	18.013	18.013	34.065,27	0,672
Bagé	4.090,36	31,54	1	120.104	22	25.150,78	0,714
Candiota	933,62	933,62	100	9.450	9.450	54.355,15	0,730
Canguçu	3.526,25	951,36	27	53.121	33.923	21.452,83	0,670
Capão do Leão	785,37	785,37	100	26.524	26.524	20.704,39	0,621
Cerrito	451,69	451,69	100	6.043	6.043	16.246,46	0,662
Chuí	202,38	202,38	100	5.930	5.930	40.645,72	0,754
Herval	1.759,71	1.759,71	100	6.647	6.647	21.420,86	0,664
Hulha Negra	822,90	407,56	50	6.776	2.955	24.316,60	0,643
Jaguarão	2.052,41	2.052,41	100	27.393	27.393	26.185,34	0,698
Morro Redondo	244,64	244,64	100	6.621	6.621	13.634,41	0,694
Pedras Altas	1.373,98	1.373,98	100	2.048	100	52.096,98	0,777
Pedro Osório	608,81	608,81	100	7.999	7.999	18.955,62	0,678
Pelotas	1.609,70	1.461,03	91	341.166	340.630	25.307,60	0,701
Pinheiro Machado	2.248,22	961,46	43	11.947	11.716	24.350,57	0,659
Piratini	3.537,79	1.966,20	56	18.990	18.039	20.771,08	0,680
Rio Grande	2.708,37	2.708,37	100	210.610	210.610	43.576,35	0,718
Santa Vitória do Palmar	5.195,66	5.195,66	100	31.208	31.208	30.432,72	0,705
Turuçu	253,63	134,82	53	3.721	1.035	26.188,66	0,668
<b>TOTAL</b>	<b>37.200,78</b>	<b>25.685,22</b>	<b>-</b>	<b>921.582</b>	<b>770.827</b>	<b>29.741,11</b>	<b>-</b>
<b>RIO GRANDE DO SUL</b>	<b>281.707,15</b>	<b>-</b>	<b>13,21%</b>	<b>11.329.605</b>	<b>-</b>	<b>37.512,74</b>	<b>0,754</b>
<b>BRASIL</b>	<b>8.510.820,62</b>	<b>-</b>	<b>0,30%</b>	<b>208.494.900</b>	<b>-</b>	<b>31.833,50</b>	<b>-</b>

Tabela 1: Dados demográficos e econômicos brasileiros da Bacia Mirim-São Gonçalo. Elaborado pelos autores a partir de FEE (2020).

Desde a década de 1970, a região experimentou uma dramática expansão do cultivo de arroz, que, em alguns casos, entrou em zonas ecológicas sensíveis, com fauna, flora e sítios arqueológicos de grande valor. Houve também uma expansão do florestamento com eucalipto, principalmente nas áreas mais altas da bacia, e uma intensificação do turismo no lado uruguaio.

No Brasil, houve a promoção do desenvolvimento rural e o fortalecimento das cadeias produtivas locais e regionais nas economias de base familiar, irrigação e usos múltiplos da água. Essas tendências tiveram um impacto significativo (embora não estudadas sistematicamente) nos principais ecossistemas, e determinaram um aumento da erosão e da contribuição de sedimentos para os rios. 97% da água utilizada na bacia da Lagoa Mirim é destinada ao cultivo de arroz. Do

total da água utilizada, apenas 0,17% é proveniente de águas subterrâneas (poços). A primeira modalidade de acesso ao recurso hídrico, são as tomadas diretas nos cursos naturais, e na Lagoa Mirim (67%). A segunda modalidade são as barragens construídas para esse fim (33%). A demanda do setor orizícola é a variável significativa para o planejamento futuro dos recursos hídricos na bacia Mirim-São Gonçalo. Durante o período de safra, que ocorre de outubro a março, a maior demanda de água se combina com o menor escoamento, podendo ocorrer problemas de disponibilidade. É importante ressaltar que mais de 700 mil pessoas são abastecidas diariamente com água da bacia hidrográfica. O governo do estado do Rio Grande do Sul desenvolve o Programa Estadual de Irrigação e Usos Múltiplos da Água, para aumentar a produtividade e minimizar os efeitos do estresse e dos impactos ambientais. O governo brasileiro elaborou o Plano Nacional de Recursos Hídricos (entre 2020-2040) para garantir às gerações atuais e futuras a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (PIF, 2020).

DEPARTAMENTO	Área			População Total	PIB per capita (UY\$)	IDH
	Total (Km <sup>2</sup> )	na Bacia (Km <sup>2</sup> )	% na Bacia	2011	2012	2017
Cerro Largo	13.648	6.456	47	84.698	215.704,30	0,783
Lavalleja	10.016	7.167	72	58.815	276.626,40	0,791
Maldonado	4.793	1.074	22	168.298	335.617,20	0,822
Rocha	10.551	7.543	71	68.088	262.743,50	0,784
Treinta y Tres	9.676	9.283	96	48.134	251.936,10	0,771
<b>TOTAL</b>	<b>48.684</b>	<b>31.523</b>	-	<b>428.033</b>	<b>268.525,50</b>	-
<b>URUGUAI</b>	<b>176.220</b>	-	<b>17,88%</b>	<b>3.449.299</b>	<b>303.873,00</b>	<b>0,804</b>

Tabela 2: Dados demográficos e econômicos uruguaios da Bacia Mirim-São Gonçalo. Elaborado pelos autores a partir de INE (2011) e OTU (2019).

Na interface entre os países há setores com lógica própria claramente identificável. Os territórios fronteiriços, com características que podem ser reconhecidas a cerca de 150 quilômetros da linha de fronteira, apresentam forte ênfase nos aspectos locais, que originam expressões comunitárias únicas, como por exemplo: 1) culturalmente: gastronomia, tradições históricas, a música e a língua da fronteira; 2) socialmente: um entrelaçamento dos aspectos cotidianos e o uso das vantagens comparativas do trabalho ou da habitação em ambos os lados da fronteira; 3) comercialmente: uma intensa troca local de bens de consumo familiares, influenciada pelas condições econômicas, pela disponibilidade de certos itens e pelo valor da moeda; 4) nas políticas

de desenvolvimento: situações que oscilam entre a falta de consideração da administração federal e as flutuações das decisões políticas internacionais, e o desenvolvimento de políticas e programas de fronteiras específicos, comumente originados de organizações setoriais de um país e de outro, que em alguns casos excede a importância local e atinge expressões em escala nacional.

## **A paisagem da Lagoa Mirim e a presença humana de longa duração**

Os sítios arqueológicos localizados na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, bem como na Laguna do Patos, possuem datações que variam de 5.500 AP a 200 AP (antes do presente), e apontam para uma vasta ocupação da planície costeiras do Sul do Rio Grande do Sul e Nordeste do Uruguai anterior a chegada de europeus (CAFFA, 2020). Os assentamentos que comprovam a presença humana inicial são caracterizados por grandes aterramentos em áreas alagadiças de banhado, próximos de cursos d'água, ou vestígios de acampamentos e/ou aldeias em dunas pleistocênicas (MILHEIRA et al, 2019; MILHEIRA, 2021). Os primeiros vestígios de ocupação humana iniciam no Holoceno médio, momento em que transgressões-regressões do oceano ainda ocorriam e transformavam a paisagem costeira (BICA-MENDÉZ, 2020; CAFFA, 2020; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Reginato e Ahlert (s/d) e Caffa (2020), a formação do sistema lagunar Patos-Mirim está associada a um dos quatro ciclos de transgressão-regressão do oceano após o término da última glaciação. Essas variações no nível do mar “provocaron câmbios em la configuración de los espacios costeiros y em consecuencia em los patrones de ocupación humana” (CAFFA, 2020, p. 14). No que tange o sistema lagunar Patos-Mirim, sua formação inicia no terceiro ciclo no período Pleistocênico, há cerca de 120.000 AP (REGINATO; AHLERT, s/d), mas é só em 5.000 AP, período Holocênico, que o último ciclo de transgressão se inicia e ocasiona o surgimento da Lagoa Mirim (OLIVEIRA, 2014). O avanço do nível do mar, 5 metros acima do nível atual (OLIVEIRA, 2014; REGINATO, AHLERT, s/d) “resultou na formação de um cordão litorâneo que caracteriza o máximo da transgressão holocênica e de planícies de cordões litorâneos regressivos” (REGINATO; AHLERT, s/d, p.28). As barreiras formadas após o último ciclo

transgressivo ocasionaram o fechamento parcial da Laguna dos Patos e total da Lagoa Mirim, junto a um sistema lagunar retro barreira, como a Lagoa Mangueira (OLIVEIRA, 2014).

Concomitante a esses eventos de transformação da planície costeira, alguns grupos humanos já ocupavam a região e foram avançando conforme o nível do mar baixava. As ocupações mais antigas da Bacia da Lagoa Mirim datam de 5.500 AP, no nordeste uruguaio, nas margens oeste e sul da Lagoa Mirim (CAFFA, 2020). Essas ocupações compõem um complexo com mais de 1.500 sítios do tipo cerrito identificados do lado Uruguaio (OLIVEIRA, 2014) e pelo menos 3.000 que somam os atuais territórios de Brasil, Uruguai e Argentina (MILHEIRA, 2021). De acordo com Irina Caffa (2020), as mudanças ocorridas na planície impactaram diretamente os cursos d'águas e por conseguinte a flora e fauna costeira, que sofreram com mudanças em sua composição devido a salinização das águas, impossibilitando as ocupações próximas a costa. É nesse contexto de evolução da planície costeira e de transgressão, que estaria associada a construção dos primeiros cerritos nas planícies altas do Uruguai, no banhado de India Muerta, que datam de 5.500-4.500 AP (CAFFA, 2020). Conforme o oceano regredia, as ocupações avançavam para a costa, e segundo Osvaldo Oliveira (2014, apud Schmitz 1976) os cerritos maiores e mais distantes da atual linha de costa estariam relacionados a ocupações mais antigas, enquanto os próximos as margens atuais, seriam mais recentes. As datações dos sítios no entorno das Lagoas e da costa Atlântica coincidem com o momento de estabilização do oceano após o período de regressão, o que indica uma intensificação da ocupação entre 3.500-3.000 AP, quando o clima, a flora e fauna se tornam favoráveis (CAFFA, 2020).

De acordo com Milheira et al. (2019), as datações micro e macrorregional indicam um aumento demográfico a partir de 2.500 AP, tendo os sítios de cerritos no estuário dos Patos sido ocupados entre 2.500 e 200 AP. Os sítios são caracterizados por serem estruturas antrópicas sobre áreas alagadiças de banhado e/ou sobre dunas, próximos de cursos d'água. Os aterramentos podem ser encontrados em conjunto ou isolados, variando diâmetro e altura, podendo ir de 30 centímetros a 7 metros de altura, assim como seus formatos, apresentando formas circulares ou elípticas. Os vestígios encontrados relacionados aos grupos construtores de cerritos são em sua maioria fragmentos de cerâmica, líticos, restos faunísticos e sepultamentos humanos. Sua maior incidência ocorre na Bacia Mirim São Gonçalo, com datações mais recuadas no nordeste Uruguaio. Além de

grupos cerriteiros, é possível encontrar vestígios de ocupação Guarani que datam de  $890 \pm 40$  AP na região das Lagoas, até mesmo sobre sítios de cerrito possivelmente abandonados e reocupados pelos grupos guaranis (ALVES, 2012; BICA-MÉNDEZ, 2020; MILHEIRA et al, 2019; MILHEIRA, 2021).

Na região de Arroio Grande e Jaguarão, próximos a Lagoa Mirim, foi feito um levantamento em 2005, pelo agrônomo e historiador Cláudio Pereira, de ao menos 62 cerritos, sendo 14 deles dentro da Reserva Biológica do Mato Grande, em Arroio Grande – RS (ALVES, 2012; OLIVEIRA, 2014). Nos anos de 2018 e 2019, durante atividades de campo da ALM-UFPEL, somaram-se mais 8 sítios inéditos identificados no interior da Rebio, próximos às margens da Lagoa Mirim, sendo 7 deles indígenas; com vestígios de grupos cerriteiros e guaranis e 1 multicomponencial de vestígios colonial e indígena. Dois desses sítios (RMG-03 e RMG-04) estão situados bem na margem da Lagoa Mirim, na região do Canal do Sangradouro, e sofrem constante influência da variação do nível das águas na sua condição de conservação (Figura 6).

Em especial o sítio RMG-03, possui característica multicomponencial, na qual apresenta materialidades associadas a dois períodos da região: pré-colonial, associada a ocupação de grupos indígenas construtores de cerrito e guaranis; e colonial, associado a colonização e ocupação sistemática do território que ocorreu através das concessões de sesmarias iniciadas ao fim do século XVIII na região. De acordo com Brochado (1974), a fase bojuru, que compreende a colonização ao sul da Laguna dos Patos e marca o período de contato entre indígenas e europeus, inicia-se em 1736, a partir da fundação do Presídio Jesus-Maria-José, em Rio Grande, embora o contato seja anterior a essa data, visto que tropeiros já se estabeleciam e exploravam a região das lagoas desde 1715. No contexto regional, a presença de sítios multicomponenciais, composto por registros pré-coloniais e coloniais sobre uma mesma superfície apresenta-se relativamente comum, visto que ao menos 8 sítios semelhantes a este já haviam sido identificados no lado brasileiro do vale do rio Jaguarão (COPÉ, 1991), em estudos de licenciamento desenvolvidos nos anos 1970 pelo antigo DLM (nome da ALM naquela época) para a implantação da Barragem do Centurião. O sítio RMG-03, localiza-se à margem da Lagoa Mirim, próximo a desembocadura da Lagoa Mirim no Canal São Gonçalo, a poucos quilômetros da Vila de Santa Isabel do Sul, município de Arroio Grande.

Vila esta, que teve a fundação de seu povoado ainda no início do século XIX, a partir das concessões de sesmarias distribuídas ao fim do século XVIII.

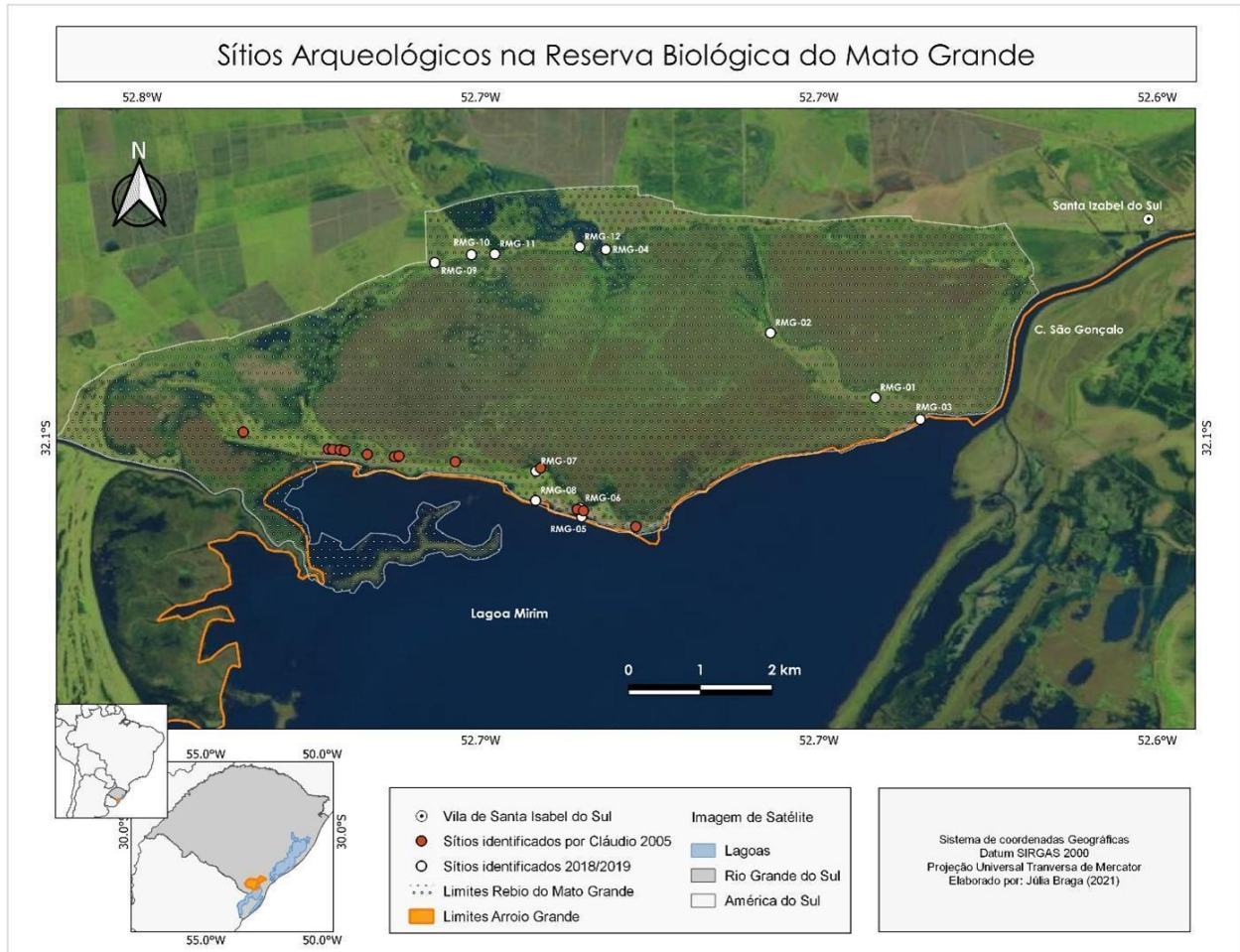


Figura 6 - Mapa dos Sítios Arqueológicos no interior da Reserva Biológica do Mato Grande, junto ao Canal do Sangradouro. Elaborado por J. Braga (2021).

A maneira como os materiais estão dispostos à margem, aglomerados e mesmo em pontos isolados na faixa de areia, com contextos distintos associados, sugere uma influência das águas nos processos de formação do sítio a partir da oscilação do nível da Lagoa, que pode causar erosão, deslocamento e aterramento dos materiais (SOARES, 2015). Partindo do pressuposto de que o sítio RMG-03 sofre com a dinâmica da água, e buscando entender a dinâmica da Lagoa Mirim, foi possível observar através de imagens de satélite, a variação do nível de suas águas em determinadas

épocas do ano que validam essa ideia. A oscilação do nível das águas associa-se a períodos de estiagem e cheia em diferentes estações, que apresentam um avanço significativo das margens durante a primavera, recuando durante o verão, e mantendo-se durante o outono e parte do inverno (Figura 7).

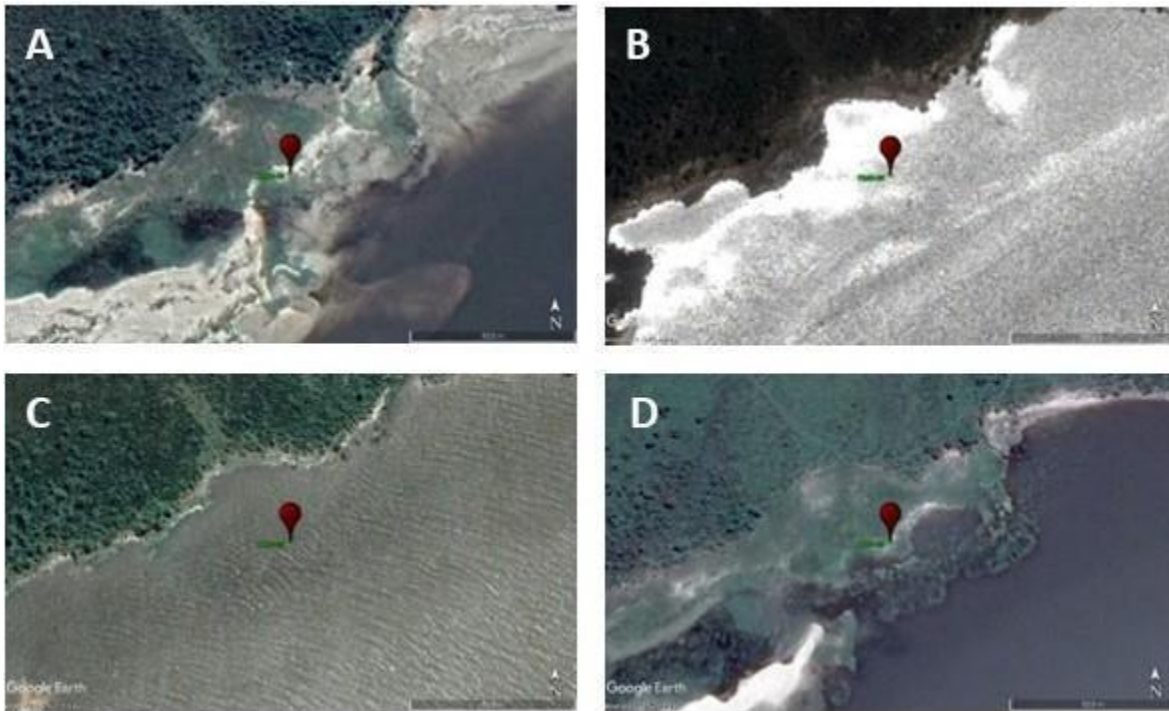


Figura 7 - Imagens de satélite mostrando a variação do nível da Lagoa Mirim no Sítio RMG-03, onde A: janeiro de 2014; B: novembro de 2016; C: outubro de 2018; e D: abril de 2020.

Adaptado de Google Earth.

Levando em consideração este fator da variação do nível da Lagoa, bem como a disposição que se encontram os materiais, é preciso considerar o impacto sofrido pelo sítio a cada submersão e emersão, que causam deterioração. De acordo com Manoella Soares (2015;2018), o comprimento Fetch “*pista de água onde incide o vento*” (2018, p.46), é o que determina a mecânica das águas através da formação de ondas. No caso da Mirim, devido a sua extensão, a baixa profundidade, bem como, estar localizada em uma região com grande incidência de ventos, faz com que seu Fetch seja máximo, ocasionando ondas com um grande potencial erosivo (FRIEDRICH et al, 2004; SOARES, 2015). De acordo com Friedrich et al (2004), a lagoa passa por momentos de

ressuspensão de sedimento em épocas de maior agitação das águas, fazendo com que os sedimentos mais grossos do fundo sejam remobilizados, enquanto em momentos de maior tranquilidade das águas, a predominância é de sedimentos finos de características argilosas e orgânicas. Sendo assim, esses sedimentos mais grosseiros somados à agitação das águas, possuem um grande potencial de erosão dos solos da margem, assim como da degradação dos materiais ali presentes (SOARES, 2015).

Foi possível constatar durante as campanhas de avaliação, em campo, a erosão das paredes do talude na margem, assim como a visualização do nível estratigráfico em que o sítio está inserido (Figuras 8 e 9). Levando em consideração o grande potencial erosivo que a Lagoa apresenta, é provável que os materiais espalhados pela faixa de areia sejam resultado da erosão dessas paredes, fazendo com que materiais de origem pré-colonial e colonial se misturem em uma única camada sobre a faixa de areia (Figura 10). Conforme Soares (2018), essa movimentação das águas, dificulta a interpretação do sítio, devido a deterioração da margem e a desconfiguração dos materiais. Nas imagens de satélite anteriores (Figura 7), é possível notar o aumento do sedimento arenoso na margem, que ilustra essa erosão e descaracterização da margem através dos anos.



Figura 8 - Sítio RMG-03 em junho de 2018, com erosão na margem e materiais dispersos na faixa de areia. (Acervo projeto Registros)





Figura 9 - Perfil da margem que apresenta erosão e desprendimento dos materiais (Acervo projeto Registros).



Legenda:

Carvão  Cerâmica Indíg.  Lítico  Louça  Tijolos  Ossos 

Figura 10 - Materiais misturados em superfície (Acervo projeto Registros).

Quanto à dispersão dos vestígios, a partir dos dados levantados em campo, utilizando GPS e Estação Total, foi possível a espacialização do sítio no terreno. Foi constatada a presença de fragmentos de materiais dispersos pela faixa de areia em um intervalo de pelo menos 400 metros

(Figura 11), e uma maior concentração em uma área de aproximadamente 1.032,90 m<sup>2</sup>. Na área concentrada, a presença de tijolos aglomerados e dos demais materiais esparsos, demonstram a questão levantada por Soares (2015) quanto o retrabalhamento de materiais de baixa densidade e seu deslocamento tanto vertical, quanto lateral.

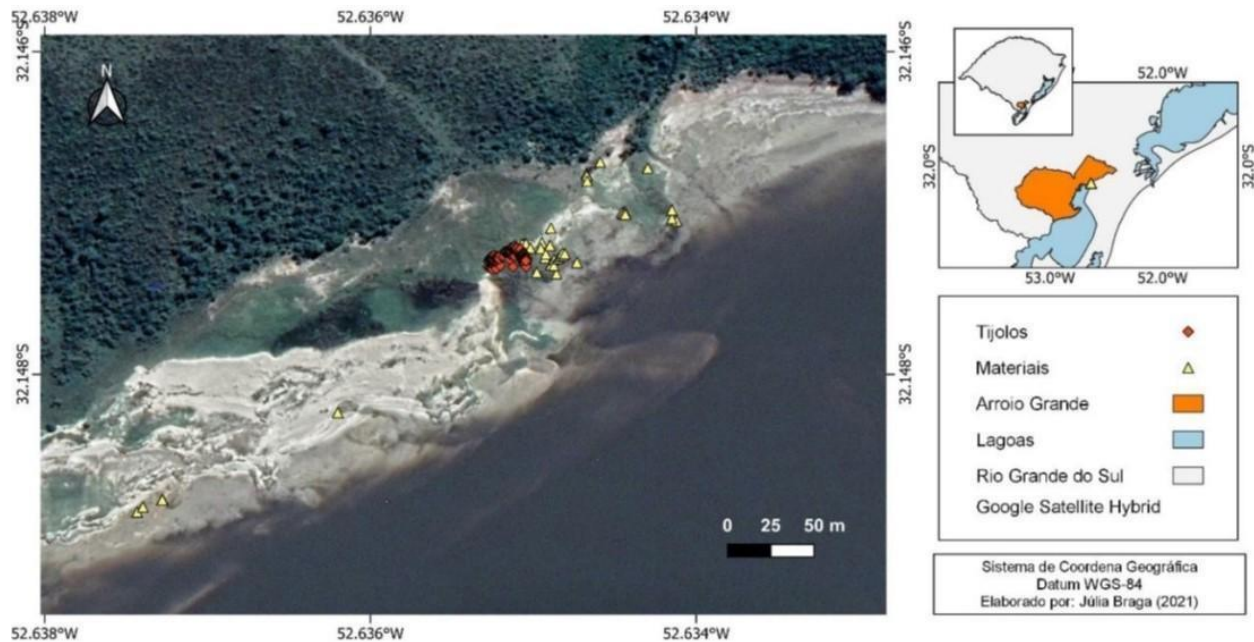


Figura 11 - Área de dispersão dos materiais arqueológicos no sítio RMG-03 na margem da Lagoa Mirim, junto ao Canal do Sangradouro. Elaborado por J. Braga (2021).

Por fim, a Lagoa Mirim representa uma importante zona fronteiriça no contexto do desenvolvimento regional, seja pelas fronteiras político/territorial ou étnicas. A colonização hostil entre as Coroas de Portugal e Espanha e os grupos marginalizados pelas políticas coloniais (indígenas e escravizados), ocasionou numa série de relações que se firmaram através do comércio com a instituição dos Campos Neutrais. O sítio RMG-03, se enquadra no contexto de desenvolvimento da região e do estabelecimento dessas relações por meio do comércio do couro e do charque. Sua materialidade indica uma ocupação da margem da Lagoa Mirim em meados do século XIX, período em que grandes instabilidades políticas ainda atingiam a região, principalmente no que concerne à questão comercial. Neste sentido, levando em consideração o



contexto histórico, a materialidade do sítio e mesmo sua extensão a margem, próximo ao Canal de São Gonçalo, é possível que seu uso/ocupação estivesse associado a dinâmica mercantil fluvial de grandes comerciantes/charqueadores da época, como suporte aos negócios, dado tamanha a dimensão que a Lagoa Mirim dispõe. A Vila de Santa Isabel entra nesse contexto devido a sua proximidade com o sítio e seu povoamento iniciado no início do século XIX, assim como na influência que seu porto exerceu em meados do século para a importação e exportação de mercadorias até o porto de Rio Grande, devido a sua estratégica localização entre lagoas. Contudo, a forte influência do nível e da dinâmica das águas dificulta sua interpretação devido a desconfiguração causada sazonalmente pela oscilação do nível da lagoa.

## **A ALM e a Barragem do Canal São Gonçalo**

Em 13 de maio de 1963 foi criada a Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim (CLM), composta pela Seção Brasileira e a Delegação Uruguiaia. Como resultado do trabalho em conjunto, no âmbito da Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia, em 1964, os dois governos, com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e da Food and Agriculture Organization (FAO), foi concebido o projeto CLM/FAO/PNUD para Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (VIANNA, 2012).

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), constituindo o Departamento da Lagoa Mirim, sediado na cidade de Pelotas, cuja função era executar o plano de desenvolvimento realizado pela CLM/FAO/PNUD. Ainda na década de 1970, novamente como resultado da cooperação entre os dois governos, no dia 07 de julho de 1977, foi assinado o Tratado para o Aproveitamento dos Recursos Naturais e para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim. A implementação do plano resultou na construção da Barragem do São Gonçalo, o Distrito de Irrigação do Chasqueiro, Captação, Adução e Estação de Tratamento de Água para Rio Grande, projetos do Sistema de Irrigação do Rio Jaguarão e projeto de aproveitamento hidroelétrico do Passo do Centurião, assim como outros programas e projetos coordenados pela ALM.



Com a extinção da Sudesul, na década de 1990, o acervo técnico-científico e patrimonial, bem como a administração das obras, programas e projetos, que anteriormente estavam sob a responsabilidade do Departamento da Lagoa Mirim foram transferidas para a UFPel, por meio da criação da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM). Pelo Decreto nº 4.258, de 2002, ratifica-se a condição da Agência da Lagoa Mirim-ALM como instituição de apoio administrativo, técnico e financeiro, de forma complementar ao Ministério do Desenvolvimento Regional, esta, passa a ser Sede Executiva da Seção Brasileira da CLM (Art. 3º, § 2º).

Com base nessas estruturas técnicas e administrativas, para melhor aproveitamento das águas desse sistema, foi construída a Barragem do São Gonçalo, distante aproximadamente 5 Km do centro da cidade de Pelotas. Esta obra da engenharia hidráulica, projetada a partir de estudos detalhados que Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e da Food and Agriculture Organization (FAO), tem como função impedir a intrusão de águas salgadas, provenientes do Oceano Atlântico, através da Laguna dos Patos, para a porção sul do Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim (Figura 12). Foi concebida para conferir condições de usos múltiplos das águas, com destaque na atenção ao suprimento de água doce às populações da cidade de Rio Grande (100 % da água consumida em Rio Grande é proveniente do Canal São Gonçalo), Pelotas e Capão do Leão, além de emprego na irrigação de arroz por inundação (mais importante atividade econômica da região). Sua construção teve início em 1972 e duração de 5 anos, inaugurada em 18 de março de 1977.

O corpo da barragem do Canal São Gonçalo é constituído por um diafragma de concreto armado, parcialmente moldado no local, com extensão de 245 metros, de margem a margem, 12 metros de profundidade, dos quais nove estão abaixo do fundo regularizado do Canal (cota -5,00 metros em relação ao nível médio do mar - NMM). Em seu trecho central, possui 217 metros de extensão e 18 comportas basculantes com vão livre de 11,80 metros por 3,20 metros de altura (Figura 13). O coroamento da parte fixa da barragem localiza-se na cota -2,00 metros e o topo das comportas fechadas atinge a cota 1,20 metros.

Lateralmente à Barragem foi projetada e construída uma eclusa de navegação para o Canal São Gonçalo. É composta por uma câmara central de 17 metros de largura e 120 metros de comprimento, e por duas estruturas terminais (muros guias de montante e de jusante), os quais têm

como objetivo guiar a entrada e a saída das embarcações. As paredes laterais da câmara de eclusagem são formadas por diafragmas de concreto armado, com 60 centímetros de espessura e, seu fundo revestido por uma laje de concreto. Em cada estrutura terminal estão instaladas comportas basculantes, com 17 metros de largura e 8 metros de altura, destinadas ao controle da travessia das embarcações.

À montante e à jusante da eclusa foram construídas reentrâncias para alocar comportas de manutenção, com dimensões de 17 metros de largura e 6,75 metros de altura cada uma. Nos dois extremos da eclusa, muros-guias protegem as embarcações contra correntezas e turbilhonamentos, permitindo o acostamento de embarcações, sem interferir no tráfego da eclusa.



Figura 12 – Barragem do Canal São Gonçalo e sua eclusa para navegação, com destaque para ocorrência de intrusão salina (16 de março de 2022).

As operações de eclusagem, para a passagem de embarcações, é realizada diariamente, organizadas em quatro horários pré-estabelecidos, obedecendo a uma normatização específica construída junto à Marinha do Brasil. O acionamento das comportas do canal de eclusagem da Barragem do São Gonçalo é realizado em uma Torre de Eclusagem, acionando equipamentos em

quatro casas de máquinas, responsáveis pela movimentação de elevação e abaixamento das comportas de montante e de jusante.



Figura 13 – Corpo da Barragem do Canal São Gonçalo, com destaque para uma de suas 18 comportas de margem a margem.

## **Batimetria da Lagoa Mirim**

Um importante aspecto a ser considerado em qualquer projeto de engenharia na região da Lagoa Mirim, é a batimetria desse corpo d'água. A Lagoa Mirim possui cerca de 3.900 km<sup>2</sup>, sendo capaz de armazenar 17 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> de água (VIEIRA e RANGEL, 1988), com profundidades variando de 0 até 6 m em grande parte da lagoa, com uma pequena região apresentando profundidades de 12 m (margem oposta da foz do rio Jaguarão). Na Figura 14 é apresentada a batimetria da Lagoa Mirim obtida a partir de cartas náuticas da Marinha do Brasil, com dados gerados, anteriores a 1941. As características granulométricas presente na camada superficial do leito da Lagoa Mirim, não são homogêneas. Enquanto as regiões marginais possuem predomínio de sedimentos arenosos, nas partes mais centrais, alinhadas ao eixo de maior comprimento da



lagoa, ocorre o predomínio de sedimentos finos, chegando a 60-80% de silte e argila (Vieira et al., 2020).

Em 2013 foi realizada uma nova batimetria em trecho previsto para instalação de hidrovía, partindo de Santa Vitória do Palmar até a região do Sangradouro (foz da Lagoa Mirim). Essa batimetria contempla uma estreita faixa, cerca de 200 m de largura, possuindo transectos transversais intervalados em cerca de 500 m ao longo da lagoa, e transectos intervalados em cerca de 20 m nas regiões de Santa Vitória do Palmar e do Sangradouro. Este estudo é apresentado no projeto **HIDROVIA BRASIL-URUGUAI 9. RELATÓRIO FINAL - FASE DEFINITIVA (VOLUME 2 - RELATÓRIO DOS ESTUDOS E PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DOS MELHORAMENTOS - MEMÓRIA DESCRITIVA, Outubro/2014).**

A necessidade de informações de batimetria, capazes de cobrir a quase totalidade da lagoa, se justificam pela necessidade de conhecimento das profundidades em possíveis zonas de depósito de material dragado, ou seja, locais além do trecho navegável. Além disso, por se tratar de um ambiente raso, conhecer a batimetria da totalidade da lagoa permitirá identificar relações de cota x área x volume do local, as quais podem ser influenciadas negativamente em caso de movimentação e redistribuição de material de leito (corte e aterro de material dragado). Estudos técnicos progressivos, estimam cerca de 1,7 milhões de m<sup>3</sup> de material a ser dragado dentro da Lagoa Mirim, que quando somado às estimativas totais do projeto, chegam a cerca de 4,5 milhões de m<sup>3</sup> de material a ser dragado. Além disso, estudos preliminares, sugerem que o material a ser dragado para constituição da Hidrovía Uruguai-Brasil seja depositado próximo ao local dragado, ou quando na impossibilidade disso, depositado próximo às margens da lagoa e canal.

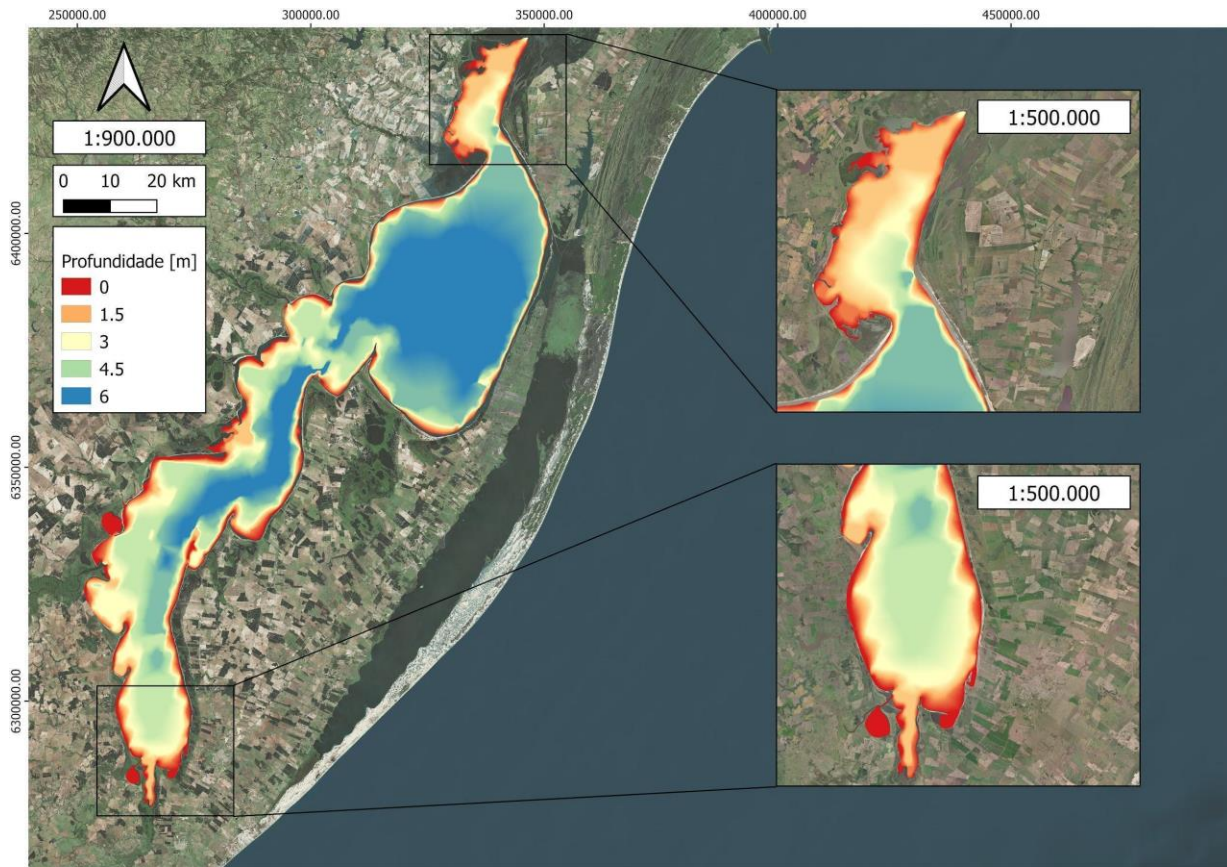


Figura 14 – Batimetria da Lagoa Mirim, com destaque para as porções norte e sul da lagoa, locais passíveis de dragagem.

## Vistoria junho de 2022

Entre os dias de 06 e 10 de junho de 2022, técnicos do DNIT e IBAMA estiveram presentes na região da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo, acompanhados por técnicos da ALM, para uma vistoria de pontos específicos na região, com olhar principalmente para as questões ambientais, físicas e sociais, visando a viabilização da instalação e operação da Hidrovia Uruguai-Brasil, em especial à dragagem em duas faixas - próximo ao porto de Santa Vitória do Palmar e na região do Sangradouro, ambos na Lagoa Mirim.

A atividade foi agendada e projetada em conjunto pelos órgãos ALM, DNIT e IBAMA, e recebeu importante apoio logístico da Marinha do Brasil.



## **Locais visitados**

### *- Santa Vitória do Palmar - Reserva do Taim (07 de junho)*

Utilizando-se de duas embarcações de casco semi-rígido da Marinha do Brasil, técnicos da ALM, DNIT e IBAMA visitaram locais na região sul da Lagoa Mirim (Figura 15), próximo ao porto de Santa Vitória do Palmar (Figura 16). Os mesmos relataram baixa visibilidade e dificuldade em acessar os pontos de interesse, com isso, pouco foi visto nesses locais. Além disso, o ponto localizado no lado uruguaio não pode ser visitado por impedimento da Marinha do Brasil. Na sequência foi realizada a visita do cais do Porto de Santa Vitória do Palmar, e discutido possíveis particularidades de monitoramento, da dinâmica dos níveis na lagoa, entre outros aspectos ambientais, físicos e sociais (Figura 17). Logo após, foi visitada uma tomada de água para irrigação (canal artificial construído por produtores de arroz irrigado). Além disso, foram contextualizadas particularidades da irrigação nas margens da Lagoa Mirim (Figuras 18 e 19). Realizou-se também, uma parada na BR-471 para conhecer e explicar a influência da Estação Ecológica do Taim, assim como, toda sua importância ambiental - fauna e flora - para a região, bem como, o comportamento do sistema hídrico, conexão das águas da Lagoa Mirim com a Lagoa Mangueira e os banhados adjacentes, através dos dutos no Taim sob a BR-471 (Figura 20). Por fim, foi realizada uma parada na Praia da Capilha para conhecer o local, falar sobre a região norte da lagoa, características da navegabilidade na região e sobre sua topografia, assim como a necessidade de que estudos adicionais possam apontar, ou sugerir, melhores estratégias para o destino do material dragado, fato que pode conceber formação de ilhas, suas influências, tempo entre dragagens, efeitos de dragagens sobre o sistema etc. (Figuras 21 e 22).

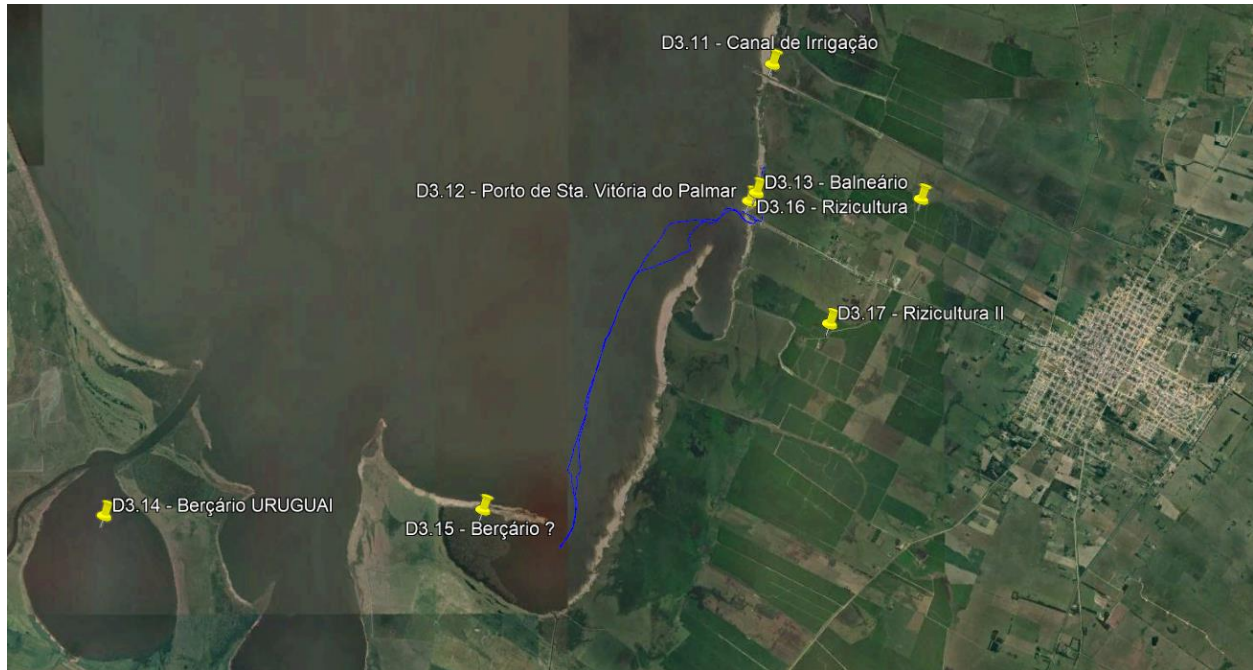


Figura 15 – Locais ao sul da Lagoa Mirim visitados por técnicos da ALM, DNIT e IBAMA no dia 07 de junho.

07/06/2022 09:05  
Lat: 33°29'57.60"S  
Long: 53°26'3.17"O



Figura 16 – Técnicos da ALM, DNIT e IBAMA, com apoio da Marinha do Brasil, em vistoria nos locais ao sul da Lagoa Mirim.

07/06/2022 11:07  
Lat: 33°29'50.43"S  
Long: 53°26'11.58"O



Figura 17 – Técnicos da ALM, DNIT e IBAMA visitam a região do Porto de Santa Vitória do Palmar e a Estação de Monitoramento do grupo HidroSedi, instalada no local.

07/06/2022 11:36  
Lat: 33°29'24.43"S  
Long: 53°25'58.30"O



Figura 18 – Vistoria do canal de irrigação, próximo de sua foz, que capta água da Lagoa Mirim para irrigação de arroz.

07/06/2022 11:33  
Lat: 33°29'24.43"S  
Long: 53°25'58.30"O



Figura 19 – Vistoria do canal de irrigação, vista para montante, que capta água da Lagoa Mirim para irrigação de arroz.



07/06/2022 15:55  
Lat: 32°38'25.00"S  
Long: 52°35'1.00"O

Figura 20 – Parada realizada na Reserva do Taim, às margens da BR-471.



07/06/2022 16:27  
Lat: 32°30'19.52"S  
Long: 52°35'4.84"O

Figura 21 – Praia da Capilha, margem próxima a Igreja da Praia da Capilha.



07/06/2022 16:31  
Lat: 32°30'20.22"S  
Long: 52°35'4.38"O

Figura 22 – Técnicos da ALM, DNIT e IBAMA discutindo sobre as particularidades e questões ambientais da região da Praia da Capilha na Lagoa Mirim.

- *Rio Jaguarão (08 de junho)*

Nesse dia, com apoio da Marinha do Brasil e aeronave (helicóptero) do 5º Distrito Naval-Rio Grande, foram realizados 6 voos sobre o Rio Jaguarão e Lagoa Mirim, partindo do quartel do Exército Brasileiro em Jaguarão, em direção a margem leste da Lagoa Mirim, em uma linha de voo com distância aproximada de 65 km (Figura 23). Os técnicos da ALM, DNIT e IBAMA puderam perceber áreas delicadas, sob aspecto socioambiental, locais de banhado nas margens da lagoa, sendo esses, possíveis sítios arqueológicos da região. Durante os voos foi possível avistar-se a Lagoa Mangueira, ainda que no horizonte, mas bem visível, dando dimensão à proximidade e conexão entre esses dois importantes corpos de água. Também foram avistadas, e sobrevoadas, as lagoas de Santa Rita, o Arroio Del Rey (Figura 24) e sua foz, ambos importantes locais de drenagem dos banhados supracitados. Destaca-se ainda, o sobrevoado da foz do Rio Jaguarão (Figura 25) e da região do Pontal do Santiago e Pontal dos Latinos (Figura 26) localizado na primeira enseada no sentido oeste-leste da Lagoa Mirim.



Figura 23 – Locais no Rio Jaguarão e Lagoa Mirim visitados por técnicos da ALM, DNIT e IBAMA no dia 08 de junho.



Figura 24 - Lagoas de Santa Rita e Arroio Del Rey.



Figura 25 - Foz do Rio Jaguarão.



Figura 26 - Vista aérea do Pontal do Santiago e Pontal dos Latinos, localizados na primeira enseada no sentido oeste-leste da Lagoa Mirim.

- *Santa Isabel do Sul e Canal São Gonçalo (09 de junho)*

A vistoria se iniciou por Santa Isabel do Sul, município de Arroio Grande, às margens do Canal São Gonçalo, após em direção à foz da Lagoa Mirim, e por fim em direção ao norte do Canal São Gonçalo, rumo a Barragem do Canal São Gonçalo (Figura 27). Em Santa Isabel do Sul, foi feita a apresentação do local, suas instalações e equipamentos empregados no monitoramento dos recursos hídricos e para obtenção das variáveis climatológicas dessa área da bacia hidrográfica (Figura 28), sob operação do Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Hidrometria e Sedimentologia (NEPE-HidroSedi) em parceria com a ALM.

Na sequência, realizou-se uma visita ao Vilarejo de Santa Isabel do Sul, para que a equipe de técnicos do DNIT e IBAMA pudessem conhecer a cooperativa de beneficiamento de pescado - COOPESI (Figura 29), o Centro Histórico e a vila de pescadores local (Figura 30). Logo após, iniciou-se o trajeto por água, com apoio da Marinha do Brasil, utilizando-se a lancha de combate Sussuarana, com deslocamento no sentido sul e em direção à Lagoa Mirim (Figura 31). As condições climáticas estavam muito desfavoráveis, com bastante neblina, dificultando a navegação na região.



Logo após adentrar a Lagoa Mirim, o grupo se deparou com locais muito rasos, com profundidades entre 1,2 m e 1,8 m de profundidade, dificultando a navegação. Também foram identificadas durante o percurso, algumas redes de pesca no sentido transversal da lagoa, dificultando a travessia de forma segura da embarcação, fazendo com que a ação fosse abortada após alguns quilômetros navegados, para segurança de todos. Com isso, a embarcação rumou no sentido norte, em direção à Barragem do Canal São Gonçalo.

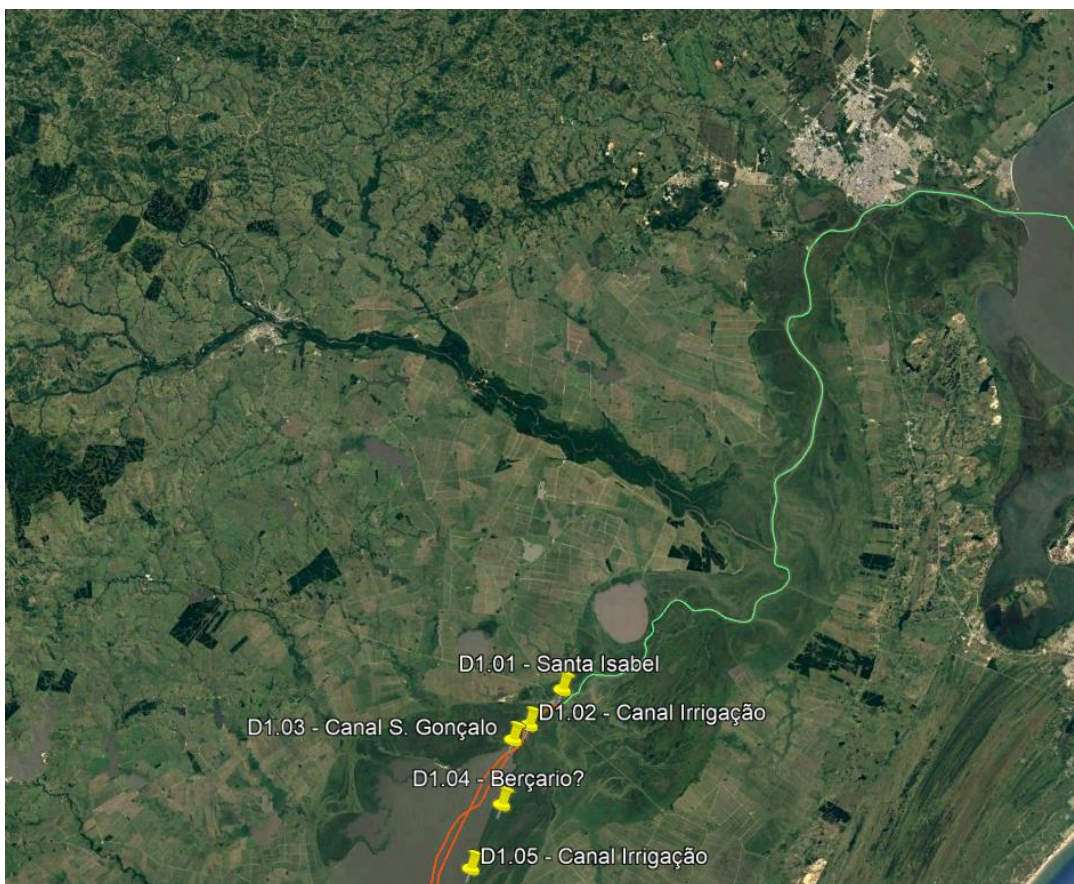


Figura 27 – Locais na foz da Lagoa Mirim e Canal São Gonçalo visitados por técnicos da ALM, DNIT e IBAMA no dia 09 de junho.

No trajeto, no Canal São Gonçalo, as condições climáticas foram favoráveis, possibilitando visualizar ambas as margens e executar a navegação com segurança. Os técnicos do DNIT e IBAMA, acompanhados pela equipe da ALM, puderam observar as várias confluências que

adentram o Canal São Gonçalo (Rio Piratini, Arroio Fragata, Arroio Teodósio), suas margens e ilhas, ao longo de cerca de 60 km navegados. Quanto às margens, os técnicos observaram elevado grau de degradação, tanto esquerda e direita (Figura 32), mesmo em locais com cobertura vegetal (Figura 33), situação que desperta alerta quanto a dissipação de energia das ondas geradas pelo tráfego de embarcações, o que poderá se intensificar, com a implantação da futura Hidrovia.

Por fim, os técnicos conheceram a Barragem do Canal São Gonçalo, passando através da câmara de eclusagem, conhecendo um pouco da obra e suas estruturas e, na sequência, desembarcando no porto de Pelotas.



Figura 28 - Posto de Monitoramento Santa Isabel do Sul, operado pelo grupo NEPE-HidroSedi em parceria com a ALM.



Figura 29 - Cooperativa de beneficiamento de pescado (COOPESI) de Santa Isabel do Sul.



Figura 30 - Vila de pescadores de Santa Isabel do Sul.



Figura 31 - Lancha de combate Sussuarana, Marinha do Brasil, navegando com técnicos da ALM, DNIT e IBAMA.



Figura 32 - Estado de degradação das margens do Canal São Gonçalo, em locais sem cobertura de vegetação.



Figura 33 - Estado de degradação das margens do Canal São Gonçalo, em locais com cobertura de vegetação.

- *Barragem do Canal São Gonçalo (10 de junho)*

No último dia, técnicos do DNIT e IBAMA visitaram a Barragem do Canal São Gonçalo, acompanhados da equipe da ALM, para conhecerem as estruturas, suas características, funcionalidade, operação, local, etc (Figura 34). Os presentes puderam visitar as margens da câmara de eclusagem, torre de controle, eixo principal do barramento e suas 18 comportas basculantes, margem direita do canal, assim como, puderam acompanhar uma eclusagem de pequenas embarcações que passavam na ocasião. Nesse dia, todas as 18 comportas estavam fechadas devido às condições de salinidade a jusante, os níveis de jusante, a velocidade e direção do vento e, por conseguinte, predominância natural dos fluxos d'água.

10/06/2022 09:20  
Lat: 31°48'43.26"S  
Long: 52°23'21.93"O



Figura 34 - Vista do eixo principal da Barragem do Canal São Gonçalo, apresentando as 18 comportas que impedem a intrusão salina da porção sul do canal.

## **Considerações finais e Recomendações**

O sistema Canal São Gonçalo - Lagoa Mirim, pode ser considerado bastante complexo, devido à forte influência da ação dos ventos na dinâmica do nível d'água na lagoa, além dos efeitos da precipitação incidente em toda a BHMSG. Enquanto os ventos do quadrante sul, mais comuns no outono e inverno, promovem um aumento dos níveis da água na porção norte da lagoa, os ventos no quadrante norte, que são predominantes na lagoa, produzem uma redução nos níveis da lagoa na porção norte.

O canal São Gonçalo é a conexão existente entre a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim, com isso as variações de direção e magnitude dos ventos, também influenciam na dinâmica de escoamentos sobre o Canal São Gonçalo. Conforme observado, o fluxo do escoamento no Canal São Gonçalo é bidirecional, ou seja, o sentido do fluxo que normalmente ocorre da Lagoa Mirim para a Laguna dos Patos pode ser invertido. Nestas condições, ocorreria a intrusão da cunha salina da Laguna dos Patos para o Canal São Gonçalo e Lagoa Mirim, o que não ocorre atualmente, devido a presença da barragem do Canal São Gonçalo.

Com início da operação em 1977, a Barragem do Canal São Gonçalo, construída especificamente para conter a intrusão das águas salinas no Canal São Gonçalo em sua porção sul e na Lagoa Mirim, assegurando assim a qualidade da água e potencialidade de usos múltiplos desses mananciais. Assim é possível garantir o abastecimento público de água para os municípios de Rio Grande, Capão do Leão e Pelotas, bem como a produção de arroz irrigado por inundação em toda a região da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo. Juntamente com a barragem, foi construída uma eclusa de navegação, assegurando a travessia de embarcações e o potencial de desenvolvimento de uma possível Hidrovia.

A navegação pelo Canal São Gonçalo, durante a vistoria dos técnicos do DNIT e IBAMA, assistidos pela equipe da ALM, permitiu observar, em diversos trechos, presença de elevado grau de intemperismo das margens, direita e esquerda, mesmo em trecho com e ou sem vegetação de proteção, salientando o cuidado que esse curso d'água deve receber em qualquer projeto de navegação intensa, de médio/grande porte, fato que pode intensificar essa degradação nas margens, causando danos ambientais e sociais ao sistema, importante elo entre as lagoas e abrigo naturais



de comunidades de pescadores (colônia de pescadores de Santa Isabel do Sul, Capilha e Pelotas), tomadas d'água para abastecimento urbano e vida animal.

A Lagoa Mirim é um grande sistema raso, o que impõe cuidados adicionais quanto às questões relacionadas à dragagem, necessária para implantação do canal de navegação, bem como a disposição do material (sedimento) dragado. As condições morfométricas da lagoa, associada aos padrões dos ventos predominantes na região (NE no período de primavera e verão; NE/SW outono e inverno), modulam as velocidades e direções das correntes d'água (hidrodinâmica) existente na lagoa, podendo promover a ressuspensão de sedimentos finos, em vez de sua deposição. Este efeito alternado de deposição e ressuspensão de sedimentos, pode afetar a distribuição da ictiofauna presente na lagoa, impactando nas comunidades pescadoras. Além disso, é importante salientar a interconexão da Lagoa Mirim na sua margem leste com a Lagoa Mangueira, essa última de importante aspecto ambiental para a região, por compor sistema da Estação Ecológica do Taim.

As duas lagoas se conectam através de dutos sob a rodovia BR-471, em uma espécie de “vasos comunicantes”, onde a variação de nível de uma pode impactar na outra, alterando assim toda a dinâmica desses dois ecossistemas, muito sensíveis do ponto de vista ambiental e ecológico. Outro aspecto importante está relacionado aos vários canais de adução de água para irrigação, existentes em ambas as margens da lagoa e canal São Gonçalo. A deposição do material dragado em regiões inadequadas, poderá ocasionar o assoreamento dos canais de adução e conseqüentemente a obstrução destes, necessitando frequentes dragagens. Desta forma, salienta-se a necessidade de informações batimétricas atualizadas de todo o corpo lagunar, capaz de subsidiar uma modelagem hidrodinâmica e o adequado diagnóstico dos locais de deposição do material dragado, assim como, o acompanhamento futuro das taxas de sedimentação do reservatório.





## Dados utilizados no relatório

- Os dados de níveis dos postos de monitoramento da ALM podem ser consultados no Sistema de Informações Integradas de Recursos Hídricos (SIIRH), disponível em: <http://www.hidrosemi.com/siirh>
- Os dados da estação agroclimatológica da Embrapa Clima Temperado estão disponíveis em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/index.html>
- Os dados da estação agroclimatológica do Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA), localizada em Treinta y Tres no Uruguai, estão disponíveis para consulta em: <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>

## Referências Bibliográficas

ALM, 2022. Agência para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/alm>. Acesso em 27/06/2022.

Alves, Aluísio. Análise espacial em um sítio Guarani no litoral sudoeste da Laguna dos Patos, sítio PS-03 Totó. 2012. 282 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arqueologia, Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Bica-Mendez, Carla Alexantra. Peces y pesca en las tierras bajas de la Laguna Merín: análisis de la ictiofauna recuperada en el sitio arqueológico ch2d01. 2020. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Antropologia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas - Ufpel, Pelotas - RS,

Braga, Julia. 2021. Mas Margens da Mirim: entre águas e planícies de zonas transfronteiriças. TCC. Bacharelado em Antopologia - linha de formação em Arqueologia. UFPel, Pelotas, 72p. 2021.

Brochado, José Proenza. Contato entre europeus e indígenas: um estudo sobre aculturação através das mudanças na cultura material. Revista do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pelotas-RS, v. 2, n. 2, p. 11-47, 1974.

Caffa, Irina Capdeponet. Paisajes Geoculturales de la región este de Uruguay. Revista Mosaico: Revista de História, Goiás, v. 13, n. 2, p. 7-29, 2020.

Costi, J., Marques, W.C., Kirinus, E. de P., Duarte, R. de F., Arigony-Neto, J., 2018. Water level variability of the Mirim - São Gonçalo system, a large, subtropical, semi-enclosed coastal complex. *Advances in Water Resources* 117, 75–86.  
<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2018.05.008>

Copé, Silvia M. A ocupação pré-colonial do Sul e Sudeste do Rio Grande do Sul. In: KERN, Arno A. et al (org.). Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS: Mercado Aberto, 1991. p. 356.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). Compilação de dados da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo: Relatório para ALM. Porto Alegre: 2020.

Fernandes, de M.F, Collares,G.L, Corteletti, R. A água como elemento de integração transfronteiriça: o caso da Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo. Energia e ambiente - Estud. av. 35 (102), 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.004>

Friedrichf, A.C., Niencheski J, L.F., Santos, I.R., 2006. Dissolved and Particulate Metals in Mirim Lagoon, Brasil-Uruguayan Border. Journal of Coastal Research SI 39, 1036–1039.

Friedrich, Ana Cláudia; Niencheski, Luis Felipe H.; Santos, Isaac R. dos. [https://semengo.furg.br/images/2004/24\\_2004.pdf](https://semengo.furg.br/images/2004/24_2004.pdf). 2004. SAMEGO-FURG. Disponível em: [https://semengo.furg.br/images/2004/24\\_2004.pdf](https://semengo.furg.br/images/2004/24_2004.pdf). Acesso em: 24 out. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). Censos 2011. Montevideo. Uruguay. Disponível em: <http://www.ine.gub.uy/censos-2011>. Acesso em 06/05/2020

Milheira, Rafael. Visibilidade, comunicação e movimento entre os cerriteiros na paisagem aquática da laguna dos Patos, Sul do Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 1-18, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2178-2547-bgoeldi-2020-0048>.

Milheira, Rafael Guedes et al. Construtores de cerritos na Laguna Dos Patos, Pontal da Barra, sul do Brasil: lugar persistente, território e ambiente construído no holoceno recente. Latin American Antiquity, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 35-54, mar. 2019. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/laq.2018.66>.

MVOTMA, 2017. Plan Nacional de Aguas.

Oliveira, Oswaldo André. Os povos caçadores e coletores que habitaram as margens da Lagoa Mirim. 2014. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de História, Centro de Ciências Humanas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos, São Leopoldo - Rs,

Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences 11, 1633–1644.

Reginato, Pedro Antonio Roehé; Ahlert, Siclério. A Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Disponível em: [https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/3\\_-\\_A\\_Plan%C3%ADcie\\_Costeira\\_do\\_Rio\\_Grande\\_do\\_Sul.pdf](https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/3_-_A_Plan%C3%ADcie_Costeira_do_Rio_Grande_do_Sul.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.



SEMA, 2021. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura [Infrastructure and Environment Bureau] [WWW Document]. URL <https://www.sema.rs.gov.br/1040-bh-mirim> (accessed 1.17.22).

Soares, Manoella de Souza. Erosão em Margens de Reservatório e Avaliação Geoarqueológica: estudo da área de depleção da uhe capivari-cachoeira, pr-brasil. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2015. Cap. 2.

SOARES, Manoella de Souza. Proposta de protocolo de gradeamento para monitoramentos arqueológicos em reservatórios de hidrelétricas já instaladas. Cadernos do Lepaarq, Pelotas-RS, v. 15, n. 29, p. 1-16, 2018.

Streck, E. V.; Kämpf, N.; Dalmolim, R. S. D.; Klant, E.; Nascimento, P. C. do; Schneider, P.; Giasson, E.; Pinto, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.

OBSERVATORIO TERRITORIO URUGUAY (OTU). Índice de Desarrollo Humano por Departamento. 2019. Disponível em: [https://otu.opp.gub.uy/sites/default/files/docsBiblioteca/IDH%20-%20S%C3%ADntesis%20metodo%20B3gica%20de%20resultados\\_2.pdf](https://otu.opp.gub.uy/sites/default/files/docsBiblioteca/IDH%20-%20S%C3%ADntesis%20metodo%20B3gica%20de%20resultados_2.pdf). Acesso em: 06/05/2020.

Oliveira, H. A, Fernandes, E.H.L, Möller, O, Collares,G.L. Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.20, n.1, p.34-45, 2015.

Toldo Jr, E.E. 1994. Sedimentação, Predição do Padrão de Ondas, e Dinâmica Sedimentar da Antepraia e Zona de Surfe do Sistema Lagunar. Tese de Doutorado. Porto Alegre, PPGGEO, UFRGS, 183 p.

Vianna, M. L. Extremo Sul do Brasil: um lugar esquecido. Pelotas: Editora Textos, 2012.

Vieira, H.M., Weschenfelder, J., Fernandes, E.H., Oliveira, H.A., Möller, O.O., García-Rodríguez, F., 2020. Links between surface sediment composition, morphometry and hydrodynamics in a large shallow coastal lagoon. *Sedimentary Geology* 398. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2020.105591>

Vieira, E. F. Planície costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sociodemográfica. Porto Alegre: Sagra, 1988. 256 p. ISBN 8524101970.