

GESTÃO BINACIONAL E INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA
DA LAGOA MIRIM E LAGOAS COSTEIRAS

GCP/RLA/231/GFF

ANÁLISE DIAGNÓSTICA TRANSFRONTEIRIÇA (ADT)

PRODUTO 5

ADT CONSOLIDADA FINAL

Output 5. Final Consolidated TDA

Elaborado pelas Equipes Técnicas da
Fundação Delfim Mendes Silveira - FDMS/UFPel e
Centro Universitario Regional del Este - CURE/Udelar

Julho de 2026 vers 1.0

Fundação Delfim Mendes Silveira - FDMS

Este documento configura a entrega para a FAO Brasil da versão 1.0 da

ADT Consolidada Final (*Output 5. Final Consolidated TDA – LOA/RLC/25004*)

Consolidação dos insumos da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT) do projeto Gestão Binacional e Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras (GCP/RLA/231/GFF)

Documento assinado digitalmente
 GILBERTO LOGUERCIO COLLARES
Data: 08/07/2026 15:25:58-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Gilberto Loguercio Collares
Coordenador da Equipe Técnica

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL CORTELETTI
Data: 07/07/2026 16:01:41-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Rafael Corteletti
Coordenador Adjunto da Equipe Técnica

Pelotas, 07 de julho de 2026

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Contextualização da ADT	9
1.2 Delimitação da Área de Estudo	9
1.3 Objetivos da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT)	12
1.4 Abordagem Binacional e Princípios Orientadores	12
1.4.1 Cooperação Transfronteiriça e Abordagem da Bacia Hidrográfica	13
1.4.2 Equidade, Diversidade Cultural e Sustentabilidade	13
2 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA ANÁLISE DIAGNÓSTICA TRANSFRONTEIRIÇA (ADT)	14
2.1 Envolvimento de Atores Sociais e Institucionais	14
2.1.1 Oficinas Nacionais e Oficina Binacional	15
2.1.2 Processo Participativo Virtual	16
2.2 Identificação de questões transfronteiriças prioritárias	18
2.2.1 Atualização da linha de base com a informação disponível	18
2.3 Integrando as perspectivas de gênero, gerações e povos indígenas	20
2.3.1 Indicadores de inclusão social, diversidade e equidade	21
2.3.2 Abordagem intergeracional e participação juvenil	21
2.3.3 Reconhecimento do conhecimento e dos direitos coletivos	21
2.4 Priorização de questões e problemas transfronteiriços	22
2.4.1 Método AHP e lógica fuzzy (difusa)	23
2.4.2 Construção de Temas e Subtemas	24
2.4.3 Valoração social da relevância dos temas e subtemas	24
2.4.4 Indicadores, variáveis e Índice de Estado (IE)	25
2.4.5 Critérios de Priorização Transfronteiriça (CPT)	25
2.4.6 Atribuições de Valor aos Critérios por Subtemas	27
2.4.7 Cálculo do Índice de Prioridade Transfronteiriça (IPT)	27
2.4.8 Produtos esperados e articulação com o Programa de Ação Estratégica (PAE)	28
2.5 Bases conceituais do modelo PEIR	29
2.5.1 Identificação de pressões	29
2.5.2 Avaliação do estado dos ecossistemas e recursos	29
2.5.3 Análise dos impactos ambientais, sociais e econômicos	30
2.5.4 Respostas institucionais e de gestão	30
3 CARACTERIZAÇÃO ABRANGENTE DA BACIA	31
3.1 Base Físico-Espacial	31
3.1.1 Aspectos fisiográficos da bacia	31
3.1.2 Caracterização climática	31
3.1.3 Hidrologia	35
3.1.4 Geologia e Hidrogeologia	38
3.1.5 Edafologia	42
3.1.6 Desafios para a Gestão Binacional	44
3.2 Ecossistemas e Biodiversidade	45
3.2.1 Ecossistemas	45
3.2.2 Biodiversidade	49
3.2.3 Áreas Protegidas e Conservação	52
3.2.4 Desafios para a Gestão Binacional	54
3.3 Território e População	54
3.3.1 Valores territoriais	54
3.3.2 Demografia	58
3.3.3 Sistemas urbanos e infraestruturas	60
3.3.4 Atores sociais	63
3.3.5 Desafios para a Gestão Binacional	65

3.4	Sistemas Produtivos e Recursos Naturais	65
3.4.1	Estrutura produtiva e comparação setorial	65
3.4.2	Pesca	67
3.4.3	Agropecuária	70
3.4.4	Turismo	74
3.4.5	Recursos minerais	76
3.4.6	Desafios para a Gestão Binacional	79
3.5	Usos dos Recursos Hídricos	79
3.5.1	Água para as pessoas	79
3.5.2	Água para a produção	86
3.5.3	Desafios para a Gestão Binacional	87
3.6	Análise da governança territorial e dos recursos hídricos	87
3.6.1	Contexto Binacional e Temas Prioritários do Projeto	88
3.6.2	Marco Jurídico e Institucional Binacional	88
3.6.3	Estruturas de governança: níveis nacional, subnacional e binacional	89
3.6.4	Temas Prioritários de Gestão Integrada na Bacia da Lagoa Mirim	90
3.6.5	Principais divergências, assimetrias e conflitos potenciais	91
3.6.6	Lacunas normativas e institucionais que afetam a governança da bacia	92
3.6.7	Lacunas e oportunidades a registrar no capítulo	93
3.6.8	Síntese Integrada e Perspectiva Estratégica da Governança da Bacia da Lagoa Mirim	93
4	QUESTÕES E PROBLEMAS TRANSFRONTEIRIÇOS	95
4.1	Problemas compartilhados e Problemas transfronteiriços	95
4.1.1	Antecedentes para a identificação das questões transfronteiriças prioritárias	95
4.1.2	Apresentação dos temas e subtemas	96
4.1.3	Valoração social da relevância dos temas e subtemas	99
4.2	Priorização multicritério (GEF-PEIR)	103
4.2.1	Índice de Estado de subtemas	103
4.2.2	Índice de Prioridade Transfronteiriça	113
4.3	Análise Causal dos problemas transfronteiriços	120
4.3.1	Perda da qualidade da água	120
4.3.2	Alterações e Pressões no Ciclo Hidrológico	124
4.3.3	Vulnerabilidade Climática: Secas, Inundações e Aumento da Temperatura	128
4.3.4	Degradação dos Ecossistemas	132
4.3.5	Uso não sustentável dos Recursos Pesqueiros	138
4.3.6	Situações de Vulnerabilidade Social	144
4.3.7	Governança e Cooperação Institucional Transfronteiriça na Bacia	148
5	RECOMENDAÇÕES PARA O PROGRAMA DE AÇÃO ESTRATÉGICA	155
5.1	Rede de interações de problemas priorizados	155
5.2	Vazios de Informação	156
5.3	Pontos de Alavancagem	158
5.4	Consideração Final	161
6	BIBLIOGRAFIA	162

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.01	Área definida arbitrariamente para o Projeto GCP/RLA/231/GFF, “Gestão Binacional e Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Mirim e Lagoas Costeiras”.	10
Figura 3.01	Temperatura média (°C) para as 4 estações do ano. Climatologia 1995-2024, dados de reanálises ERA5.	33
Figura 3.02	Anomalia anual de precipitação na porção uruguaia da bacia hidrográfica. Climatologia 1995-2024, dados de reanálise ERA5.	34
Figura 3.03	Anomalia de precipitação anual para o lado brasileiro da bacia. Climatologia 1995-2024, dados de três estações pluviométricas: 3152004 (Jaguarão), 3152011 (Santa Vitória do Palmar) e 3152016 (Arroio Grande)	34
Figura 3.04	Mapa geológico binacional da BHLMLC.	40
Figura 3.05	Mapa Hidrogeológico da BHLMLC demonstrando as principais províncias hidrogeológicas.	41
Figura 3.06	Mapa de solos da bacia da Lagoa Mirim elaborado no âmbito do projeto FAO/CLM/PNUD a partir do estudo binacional de Sombroek et al. (1969).	43
Figura 3.07	Mapa de uso e cobertura do solo para o ano de 2023.	47
Figura 3.08	Mapa das Áreas Protegidas e Conservação na BHLMLC reconhecidas no âmbito nacional.	53
Figura 3.09	Localização dos Sítios Arqueológicos na BHLMLC.	56
Figura 3.10	Localização dos Assentamentos Rurais, Aldeias Indígenas e Comunidades Quilombolas na BHLMLC.	57
Figura 3.11	Índice de envelhecimento na BHLMLC/CHLMLC por país e área urbana/rural.	59
Figura 3.12	Mapa dos sistemas urbanos e infraestrutura de conectividades na BHLMLC.	61
Figura 3.13	Unidades de atendimento de primeiro e terceiro nível na BHLMLC.	62
Figura 3.14	Comparação binacional da estrutura setorial do VAB e do emprego na BHLMLC.	67
Figura 3.15	Área de estudo da Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras. Detalham-se as principais comunidades tradicionais de pesca e ancoradouros.	68
Figura 3.16	Total de pessoas pescadoras por faixa etária na porção brasileira da BHLMLC.	69
Figura 3.17	Mapa de recursos minerais conhecidos na BHLMLC	78
Figura 3.18	Estações de tratamento de efluentes na BHLMLC.	82
Figura 3.19	Principais espaços recreativos na BHLMLC	84
Figura 3.20	Mapa das rotas de navegação e estruturas portuárias.	85
Figura 3.21	Diferentes níveis das estruturas de Governança na BHLMLC.	90
Figura 3.22	Principais Desafios à Governança Hídrica Binacional na Bacia da Lagoa Mirim.	92
Figura 3.23	Eixos Estruturantes da Governança da Água na Bacia da Lagoa Mirim	94
Figura 4.01	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Perda da qualidade da água.	123
Figura 4.02	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Alterações e Pressões no ciclo hidrológico.	127
Figura 4.03	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Vulnerabilidade Climática	131
Figura 4.04	Síntese das pressões, impactos e respostas do planejamento do uso da terra	137
Figura 4.05	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema uso não sustentável dos recursos pesqueiros.	143
Figura 4.06	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Vulnerabilidade Social.	147
Figura 4.07	Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema governança e cooperação institucional transfronteiriça na bacia.	154
Figura 5.01	Diagrama resumido das interações PEIR entre os problemas priorizados.	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.01	Exemplo prático de atribuição de pesos de subtemas (Tema 1 – Qualidade da água)	24
Tabela 2.02	Valor Fuzzy atribuído aos níveis de Estado.	25
Tabela 2.03	Critérios consensuados para a priorização transfronteiriça e suas definições.	26
Tabela 2.04	Atribuindo valor AHP aos critérios de priorização de ADT.	26
Tabela 2.05	Exemplo de atribuição de peso fuzzy critério/subtema.	27
Tabela 2.06	Níveis de prioridade transfronteiriça por IPT	28
Tabela 3.01	Faixas de vazão média estimada (m^3/s) e de vazão específica ($L/s \cdot km^2$) para as sub-bacias de Nível 2 da BHLMLC.	36
Tabela 3.02	Densidade recomendada da rede de monitoramento, expressa em quilômetros quadrados por estação ($km^2/estação$), para planícies costeiras e não costeiras. Densidade de estações existentes na BHLMLC, nos lados uruguaio e brasileiro.	36
Tabela 3.03	Quantificação do uso e cobertura do solo para o ano de 2023.	46
Tabela 3.04	Comparação do uso e cobertura do solo (% da área) na bacia da Lagoa Mirim e no buffer de 100 m	48
Tabela 3.05	População total e distribuição urbano-rural na BHLMLC em território brasileiro e uruguaio.	58
Tabela 3.06	Convergências, Divergências e Ações-Ponte para Governança Binacional.	92
Tabela 4.01	Hierarquização das Temáticas de interesse transfronteiriço problematizados	97
Tabela 4.02	Resultados da priorização dos subtemas das oficinas realizadas nos dois países	100
Tabela 4.03	Novas problemáticas mencionadas durante as oficinas nacionais.	101
Tabela 4.04	Índices de Estado dos Temas e subtemas elencados como prioritários na BHLMLC	103
Tabela 4.05	Índice de prioridade dos subtemas	114
Tabela 4.06	Problema central e problema priorizado referentes à perda da qualidade da água na bacia.	119
Tabela 4.07	Problema central e problema priorizado referentes à alterações e pressões no ciclo hidrológico.	123
Tabela 4.08	Problema central e problema priorizado referentes à vulnerabilidade climática.	127
Tabela 4.09	Problema central e problema priorizado referentes a degradação dos ecossistemas	131
Tabela 4.10	Problema central e problema priorizado referentes ao uso não sustentável dos recursos pesqueiros.	137
Tabela 4.11	Problema central e problema priorizado referentes a vulnerabilidade social	144
Tabela 4.12	Problema central e problema priorizado referentes a governança e cooperação institucional transfronteiriça na bacia.	149

LISTA DE SIGLAS

AAO	Oscilação Antártica
ACA	<i>Asociación de Cultivadores de Arroz</i> - Uruguai
ADT	Análise Diagnóstica Transfronteiriça
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ALMI	Associação de Apoio ao Desenvolvimento Regional da Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras - Brasil
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - Brasil
ANM	Agência Nacional de Mineração - Brasil
APA	Área de Proteção Ambiental - Brasil
ARL	Área de Reserva Legal - Brasil
BHMLC	Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras
Cadastur	Cadastro de Prestadores de Serviços Turísticos - Brasil
CCA	Análise da Cadeia Causal (<i>Causal Chain Analysis</i>)
CHPV	<i>Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas</i> - Uruguai
CLM	Comissão Mista Brasil-Uruguai para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim
CLPI	Consentimento Livre, Prévio e Informado
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Brasil
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento - Brasil
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente – RS - Brasil
SGB/CPRM	Serviço Geológico Do Brasil
CPT	Critérios de Priorização Transfronteiriça
CURE	<i>Centro Universitario del Este</i> - Uruguai
DINACEA	<i>Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental</i> - Uruguai
DINAGUA	<i>Dirección Nacional de Aguas</i> - Uruguai
DINAMIGE	<i>Dirección Nacional de Minería y Geología</i> - Uruguai
ENOS	El Niño–Oscilação Sul
ESEC	Estação Ecológica - Brasil
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FAORLC	Escritório Regional da FAO para a América Latina e o Caribe
FDMS	Fundação Delfim Mendes Silveira
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – RS - Brasil
FTLM	Fossa Tectônica da Lagoa Mirim
GAT	Grupos de Apoio Técnico
GEF	Fundo Global para o Meio Ambiente (<i>Global Environmental Facility</i>)
IBA	<i>Important Bird Areas</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE	Índice de Estado
INAPE	<i>Instituto Nacional de Pesca</i> - Uruguai
INE	<i>Instituto Nacional de Estadística</i> - Uruguai
INIA	<i>Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria</i> - Uruguai
Inturis	Inteligência Turística Gaúcha - Brasil
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
IPT	Índice de Prioridade Transfronteiriça
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature and Natural Resources</i>

IW LEARN	<i>International Waters Learning Exchange and Resource Network</i>
MA	<i>Ministerio de Ambiente - Uruguai</i>
MGAP	<i>Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca - Uruguai</i>
MIDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura - Brasil
MTOP	<i>Ministerio de Transporte y Obras Publicas - Uruguai</i>
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit (unidade de turbidez)</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODP	Oscilação Decadal do Pacífico
OPP	<i>Oficina de Planeamiento y Presupuesto - Uruguai</i>
OSE	<i>Obras Sanitarias del Estado - Uruguai</i>
OST	Observatório Setorial Territorial - Brasil
PAE	Programa de Ação Estratégica
PEIR	Pressão – Estado – Impactos - Respostas
PRODOC	<i>Project Document</i>
PUMRS	Planos de Uso e Manejo Responsável do Solo - Uruguai
PUSA	Planos de Uso do Solo e da Água - Uruguai
REBIO	Reserva Biológica
RENARE	<i>Dirección General de Recursos Naturales - Uruguai</i>
RGP	Registro Geral da Pesca – MPA -Brasil
SANEP	Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas - Brasil
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Brasil
SEMA-RS	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – RS - Brasil
SIAGAS	Sistema de Informação de Águas Subterrâneas - Brasil
SINAE	<i>Sistema Nacional de Emergencias - Uruguai</i>
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Brasil
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - Brasil
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica - Brasil
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil- Brasil
SPEI/SSI	Índice de Severidade de Estiagem
UCP	Unidade de Coordenação do Projeto
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USDA	<i>U.S. Department of Agriculture - EUA</i>
VAB	Valor Adicionado Bruto
WMO	<i>World Meteorological Organization</i>
ZAF	Zoneamento Ambiental Florestal - Brasil

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização da ADT

A gestão sustentável de sistemas hídricos é um processo desafiador e central para os países que compartilham bacias hidrográficas transfronteiriças, exigindo mecanismos de cooperação institucional, geração de conhecimento compartilhado, planejamento conjunto e constantemente revisitado. Nesse contexto, se desenvolve o Projeto Binacional e Integrado de Gestão de Recursos Hídricos para a Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras (BHLMLC) (GCP/RLA/231/GFF), doravante denominado Projeto Lagoa Mirim. O projeto é financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF – *Global Environmental Facility*) e implementado com apoio técnico da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em coordenação com as instituições nacionais responsáveis pela gestão de recursos hídricos, a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) no Brasil e a *Dirección Nacional de Aguas* (DINAGUA) do *Ministerio de Ambiente* no Uruguai.

O projeto visa fortalecer as bases institucionais e técnicas para a gestão colaborativa e harmonizada dos recursos hídricos na bacia binacional, promovendo a cooperação entre os dois países, fortalecendo as capacidades institucionais e desenvolvendo instrumentos técnicos que permitam avançar rumo à gestão integrada e sustentável do sistema socioecológico compartilhado.

Dentro dessa iniciativa, a Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT) é uma ferramenta central no processo de planejamento. Seu desenvolvimento faz parte do Componente 1 do projeto, que se concentra na identificação e análise dos principais problemas ambientais transfronteiriços que afetam a bacia, bem como suas causas, pressões e impactos.

A ADT baseia-se na coleta e análise de informações científicas e técnicas disponíveis, bem como na integração do conhecimento gerado por instituições públicas, centros de pesquisa, atores produtivos e organizações da sociedade civil em ambos os países. Esse processo busca gerar um entendimento compartilhado sobre o estado do sistema socioambiental da bacia e as dinâmicas transfronteiriças que influenciam seu funcionamento. Os resultados da ADT constituem a base técnica para a formulação do Programa de Ação Estratégica (PAE), instrumento por meio do qual Brasil e Uruguai podem acordar prioridades de gestão, medidas de cooperação e ações conjuntas voltadas para o enfrentamento dos problemas ambientais identificados e o fortalecimento da gestão integrada dos recursos hídricos da bacia a longo prazo.

1.2 Delimitação da Área de Estudo

A BHLMLC é uma unidade hidrográfica binacional compartilhada entre a República Oriental do Uruguai e a República Federativa do Brasil, formando também uma área geográfica que coincide parcialmente com a fronteira política entre os dois países (Figura 1.01). Possui uma área de superfície aproximada de 61.086 km², dos quais 32.690 km² (54%) estão localizados em território uruguaio e 28.396 km² (46%) em território brasileiro.

A geomorfologia da bacia hidrográfica binacional da Lagoa Mirim inclui as chamadas "Terras Altas", localizado a oeste e sul no Uruguai (Cuchilla Grande e as Serras de Lavalleja e Rocha) e a noroeste no Brasil (Escudo Sul-Rio Grandense). Essa região forma uma paisagem de colinas e montanhas com a função hidrológica de captação e escoamento de água. Os principais rios nascem aqui e descem rapidamente devido às encostas íngremes. As "Terras Baixas", ou planícies, circundam a Lagoa Mirim e se estendem em direção ao Oceano Atlântico. Essas planícies têm uma topografia extremamente plana, com declividades inferiores a 1%, dando origem a grandes extensões de zonas úmidas que atuam como filtro biológico antes que a água chegue à Lagoa Mirim. Finalmente, a lagoa drena para o norte através do Canal São Gonçalo, desaguardo na Laguna dos Patos e no oceano.

Dentro deste sistema hidrográfico, destaca-se a Lagoa Mirim, com uma área superficial aproximada de 3.750 km², sendo o segundo maior lago da América do Sul e o principal corpo d'água transfronteiriço do sistema (Ziesler & Ardizzone, 1979). A Lagoa Mangueira está integrada a esse complexo em território brasileiro, enquanto a Laguna Negra está incorporada no Uruguai, hidraulicamente ligada por um sistema de obras de regulação hídrica que permite sua conexão à bacia (Achkar et al., 2012; Kruk et al., 2022). A bacia também possui alto valor ecológico, abrigando significativa biodiversidade e numerosas espécies endêmicas, o que levou ao seu reconhecimento em diversas designações Kruk internacionais de conservação. No Brasil, parte da bacia integra a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, no estado do Rio Grande do Sul, enquanto no Uruguai compreende tanto a Reserva da Biosfera como o sítio Ramsar de *Bañados del Este*, ambos reconhecidos pela UNESCO. Além disso, graças às obras hidráulicas realizadas na década de 1970, a Lagoa Mirim é considerada uma das principais reservas de água doce da América Latina e é uma área-chave para a cooperação binacional, refletida em acordos, tratados e planos de gestão desenvolvidos desde a década de 1960.

A importância estratégica deste sistema hidrográfico reside também em sua contribuição para o desenvolvimento econômico e social do sul do estado do Rio Grande do Sul e do leste do Uruguai, sustentando diversas atividades produtivas, incluindo pesca artesanal, cultivo de arroz irrigado, Kruk produção de soja e pecuária. Nesse contexto, o território da bacia passou por transformações significativas nas últimas décadas, tanto do ponto de vista ecossistêmico quanto físico, e em relação aos processos de ocupação e organização territorial pela população local (Kruk et al., 2022).

De acordo com os dados censitários mais recentes (IBGE, 2022; INE, 2024), a população total da bacia é de aproximadamente 894.840 habitantes, dos quais 727.774 (81,3%) residem em território brasileiro e 167.066 (18,7%) em território uruguaio. Essa distribuição reflete as diferenças estruturais na dinâmica demográfica entre os dois países, demonstrando que, embora o Brasil ocupe uma área ligeiramente menor na bacia, possui uma população 4,36 vezes maior do que o setor uruguaio.

Mapa geral do Projeto Lagoa Mirim



Figura 1.01. Área definida arbitrariamente para o Projeto GCP/RLA/231/GFF, “Gestão Binacional e Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica da Lagoa do Mirim e Lagoas Costeiras”. Fonte: Elaboração Própria.

1.3 Objetivos da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT)

De acordo com o quadro conceitual definido na linha de base da iniciativa (o PRODOC), a ADT visa identificar, analisar e alcançar consenso entre o Brasil e o Uruguai sobre os principais problemas ambientais transfronteiriços que afetam a bacia, bem como suas causas, pressões, impactos e dinâmicas socioecológicas. Esse processo é uma ferramenta fundamental para a compreensão do estado atual do sistema socioambiental da bacia e das interações entre os diversos fatores naturais, produtivos, sociais e institucionais que influenciam seu funcionamento.

A ADT tem como finalidade proporcionar uma base técnica, científica e participativa para a formulação do Programa de Ação Estratégica (PAE), instrumento por meio do qual ambos os países podem concordar e priorizar ações conjuntas voltadas para a gestão sustentável dos recursos naturais e para o enfrentamento dos principais desafios ambientais compartilhados. Nesse sentido, o diagnóstico busca gerar um entendimento comum da situação da bacia, facilitando a construção de consenso e fortalecendo a cooperação binacional.

Para atingir esse objetivo, a ADT integra informações de estudos científicos, análises técnicas e conhecimento local, considerando os aspectos ambientais, sociais, econômicos e de governança ligados à bacia. O processo inclui a coleta e análise de informações existentes, a identificação e priorização de problemas transfronteiriços, a avaliação de seus impactos ambientais e socioeconômicos e a análise de suas causas imediatas, subjacentes e estruturais.

Além disso, a ADT é desenvolvida sob os princípios da gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras e da abordagem do nexo água-alimento-energia-terra, promovendo uma visão sistêmica dos recursos naturais e do uso da terra. Essa abordagem ajuda a orientar estratégias de gestão sustentável e resiliente da bacia e fortalece os mecanismos de cooperação institucional e participação social entre os dois países. Dessa forma, a ADT fornece a base analítica para a formulação do Programa de Ação Estratégica (PAE), por meio do qual serão acordadas medidas de cooperação binacional para abordar os problemas ambientais transfronteiriços identificados.

1.4 Abordagem Binacional e Princípios Orientadores

O desenvolvimento da ADT baseia-se em um conjunto de princípios orientadores que buscam assegurar uma compreensão abrangente do sistema socioambiental da BHLMLC e promover uma base de conhecimento comum para a cooperação entre Brasil e Uruguai. Esses princípios orientam a análise das informações, a identificação de questões transfronteiriças e a construção de uma visão compartilhada da situação da bacia hidrográfica.

1.4.1. Cooperação Transfronteiriça e Abordagem da Bacia Hidrográfica

A ADT adota uma abordagem de bacia hidrográfica como unidade territorial para analisar os processos ambientais, sociais e produtivos que influenciam a dinâmica do sistema. Essa abordagem reconhece a interdependência entre os diferentes componentes do território e a necessidade de abordar a gestão dos recursos hídricos de forma integrada, considerando as interações entre água, ecossistemas, atividades produtivas e assentamentos humanos.

Dada a natureza binacional da bacia, o processo de diagnóstico é desenvolvido utilizando uma abordagem de cooperação transfronteiriça que promove a colaboração entre instituições, partes interessadas e sistemas de conhecimento em ambos os países. Este processo envolve a integração de informações de diferentes estruturas institucionais, metodologias e sistemas de monitoramento, com o objetivo de gerar uma compreensão compartilhada dos problemas ambientais e das dinâmicas socioecológicas que afetam o sistema.

A abordagem binacional também reconhece que os processos ambientais e as pressões sobre os recursos naturais transcendem as fronteiras administrativas e, portanto, sua análise requer mecanismos de coordenação e cooperação entre os países que compartilham a bacia.

1.4.2. Equidade, Diversidade Cultural e Sustentabilidade

A ADT incorpora uma perspectiva que reconhece a diversidade social, cultural e produtiva presente no território da bacia. Nesse sentido, o processo de diagnóstico considera a coexistência de diferentes padrões de uso da terra, sistemas de produção, práticas culturais e modos de vida ligados aos recursos naturais.

Além disso, a análise é orientada por princípios de equidade e sustentabilidade, buscando compreender como as dinâmicas ambientais e as transformações territoriais afetam diferentes grupos sociais e atividades produtivas de maneiras distintas. Essa perspectiva contribui para a identificação de desafios e oportunidades para uma gestão mais inclusiva e sustentável dos recursos naturais.

Dessa forma, a ADT promove uma visão integrada que articula as dimensões ambiental, social, econômica e institucional, com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento de estratégias de gestão que fortaleçam a cooperação binacional e a sustentabilidade do sistema socioecológico da bacia.

2. ABORDAGEM METODOLÓGICA DA ANÁLISE DIAGNÓSTICA TRANSFRONTEIRIÇA (ADT)

A ADT do Projeto Lagoa Mirim foi desenvolvida seguindo a abordagem metodológica promovida pelo GEF para a gestão de sistemas hídricos transfronteiriços, no âmbito do processo ADT/PAE. Assim sendo, o processo diagnóstico visa identificar e analisar os principais problemas ambientais transfronteiriços, avaliar seus impactos ambientais e socioeconômicos e compreender as causas imediatas, subjacentes e estruturais que os geram, a fim de estabelecer uma base técnica para a formulação do PAE (GEF, 2020).

Neste estudo, a abordagem metodológica foi estruturada em duas etapas principais.

- A primeira etapa consistiu na avaliação do estado atual do sistema socioambiental da bacia, com base na coleta, revisão e sistematização de informações de fontes científicas, técnicas e institucionais do Brasil e do Uruguai. Este processo permitiu o estabelecimento de uma linha de base binacional sobre as condições ambientais, socioeconômicas e de uso dos recursos hídricos no território.
- A segunda etapa envolveu a Análise da Cadeia Causal (CCA – *Causal Chain Analysis*), uma metodologia amplamente utilizada em avaliações ambientais transfronteiriças. Essa abordagem permite a análise das relações entre as pressões das atividades humanas, o estado dos ecossistemas e os impactos socioambientais observados na bacia, bem como a identificação das causas imediatas, subjacentes e estruturais que explicam os problemas transfronteiriços identificados.

A análise das informações foi estruturada seguindo o modelo conceitual Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), amplamente utilizado em avaliações ambientais integradas. Isso permitiu a organização das informações disponíveis e facilitou a identificação de vínculos entre as pressões antrópicas, as mudanças no estado do sistema e seus impactos sobre os ecossistemas e a sociedade.

2.1 Envolvimento de Atores Sociais e Institucionais

O desenvolvimento da ADT contou com um amplo processo de articulação institucional e participação social, estruturado para garantir a legitimidade técnica e política do diagnóstico binacional da BHLMLC e contribuir para a construção de uma visão compartilhada sobre as principais problemáticas da bacia.

Como componente central da metodologia do GEF, o processo participativo foi estruturado para promover o engajamento de atores sociais e institucionais ao longo de todas as etapas da ADT. Esse engajamento ocorreu por meio de oficinas, participação em fóruns locais, encontros com comunidades e ações de comunicação, criando espaços de diálogo, escuta ativa e construção coletiva das informações.

Na fase inicial, as equipes do CURE e da FDMS estabeleceram contato com uma ampla diversidade de atores sociais, produtivos e institucionais da bacia. Entre eles, organizações sociais e

comerciais, associações de produtores, centros educacionais, coletivos, povos indígenas, comunidades quilombolas e comunidades tradicionais, além de instituições com presença territorial, como intendências, municípios, centros de saúde, escritórios regionais de ministérios e órgãos estaduais. Foram distribuídos materiais informativos e enviados convites para participação nas atividades da ADT.

A equipe também participou de eventos institucionais e locais em ambos os países, ampliando a divulgação do projeto e fortalecendo o vínculo com as partes interessadas. No Uruguai, o CURE esteve presente em duas reuniões do *Consejo Regional de Recursos Hídricos para la Cuenca de la Laguna Merín*. No Brasil, a equipe participou de eventos como a COP Sul e realizou encontros com comunidades indígenas, pescadores e outros grupos locais, acompanhados da distribuição de materiais informativos.

Paralelamente ao processo de participação social, foram constituídos Grupos de Apoio Técnico (GAT) no Uruguai e no Brasil, compostos por representantes de ministérios e instituições-chave para a gestão dos recursos hídricos na região.

As diferenças entre os sistemas administrativos dos dois países influenciaram o papel desempenhado pelos GAT. No Uruguai, cuja estrutura é mais centralizada, o grupo teve participação ativa tanto na coleta quanto na análise das informações. No Brasil, onde o acesso à informação é amplamente descentralizado e apoiado por diversas plataformas públicas, o GAT concentrou-se na análise crítica, revisão e validação dos produtos gerados. Em ambos os casos, a experiência acumulada em gestão territorial e o conhecimento técnico dos integrantes foram fundamentais para a definição das questões prioritárias da bacia e para a avaliação de impactos e ameaças.

2.1.1 Oficinas Nacionais e Oficina Binacional

As oficinas nacionais e a oficina binacional constituíram momentos estruturantes do processo participativo, funcionando como espaços de validação técnica, diálogo social e construção conjunta de insumos para a ADT. Esses encontros tiveram como objetivos:

- apresentar os avanços na caracterização da bacia hidrográfica em cada país e na escala binacional;
- coletar contribuições para a identificação e priorização de questões relevantes para a gestão transfronteiriça;
- discutir fatores associados às problemáticas identificadas, incluindo sua dimensão transfronteiriça;
- apoiar a construção das cadeias causais que fundamentam o diagnóstico;
- promover a reflexão conjunta sobre respostas existentes e potenciais para subsidiar o futuro Plano de Ação Estratégico (PAE).

Em 2025, foram realizadas oficinas nacionais no Uruguai e no Brasil. No Uruguai, uma oficina virtual inicial ocorreu em 21 de novembro, seguida de três oficinas presenciais nas cidades de Chuy (26 de novembro), Treinta y Tres (27 de novembro) e Lago Merín (28 de novembro). No Brasil, a oficina nacional ocorreu em 24 de novembro, na cidade de Pelotas, com foco na apresentação dos avanços da caracterização binacional e na identificação de problemáticas e aspectos transfronteiriços. Ao todo, 212

peças participaram das oficinas nacionais, sendo 122 do Uruguai e 90 do Brasil, representando diversos setores sociais, produtivos, comunitários e institucionais.

Em 2026, a oficina binacional foi realizada nos dias 15 e 16 de abril, em Pelotas (Brasil), reunindo 132 pessoas, sendo 79 do Brasil e 52 do Uruguai, além de 1 pessoa representando o Escritório Regional da FAO para a América Latina e o Caribe (FAORLC), localizada no Chile. A programação contemplou apresentações das equipes técnicas de ambos os países sobre os principais resultados da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT), palestras sobre temas estratégicos para o projeto e uma dinâmica participativa voltada à discussão dos problemas transfronteiriços identificados durante a elaboração da ADT, promovendo o intercâmbio de conhecimentos e a interação entre os diferentes atores presentes.

A maior parte dos participantes já havia participado das oficinas nacionais, o que favoreceu a continuidade e o aprofundamento das discussões. Nesse contexto, a oficina teve como foco a apresentação dos problemas transfronteiriços priorizados e de suas cadeias causais, bem como a construção conjunta de recomendações e pontos de alavancagem para subsidiar a elaboração do Programa de Ações Estratégicas (PAE).

As contribuições geradas nas oficinas de 2025 e 2026 foram incorporadas às seções de priorização de questões e construção das cadeias causais, apresentadas no Capítulo 4.

2.1.2 Processo Participativo Virtual

Como etapa complementar às atividades presenciais e com o objetivo de ampliar o alcance territorial e social da participação, a versão preliminar da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT) foi disponibilizada nos portais institucionais do Brasil e do Uruguai para consulta pública. Essa estratégia buscou assegurar maior transparência ao processo de elaboração da ADT, ampliar a diversidade de perspectivas consideradas e viabilizar a participação de atores que, por limitações geográficas, logísticas ou institucionais, não puderam participar das oficinas presenciais.

A versão preliminar da ADT disponibilizada para este processo participativo apresentava os problemas transfronteiriços identificados na bacia, seu processo de priorização e as respectivas cadeias causais associadas.

O processo participativo virtual consistiu em uma consulta realizada por meio de formulário eletrônico, permitindo que diferentes atores da bacia avaliassem a representatividade dos problemas identificados na ADT e apresentassem comentários e sugestões para o aprimoramento do documento. No Brasil, o processo participativo virtual foi estruturado tendo o perfil da Associação de Apoio ao Desenvolvimento Regional da Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras (ALMI) no Instagram, como principal plataforma de divulgação e mobilização dos participantes. No Uruguai, a consulta foi realizada por meio do portal oficial do Ministério do Ambiente, sendo amplamente divulgada entre os integrantes do Conselho Regional de Recursos Hídricos da Lagoa Mirim. Em ambos os países a consulta foi divulgada para os atores mapeados durante o desenvolvimento do projeto, por meio de correio eletrônico e outros canais de comunicação.

A consulta contou com a participação de 88 pessoas, sendo 70 do Brasil e 18 do Uruguai, refletindo uma ampla diversidade de atores, entre instituições governamentais, organizações da sociedade civil, instituições educativas, pescadores artesanais, representantes do setor produtivo, povos indígenas e cidadãos em caráter individual.

De modo geral, os resultados indicaram que os participantes consideram os problemas apresentados na ADT representativos da realidade da bacia, embora tenham sido observadas diferenças de percepção entre os temas avaliados. Considerando o conjunto das respostas dos dois países, a vulnerabilidade climática apresentou o maior nível de concordância entre os respondentes. No entanto, quando os resultados são analisados separadamente por país, observa-se que a percepção sobre a forma como esses problemas refletem a realidade da bacia varia entre Brasil e Uruguai. No Uruguai, a problemática relacionada à governança e à coordenação institucional foi a que apresentou o maior nível de concordância entre os participantes, já no Brasil, as questões voltadas à vulnerabilidade climática apresentaram a maior concordância entre os participantes. Esse resultado indica o reconhecimento dos efeitos associados a secas, inundações e outras mudanças climáticas presentes na bacia, como por exemplos, os eventos recentes de inundações que afetaram o estado do Rio Grande do Sul, especialmente em 2024. Os demais problemas também apresentaram predominância de avaliações positivas para a realidade da bacia, embora com percentuais próximos entre si, o que sugere que não houve uma hierarquização plenamente conclusiva entre eles, mas sim o reconhecimento de um conjunto de desafios interligados que afetam a bacia de forma integrada.

As contribuições textuais reuniram observações sobre diferentes dimensões da bacia, abrangendo aspectos relacionados à governança, integração binacional, monitoramento da qualidade da água, saneamento básico, fiscalização ambiental, participação social, acesso público à Lagoa Mirim, proteção de comunidades ribeirinhas e pescadores artesanais, além da necessidade de aprofundar a análise dos efeitos das mudanças climáticas e dos serviços ecossistêmicos. Os participantes também destacaram a importância da realização da ADT e do próprio processo participativo, apresentando sugestões para o fortalecimento do documento e da metodologia adotada.

Entre as principais contribuições para o aprimoramento do diagnóstico destacaram-se a necessidade de fortalecer os estudos técnico-científicos, ampliar o monitoramento da qualidade da água, incorporar informações sobre qualidade do ar, aprofundar a análise dos serviços ecossistêmicos e integrar de forma mais consistente projeções de mudanças climáticas na avaliação dos impactos atuais. Também foram apresentadas sugestões para ampliar a divulgação dos processos participativos, fortalecer sua acessibilidade e aumentar a transparência na sistematização e incorporação das contribuições ao documento final.

Os comentários também evidenciaram diferentes perspectivas sobre a interpretação dos problemas da bacia. Representantes dos setores produtivos apontaram que a ADT enfatiza principalmente as pressões ambientais associadas às atividades produtivas, enquanto os avanços em boas práticas e suas contribuições para o desenvolvimento econômico e social da região aparecem menos representados no diagnóstico. Também foram apresentadas observações sobre os critérios utilizados para definir a

gravidade de determinadas problemáticas e sobre a abordagem adotada para temas como gestão dos recursos hídricos, outorgas, reservação de água e atuação dos comitês de bacia.

A consulta também evidenciou diferentes percepções sobre a governança da bacia. Entre os aportes recebidos destacaram-se preocupações relacionadas à influência de interesses produtivos nos processos de tomada de decisão, à representatividade dos diferentes atores nos espaços participativos, às limitações da cooperação binacional e da presença institucional no território, bem como às capacidades institucionais para implementar projetos, políticas públicas e planos de infraestrutura.

De modo geral, as contribuições evidenciam a relevância do processo participativo como instrumento de validação, complementação e aperfeiçoamento da ADT. Ainda que expressem diferentes perspectivas sobre a bacia, os aportes permitiram identificar temas sensíveis, lacunas de informação e aspectos que demandam maior aprofundamento, contribuindo para uma leitura mais plural e contextualizada dos problemas transfronteiriços. Os aportes considerados pertinentes ao escopo do diagnóstico foram incorporados à versão final da ADT, fortalecendo seu conteúdo técnico e sua legitimidade social.

2.2 Identificação de questões transfronteiriças prioritárias

2.2.1 Atualização da linha de base com informações disponíveis

A linha de base da ADT foi construída a partir da compilação e sistematização de informações de fontes oficiais, bases de dados institucionais, literatura científica e estudos técnicos disponíveis para ambos os países.

Este processo envolveu a revisão de informações geradas por agências públicas nacionais, instituições de pesquisa e sistemas de monitoramento ambiental, bem como a harmonização de indicadores e unidades de análise para permitir comparações em escala de bacia hidrográfica. As informações coletadas permitiram a caracterização das principais dimensões ambientais, socioeconômicas e de uso de recursos hídricos do sistema, a identificação de pressões relevantes sobre os recursos naturais e o reconhecimento de lacunas de informação relacionadas ao monitoramento ambiental e à disponibilidade de dados comparáveis em escala binacional.

Para desenvolver uma caracterização abrangente do sistema socioambiental da bacia, foram elaborados três relatórios temáticos, que constituem o suporte técnico para a ADT, cuja síntese de seus resultados é apresentada no Capítulo 3 deste documento. Esses relatórios abordam, de forma complementar, as principais dimensões do sistema socioecológico da bacia.

Metodologia do Relatório Temático Ambiental

O Relatório Ambiental apresenta a caracterização da base físico-espacial e a descrição ecossistêmica. A primeira seção reúne aspectos fisiográficos, climáticos, hidrológicos, geológicos, hidrogeológicos e edafológicos. Esses elementos permitem identificar vulnerabilidades e lacunas de

monitoramento, destacando a necessidade de harmonização binacional de dados e protocolos. A segunda seção aborda ecossistemas e biodiversidade, evidenciando a coexistência entre ambientes lacustres, banhados, campos naturais, áreas florestais, palmares e áreas úmidas que sustentam expressiva diversidade biológica e serviços ecossistêmicos essenciais. São discutidos os padrões de uso e cobertura da terra, a fragmentação de habitats, as áreas protegidas e o papel da conectividade ecológica.

Metodologia do Relatório Temático Socioeconômico

O Relatório Socioeconômico foi estruturado em duas partes, integrando uma abordagem social e econômica. A primeira parte, “*Território e População*”, aborda os valores territoriais e as transformações históricas das paisagens regionais, o panorama sociodemográfico atual e as condições de vida da população, incluindo a perspectiva da saúde ambiental, a descrição dos sistemas urbanos e a identificação dos principais atores sociais que compõem a governança local. A segunda parte, “*Sistemas Produtivos e Recursos Naturais*”, adota uma abordagem mista (quantitativa-qualitativa) para apresentar a estrutura produtiva da região, suas oportunidades e desafios para a gestão binacional dos recursos hídricos, a partir de uma comparação da distribuição e participação dos setores econômicos na economia local, regional e/ou nacional, observando também sua contribuição para a oferta de empregos regionais. Somado a isso, o relatório descreve os sistemas produtivos relacionados aos recursos hídricos, como a pesca, a produção agropecuária, o turismo e os recursos minerais. Em conjunto, o relatório oferece uma visão integrada e multidimensional do território, subsidiando estratégias de gestão e planejamento para a região.

Metodologia do Relatório Temático de Caracterização dos Usos dos Recursos Hídricos

O Relatório de Caracterização dos Usos dos Recursos Hídricos aprofunda a análise integrada do uso e da gestão da água na bacia, estruturada em torno de dois eixos complementares. O primeiro aborda a água para a população, examinando o acesso à água potável, o tratamento de águas residuais, a drenagem urbana, os usos recreativos e a navegação. O segundo, dedicado à água para a produção, analisa os diferentes setores que dependem desse recurso, agricultura irrigada e de sequeiro, pecuária, reflorestamento, pesca, aquicultura e indústria, bem como a infraestrutura de irrigação e os usos específicos no Brasil e no Uruguai. Em conjunto, o relatório oferece uma visão integral das múltiplas funções da água no território, destacando os desafios e as oportunidades para uma gestão integrada e sustentável.

Metodologia do Relatório Temático de Governança

O relatório baseia-se principalmente em uma revisão documental e em uma análise comparativa dos marcos regulatórios e instrumentos de políticas públicas no Brasil e no Uruguai. No caso brasileiro, são examinados a Constituição Federal, a Lei nº 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), a Lei nº 9.984/2000 (criação da Agência Nacional de Águas), o Plano Nacional de Recursos Hídricos e diversas resoluções relacionadas à alocação de água, qualidade da água, descargas, vazões e águas subterrâneas.

Para o Uruguai, são considerados: a reforma constitucional de 2004 (Art. 47), o Código das Águas, a Lei Geral de Proteção Ambiental, a Lei de Política Nacional de Águas, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (Decreto nº 205/017) e regulamentações recentes sobre qualidade da água e poluição, bem como disposições institucionais relacionadas ao Conselho Regional de Recursos Hídricos da Bacia da Lagoa Mirim, comissões de bacia e agências como OSE, URSEA e DINARA. Esses marcos nacionais estão integrados a importantes instrumentos binacionais, como o Tratado de Cooperação da Lagoa Mirim, o Protocolo do Rio Jaguarão e o Estatuto da Comissão Mista, em consonância com as práticas vigentes e a agenda do projeto GEF/FAO.

Metodologicamente, o documento combina uma descrição sistemática de normas e instituições por tema (governança, gestão hídrica, participação, informação, pesca, uso da terra, infraestrutura e clima, entre outros) com uma comparação estruturada que identifica convergências, divergências e assimetrias entre os dois países, bem como uma análise de coerência com os objetivos e abordagens do Projeto Lagoa Mirim. Além disso, o documento serve como um importante insumo técnico para a identificação, caracterização e priorização de questões de governança transfronteiriça no âmbito da ADT.

2.3 Integrando as perspectivas de gênero, gerações e povos indígenas

A integração das perspectivas de gênero, gerações e povos indígenas no projeto segue uma lógica de gestão do conhecimento e aprendizagem adaptativa inspirada na metodologia GEF IW LEARN, articulando participação inclusiva, monitoramento sensível e uso de evidências para orientar decisões. Reconhece-se que pobreza, etnia e gênero se entrelaçam para moldar padrões diferenciados de acesso a recursos, direitos e proteção frente a riscos ambientais, em especial no que tange ao uso e à gestão da água. Por isso, a intervenção incorpora desde o desenho até a implementação mecanismos que garantam a coleta e o tratamento de dados desagregados por gênero, idade e etnia, a aplicação do Plano de Ação de Gênero e a operacionalização da Estratégia CLPI para Povos Indígenas, assegurando critérios claros de participação, salvaguardas culturais e o respeito ao Consentimento Livre, Prévio e Informado. Ao longo do ciclo do projeto, os resultados do monitoramento alimentam processos de retroalimentação que permitem ajustar atividades, priorizar medidas de igualdade e fortalecer a resiliência das populações mais vulneráveis, promovendo simultaneamente a inclusão social e o reconhecimento dos direitos coletivos.

No âmbito da ADT, a transversalização da perspectiva de gênero é entendida como um processo analítico e estratégico que envolve a avaliação sistemática das implicações diferenciadas para mulheres e homens de qualquer ação planejada em todas as áreas e em todos os níveis (ECOSOC, 1997), e sua integração em todas as fases do ciclo da ADT (García Prince, 2008). Essa abordagem se articula com a interseccionalidade, entendida como uma ferramenta analítica que permite compreender como múltiplos sistemas de desigualdade, como gênero, etnia e classe se inter cruzam e moldam experiências diferenciadas (Crenshaw, 1989; Collins, 2000). Da mesma forma, a incorporação da abordagem geracional reconhece que as desigualdades se acumulam ao longo do ciclo de vida (CEPAL, 2016), enquanto a abordagem dos Povos Indígenas se baseia no respeito à autodeterminação e às prioridades de

desenvolvimento definidas pelos próprios povos (OIT, 1989). Neste contexto, a análise incorpora as necessidades práticas e estratégicas das mulheres, bem como seu acesso e controle sobre os recursos, reconhecendo que as desigualdades de gênero se expressam em limitações diferenciadas no uso, gestão e tomada de decisões relativas a esses recursos (Moser, 1993). Essas abordagens são implementadas de acordo com os princípios do GEF, que promovem a igualdade de gênero, a participação inclusiva e a salvaguarda dos direitos dos povos indígenas em projetos ambientais, bem como com as diretrizes da FAO, que enfatizam a equidade, a não discriminação e a relevância cultural como condições para o desenvolvimento sustentável.

2.3.1 Indicadores de inclusão social, diversidade e equidade

Os indicadores de inclusão social, diversidade e equidade foram concebidos para traduzir em evidências mensuráveis as mudanças no acesso a recursos, na participação nas instâncias decisórias e na distribuição de benefícios entre mulheres, homens, jovens e povos indígenas. Esses indicadores combinam medidas quantitativas e qualitativas: indicadores de acesso avaliam, por exemplo, a proporção de domicílios com acesso seguro à água e o tempo médio dedicado à coleta de água desagregados por sexo e por comunidade; indicadores de participação medem a representação de mulheres, jovens e representantes indígenas em comitês de gestão e em processos consultivos, incluindo o número e a qualidade das consultas CLPI realizadas; indicadores socioeconômicos capturam variações na renda, segurança alimentar e acesso a capacitação técnica por gênero e etnia; e indicadores de vulnerabilidade e resiliência registram impactos diferenciados de eventos climáticos e a capacidade comunitária de resposta. As evidências produzidas alimentam os ciclos de aprendizagem do projeto, orientando ajustes nas ações, a alocação de recursos e a adoção de medidas específicas para reduzir desigualdades e fortalecer a equidade.

2.3.2 Abordagem intergeracional e participação juvenil

A abordagem intergeracional privilegia a convivência produtiva entre saberes tradicionais e inovações geradas pelas novas gerações, reconhecendo que jovens, adultos e idosos desempenham papéis complementares na gestão dos recursos hídricos e na conservação dos ecossistemas. A interação entre gerações é estimulada não apenas como transferência de conhecimento, mas como diálogo que valoriza a criatividade juvenil e a experiência dos mais velhos, fortalecendo a coesão social e a continuidade das práticas sustentáveis. O acompanhamento dessas ações inclui indicadores sobre o envolvimento juvenil em comitês, o número de iniciativas lideradas por jovens apoiadas e mudanças nas competências e atitudes em relação à gestão da água.

2.3.3 Reconhecimento do conhecimento e dos direitos coletivos

O reconhecimento do conhecimento local e dos direitos coletivos é um princípio central do projeto, que busca integrar saberes tradicionais, práticas indígenas e conhecimentos comunitários nas

soluções técnicas e nos planos de manejo. Esse reconhecimento se operacionaliza por meio de processos participativos que documentam e valorizam práticas locais, garantindo que decisões sobre territórios e recursos considerem os diferentes conhecimentos, necessidades e papéis sociais. Para os povos indígenas, a implementação da Estratégia CLPI segue as diretrizes internacionais e as políticas da FAO, assegurando que qualquer intervenção que afete territórios, modos de vida ou recursos naturais seja precedida por processos de Consentimento Livre, Prévio e Informado. O reconhecimento legal e institucional desses direitos é apoiado por registros acessíveis das decisões e acordos comunitários e por articulação com políticas públicas, de modo a fortalecer o reconhecimento formal dos direitos coletivos e a sustentabilidade das medidas implementadas.

2.4 Priorização de questões e problemas transfronteiriços

Com base nos relatórios temáticos, no processo de participação cidadã desenvolvido durante a ADT e dos antecedentes apresentados pelo Projeto Lagoa Mirim, foram identificadas questões de interesse transfronteiriço e priorizados os principais problemas que afetam a BHLMLC. Este processo busca contribuir para a formulação de recomendações para o Plano de Ação Estratégica (PAE).

O fator diferenciador entre a ADT e qualquer outro processo de diagnóstico territorial é precisamente o seu foco transfronteiriço, que se torna também um dos critérios mais importantes para a priorização de problemas. Um problema transfronteiriço é entendido como as pressões e os impactos exercidos por um país que afetam outro devido à partilha da mesma base hidrográfica (GEF, 2018). Nesse sentido, é essencial distinguir entre questões transfronteiriças e problemas transfronteiriços. As questões transfronteiriças referem-se a assuntos de interesse comum entre os dois países que, embora ainda não se manifestem como conflitos ou desequilíbrios declarados, exigem atenção proativa. Abordá-los precocemente permite prevenir tensões futuras e, ao mesmo tempo, aproveitar sinergias potenciais. Os problemas transfronteiriços, por outro lado, representam impactos concretos e negativos que afetam simultaneamente ambos os lados da bacia. Sua magnitude e interdependência exigem respostas conjuntas e coordenadas (GEF, 2018).

Algumas características-chave a serem observadas em questões e problemas transfronteiriços são:

- Diferenças nos marcos legais e regulatórios entre o Brasil e o Uruguai.
- Descompassos institucionais e operacionais na gestão e coordenação de políticas.
- Abordagens divergentes para a coleta de dados e métodos de análise.
- Necessidade de harmonização nas políticas públicas relacionadas à irrigação, ao uso de agrotóxicos e ao saneamento.
- Desequilíbrios na intensidade das pressões e impactos exercidos por cada país.

Para construir e priorizar as problemáticas transfronteiriças, foi utilizado o “Guia Técnico para Elaboração e Priorização de Problemas Transfronteiriços, Projeto FAO/GEF – Lagoa Mirim / Laguna Merín”

(FAO, 2025), elaborado pela UCP do Projeto Lagoa Mirim, que, de modo geral, propõe a seguinte sequência de etapas:

1. Definição de Temas e Subtemas
2. Atribuição de peso-valor aos subtemas
3. Elaboração de indicadores
4. Atribuição de peso-valor ao estado
5. Definição de critérios de priorização
6. Atribuição de peso-valor aos critérios de priorização
7. Atribuição de peso-valor a cada critério dentro de um subtema
8. Cálculo final do índice de priorização transfronteiriça

2.4.1 Método AHP e lógica fuzzy (difusa)

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) é uma metodologia para abordar problemas altamente complexos, caracterizados pelo dinamismo, pela incerteza, pela existência de múltiplos cenários, critérios (frequentemente em conflito) e atores, bem como pela necessidade de integrar conhecimento científico e opinião nos processos de tomada de decisão e resolução de problemas. Essas características exigem abordagens metodológicas mais abertas, flexíveis, realistas e efetivas do que os enfoques tradicionais (Saaty, 2008).

O método baseia-se no uso de:

- Hierarquias e vínculos para formalizar o modelo mental em um modelo estrutural associado;
- Conglomerados que permitem integrar elementos de diferentes escalas, do muito pequeno ao muito grande;
- Comparações pareadas para incorporar as preferências dos atores entre diferentes elementos;
- A escala fundamental proposta por Saaty (1–9) para incorporar os julgamentos ou avaliações dos tomadores de decisão;
- A construção de prioridades por meio de uma escala de razão, cuja interpretação não requer elevado grau de especialização.

A lógica fuzzy (difusa), criada por Lotfi Zadeh em 1965, surgiu como uma alternativa à lógica booleana clássica, que trabalha apenas com valores binários "verdadeiro (1)" ou "falso (0)". Enquanto a lógica booleana exige limites rígidos, a lógica difusa reconhece que muitos fenômenos do mundo real são graduais e incertos, permitindo graus intermediários de relevância entre 0 e 1. Assim, um item pode ser "parcialmente verdadeiro", o que reflete melhor situações ambientais, sociais e de tomada de decisão complexas (FAO, 2025).

No contexto do AHP, a lógica fuzzy é usada para suavizar julgamentos comparativos e incorporar incerteza e subjetividade humana, convertendo preferências expressas em escalas linguísticas ("ligeiramente mais importante", "muito mais importante") em valores numéricos contínuos. Assim, o AHP difuso combina a estrutura hierárquica e racional do AHP com a flexibilidade e o realismo da lógica fuzzy, permitindo análises mais robustas e realistas (FAO, 2025).

A adoção da lógica fuzzy combinada com o método AHP justifica-se pela necessidade de lidar com a complexidade e a incerteza inerentes à gestão ambiental e aos processos participativos de tomada de decisão, especialmente em contextos transfronteiriços como a bacia da Lagoa Mirim. Os problemas ambientais não são absolutos; pelo contrário, variam em intensidade, escala e percepção entre os diferentes atores e, portanto, exigem abordagens que reconheçam nuances e graus de relevância, em vez de respostas binárias (FAO, 2025). A integração do AHP, que organiza critérios e define pesos de importância, com a lógica fuzzy, que traduz julgamentos subjetivos em valores contínuos, permite uma melhor representação das percepções de especialistas e comunidades, reduzindo vieses e promovendo decisões mais realistas, transparentes e consensuais no âmbito da ADT (FAO, 2025).

2.4.2 Construção de Temas e Subtemas

Os problemas ambientais e de gestão devem ser classificados dentro de uma estrutura hierárquica, na qual cada tema principal é dividido em subtemas (Tabela 2.01) e cada subtema é avaliado individualmente por especialistas para caracterizar seu status com base na definição de indicadores e variáveis usando o método de valoração AHP e lógica fuzzy.

Atribuição de pesos aos subtemas

O peso entre os subtemas dentro de cada tema (nível micro), definida com base nos resultados das oficinas de participação social e das avaliações de especialistas de cada área, por meio do AHP simplificado. A soma dos pesos dentro do tema deve ser = 1,00 (ver Tabela 2.01).

Tabela 2.01. Exemplo prático de atribuição de pesos de subtemas (Tema 1 – Qualidade da água).

Subtema	Peso relativo (AHP)
Contribuições agrícolas	0,40
Contribuições urbanas	0,30
Contribuições da pecuária	0,20
Contribuições domésticas rurais	0,10

Fonte: FAO (2025).

2.4.3 Valoração social da relevância dos temas e subtemas

Nas oficinas presenciais realizadas tanto no Brasil, na cidade de Pelotas, quanto no Uruguai, nas cidades de Chuy, Treinta y Tres e Lago Merín, os participantes foram convidados a avaliar os subtemas

previamente identificados, com o objetivo de priorizar aqueles considerados mais relevantes para cada temática.

A priorização foi realizada por meio de um exercício participativo de valoração coletiva, que permitiu identificar os subtemas percebidos como mais importantes pelos atores participantes em cada país.

Além de priorizar os subtemas propostos, durante as sessões das oficinas, os participantes apontaram aspectos que, em sua perspectiva, não estavam suficientemente representados na lista inicial de temas e subtemas. Essas contribuições permitiram a identificação de novos problemas e uma exploração mais aprofundada de questões relacionadas a temas previamente considerados no diagnóstico.

2.4.4 Indicadores, variáveis e Índice de Estado (IE)

Atribuição de peso ao Estado

Para determinar o estado do problema de cada um dos subtemas classificados dentro de um tema, foi definido um conjunto de 3 indicadores por subtema. Cada indicador é desenvolvido a partir de uma sequência de variáveis (entre 3 e 6 variáveis por indicador), por meio das quais se classifica o estado do indicador como alto, médio ou baixo, de acordo com a lógica difusa (0–1, onde 0 = bom estado e 1 = estado crítico) e com o comportamento de suas variáveis (Tabela 2.02). O resultado da integração do estado de cada indicador corresponde à caracterização do Estado de cada subtema.

Tabela 2.02. Valor Fuzzy atribuído aos níveis de Estado.

Nível de Estado	Peso relativo (AHP)	Cor de referência
Alto	> 0,8	vermelho
Médio alto	0,6 - 0,8	laranja
Médio	0,4 - 0,6	amarelo
Baixo	< 0,4	verde

Fonte: FAO (2025).

2.4.5 Critérios de Priorização Transfronteiriça (CPT)

Após a caracterização do Estado do subtema, amplia-se a interpretação da problemática transfronteiriça aplicando a cada um deles uma sequência de análise multicritério, cujos critérios foram definidos e ponderados de forma técnica com a participação de atores sociais e governamentais (Tabela 2.03).

Tabela 2.03. Critérios consensuados para a priorização transfronteiriça e suas definições.

Critérios de priorização	Descrição do objetivo do critério
Transfronteiriça	Grau em que um problema ultrapassa a fronteira política e gera efeitos diretos ou indiretos em ambos os países. Considera se a causa se origina em um país e repercute no outro, ou se se trata de um problema compartilhado cuja dinâmica é ampliada pela conectividade ecológica, hidrológica e socioeconômica do sistema binacional. Trata-se de um critério central para determinar a necessidade de ação conjunta.
Governabilidade e Sinergia Binacional	Medida em que existem instrumentos, capacidades institucionais, marcos normativos e coordenação binacional suficientes para abordar o problema. Inclui o nível de articulação entre atores, a clareza de competências, a disponibilidade de informação e a viabilidade de implementação de medidas. Refere-se também ao potencial do problema para ser abordado por meio de ações coordenadas entre ambos os países, gerando benefícios compartilhados e fortalecendo a cooperação transfronteiriça. Considera a complementaridade de capacidades, a coerência e concordância entre as políticas e prioridades nacionais, bem como o grau em que ambos os países demonstram disposição e acordo para avançar conjuntamente na busca por soluções.
Gravidade (urgência)	Intensidade do impacto ambiental, socioeconômico ou ecológico associado ao problema. Avalia o dano atual causado aos ecossistemas, aos serviços ecossistêmicos, à biodiversidade e às condições de vida da população. Refere-se à necessidade de intervenção no curto prazo para evitar uma deterioração irreversível ou custos significativamente maiores no futuro. Foca na imediatidade da ação, considerando riscos crescentes, janelas críticas de tempo e efeitos cumulativos.
População afetada	Magnitude dos grupos humanos, setores produtivos, infraestruturas críticas e serviços ecossistêmicos vulneráveis ao problema. Inclui impactos sobre a saúde, a segurança hídrica, as atividades econômicas e o patrimônio natural. Trata-se de um critério chave para dimensionar o risco socioambiental.
Cobertura do território	Extensão espacial do problema dentro da bacia. Considera se afeta uma área limitada, zonas críticas específicas ou uma porção significativa do território. Inclui a distribuição geográfica e a escala espacial do fenômeno.
Tendência	Avaliação da trajetória futura do problema: se a situação tende a piorar, manter-se estável ou melhorar, com base nos dados disponíveis, nas observações de campo e no julgamento de especialistas. Incorpora projeções relacionadas às mudanças climáticas, aos usos do solo, às pressões antrópicas e à capacidade de regeneração ambiental.

Fonte: Elaboração própria.

Atribuição do peso dos critérios

Os critérios utilizados no processo de priorização recebem pesos definidos por meio do método AHP, permitindo quantificar sua importância relativa na avaliação das ADT. A Tabela 2.04 apresenta a distribuição desses pesos, expressos tanto em porcentagem quanto em valores fuzzy normalizados, evidenciando o grau de relevância atribuído a cada critério no modelo decisório.

Tabela 2.04. Atribuindo valor AHP aos critérios de priorização de ADT.

Critérios	Transfronteiridade	Governabilidade e Sinergia	Gravidade	População afetada	Cobertura territorial	Tendência
%	29	20	18	15	10	8
peso fuzzy	0,29	0,20	0,18	0,15	0,10	0,8

Fonte: Elaboração própria.

2.4.6 Atribuições de Valor aos Critérios por Subtemas

Posteriormente, com base nas informações recopiladas nos relatórios temáticos e nas sessões de consulta com especialistas binacionais, foi construída a matriz de valoração multicritério, atribuindo-se um peso por critério para cada subtema (Tabela 2.05). Além do valor numérico baseado na lógica difusa (0–1), a matriz incorpora informações qualitativas sobre os elementos-chave identificados pelos especialistas.

Tabela 2.05. Exemplo de atribuição de peso fuzzy critério/subtema.

SUBTEMA	CRITÉRIOS						Fuzzy score subtema
	Transfronteiriça	Governabilidade e Sinergia	Gravidade	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	
1.1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,65
1.2	0,6	0,9	0,5	0,7	0,4	0,3	0,57

Fonte: Elaboração própria.

Cálculo de FuzzyScore por subtema:

$$\text{FuzzyScore} = \sum (\text{Peso}_{\text{critério}} \times \text{Valor}_{\text{critério}})$$

Cálculo do Score tema (com subtemas):

$$\text{Score do Tema} = \sum (\text{FuzzyScore}_{\text{subtema}} \times \text{Peso}_{\text{subtema}})$$

2.4.7 Cálculo do Índice de Prioridade Transfronteiriça (IPT)

O Índice de Prioridade Transfronteiriça (IPT) é um indicador de apoio a tomada de decisão construído para estimar a prioridade relativa dos subtemas identificados na Análise Diagnóstico Transfronteiriça, integrando em uma única medida a avaliação multicritério obtida para cada subtópico e um ajuste associado à condição do seu estado.

$$\text{IPT}(\text{subtema}) = \text{ScoreSubtema} \times (1 + \alpha \times \text{Indicador Estado Subtema})$$

Com $\alpha = 0,3$ (ajustável). Onde o parâmetro α (alfa) corresponde a um coeficiente de ajuste que representa o nível de fragilidade ou suscetibilidade do sistema socioecológico a

perturbações ou processos de degradação (Ross, 1994; Silva et al., 2019). Sua função é modular a influência do Indicador de Estado sobre o valor final do IPT. Para os fins desta ADT preliminar, adota-se $\alpha = 0,3$, valor que representa um baixo nível de fragilidade em uma escala normalizada entre 0 e 1. A escolha de $\alpha = 0,3$, responde a um critério deliberadamente conservador para esta fase preliminar.

Interpretação dos resultados

Uma vez obtido o valor do Índice de Prioridade Transfronteiriça, o nível de prioridade é classificado de acordo com os limiares apresentados na (Tabela 2.06).

Tabela 2.06. Níveis de prioridade transfronteiriça por IPT.

Classe	Ação recomendada
Muito alto	Prioridade imediata para ações conjuntas
Alto	Planejamento prioritário de intervenção
Médio	Estruturação de ações no médio prazo
Baixo	Monitoramento e suporte técnico

Fonte: FAO (2025).

2.4.8 Produtos esperados e articulação com o Programa de Ação Estratégica (PAE)

Espera-se que este processo de priorização de temáticas constitua um insumo operativo para o PAE, permitindo tanto a identificação dos assuntos críticos a serem abordados quanto à construção dinâmica de ações estratégicas que combinem diferentes linhas temáticas. Além disso, espera-se que possibilite a atualização de dados sociais, ambientais e econômicos do território, bem como a avaliação das ações estratégicas implementadas.

Neste marco, são previstos os seguintes produtos:

1. Matriz temática e subtemática de priorização (AHP/Fuzzy)
2. Pesos e indicadores definidos participativamente
3. Matriz de cálculo automatizada (planilha)
4. Sistematização do processo técnico validado com enfoque de gênero e participação.

2.5 Bases conceituais do modelo PEIR

A metodologia foi desenvolvida originalmente pela OCDE (1993), que desenvolveu um conjunto básico de indicadores para as avaliações de desempenho ambiental. Essa ferramenta permite organizar a informação socioambiental em quatro níveis: as Pressões exercidas sobre o ambiente, o Estado atual do sistema, os Impactos potenciais e as Respostas sociais e institucionais frente aos problemas identificados. Este enfoque busca integrar dimensões ecológicas, produtivas e de governança, com base na construção de uma cadeia multicausal que oriente decisões de planejamento e cooperação na análise do diagnóstico transfronteiriço.

2.5.1 Identificação de pressões

A identificação de pressões constitui um dos primeiros passos da análise causal e consiste em reconhecer aquelas atividades, processos ou dinâmicas próprias do sistema que geram alterações sobre o ambiente e a população envolvida. Essas pressões podem estar associadas a atividades produtivas, transformações do território, mudanças nos usos da água ou processos socioeconômicos.

No marco do ADT, as pressões são analisadas considerando diferentes fatores subjacentes que originam ou explicam as pressões que atuam sobre o ambiente.

- Causas subjacentes, relacionadas com fatores institucionais, econômicos ou regulatórios que favorecem ou condicionam tais práticas, como incentivos produtivos, debilidades nos marcos normativos ou limitações no planejamento territorial.
- Causas profundas, associadas a modelos de desenvolvimento, dinâmicas econômicas regionais, desigualdades sociais ou processos históricos de ocupação do território.
- Causas diretas, vinculadas a práticas ou atividades concretas que geram impactos diretos sobre o ambiente.

Para o presente caso de estudo, a identificação dessas pressões foi realizada a partir da revisão de informação técnica disponível nos relatórios temáticos, assim como da incorporação de contribuições provenientes das oficinas nacionais realizadas em cada país.

2.5.2 Avaliação do estado dos ecossistemas e recursos

O componente de estado do modelo PEIR descreve sinteticamente as condições atuais do sistema socioambiental como resultado das pressões identificadas, incluindo possíveis tendências. A análise busca refletir como as pressões se traduzem em mudanças nos ecossistemas, tais como perda de biodiversidade, deterioração da qualidade da água, diminuição dos estoques pesqueiros ou degradação de habitats naturais. Em consequência, a avaliação do estado não se limita a uma descrição biofísica do ambiente, mas constitui um insumo para a análise causal e a tomada de decisões, já que fornece evidências para avaliar a gravidade dos problemas. A avaliação do estado baseia-se na revisão dos relatórios temáticos e na consulta a especialistas binacionais.

2.5.3 Análise de impactos ambientais, sociais e econômicos

Os impactos representam as consequências derivadas das alterações no estado dos ecossistemas e dos recursos naturais. Esses impactos podem manifestar-se em múltiplas dimensões, afetando tanto o funcionamento ecológico dos sistemas naturais quanto às condições socioeconômicas das populações que dependem deles. A análise de impactos permite dimensionar a magnitude e a relevância dos problemas identificados, assim como priorizar aqueles que apresentam maior urgência de intervenção ou requerem mecanismos de cooperação binacional.

2.5.4 Respostas institucionais e de gestão

O componente de resposta do modelo PEIR compreende as ações implementadas pela sociedade, pelas instituições e pelos atores territoriais para prevenir, mitigar ou reverter os problemas identificados na bacia. Essas respostas podem adotar diversas formas, incluindo: políticas públicas e marcos regulatórios, instrumentos de planejamento territorial, iniciativas de monitoramento e geração de informação, mecanismos de governança participativa e cooperação binacional.

No contexto do ADT, a análise de respostas busca identificar tanto as iniciativas existentes quanto os vazios institucionais que limitam a gestão efetiva dos recursos naturais. Da mesma forma, permite reconhecer oportunidades para fortalecer a coordenação entre Uruguai e Brasil, melhorar os instrumentos de gestão e promover intervenções estratégicas que gerem mudanças sistêmicas na bacia.

A identificação dessas respostas constitui um insumo chave para a definição de pontos de alavancagem, entendidos como aqueles âmbitos onde uma intervenção política, institucional ou técnica pode gerar melhorias significativas na sustentabilidade socioambiental do sistema.

3. CARACTERIZAÇÃO ABRANGENTE DA BACIA

3.1 Base Físico-Espacial

3.1.1 Aspectos fisiográficos da bacia

A Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras (BHLMLC) constitui uma unidade hidrográfica binacional compartilhada entre Brasil e Uruguai, com área aproximada de 61.086 km², caracterizada por grande extensão territorial e elevada integração espacial do escoamento superficial em direção ao sistema lagunar. A bacia apresenta predomínio de baixas altitudes (altitude média de 89,09 m) e declividades suaves (declividade média de 4,68%), além de baixa densidade de drenagem ($\approx 0,12$ km/km²), indicando uma rede hidrográfica relativamente espaçada e trajetórias de escoamento extensas.

A predominância de baixas altitudes na bacia indica presença significativa de planícies sedimentares, o que favorece processos de escoamento superficial relativamente lentos e maior permanência da água em áreas de baixa declividade, aumentando a suscetibilidade a alagamentos e inundações sazonais em regiões de planície e influenciando a dinâmica hidrológica e a resposta da bacia a eventos extremos. É importante considerar que em algumas porções da bacia, em especial no lado Uruguaio, a área das ecorregiões de montanha e colina constitui uma alta proporção da bacia e que, portanto o cuidado com as nascentes dos cursos d'água é relevante, assim como a consideração dos efeitos do escoamento superficial.

3.1.2 Caracterização climática

A BHLMLC apresenta elevada variabilidade climática, influenciada por forçantes atmosféricas de grande escala, como o El Niño–Oscilação Sul (ENOS), a Oscilação Antártica (AAO) e a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Esses sistemas modulam diretamente as anomalias de precipitação e temperatura observadas na região, condicionando a alternância entre períodos de cheias e secas prolongadas e conferindo elevada variabilidade hidrológica ao sistema (Beltrame & Tucci, 1998; Barreiro et al., 2019).

O regime pluviométrico da bacia caracteriza-se por chuvas distribuídas ao longo de todo o ano, sem estação seca definida, com média anual próxima de 1300 mm (Beltrame & Tucci, 1998; Pedrollo & Ferreira, 2003). No entanto, a elevada variabilidade interanual e a ocorrência de eventos de precipitação intensa, especialmente no outono e na primavera, favorecem episódios de instabilidade hidrológica e aumentam a suscetibilidade da bacia a eventos de cheia.

O Oceano Atlântico e o sistema de lagoas costeiras exercem importante influência moderadora sobre o regime térmico regional (Pedrollo & Ferreira, 2003). As temperaturas médias anuais variam entre aproximadamente 15–18°C no setor uruguaio e 12–24°C no setor brasileiro, refletindo o gradiente latitudinal da bacia (GEF, 2020). As temperaturas médias sazonais variam de cerca de 11–13°C no inverno

a 22–23°C no verão (Figura 3.01), enquanto a amplitude térmica diária oscila entre cerca de 7°C na zona costeira e 12°C nas áreas interiores.

O regime de ventos também desempenha papel relevante na dinâmica hidrológica da região. A atuação de ciclones extratropicais e do anticiclone subtropical do Atlântico Sul gera ventos persistentes, predominantemente de leste e nordeste, mais intensos nas áreas costeiras (Barreiro et al., 2019; Barreiro et al., 2021; Durañona et al., 2016). Esses ventos influenciam diretamente a hidrodinâmica da Lagoa Mirim, promovendo deslocamento de massas de água, variações no nível da lagoa e mistura da coluna d'água, com implicações para a circulação e a oxigenação do sistema (Oliveira et al., 2015; Alves et al., 2015).

A variabilidade climática recente evidencia forte alternância entre anos secos e anos extremamente chuvosos. Entre os eventos mais marcantes observados nas últimas décadas destacam-se as secas de 1999–2000, 2008–2009 e 2020–2022, bem como anos de precipitação acima da média em 2002, 2014 e 2019 (MA, 2024). Esses padrões refletem a influência de forçantes climáticas de grande escala, particularmente o ENOS e o anticiclone semipermanente do Atlântico Sul (Barreiro et al., 2019). As anomalias anuais de precipitação observadas entre 1995 e 2024 evidenciam essa variabilidade na porção uruguaia da bacia (Figura 3.02), enquanto comportamento semelhante é observado no setor brasileiro (Figura 3.03).

Os resultados indicam que a porção brasileira da bacia exerce influência dominante na variabilidade hidrológica da Lagoa Mirim, respondendo de forma mais intensa às forçantes climáticas do que o setor uruguaio. A maior amplitude dos extremos de precipitação observada nesse setor, especialmente durante eventos de ENOS, amplifica o impacto das oscilações pluviométricas no balanço hídrico da lagoa e na dinâmica do Canal São Gonçalo. Essa assimetria climática reforça a importância de sistemas integrados de monitoramento hidrometeorológico e de estratégias de gestão binacional capazes de considerar as diferenças regionais de resposta climática.

As análises também indicam uma tendência recente de aquecimento na região, consistente com padrões observados no sul do Brasil e no Uruguai (Barreiro et al., 2019; MA, 2024). O aumento térmico, mais evidente desde os anos 2000, tende a intensificar processos de evapotranspiração e a aumentar a frequência de extremos térmicos, ampliando a vulnerabilidade climática do sistema hidrológico.

Nesse contexto, mudanças climáticas podem intensificar a irregularidade do regime de precipitações e ampliar a frequência de eventos extremos. Essas alterações tendem a aumentar a variabilidade hidrológica da Lagoa Mirim e de seus tributários, afetando níveis de água, circulação hidrodinâmica e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e das áreas úmidas associadas (Poff et al., 2016).

A BHLMLC caracteriza-se por elevada sensibilidade climática, na qual a interação entre variabilidade interanual, eventos extremos e tendências recentes de aquecimento exerce forte influência sobre a dinâmica hidrológica e ecológica do sistema. Esse contexto amplia os desafios para a gestão integrada dos recursos hídricos compartilhados entre Brasil e Uruguai, exigindo estratégias adaptativas baseadas em monitoramento contínuo, cooperação binacional e conservação de ecossistemas aquáticos e zonas úmidas.

Média da temperatura da superfície

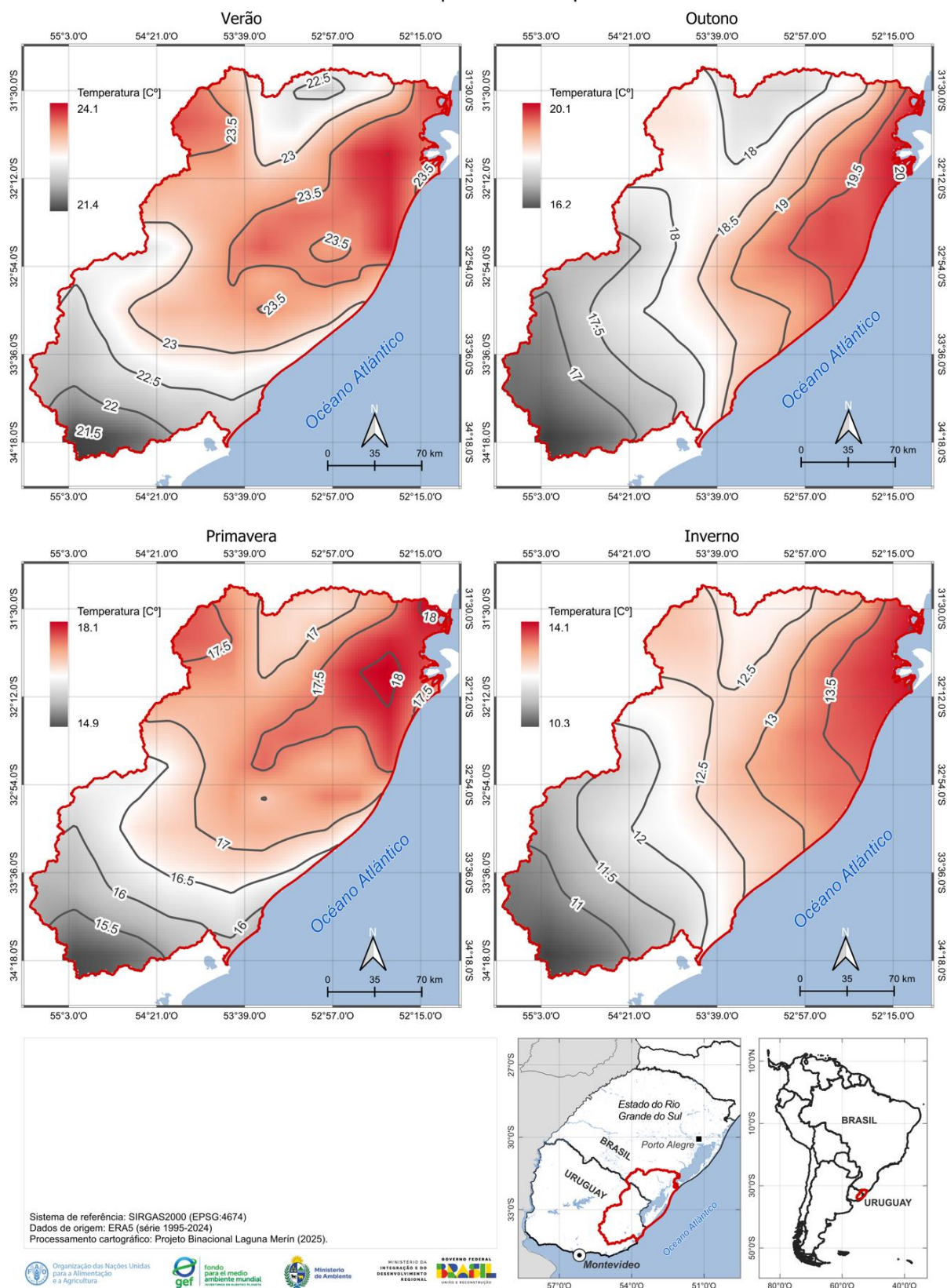


Figura 3.01. Temperatura média (°C) para as 4 estações do ano. Climatologia 1995-2024, dados de reanálises ERA5.

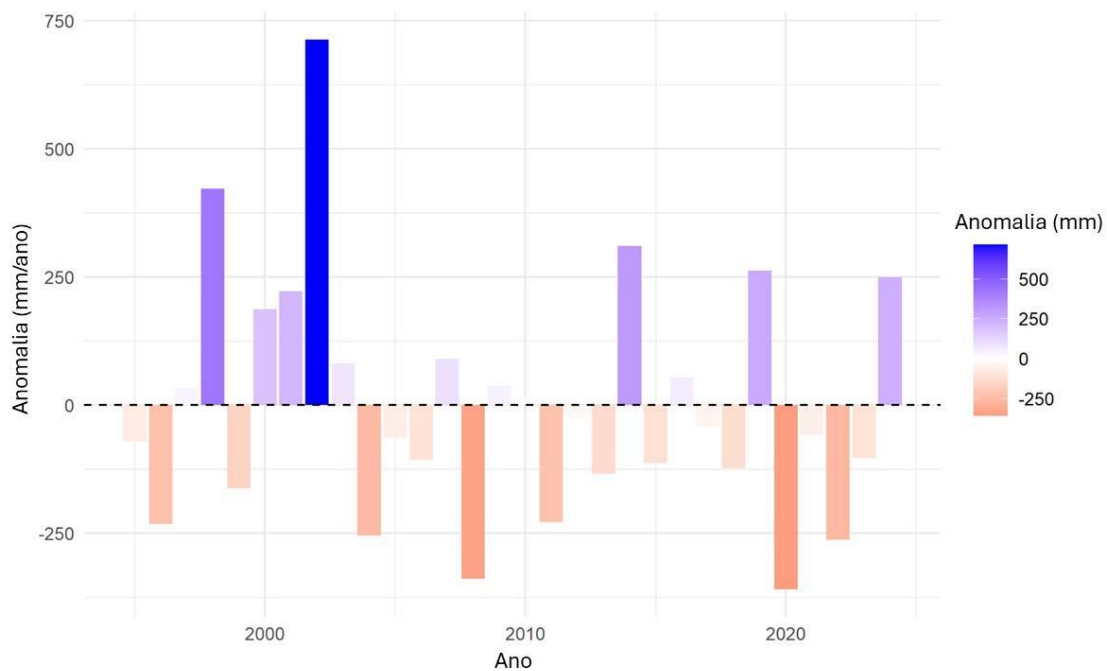


Figura 3.02. Anomalia anual de precipitação na porção uruguaia da bacia hidrográfica. Climatologia 1995-2024, dados de reanálise ERA5.

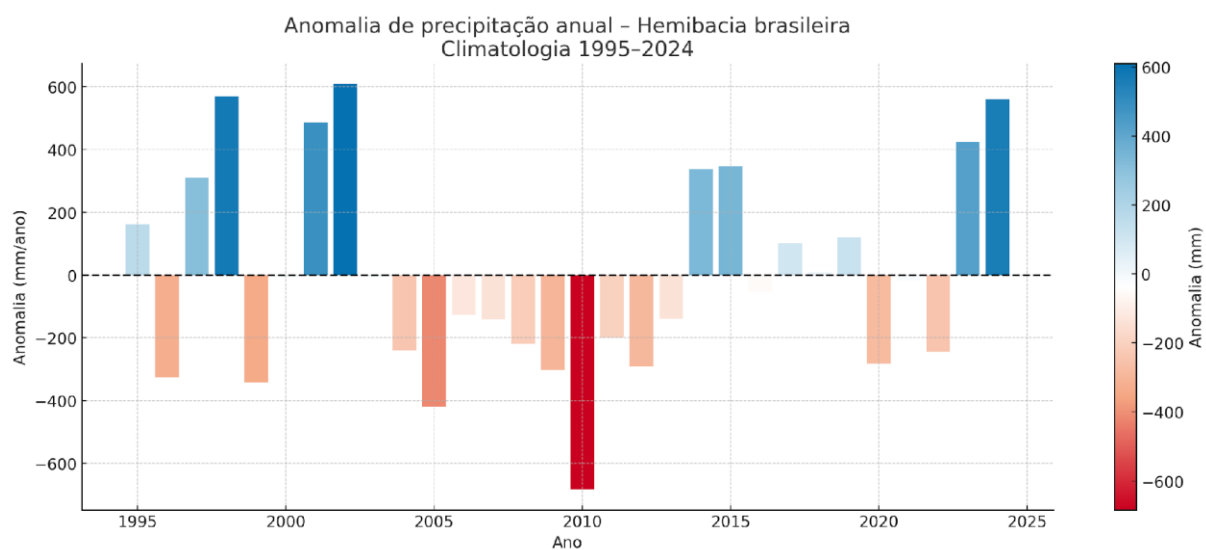


Figura 3.03. Anomalia de precipitação anual para o lado brasileiro da bacia. Climatologia 1995-2024, dados de três estações pluviométricas: 3152004 (Jaguarão), 3152011 (Santa Vitória do Palmar) e 3152016 (Arroio Grande).

3.1.3 Hidrologia

O sistema BHLMLC organiza-se em quatorze sub-bacias de Nível 2, distribuídas entre Brasil e Uruguai, seis em território brasileiro, cinco em território uruguaio e três transfronteiriças. Essa configuração binacional impõe desafios adicionais à gestão dos recursos hídricos, pois a dinâmica hidrológica e ecológica do sistema depende de processos que ultrapassam fronteiras administrativas e exigem coordenação institucional entre os dois países. A hidrologia da BHLMLC é caracterizada por uma rede hidrográfica densa, com pendentes baixas, extensas áreas úmidas e um sistema lagunar de grande superfície, onde pequenas variações no regime de precipitações, nas vazões ou na ação do vento, podem gerar respostas hidrológicas diversas.

O sistema é estruturado em torno de três grandes lagoas costeiras, cuja morfologia e funcionamento condicionam a forma como o sistema responde às pressões climáticas e hidrológicas. A Lagoa Mirim, maior corpo de água do sistema ($\approx 3.800\text{--}3.900\text{ km}^2$) e de baixa profundidade média (4–6 m), encontra-se em uma bacia de declive muito reduzido. Essa característica torna sua hidrodinâmica altamente dependente do vento, que regula a circulação, as oscilações do nível da água e os processos de mistura. Como resultado, variações climáticas e eventos extremos podem produzir respostas rápidas na dinâmica hídrica e na estabilidade dos ecossistemas aquáticos. O balanço hídrico da lagoa depende principalmente das descargas fluviais da bacia binacional, da precipitação direta e da conexão com a Laguna dos Patos pelo Canal São Gonçalo, o que reforça sua sensibilidade a mudanças no regime hidrológico regional.

A Lagoa Mangueira ($\approx 800\text{--}900\text{ km}^2$; profundidade média de 4–5 m) apresenta maior confinamento geomorfológico e hidrologia dominada pela precipitação direta e por aportes subterrâneos, com conectividade externa limitada (Santos et al., 2008). Essa configuração reduz a capacidade de renovação das águas e pode favorecer maior variabilidade no tempo de residência, tornando o sistema potencialmente mais vulnerável ao acúmulo de nutrientes e a alterações na qualidade da água.

Já a Laguna Negra, menor em escala ($\approx 200\text{ km}^2$), depende principalmente da variabilidade das chuvas e do escoamento de sua bacia local, o que a torna particularmente sensível a flutuações sazonais no nível da água e a mudanças no regime de precipitação.

A Tabela 3.01 apresenta estimativas de vazão média para os principais rios da BHLMLC. Também são apresentadas estimativas de vazão específica para as sub-bacias de nível 2. A vazão específica é calculada como a contribuição da água superficial resultante do balanço entre a água da precipitação e a água que deixa o sistema por evapotranspiração, normalizada ao longo de um ano, por unidade de área da sub-bacia. Para o lado brasileiro, a estimativa da vazão foi realizada utilizando equações de regionalização desenvolvidas para o Estado do Rio Grande do Sul, desenvolvidas por Pedrollo et al (2003), Tucci (2002) e os trabalhos de regionalização conduzidos pela SEMA/RS, considerando as características fisiográficas e climáticas do Escudo Sul-Riograndense e da Planície Costeira.

Tabela 3.01 Faixas de vazão média estimada (m^3/s) e de vazão específica ($\text{L/s}\cdot\text{km}^2$) para as sub-bacias de Nível 2 da BHLMLC.

País	Código sub-bacia	Sub-bacia / Rio	Vazão média estimada (m^3/s)	Vazão específica ($\text{L/s}\cdot\text{km}^2$)
BR	7981	Arroio Pelotas/Fragata	15 - 20	7,2 - 9,6
BR	7982	Rio Piratini	65 - 80	11,4 - 14,1
BR	7984	Rio Jaguarão (lado BR)	55 - 70	10 - 12,7
BR	7983	Arroio Grande/Chasqueiro	45 - 55	6,4 - 7,8
BR	-	Outras áreas (Litoral/Taim/Diretas)	100 - 130	22,5 - 29,3
UY	33	Oceano Atlântico	11	10,4
UY	40	Rio Jaguarão (lado URU)	32	16,4
UY	41	Rio Tacuarí	78	16,6
UY	42	Ao. Sarandí Grande	18	14,7
UY	43	Rio Olimar Grande	91	17,2
UY	44	Rio Cebollatí	174	14,3
UY	45	Arroio Pelotas	37	11,9
UY	46	Arroio São Miguel	24	10,9

A BHLMLC dispõe de uma rede de monitoramento ambiental com densidades distintas entre os setores brasileiro e uruguaio. No lado uruguaio (Tabela 3.02), a densidade de estações para sedimentos e qualidade da água supera as recomendações. Para evaporação, é inferior ao recomendado para planícies não costeiras, mas superior ao indicado para áreas costeiras. No caso da precipitação, é inferior à recomendada para estações convencionais, porém superior à indicada para automáticas. Já o monitoramento de vazão apresenta densidade inferior à recomendada, limitando a compreensão mais precisa da dinâmica hidrológica.

Tabela 3.02. Densidade recomendada da rede de monitoramento, expressa em quilômetros quadrados por estação ($\text{km}^2/\text{estação}$), para planícies costeiras e não costeiras. Densidade de estações existentes na BHLMLC, nos lados uruguaio e brasileiro. N/D = sem dados. No caso das estações de medição de evaporação e sedimentos no lado brasileiro, não foram apresentados dados que permitissem a avaliação da densidade de estações.

	Unidade fisiográfica	Precipitação (km^2/est)		Evaporação (km^2/est)	Vazão (km^2/est)	Sedimentos (km^2/est)	Qualidade de água (km^2/est)
		Convencional	Automática				
Densidade recomendada (WMO, 2008)	Costa	900	9	50	2,75	18,3	55
	Planícies não costeiras	575	5,75	5	1,875	12,5	37,5
Densidade existente na BHLMLC	Bacia Lagoa Mirim/ UY	1,862	2,26	31,647	5,274	7,912	1,13
	Bacia Lagoa Mirim/ BR	1,458	0	S/D	4,132	S/D	772

Fonte da recomendação: Guia de Práticas Hidrológicas (WMO, 2008).

No lado brasileiro, observa-se densidade superior à recomendada para estações pluviométricas convencionais, mas não para automáticas. Para vazão, a densidade é maior que no setor uruguaio, embora ainda insuficiente frente às recomendações da WMO (2008). Em conjunto, a rede apresenta desequilíbrios entre variáveis monitoradas, sobretudo no componente hidrométrico. Apesar da boa cobertura pluviométrica, a baixa densidade de estações de vazão reduz a capacidade de interpretar com precisão a dinâmica hidrológica da bacia.

Essas limitações decorrem da distribuição desigual das estações, da insuficiência da rede hidrométrica e da ausência de estações automáticas em parte da rede brasileira. Como consequência, aumentam as incertezas na estimativa de vazões e no acompanhamento da variabilidade hidrológica, problema relevante em uma bacia transfronteiriça de grande extensão. Somam-se lacunas em séries temporais e a ausência de monitoramento sistemático da vazão hidrogeológica, reduzindo a capacidade de análise integrada. Esse quadro evidencia a necessidade de fortalecer e integrar a rede binacional, ampliando estações hidrométricas e melhorando a continuidade das séries de dados.

O monitoramento da qualidade da água na BHLMLC é realizado em 99 estações (60 no Brasil e 39 no Uruguai), distribuídas em rios, lagoas e canais. Os resultados mostram uma tendência de deterioração gradual, evidenciada pelo aumento de nutrientes, especialmente fósforo total e nitrogênio total, associados a processos recorrentes de eutrofização (Fabre et al., 2021; Kruk et al., 2022). Altas concentrações de fósforo também são registradas em ambos os países e episódios frequentes de contaminação microbiológica no setor brasileiro, com coliformes acima dos limites legais em áreas urbanas (ANA, 2025). O principal fator associado a essa deterioração é o aumento da carga difusa de nutrientes e contaminantes provenientes da agricultura, especialmente do cultivo de arroz e outros grãos de sequeiro, pelo uso de fertilizantes e pesticidas. Fontes pontuais, como efluentes urbanos, industriais e pecuários, representam parcela menor da carga total, mas geram impactos locais relevantes (Fabre et al., 2021).

Como resultado, observa-se maior risco de eutrofização e deterioração do estado trófico, com transição de condições mesotróficas para eutróficas em diversos trechos. A presença de pesticidas e compostos orgânicos persistentes também indica pressão crescente das atividades agrícolas sobre os ecossistemas aquáticos. Persistem ainda limitações na integração do monitoramento entre os países, devido a diferenças metodológicas e lacunas na cobertura espacial, especialmente na Lagoa Mirim e no Canal São Gonçalo, reforçando a necessidade de padronização e fortalecimento do monitoramento binacional.

Em relação aos esforços de modelagem hidrológica em escala de bacia hidrográfica, existem iniciativas tanto no Uruguai quanto no Brasil que são altamente complementares. A integração formal e contínua entre os dois países ainda é necessária. Uma oportunidade técnica prioritária é o desenvolvimento de um modelo hidrológico binacional, calibrado com séries observadas da ANA e da DINAGUA integrado à rede de monitoramento e gestão de eventos extremos.

Do ponto de vista hidrológico para a Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT), existem diversos desafios em escala binacional. Esses desafios incluem aspectos relacionados com infraestrutura e com

harmonização de dados e análise. A infraestrutura existente apresenta limitações quanto à capacidade de coleta de dados da ANA e da DINAGUA. A falta de harmonização de dados, a escassez de dados e as diferentes abordagens para o processamento de dados entre os países (regionalização, modelagem, balanço hídrico, parâmetros de monitoramento da qualidade) aumentam o nível de incerteza em algumas métricas e indicadores utilizados para caracterizar a BHLMLC.

3.1.4 Geologia e Hidrogeologia

A BHLMLC desenvolve-se sobre a Fossa Tectônica da Lagoa Mirim (FTLM), cuja evolução tectono-sedimentar estrutura a organização geológica regional. O conjunto geológico da bacia é composto por quatro grandes grupos estratigráficos: (1) embasamento ígneo-metamórfico, (2) unidades paleozoicas, (3) sequências vulcano-sedimentares mesozoicas e (4) sedimentos cenozoicos (Figura 3.04). Essa configuração geológica condiciona o relevo, os processos de intemperismo e a liberação de elementos químicos para solos e águas, influenciando a dinâmica hidrogeoquímica do sistema. A geodiversidade regional também controla a distribuição, circulação e qualidade das águas subterrâneas.

A coexistência entre rochas cristalinas do embasamento Pré-cambriano e unidades sedimentares gera forte heterogeneidade hidrogeológica, resultando em diferenças marcantes na disponibilidade hídrica, nas vazões e na composição química dos aquíferos.

Nos setores de embasamento cristalino, a água subterrânea circula principalmente por fraturas e, localmente, por sistemas cársticos associados à Formação Polanco, o que limita o armazenamento e torna os aquíferos mais dependentes da estrutura geológica (Collazo & Montaña, 2012; González et al., 2017). Em contraste, nas unidades sedimentares a maior porosidade e permeabilidade favorecem infiltração e armazenamento, formando aquíferos relativamente mais produtivos (Almagro et al, 1998).

Essa heterogeneidade explica a presença de diferentes províncias hidrogeológicas na bacia. No setor uruguaio, os aquíferos pertencem a cinco províncias hidrogeológicas definidas na Carta Hidrogeológica do Uruguai (DINAMIGE, 2025), enquanto no Brasil a caracterização baseia-se em dados do sistema SIAGAS-CPRM (SGB/CPRM, 2004) (Figura 3.05). A distribuição dessas unidades evidencia que os sistemas aquíferos ultrapassam limites políticos, configurando um sistema hidrogeológico compartilhado entre Brasil e Uruguai. Em áreas pontuais da bacia também foi registrada a presença de arsênio (As) em águas superficiais e subterrâneas (Falchi et al., 2018; Wu et al., 2021). Embora com distribuição espacial heterogênea, esse elemento constitui um fator de atenção na avaliação da qualidade da água subterrânea, reforçando a necessidade de monitoramento hidrogeoquímico contínuo.

Na BHLMLC, a água subterrânea possui papel estratégico no abastecimento humano e nas atividades produtivas, mas apresenta padrões de uso distintos entre os países. No Uruguai, a análise se baseia no registro de poços da Direção Nacional de Águas (DINAGUA), nas quais mostram um predomínio do uso vinculado à pecuária (~58,7%). Não obstante, esta informação não inclui as captações gerenciadas pela OSE, que se destinam majoritariamente ao abastecimento humano. Neste sentido, o peso relativo do

uso doméstico poderia estar subestimando os registros considerados. Em contraste, no Brasil o uso doméstico apresenta maior relevância, associada a uma maior densidade populacional e a presença de comunidades que dependem diretamente da água subterrânea.

A análise dos registros de poços evidencia lacunas importantes de informação, especialmente no Brasil, onde cerca de 43% dos registros não indicam a finalidade de uso. Essa limitação dificulta a avaliação das pressões sobre os aquíferos e o planejamento do uso sustentável do recurso.

Como consequência, a gestão da água subterrânea na bacia enfrenta incertezas sobre disponibilidade, qualidade e padrões de exploração. O índice de sensibilidade hidroambiental indica maior vulnerabilidade nos setores oeste e norte da bacia, condições intermediárias na região central e menor sensibilidade em direção ao leste, evidenciando que a capacidade de resposta do sistema frente às pressões antrópicas não é homogênea.

A sobreposição entre sensibilidade hidroambiental, distribuição das captações e unidades aquíferas compartilhadas permite identificar áreas prioritárias para cooperação binacional, especialmente onde coincidem maior dependência de poços, maior fragilidade ambiental e menor disponibilidade de monitoramento hidrogeológico.

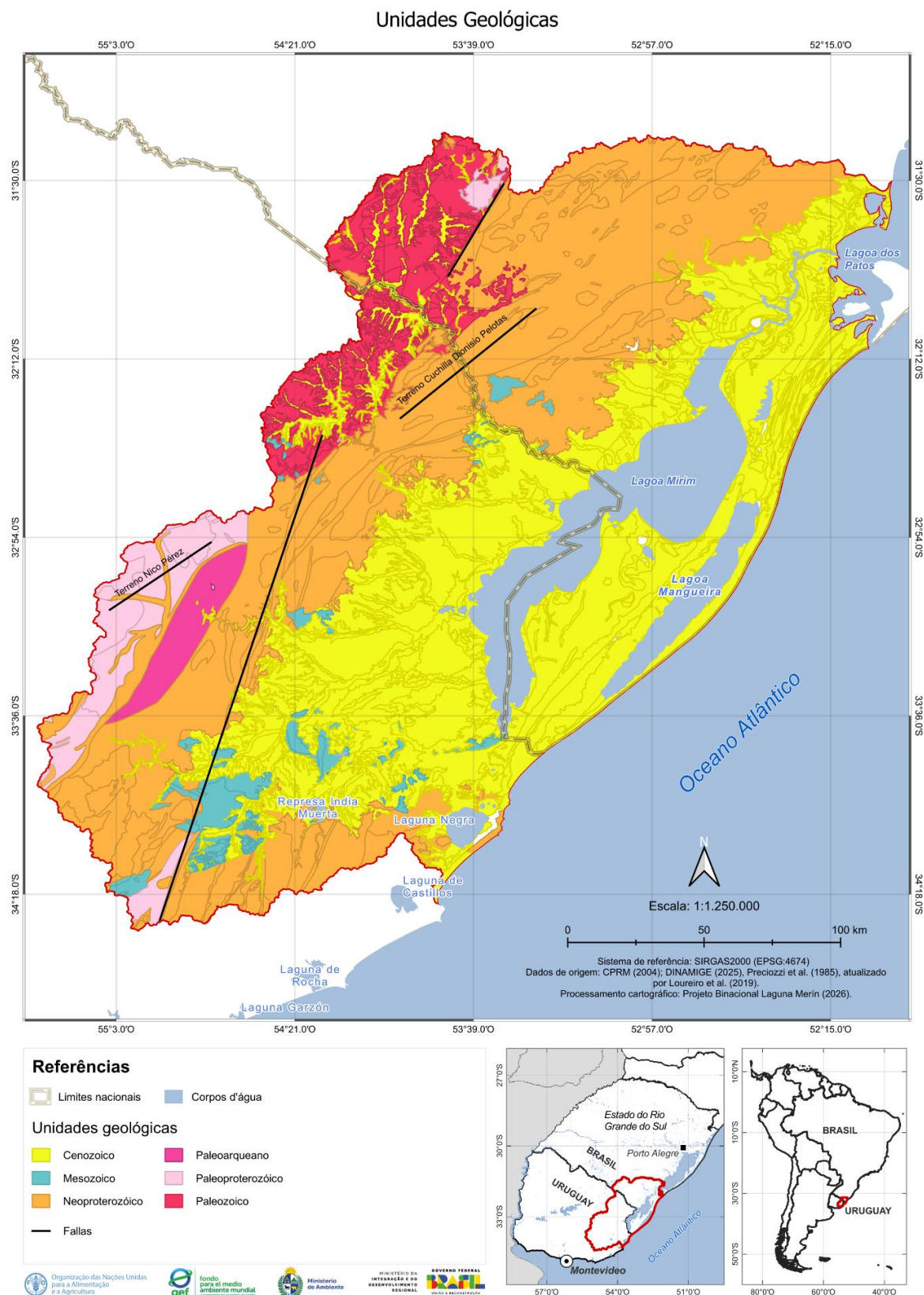
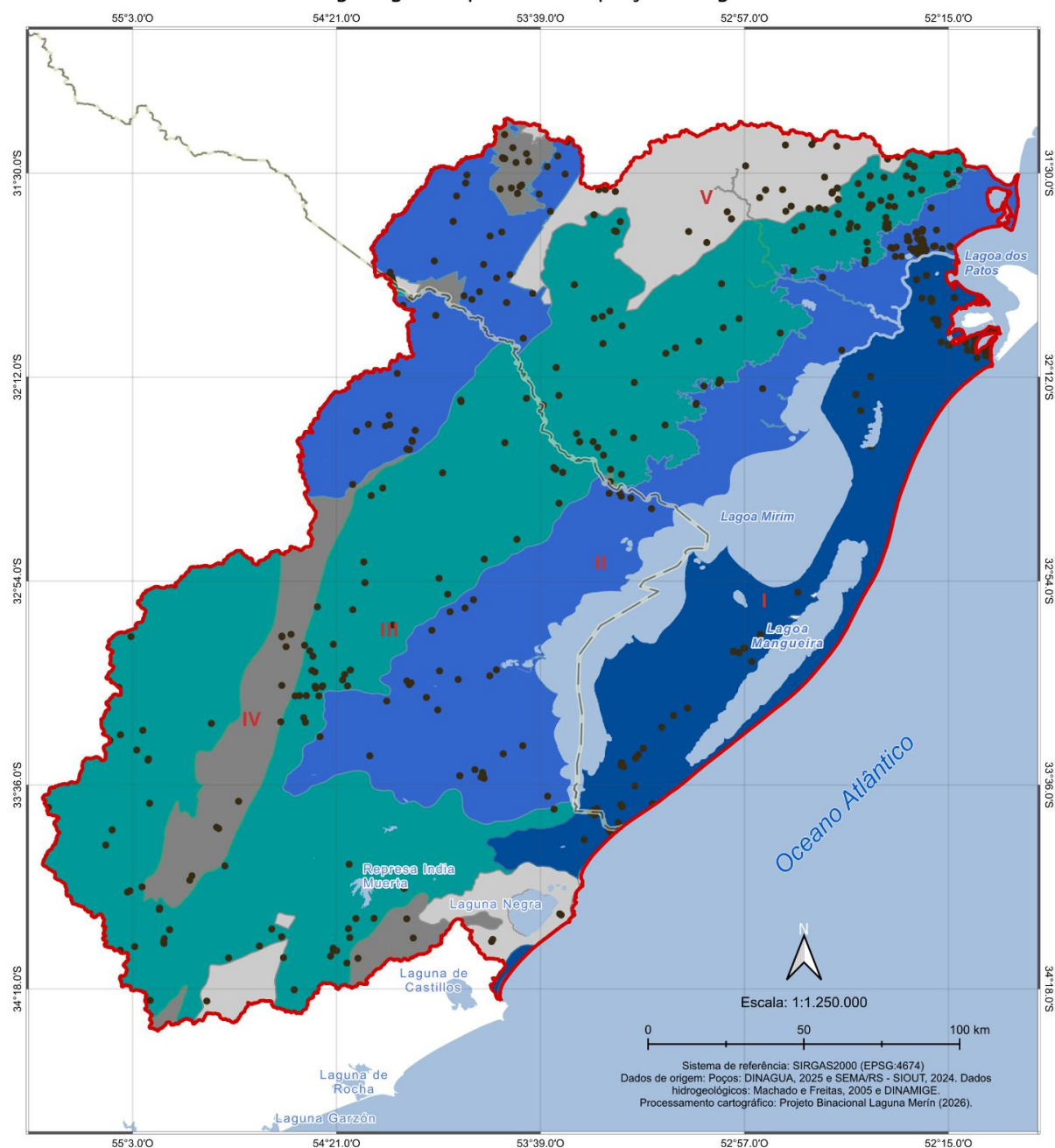


Figura 3.04. Mapa geológico binacional da BHLMLC. Elaborado a partir de: SGB (2004). SGB – Serviço Geológico do Brasil. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Lagoa Mirim, folha SI.22. Brasília: SGB, 2004. Escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil. Mapeamento geológico da DINAMIGE, baseado em Preciozzi et al. (1985) e atualizado por Loureiro et al. (2017).

Unidades hidrogeológicas e pontos de captação de água subterrânea



Referências

- Poço
- Unidade Hidrogeológica I: Aquíferos porosos consolidados e não consolidados, com porosidade intersticial e alta ou média capacidade de armazenamento de água subterrânea.
- Unidade Hidrogeológica II: Aquíferos com sedimentos consolidados e não consolidados, com porosidade intersticial e baixa capacidade de armazenamento.
- Unidade Hidrogeológica III: Aquíferos fraturados e/ou níveis de alteração ou dissolução cárstica, com possibilidade alta a média de armazenamento.
- Unidade Hidrogeológica IV: Aquíferos em rochas com porosidade intersticial ou por fraturas de amplitude limitada, com baixa possibilidade.
- Unidade Hidrogeológica V: Aquíferos praticamente improdutos em rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares pelíticas.



Figura 3.05. Mapa Hidrogeológico da BHLMLC demonstrando as principais províncias hidrogeológicas. Modificado de Heinzen et al. (2003).

3.1.5 Edafologia

A distribuição das principais unidades de solo reflete a variabilidade ambiental da bacia, condicionada por diferenças geomorfológicas, climáticas e hidrológicas em escala transfronteiriça. No setor uruguaio, essa variabilidade está organizada em três grandes ecorregiões: (i) as planícies e terras baixas associadas à bacia da Lagoa Mirim, com predominância de solos hidromórficos e drenagem deficiente; (ii) as colinas e morros, com solos mais desenvolvidos sobre materiais sedimentares, de aptidão agrícola variável; (iii) as cadeias montanhosas, ligadas ao embasamento cristalino, onde predominam solos rasos e pedregosos com afloramentos rochosos. No lado brasileiro, as planícies leste e sudeste são dominadas por solos hidromórficos (Gleissolos e Planossolos), associados ao lençol freático elevado e à dinâmica lagunar, enquanto nos terraços fluviais do interior ocorrem Chernossolos e Argissolos com maior desenvolvimento pedogenético e melhor aptidão agrícola.

Essa diversidade de solos reflete a heterogeneidade ambiental da bacia e condiciona padrões diferenciados de uso da terra e vulnerabilidade ambiental. A coexistência de solos bem drenados e produtivos com extensas áreas hidromórficas ou mal drenadas influencia diretamente os processos de infiltração, escoamento e interação solo-água em escala de bacia.

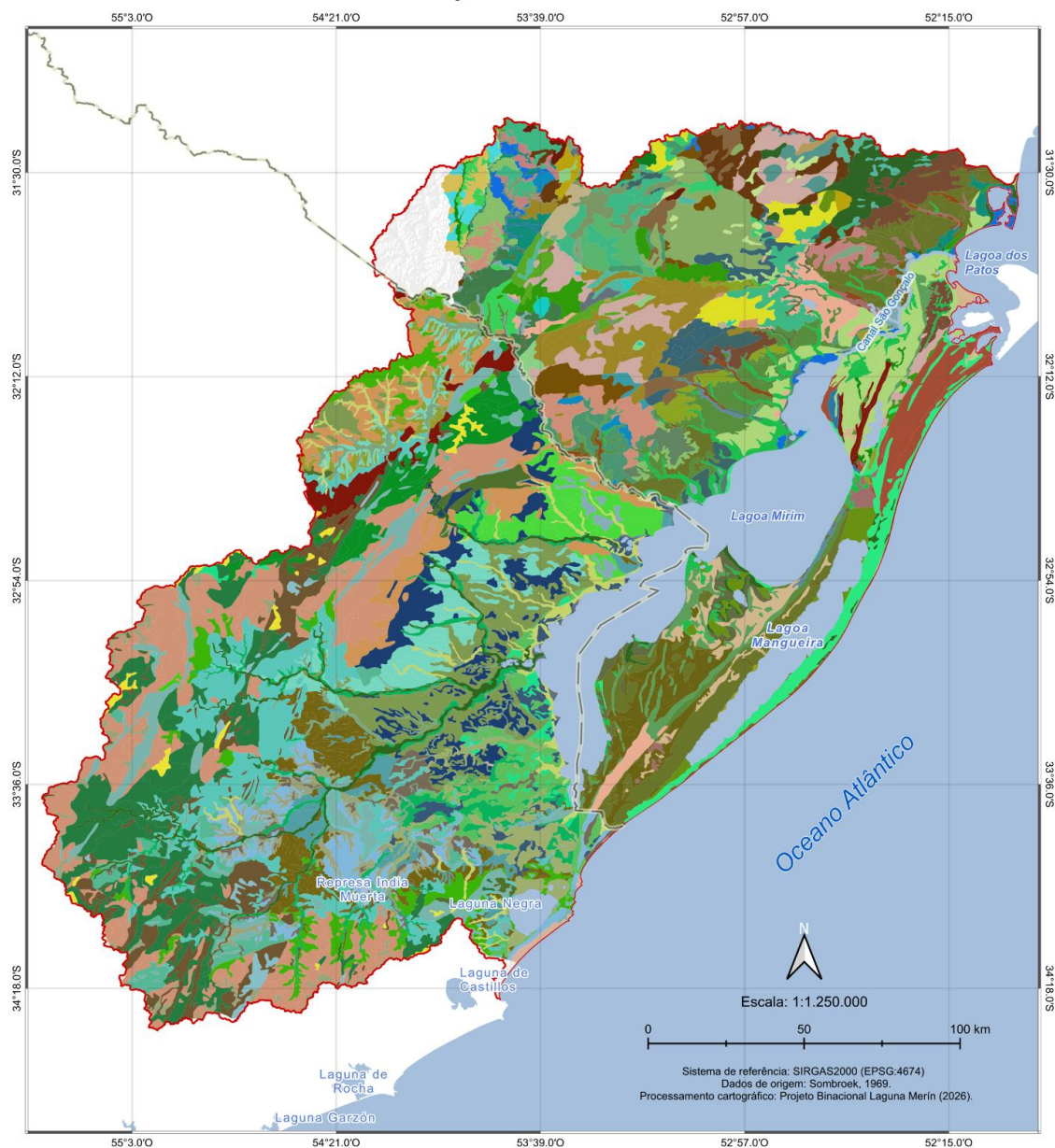
Na BHLMLC, essa variabilidade está associada principalmente à topografia muito plana da região sul, à natureza dos sedimentos quaternários e à forte interação com o lençol freático, formando um padrão regional distinto do gradiente norte-sul observado em escala nacional. Os resultados evidenciam a forte influência do clima, da geomorfologia e dos materiais de origem na formação dos solos, definindo gradientes de drenagem, fertilidade e desenvolvimento pedogenético.

No setor uruguaio predominam solos de planícies e áreas baixas, frequentemente associados a drenagem imperfeita, sodicidade e processos de iluviação, enquanto áreas mais elevadas apresentam solos rasos e afloramentos rochosos.

No lado brasileiro observa-se maior diversidade ambiental, com solos rasos nas áreas de escudo, solos mais desenvolvidos em colinas sedimentares e extensas unidades hidromórficas nas planícies flúvio-lagunares, onde a saturação hídrica, a sodicidade e a salinização natural impõem limitações. Na faixa costeira predominam solos arenosos de baixa fertilidade e alta permeabilidade.

A Figura 3.06 apresenta um mapa de solos desenvolvido no âmbito do estudo binacional da bacia da Lagoa Mirim, realizado pela FAO/CLM/PNUD (Sombroek et al., 1969). Este material constitui a única base de dados binacional original produzida sob um critério de levantamento homogêneo para ambos os países e, portanto, representa a referência mais consistente para a caracterização integrada dos solos da bacia.

Distribuição das unidades de solo



Nota: As unidades de solo e sua classificação são descritas no documento em Anexo.

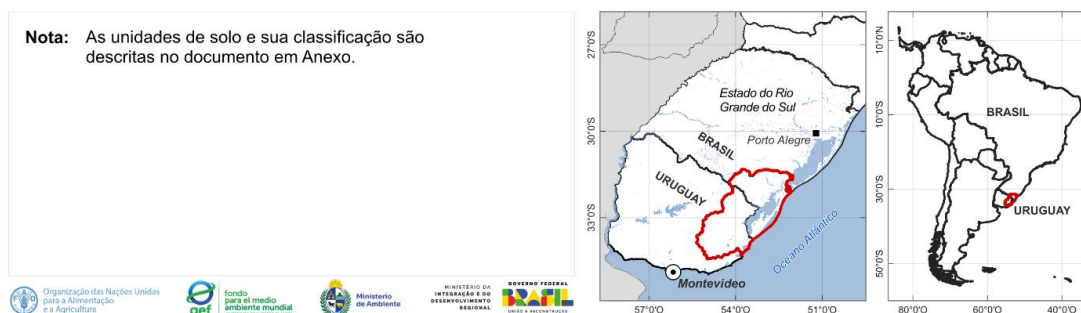


Figura 3.06. Mapa de solos da bacia da Lagoa Mirim elaborado no âmbito do projeto FAO/CLM/PNUD a partir do estudo binacional de Sombroek et al. (1969). O mapa constitui a única base cartográfica binacional elaborada sob um critério homogêneo de levantamento para ambos os países, representando a referência regional mais consistente para a interpretação integrada da diversidade pedológica da bacia. As unidades cartográficas correspondem ao sistema de classificação utilizado no levantamento original, atualmente em desuso.

Nesse sentido, o mapa permite a visualização contínua da organização espacial dos principais ambientes de solo em relação às principais unidades de paisagem da bacia, incluindo as planícies e terras baixas associadas à Lagoa Mirim, as colinas e as cadeias montanhosas ligadas ao embasamento cristalino.

Embora as unidades cartográficas correspondam a uma classificação atualmente obsoleta e nem todas as legendas do mapa estejam detalhadas aqui, seu valor reside em oferecer uma representação regional coerente da distribuição dos solos e sua relação com os controles geomorfológicos e hidrológicos. Além disso, a nível de informação analítica associada a cada unidade permite a sua reinterpretação em termos de taxonomias modernas, facilitando a sua articulação com as classificações atualmente válidas e a sua integração em análises comparativas em escala binacional.

De modo geral, a bacia expressa a transição entre ambientes úmidos e mal drenados nas áreas mais baixas e paisagens com solos mais intemperizados e maior diversidade litológica nas zonas elevadas. Essa síntese binacional fornece base técnica para o planejamento territorial e a gestão sustentável da bacia, evidenciando a necessidade de atualizar, harmonizar e integrar as informações entre Brasil e Uruguai no monitoramento e no uso do solo.

3.1.6 Desafios para a Gestão Binacional

A gestão da BHLMLC enfrenta desafios associados à elevada variabilidade climática, às características fisiográficas da bacia e às pressões decorrentes do uso do território. Como sistema hidrográfico transfronteiriço, essas questões exigem coordenação institucional e técnica entre Brasil e Uruguai.

A forte influência de forçantes climáticas de grande escala favorece a alternância entre secas prolongadas e eventos de precipitação intensa, aumentando a frequência de extremos hidrológicos. Em uma bacia caracterizada por uma importante diversidade geomorfológica (serras, colinas-ondulações e planícies), as zonas baixas recebem a influência das descargas de água provenientes das zonas altas, essas variações tendem a ampliar a suscetibilidade a inundações, oscilações no nível das lagoas e instabilidade hidrológica no sistema lagunar.

Outro desafio central refere-se à deterioração da qualidade da água, principalmente associada ao aumento das cargas difusas de nutrientes provenientes da agricultura, em especial do cultivo de arroz irrigado e do uso de fertilizantes e pesticidas. Esses processos favorecem o enriquecimento por nutrientes e elevam o risco de eutrofização em diferentes setores da bacia.

A gestão também é limitada por lacunas e assimetrias no monitoramento ambiental. Apesar da existência de redes em ambos os países, persistem desequilíbrios na densidade e distribuição das estações hidrométricas, especialmente no monitoramento de vazões, além de diferenças metodológicas e lacunas em séries de dados que dificultam análises integradas em escala de bacia.

Adicionalmente, a gestão das águas subterrâneas é condicionada pela heterogeneidade hidrogeológica e pela escassez de informações integradas sobre disponibilidade, qualidade e padrões de

uso dos aquíferos transfronteiriços. Nesse contexto, o fortalecimento da cooperação binacional, a integração dos sistemas de monitoramento e a harmonização metodológica constituem elementos centrais para uma gestão adaptativa dos recursos hídricos, reconhecendo a BHLMLC como um sistema socioecológico transfronteiriço.

De um ponto de vista edáfico, a gestão da bacia enfrenta desafios associados à intensificação e mudanças no uso do solo, que incidem diretamente sobre a estrutura e o funcionamento dos solos. A susceptibilidade à degradação estrutural (especialmente nos sistemas agrícolas ou florestais) pode derivar em processos de degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Estas alterações ao mesmo tempo afetam a capacidade produtiva e favorecem processos de erosão, exportação de nutrientes a cursos de água. Neste contexto, a alta heterogeneidade das unidades de solo na bacia implicam em respostas diferenciais frente às práticas de manejo, pelo que resulta necessário promover estratégias adaptadas a cada ambiente, orientadas à conservação do recurso.

3.2 Ecossistemas e Biodiversidade

3.2.1 Ecossistemas

Serviços ecossistêmicos associados à água

Na BHLMLC, os ecossistemas naturais predominantes são pastagens, diversos tipos de florestas, incluindo palmeirais e áreas úmidas, tanto submersas quanto inundadas. A agricultura se desenvolve principalmente dentro desses ecossistemas, e a produção agrícola e florestal causa transformações profundas neles (Tabela 3.03; Figura 3.07). Esses ecossistemas fornecem serviços ecossistêmicos essenciais relacionados à água (provisão, regulação, suporte e culturais) que sustentam o abastecimento de água para consumo humano, a produção em geral, a pesca artesanal e a biodiversidade da bacia (MEA, 2005). Planícies de inundação e áreas úmidas desempenham um papel crucial na regulação hidrológica, atuando como barreiras naturais contra inundações e contribuindo para a manutenção da vazão dos rios durante os períodos de seca.

Um dos principais problemas identificados é a limitada integração desses serviços nas práticas de gestão hídrica na bacia. Embora esses serviços sejam bem reconhecidos nos marcos legais, ainda faltam instrumentos práticos para medi-los, valorá-los e integrá-los ao planejamento e à tomada de decisões. Consequentemente, os benefícios ecológicos e sociais da bacia hidrográfica são subestimados, dificultando a implementação de estratégias de conservação eficazes. Nesse contexto, a manutenção dos fluxos ambientais é essencial para garantir a continuidade dos processos ecológicos, da biodiversidade e dos usos da água na BHLMLC, exigindo uma abordagem abrangente para a conservação, a gestão hídrica e a cooperação binacional.

A análise do uso e a cobertura da terra na BHLMLC em 2023 indica uma predominância de pastagens naturais, florestas nativas e áreas úmidas utilizadas principalmente para o pastoreio de gado, seguidas por culturas sazonais, pastagens abertas e silvicultura industrial.

Tabela 3.03. Quantificação do uso e cobertura do solo para o ano de 2023.

Classe	BHLMLC		Brasil		Uruguai	
	Área (ha)	% do total	Área (ha)	% do total	Área (ha)	% do total
Área Não Vegetada	947,0	1,6	701,6	2,4	245,4	0,76
Área Alagada	3877,7	6,3	1685,7	5,9	2192,0	6,81
Corpo de água	5685,1	9,3	5246,8	18,16	438,3	1,36
Formação Campestre	24209,4	39,71	7077,8	24,75	17131,7	53,19
Formação Florestal	5415,2	8,9	3121,3	10,64	2293,9	7,12
Lavoura Temporária	13016,3	21,3	8768,6	30,11	4247,7	13,19
Pastagem	4936,8	8,1	1114,3	3,9	3822,5	11,87
Silvicultura	2998,4	4,9	1160,5	4,01	1837,9	5,71
Total	61086,0	100	28876,6	100	32209,4	100

Fonte: MapBiomias Pampa (2024).

A dinâmica observada entre 1985 e 2023 revela um aumento da pressão antropogênica sobre esses ecossistemas, com a conversão progressiva de pastagens e florestas naturais em áreas de agricultura e silvicultura temporárias, especialmente nas porções centro-norte e oeste da bacia (Figura 3.08). Esse processo está associado à intensificação do uso produtivo da terra, particularmente a agricultura irrigada quanto da agricultura de sequeiro, além do reflorestamento. Como resultado, há maior proximidade entre áreas produtivas e ambientes aquáticos sensíveis, como lagos, rios e planícies de inundação, o que aumenta a vulnerabilidade do sistema hidrológico. Entre os principais impactos potenciais estão o aumento da erosão, o transporte de sedimentos e o lançamento de nutrientes e pesticidas nos corpos d'água. A pressão sobre os ecossistemas aquáticos e zonas úmidas também pode comprometer funções ecológicas fundamentais da bacia, como regulação hídrica, a recarga de aquíferos e a manutenção da qualidade da água (Figura 3.07; MapBiomias Pampa, 2023; 2024).

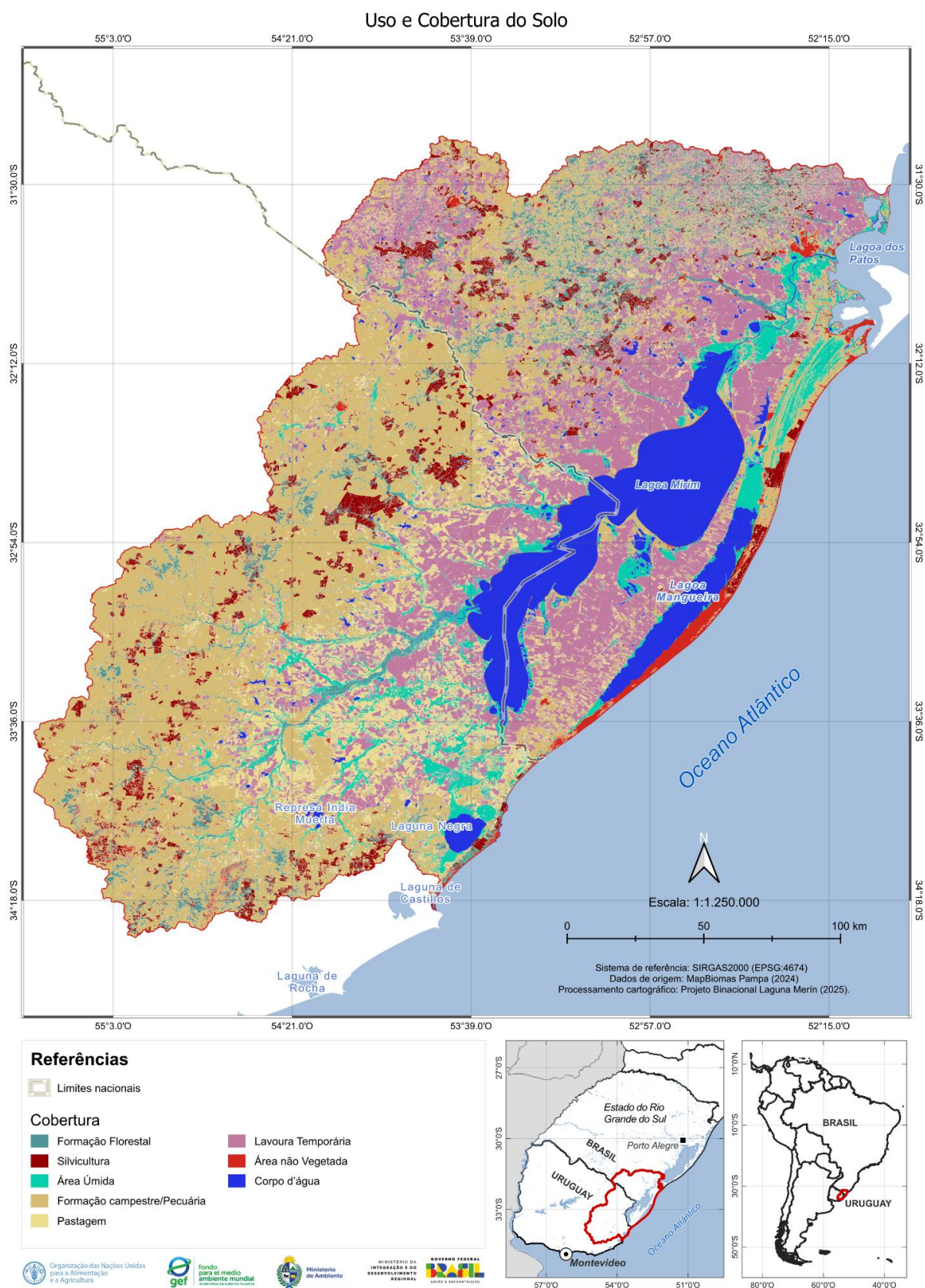


Figura 3.07. Mapa de uso e cobertura do solo para o ano de 2023. Fonte: Mapbiomas Pampa (2023).

Conectividade ecológica

A conectividade ecológica na BHLMLC é essencial para manter fluxos biológicos, biodiversidade e processos hidrológicos, especialmente por meio das zonas ripárias que atuam como corredores entre ecossistemas terrestres e aquáticos (Bennett, 2003; Taylor et al., 1993). Áreas com maior integridade ecológica, como os complexos de campos e zonas úmidas associados ao Banhado do Taim e à Lagoa Mangueira, apresentam elevada permeabilidade ecológica e desempenham papel central na conectividade da paisagem (FEPAM, 2025).

Entretanto, a intensificação do uso agrícola tem ampliado a fragmentação da conectividade verde. Embora o Uruguai mantenha predominância de formações campestres (53%), no setor brasileiro a agricultura ocupa cerca de 30% da bacia, indicando diferenças importantes na estrutura da paisagem (Tabela 3.04).

Essas diferenças tornam-se mais evidentes nas áreas ripárias. No Uruguai, predomina maior cobertura de vegetação natural ao longo dos cursos d'água, com aumento de formações florestais e áreas alagadas no buffer de 100 m. No Brasil, embora também haja incremento de vegetação florestal nas margens, as lavouras temporárias ainda ocupam cerca de 25% dessa faixa sensível (Tabela 3.04), indicando maior pressão sobre os corredores ecológicos.

Como consequência, intensifica-se a fragmentação de habitats e a vulnerabilidade de serviços ecossistêmicos como a regulação hidrológica, a retenção de sedimentos e a manutenção da qualidade da água. Nesse contexto, a restauração da vegetação ripária e o fortalecimento de estratégias de conservação tornam-se medidas essenciais para recuperar a conectividade ecológica da bacia (Overbeck et al., 2023; MMA, 2017).

Tabela 3.04. Comparação do uso e cobertura do solo (% da área) na bacia da Lagoa Mirim e no buffer de 100 m (MapBiomas Pampa, 2023).

Classe	UY % do total da bacia	UY % do total do buffer 100m	BR % do total da bacia	BR % do total do buffer 100m
Formação Florestal	7	40	11	26
Silvicultura	6	1	4	3
Área Alagada	7	25	6	5
Formação Campestre	53	18	25	30
Pastagem	12	6	4	5
Lavoura Temporária	13	5	30	25
Área Não Vegetada	1	0	2	1
Corpos de água	1	5	18	5
Total (km²)	32209,4	481,7	28876,6	338,6

Serviços ecossistêmicos associados à água

A BHLMLC fornece serviços ecossistêmicos essenciais associados à água (provisão, regulação, suporte e culturais) que sustentam o abastecimento humano, a irrigação, a pesca artesanal e a biodiversidade dos ecossistemas aquáticos e zonas úmidas da bacia (MEA, 2005). Planícies de inundação

e banhados desempenham papel importante na regulação hidrológica, atuando como amortecedores naturais de cheias e contribuindo para a manutenção das vazões em períodos secos.

O principal problema identificado é a baixa incorporação desses serviços na gestão hídrica da bacia. Embora reconhecidos nos marcos legais, ainda faltam instrumentos práticos para mensurar, valorizar e integrar esses serviços ao planejamento e à tomada de decisão.

Como consequência, ocorre a subvalorização dos benefícios ecológicos e sociais da bacia, dificultando a implementação de estratégias efetivas de conservação. Nesse contexto, a manutenção das vazões ambientais torna-se fundamental para garantir a continuidade dos processos ecológicos, da biodiversidade e dos usos da água na BHLMLC, exigindo uma abordagem integrada de conservação, gestão hídrica e cooperação binacional.

3.2.2 Biodiversidade

Biodiversidade aquática

A BHLMLC abriga elevada biodiversidade associada à interação entre ecossistemas aquáticos, zonas úmidas, campos naturais e formações florestais, configurando uma importante zona de transição ecológica no sul da América do Sul (Fernandes et al., 2007; Silva et al., 2018; Kruk et al., 2023). A base da cadeia trófica é sustentada por comunidades diversificadas de fitoplâncton, zooplâncton e macrófitas aquáticas, que estruturam habitats e áreas de reprodução para diversos organismos (Guimarães, 2011; Burns et al., 2019).

Entretanto, a integridade desses ecossistemas vem sendo pressionada pela intensificação das atividades humanas na bacia. A agricultura intensiva, o aporte de nutrientes provenientes de efluentes urbanos e alterações hidrológicas associadas a obras hidráulicas e canais de irrigação têm favorecido o aumento da produtividade primária e processos de eutrofização, incluindo episódios de florações de cianobactérias (Vieira et al., 2019a; Bueno et al., 2021; Kruk et al., 2023).

Outro fator de pressão é a presença de espécies exóticas invasoras, como o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), introduzido no sistema em 2005 provavelmente por meio do tráfego de embarcações (Burns et al., 2006). Essa espécie pode modificar a estrutura das comunidades aquáticas e competir com organismos nativos, indicando mudanças na dinâmica trófica e na biodiversidade do sistema (Rodrigues & Bemvenuti, 2001; Vieira & Lopes, 2013).

De modo geral, embora a biodiversidade aquática da BHLMLC permaneça elevada, sua integridade ecológica torna-se cada vez mais condicionada à intensificação das pressões antrópicas, reforçando a necessidade de monitoramento e gestão integrada para evitar processos de degradação mais amplos.

Ictiofauna

A BHLMLC apresenta riqueza relativamente baixa de espécies de peixes ($\approx 22-23$) em comparação com grandes sistemas neotropicais, mas destaca-se pelo elevado grau de endemismo associado a

habitats específicos da região (Loureiro et al., 2020; Garcez et al., 2022). A estrutura da ictiofauna é fortemente condicionada pela dinâmica hidrológica da lagoa, pela diversidade de habitats e por intervenções antrópicas que alteraram a conectividade do sistema.

Entre os principais impactos destaca-se a barragem-eclusa no Canal São Gonçalo, que reduziu a conexão entre a Lagoa Mirim e o sistema estuarino, limitando a presença de espécies marinhas e estuarinas e afetando o ciclo de vida de espécies migratórias como tainhas, corvinas e bagres (Burns et al., 2006; Ceni, 2011; Vieira et al., 2019b).

Somam-se a isso a expansão de espécies invasoras, favorecida por alterações hidrológicas e canais de irrigação. Em conjunto, esses fatores indicam um sistema ecologicamente singular, porém cada vez mais vulnerável à fragmentação de habitats e às mudanças no uso da terra, com possíveis impactos sobre a conservação das espécies endêmicas e a sustentabilidade da pesca.

Biodiversidade terrestre

A BHLMLC abriga elevada biodiversidade terrestre, resultante da transição entre campos naturais, serras, florestas e zonas úmidas no sul do Brasil e do Uruguai. Esse mosaico ambiental sustenta grande diversidade de espécies e habitats, incluindo ecossistemas singulares como o Palmar de Butiá, de alto valor ecológico e cultural (PROBIDES, 1999; Brazeiro et al., 2015b).

Estudos regionais indicam alta riqueza biológica, com dezenas de anfíbios, répteis e mamíferos, centenas de aves e grande diversidade de plantas lenhosas, incluindo espécies ameaçadas ou prioritárias para conservação segundo a IUCN e o Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) do Uruguai. Entretanto, essa biodiversidade enfrenta pressões crescentes associadas à conversão de habitats naturais para agricultura, pecuária, silvicultura e drenagem de áreas úmidas. Essas transformações reduzem a continuidade dos habitats e intensificam a fragmentação da paisagem.

Como consequência, espécies sensíveis e ecossistemas especializados, especialmente campos naturais, banhados e ambientes temporariamente inundados tornam-se mais vulneráveis. Nesse contexto, a conservação da biodiversidade terrestre depende da manutenção desses habitats, do fortalecimento das áreas protegidas e da integração de estratégias de gestão territorial em escala de bacia.

Espécies de plantas

A flora da BHLMLC apresenta elevada diversidade, com cerca de 800 espécies pertencentes a 135 famílias, refletindo a heterogeneidade ambiental da bacia e a influência biogeográfica da Mata Atlântica sobre os ecossistemas do sul do Brasil e do Uruguai (Brussa & Grela, 2007; Rivas et al., 2014; Grattarola et al., 2020). Essa diversidade está associada à presença de diferentes habitats, como campos naturais, florestas e áreas úmidas.

Apesar dessa riqueza florística, a vegetação nativa enfrenta pressões crescentes associadas à expansão da agricultura, da silvicultura e à introdução de espécies exóticas invasoras. Foram registradas 84 espécies exóticas, muitas com alto potencial invasor, capazes de alterar a estrutura das comunidades

vegetais e competir com espécies nativas. Entre as espécies nativas, algumas apresentam status de ameaça nas categorias da IUCN, como *Myrcianthes pungens* (Em Perigo) e *Ilex paraguariensis* (Quase Ameaçada), principalmente no lado brasileiro da bacia, enquanto que no Uruguai são menos vulneráveis. Além de diversas espécies consideradas prioritárias para conservação devido à sua distribuição restrita ou sensibilidade às mudanças no uso do solo (Martínez-Lanfranco et al., 2013).

No entanto, como consequência, a conversão de habitats naturais e a expansão de espécies invasoras podem reduzir a diversidade florística e aumentar a vulnerabilidade de espécies raras ou endêmicas, reforçando a necessidade de fortalecer estratégias de conservação da vegetação nativa e de controle de espécies invasoras na bacia.

Vertebrados e invertebrados

A BHLMLC abriga elevada diversidade faunística, com registros de 33 espécies de anfíbios, 50 de répteis, 340 de aves e 62 de mamíferos, associadas à diversidade de habitats da bacia, como banhados, campos naturais, lagoas e áreas florestais (Martínez-Lanfranco et al., 2013). Inventários em Unidades de Conservação, como a ESEC Taim, REBIO Mato Grande e APA Lagoa Verde, confirmam essa diversidade, especialmente de aves, além de peixes continentais, répteis, anfíbios, mamíferos e invertebrados associados às zonas úmidas (ICMBio, 2025).

O conhecimento sobre os invertebrados ainda é limitado, com registros de 69 espécies de aracnídeos e 79 de insetos, provavelmente representando apenas parte da diversidade real (Barilani Aldecoa, 2002; Aisenberg et al., 2011). Também foram identificadas espécies exóticas de insetos, como *Apis mellifera*, *Culex* sp. e *Aedes aegypti*. Apesar dessa riqueza biológica, a fauna da bacia enfrenta pressões associadas à intensificação do uso do solo, degradação de habitats e presença de espécies exóticas, como a rã-touro (*Lithobates catesbeianus*). Como consequência, espécies sensíveis tornam-se mais vulneráveis, reforçando a importância das Unidades de Conservação e da ampliação de estudos e monitoramento para a conservação da biodiversidade da bacia.

Ameaças a biodiversidade

A BHLMLC apresenta alta biodiversidade, com 98 espécies prioritárias para conservação, porém enfrenta fortes pressões associadas principalmente à perda e fragmentação de habitats decorrentes da expansão da agricultura, pecuária e silvicultura. Nas áreas úmidas, a contaminação por agroquímicos do cultivo de arroz e a canalização de cursos d'água degradam os ecossistemas aquáticos, afetando peixes, anfíbios e invertebrados, enquanto o sobrepastoreio também contribui para a degradação de habitats. Outras ameaças incluem espécies exóticas invasoras, caça e mudanças climáticas. Ecossistemas como zonas úmidas, matas ciliares e palmares de butiá são considerados prioritários para conservação devido à redução de sua área e à baixa capacidade de regeneração natural, evidenciando a crescente vulnerabilidade da biodiversidade da bacia frente às mudanças no uso do território.

3.2.3 Áreas Protegidas e Conservação

Iniciativas de conservação e áreas protegidas

A BHLMLC integra importantes iniciativas de conservação em escala regional, com parte de seu território incluída na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, no Brasil, e na Reserva da Biosfera *Bañados del Este*, no Uruguai. No conjunto, aproximadamente 2,07 milhões de hectares da bacia estão inseridos em Reservas da Biosfera, onde 1,2 milhões correspondem ao território uruguaio, e o restante ao território brasileiro.

A bacia também concentra áreas de alta relevância para a conservação da avifauna e de ecossistemas úmidos. No território brasileiro ocorrem seis *Important Bird Areas* (IBAs) e, no uruguaio, quatro, distribuídas entre planícies costeiras e áreas serranas, totalizando cerca de 2,15 milhões de hectares. Além disso, a bacia abriga dois sítios Ramsar, o Banhado do Taim, no Brasil, e os *Bañados del Este*, no Uruguai, somando cerca de 410 mil hectares de zonas úmidas de importância internacional.

Apesar dessas iniciativas, a conservação na BHLMLC apresenta limitações importantes. Embora existam cerca de 25 áreas prioritárias para conservação no setor brasileiro (≈842 mil ha) e um conjunto de 15 áreas protegidas distribuídas entre os dois países (Figura 3.08), a rede de proteção permanece espacialmente concentrada em zonas úmidas e na faixa costeira. Como resultado, ecossistemas continentais da bacia, especialmente os campos naturais do bioma Pampa, permanecem sub-representados nas estratégias de conservação.

Nesse contexto, iniciativas recentes como o Parque Nacional e a Área de Proteção Ambiental do Albardão ampliam a proteção de ambientes costeiros e marinhos, mas ainda não resolvem as lacunas existentes na proteção de ecossistemas terrestres. De forma geral, a distribuição das áreas protegidas evidencia que, embora existam avanços institucionais relevantes, a conservação da biodiversidade na BHLMLC ainda é fragmentada e desigual entre Brasil e Uruguai, reforçando a necessidade de estratégias integradas de gestão em escala transfronteiriça.

Distribuição das unidades de conservação na bacia e perspectivas das UCs

A distribuição das unidades de conservação na BHLMLC revela assimetrias importantes entre os países e lacunas na proteção de ecossistemas da bacia. No setor brasileiro, especialmente na Serra do Sudeste e na Campanha, a representatividade de áreas protegidas é baixa, resultando em proteção limitada dos campos sulinos, com cerca de 46.425 ha distribuídos em nove unidades. No território uruguaio, embora a área total protegida também seja relativamente reduzida (≈66.821 ha), as unidades apresentam distribuição mais equilibrada entre os diferentes ambientes da bacia.

Além das lacunas espaciais, os sistemas de áreas protegidas enfrentam limitações institucionais e financeiras. Tanto o Sistema Nacional de Unidades de Conservação do Brasil (SNUC) quanto o Sistema Nacional de Áreas Protegidas do Uruguai (SNAP) apresentam insuficiência de recursos para gestão, fiscalização e implementação das unidades.

Áreas Protegidas e Conservação

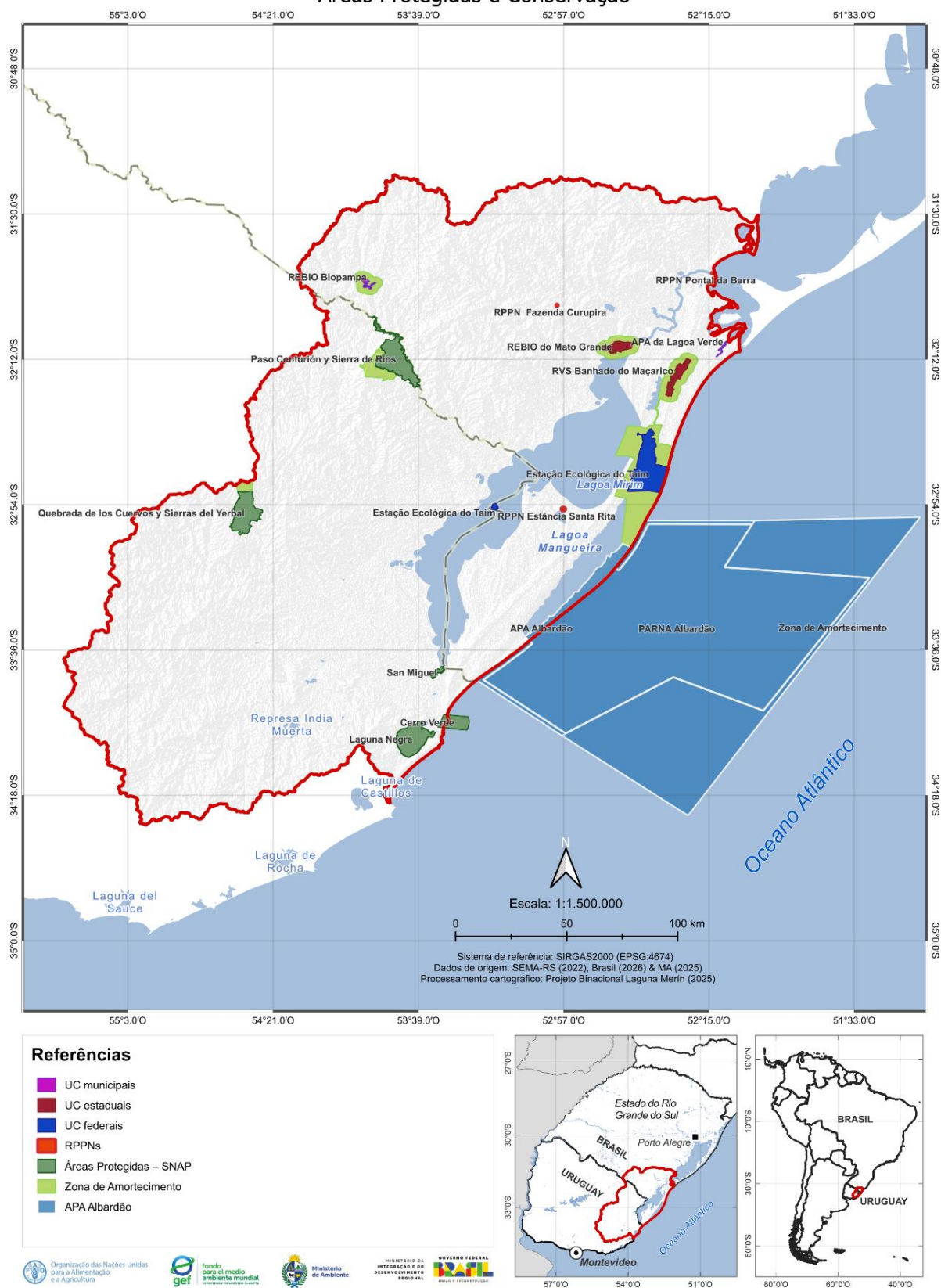


Figura 3.08. Mapa das Áreas Protegidas e Conservação na BHLMLC reconhecidas no âmbito nacional. Fonte: MA (2025), SEMA-RS (2022) e Brasil (2026).

No Brasil, a grande extensão territorial e os custos de desapropriação ampliam esse desafio, enquanto no Uruguai o sistema, mais recente e com forte presença de áreas privadas depende de incentivos e mecanismos de financiamento capazes de garantir a gestão e a execução dos planos de manejo.

Em conjunto, esses fatores indicam que a conservação na BHLMLC ainda enfrenta limitações estruturais e de representatividade ecológica, reforçando a necessidade de ampliar a cobertura de áreas protegidas e fortalecer mecanismos de financiamento e gestão em escala binacional.

3.2.4 Desafios para a Gestão Binacional

A gestão ambiental da BHLMLC enfrenta desafios associados à sua condição transfronteiriça e às diferenças nos padrões de uso da terra entre Brasil e Uruguai. A intensificação da agricultura, pecuária e silvicultura tem ampliado a conversão de campos naturais, zonas úmidas e áreas ripárias, reduzindo a conectividade ecológica e aumentando a fragmentação de habitats na bacia.

A ocupação produtiva de áreas sensíveis, especialmente nas margens de rios, lagoas e zonas úmidas, compromete funções ecológicas essenciais, como a regulação hidrológica, a retenção de sedimentos e a manutenção da qualidade da água. Alterações hidrológicas associadas à expansão de canais de irrigação e outras obras hidráulicas também tendem a modificar a dinâmica dos ecossistemas aquáticos e a conectividade entre habitats, afetando processos ecológicos que sustentam a biodiversidade da bacia.

Essas pressões intensificam os riscos de degradação dos serviços ecossistêmicos associados à água, incluindo maior aporte difuso de nutrientes e agroquímicos, que favorece processos de eutrofização e alterações nas comunidades aquáticas. A presença de espécies exóticas invasoras, como o mexilhão-dourado, constitui um fator adicional de instabilidade ecológica no sistema.

Além das pressões ambientais, persistem limitações institucionais relacionadas à integração de dados, diferenças metodológicas de monitoramento e instrumentos de gestão entre os países. Nesse contexto, o fortalecimento da cooperação binacional, a harmonização das estratégias de monitoramento e conservação e a proteção de habitats críticos como áreas ripárias e zonas úmidas, tornam-se fundamentais para aumentar a resiliência ecológica e a sustentabilidade da BHLMLC.

3.3 Território e População

3.3.1 Valores territoriais

A BHLMLC constitui uma paisagem hidrossocial de longa duração, na qual lagoas, banhados e cursos d'água estruturam formas sucessivas de ocupação, mobilidade e uso do território. Ao longo do tempo, territorialidades indígenas, coloniais, afrodescendentes, crioulas/gaúchas e contemporâneas

foram se sobrepondo e reconfigurando, produzindo um mosaico de paisagens em constante transformação. Nessa perspectiva, a paisagem da bacia não deve ser compreendida como um registro estático do passado, mas como resultado de processos históricos e políticos em disputa, nos quais diferentes atores definem o que deve ser valorizado, protegido ou transformado no território (Mitchell, 2000; Massey, 2009; Escobar, 2008; De Souza et al., 2016). Evidências arqueológicas indicam que a ocupação humana da região remonta ao início do Holoceno (≈ 11.500 anos AP), quando grupos caçadores-coletores passaram a utilizar margens de lagoas, abrigos rochosos e zonas úmidas da bacia (Suárez et al., 2024; López Mazz, 2013).

A partir do Holoceno médio e tardio, a região passou a concentrar diferentes tradições culturais, incluindo os construtores de cerritos associados aos povos Charrua e Minuano e, posteriormente, ocupações Guarani. A distribuição de mais de 700 sítios arqueológicos revela que a rede hidrográfica da Lagoa Mirim funcionou historicamente como eixo de mobilidade, circulação e uso de recursos, estruturando uma paisagem cultural fortemente vinculada às dinâmicas ecológicas da bacia (Figura 3.09) (López Mazz, 2013; Suárez, 2023; IPHAN, 2025). Nesse contexto, os cerritos representam uma forma de ocupação adaptada aos pulsos hidrológicos das zonas úmidas, combinando residência, rituais e manejo ambiental (Gianotti, 2015; Iriarte et al., 2017; Del Puerto et al., 2021).

A partir da colonização ibérica, a bacia passou a integrar um espaço transfronteiriço marcado por disputas territoriais, circulação de gado e redes comerciais associadas à pecuária extensiva. A hidrografia regional (passos, lagoas e corredores naturais) tornou-se elemento central na organização da mobilidade e do controle territorial (Fajardo, 2002; Frega, 2000; Santos, 2021). Nesse processo, a presença afrodescendente teve papel fundamental na formação econômica e cultural da região, especialmente nas estâncias e charqueadas ligadas à economia pastoril. Embora historicamente invisibilizadas, essas territorialidades permanecem inscritas na paisagem rural e nas comunidades quilombolas distribuídas na porção brasileira da bacia (Figura 3.10) (Osório, 2005; Grinberg, 2014; López Mazz et al., 2020).

Nas últimas décadas, a BHLMLC consolidou-se como um território transfronteiriço complexo, no qual agroindústria, pesca artesanal, conservação ambiental e reivindicações identitárias coexistem em permanente negociação. Nesse cenário, a gestão da água emerge como elemento estruturador da governança territorial, pois decisões sobre fluxos, usos e qualidade da água redefinem simultaneamente dinâmicas ecológicas, práticas produtivas e formas de pertencimento social.

Assim, a BHLMLC pode ser compreendida como um arquivo territorial vivo, no qual paisagens indígenas, coloniais, afrodescendentes, crioulas e modernas persistem e se transformam. A água constitui o principal elemento organizador desse sistema, conectando processos ecológicos, econômicos e culturais e tornando a bacia um espaço de interdependência entre territórios, memórias e formas de governança (Massey, 2009; De Souza et al., 2016; Kruk et al., 2022).

Sítios Arqueológicos

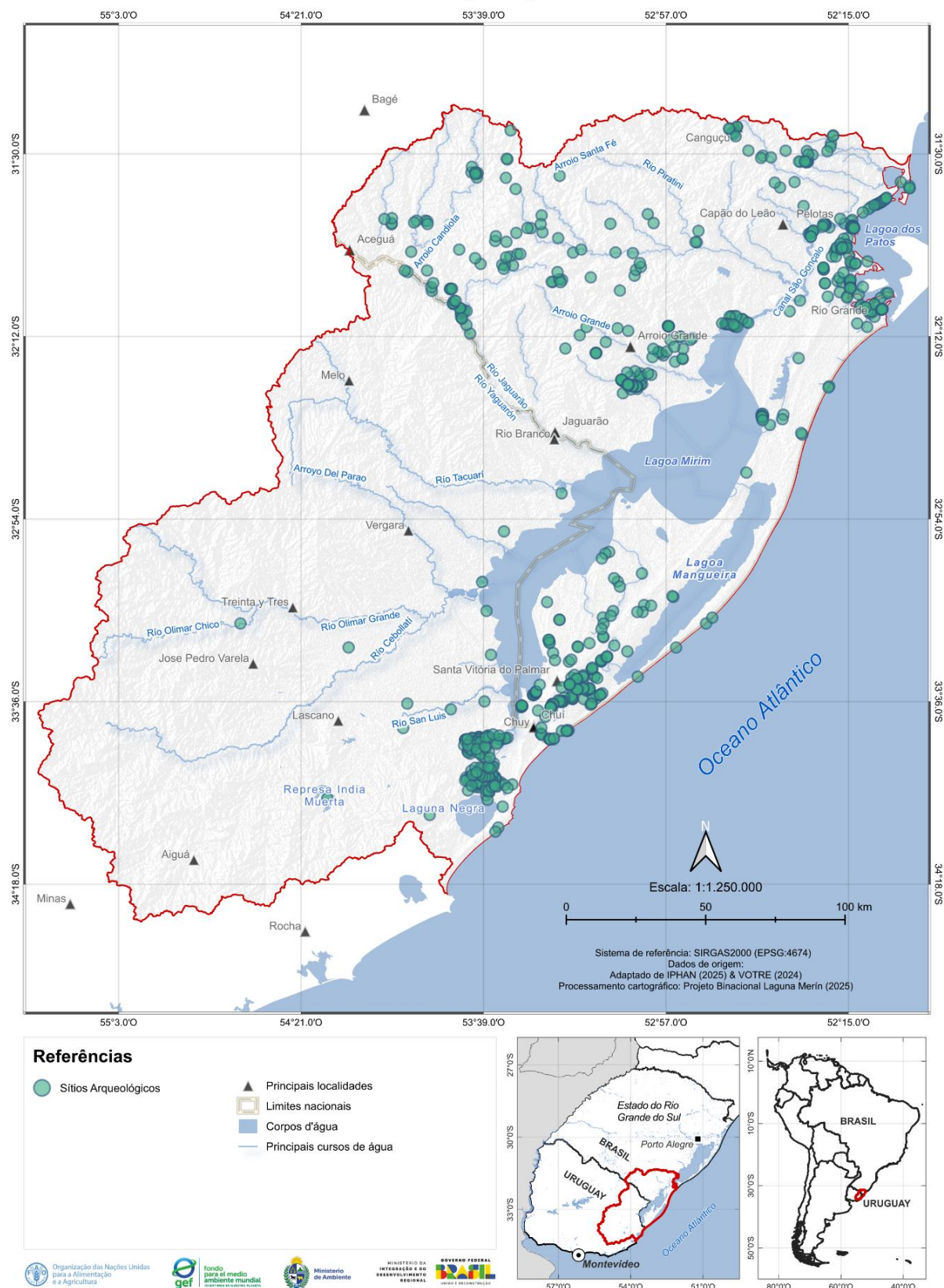


Figura 3.09. Localização dos Sítios Arqueológicos na BHLMLC.

Assentamentos Rurais, Comunidades Indígenas e Comunidades Quilombolas

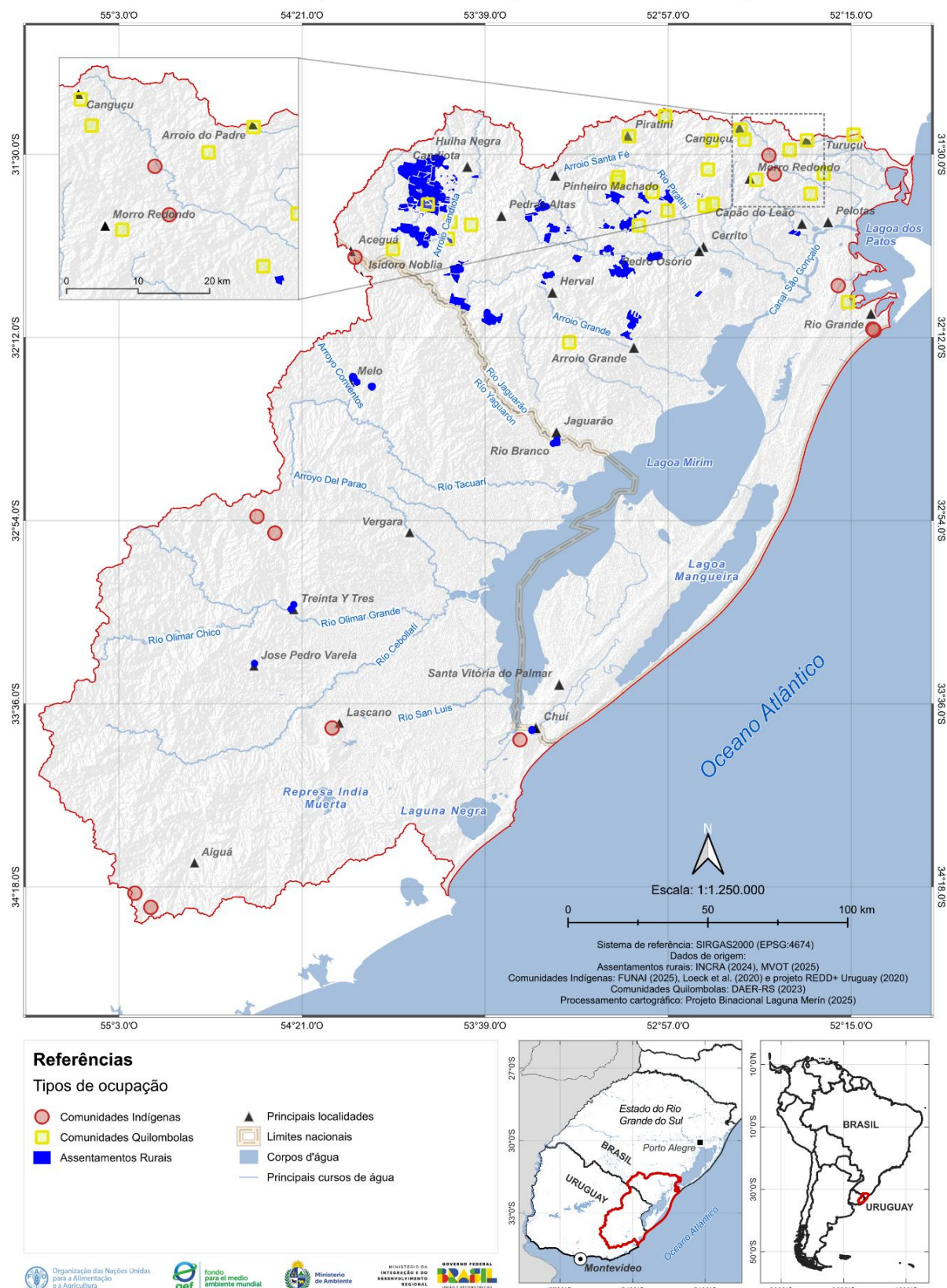


Figura 3.10. Localização dos Assentamentos Rurais, Aldeias Indígenas e Comunidades Quilombolas na BHLMLC.

3.3.2 Demografia

A BHLMLC abriga aproximadamente 894 mil habitantes, distribuídos de forma desigual entre os dois países. Cerca de 81% da população localiza-se no Brasil e 19% no Uruguai, evidenciando uma forte assimetria demográfica que influencia a governança e a demanda por infraestrutura e recursos naturais na bacia (IBGE, 2022; INE, 2023).

Apesar da ampla extensão rural e da predominância de atividades agropecuárias, a população é majoritariamente urbana, com cerca de 91% dos habitantes vivendo em cidades. Essa configuração reflete a concentração de serviços, infraestrutura e oportunidades econômicas em poucos centros urbanos, particularmente Pelotas e Rio Grande, que estruturam a dinâmica socioeconômica regional. Em contraste, extensas áreas rurais, sobretudo no território uruguaio, apresentam baixa densidade populacional, associada a sistemas produtivos extensivos e ocupação territorial dispersa (Tabela 3.05).

Tabela 3.05. População total e distribuição urbano-rural na BHLMLC em território brasileiro e uruguaio.

	População Total	População Urbana	População Urbana (%)	População Rural	População Rural (%)
BHLMLC	894.840	813.630	90,92	81.210	9,08
Brasil	727.774	656.535	90,21	71.239	9,79
Uruguai	167.066	157.095	94,03	9.971	5,97

Fonte: Tabela produzida a partir de dados primários de IBGE (2022) e CPHV 2023, INE (código C3C574A133).

Essa distribuição populacional configura uma bacia com forte concentração urbana inserida em uma matriz rural extensa, o que implica desafios distintos de gestão territorial, especialmente na provisão de infraestrutura, saneamento e serviços públicos em áreas pouco povoadas. Do ponto de vista demográfico, a bacia apresenta transição demográfica avançada, caracterizada pelo envelhecimento populacional. Pessoas com 60 anos ou mais representam cerca de 22% da população, superando a proporção de crianças e adolescentes. Essa tendência é mais pronunciada em áreas rurais, onde a saída de jovens para centros urbanos intensifica o envelhecimento da população residente (Figura 3.11).

Esse padrão indica mudanças importantes na relação entre população e território. Enquanto os centros urbanos concentram atividades econômicas e serviços, muitas áreas rurais enfrentam redução populacional e envelhecimento, o que pode limitar a disponibilidade de mão de obra e aumentar a demanda por serviços sociais e de saúde.

A estrutura social da bacia também reflete desigualdades territoriais. Embora haja elevada frequência escolar na infância, observa-se redução da permanência no sistema educacional durante a adolescência, especialmente em áreas rurais. Entre adultos, níveis relativamente baixos de escolaridade ainda são comuns, o que pode restringir oportunidades econômicas e influenciar os padrões de desenvolvimento regional.

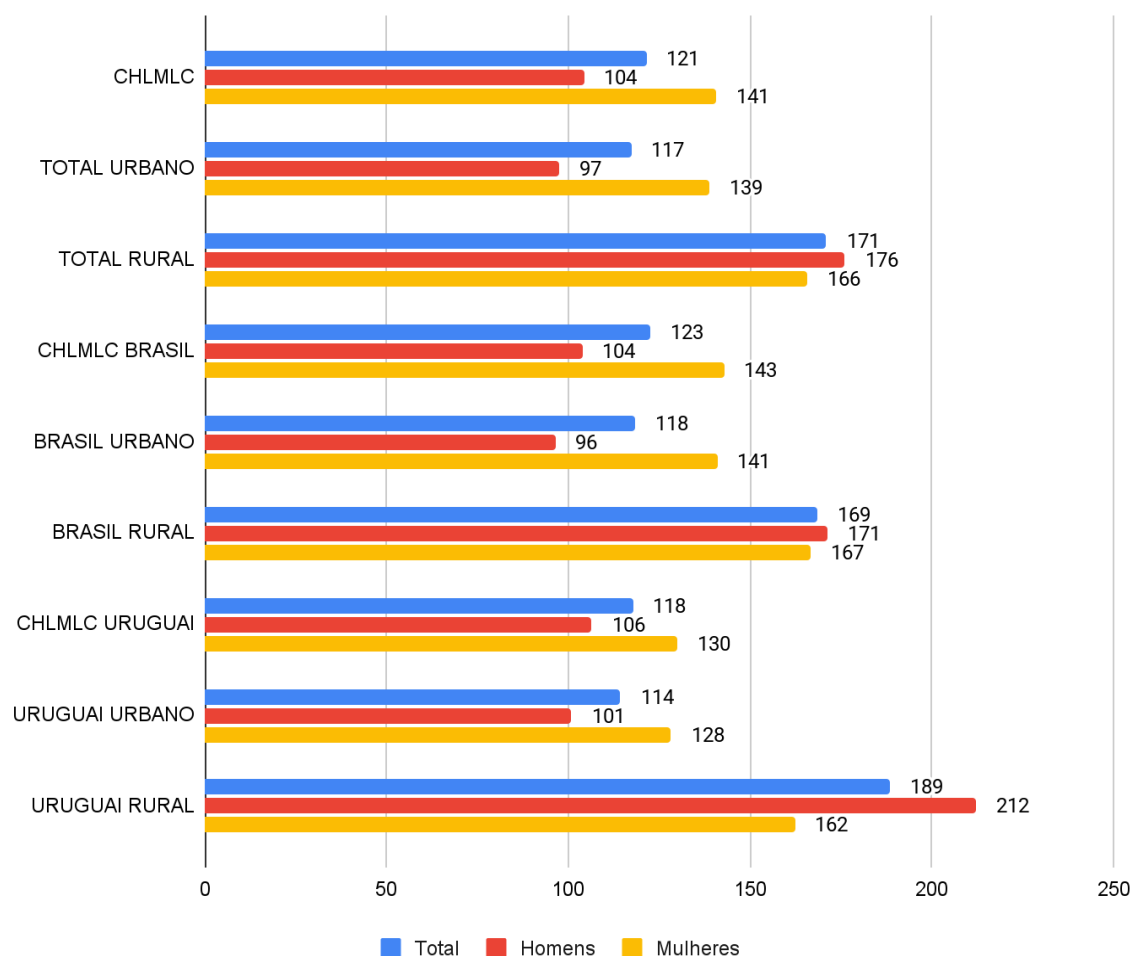


Figura 3.11. Índice de envelhecimento na BHLMLC/CHLMLC por país e área urbana/rural. Fonte: Gráfico produzido a partir de dados primários do IBGE (2022) e INE (2023), CPHV(código C3C574A133).

Do ponto de vista socioambiental, a saúde da população está fortemente associada às características produtivas e ambientais da bacia. Entre os principais fatores de risco destacam-se exposição a agroquímicos, problemas relacionados à qualidade da água e eventos hidrológicos extremos, como inundações. Esses fatores refletem a forte interdependência entre atividades produtivas, condições ambientais e bem-estar da população.

O perfil epidemiológico é dominado por doenças crônicas não transmissíveis, especialmente doenças cardiovasculares, neoplasias e doenças respiratórias, que representam as principais causas de mortalidade na região. Paralelamente, persistem doenças transmissíveis associadas a vulnerabilidades socioambientais, como tuberculose, sífilis, hepatites e leptospirose, indicando desafios persistentes relacionados ao saneamento, às condições de moradia e à exposição ambiental.

A BHLMLC caracteriza-se como um território altamente urbanizado, demograficamente envelhecido e marcado por fortes contrastes entre centros urbanos densos e extensas áreas rurais pouco povoadas. Essas dinâmicas influenciam diretamente a organização do território, a demanda por serviços e os desafios de gestão ambiental e de recursos hídricos em uma bacia transfronteiriça.

3.3.3 Sistemas urbanos e infraestruturas

A organização dos sistemas urbanos da BHLMLC reflete a interação entre dinâmicas demográficas, base produtiva agropecuária e funções territoriais em um espaço predominantemente rural e transfronteiriço. Embora as áreas urbanizadas ocupem menos de 1% da superfície da bacia, a maior parte da população reside em centros urbanos, concentrando a demanda por infraestrutura, serviços e mobilidade.

A rede urbana apresenta estrutura policêntrica assimétrica, caracterizada por poucos polos com elevada concentração de serviços e numerosas pequenas localidades dependentes desses centros para acesso a funções especializadas. Essa configuração revela um sistema urbano territorialmente limitado, porém estratégico para a organização socioeconômica da bacia.

No lado uruguaio predomina um padrão mais disperso e fragmentado, composto por cidades intermediárias, como Melo, Treinta y Tres e Rocha e numerosas pequenas localidades vinculadas às atividades agropecuárias. No lado brasileiro, a rede urbana é mais concentrada e hierarquizada, com centros como Pelotas, Rio Grande e Bagé exercendo forte polarização regional ao concentrar infraestrutura logística, serviços especializados e instituições de ensino superior.

Essa dualidade territorial configura modelos complementares de urbanização, nos quais o sistema uruguaio apresenta maior dispersão e o brasileiro maior concentração funcional. Como resultado, intensificam-se fluxos regionais de mobilidade laboral, educacional e sanitária, estruturando uma dinâmica urbana transfronteiriça (Figura 3.12).

Infraestrutura e serviços essenciais

A distribuição de infraestrutura e serviços na BHLMLC apresenta cobertura relativamente ampla de serviços básicos, mas com forte concentração de equipamentos especializados em poucos centros urbanos. Esse padrão reforça a dependência funcional das pequenas localidades e gera fluxos frequentes para centros regionais.

Na saúde, a atenção primária possui presença territorial relativamente disseminada em ambos os países. Entretanto, serviços de média e alta complexidade concentram-se principalmente em Pelotas e Rio Grande, no Brasil, e nas capitais departamentais uruguaias. Essa concentração territorial produz desigualdades no acesso a serviços especializados e estimula deslocamentos regionais e transfronteiriços de pacientes (Figura 3.13).

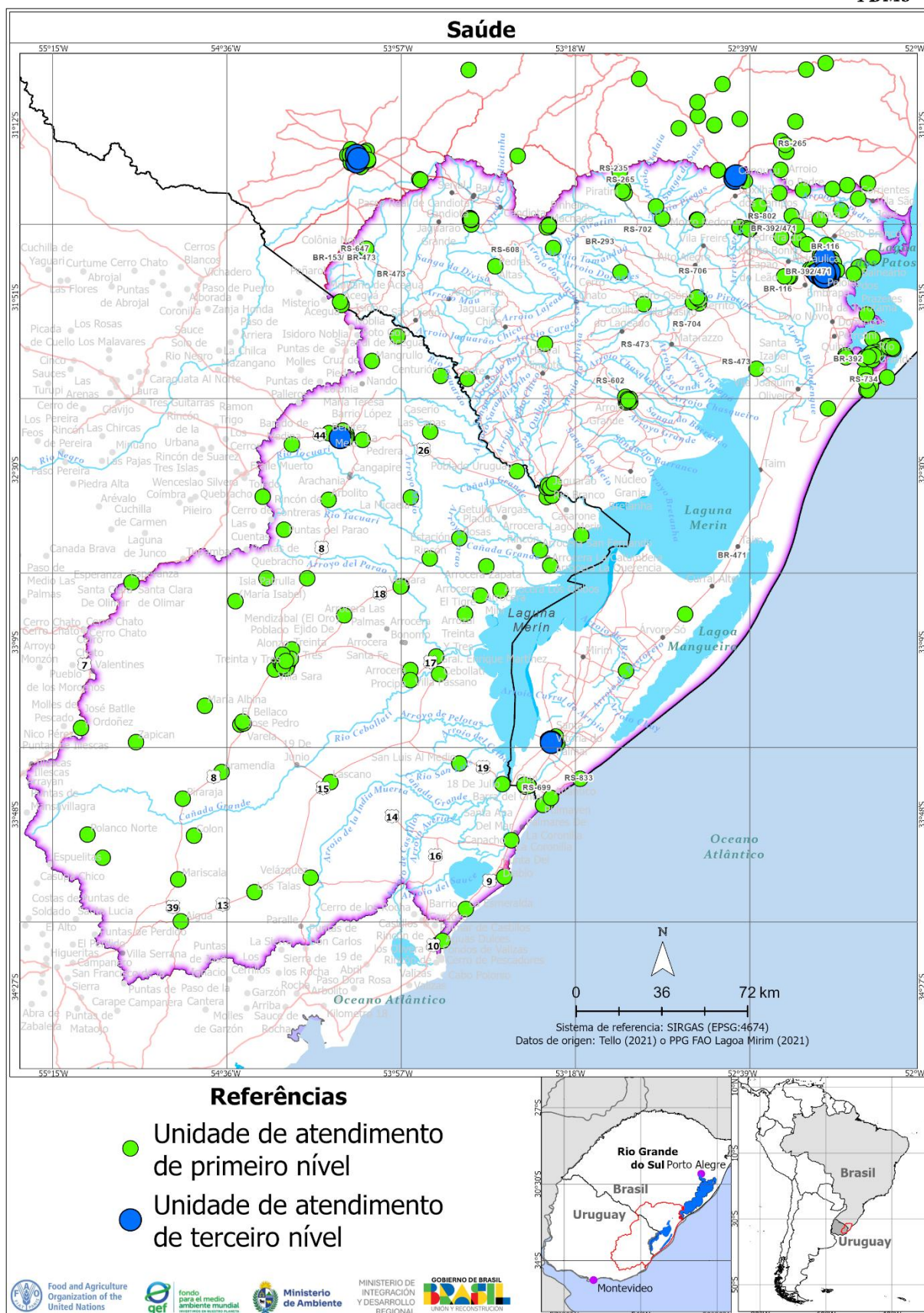


Figura 3.13. Unidades de atendimento de primeiro e terceiro nível na BHLMLC.

Situação semelhante ocorre na educação. Embora o ensino básico esteja amplamente distribuído, a oferta de educação técnica e superior concentra-se em poucos centros urbanos, especialmente em Pelotas, Rio Grande e Bagé no Brasil e nas capitais departamentais do Uruguai. Esse padrão intensifica deslocamentos estudantis e contribui para processos de mobilidade juvenil e perda de capital humano em áreas rurais, ao mesmo tempo em que cria oportunidades de cooperação acadêmica binacional.

Conectividade territorial

A conectividade regional baseia-se predominantemente na infraestrutura rodoviária, responsável por articular localidades dispersas com pólos urbanos e logísticos. No Uruguai destacam-se as Rutas 8 e 9, enquanto no Brasil as rodovias BR-116, BR-392 e BR-471 estruturam os fluxos regionais e a ligação com os principais centros urbanos e portuários.

Apesar da existência desses corredores estruturantes, persistem limitações na conectividade transversal e na rede viária secundária, sobretudo em áreas de baixa densidade populacional. Essas lacunas reforçam a polarização territorial em torno de poucos centros urbanos e ampliam a dependência funcional das localidades menores (Figura 3.12).

Dinâmica recente de urbanização

A análise da iluminação artificial noturna indica tendência recente de intensificação das atividades urbanas e produtivas na bacia. Entre 2014 e 2024 observou-se aumento significativo da radiação luminosa em diversas sub-bacias, em alguns casos superior a 400%, refletindo expansão urbana, crescimento do parque habitacional e ampliação de infraestruturas produtivas.

Apesar desse crescimento, amplas áreas da bacia ainda apresentam baixos níveis de luminosidade, evidenciando um território majoritariamente rural. Essa característica representa simultaneamente um indicador da baixa densidade urbana e uma oportunidade estratégica para a conservação ambiental, uma vez que a manutenção de áreas com baixa poluição luminosa contribui para a preservação da biodiversidade e dos ciclos ecológicos.

3.3.4 Atores sociais

Foram identificados 370 atores sociais vinculados à BHLMLC, dos quais 203 estão no Brasil, 164 no Uruguai e apenas 3 possuem atuação binacional. Essa distribuição evidencia que, embora a bacia seja compartilhada, a governança permanece predominantemente estruturada em bases nacionais.

O conjunto de atores inclui instituições públicas, organizações da sociedade civil, usuários da água, setor produtivo, instituições científicas e comunidades tradicionais. No total, foram identificadas 130 instituições públicas e espaços de gestão distribuídos entre níveis binacional, nacional, regional e local. No plano binacional, a Comissão Mista Brasil–Uruguai para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (CLM) constitui o principal mecanismo institucional de coordenação. Apesar disso, a gestão dos

recursos hídricos permanece organizada em diferentes sistemas nacionais: no Uruguai, por meio da articulação de órgãos de planejamento ambiental, produtivo e territorial; e no Brasil, integrada ao Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SINGREH), que envolve agências federais e estaduais, comitês de bacias hidrográficas e entidades da sociedade civil.

Além das estruturas governamentais, foram identificadas 67 organizações da sociedade civil, incluindo associações comunitárias, organizações ambientais, movimentos sociais e sindicatos. Esses atores desempenham papel relevante na mobilização social, na defesa ambiental e na promoção de práticas produtivas sustentáveis, embora sua participação nos processos de governança ainda seja desigual entre os dois países.

Entre os atores vinculados à gestão e ao uso da água encontram-se as instituições responsáveis pelo abastecimento urbano, saneamento e uso produtivo da água, especialmente na agricultura irrigada. A gestão do abastecimento é conduzida principalmente por empresas públicas de saneamento, enquanto o uso produtivo da água envolve tanto o setor público quanto associações de irrigantes e usuários vinculados ao setor agrícola. Também foram identificadas organizações do setor produtivo de pequena escala, como agricultores familiares, pescadores artesanais e cooperativas agropecuárias, que possuem forte vínculo territorial com os ecossistemas da bacia e contribuem para a economia local e a segurança alimentar.

O levantamento evidencia diferenças entre os dois países. No que diz respeito aos atores ligados à pesca, o Brasil possui um número maior de organizações pesqueiras e cooperativas com maior grau de formalização institucional, enquanto no Uruguai predominam grupos produtivos menores e de base comunitária.

As instituições científicas e educativas constituem outro componente relevante do sistema de atores. Universidades e centros de pesquisa de ambos os países desenvolvem estudos sobre recursos hídricos, biodiversidade e desenvolvimento regional, além de apoiar processos de monitoramento ambiental e planejamento territorial. Essa rede científica representa um importante suporte técnico para a gestão da bacia, embora ainda exista potencial para ampliar a cooperação acadêmica transfronteiriça.

O setor produtivo empresarial reúne associações agropecuárias, organizações do setor florestal e entidades ligadas ao turismo e à indústria. Esses atores exercem forte influência sobre o uso do território e dos recursos naturais, especialmente em atividades como agricultura irrigada, pecuária e silvicultura, evidenciando o peso econômico do agronegócio na dinâmica territorial da bacia.

Também foram identificados 46 atores vinculados a comunidades indígenas e afrodescendentes, incluindo aldeias, organizações representativas e coletivos culturais. No Brasil destacam-se aldeias *Kaingang* e *Mbyá Guaraní* localizadas principalmente na região de Pelotas e Rio Grande. No Uruguai foram identificados coletivos de descendentes charruas e guaranis voltados à valorização da identidade indígena. Essas comunidades mantêm relações históricas com os ecossistemas da bacia e contribuem com conhecimentos tradicionais relevantes para a conservação ambiental.

De forma geral, o mapeamento revela uma estrutura social e institucional diversa, na qual coexistem instituições públicas, organizações sociais, setores produtivos e instituições científicas.

Embora existam assimetrias entre Brasil e Uruguai, ambos compartilham desafios relacionados à gestão da água, à conservação dos ecossistemas e ao ordenamento territorial. Nesse contexto, a diversidade de atores representa um potencial importante para a governança participativa, ao mesmo tempo em que evidencia a necessidade de fortalecer mecanismos de articulação e cooperação transfronteiriça na gestão da bacia.

3.3.5 Desafios para a Gestão Binacional

A BHLMLC constitui um território hidrossocial transfronteiriço no qual água, paisagem e sociedade estruturam um sistema de forte interdependência ecológica, cultural e econômica. A presença de patrimônios arqueológicos, territórios tradicionais e paisagens lagunares evidencia o caráter biocultural da bacia e reforça a necessidade de integrar esses valores nas estratégias de gestão da água e do território.

A organização territorial da bacia apresenta fortes assimetrias espaciais. A população e os serviços concentram-se em poucos polos urbanos, enquanto extensas áreas rurais permanecem pouco povoadas e dependentes de atividades primárias. Essa configuração gera desigualdades no acesso a infraestrutura e serviços, intensifica fluxos de mobilidade regional e impõe desafios para a provisão de políticas públicas em escala transfronteiriça.

No plano institucional, a gestão da bacia envolve grande diversidade de atores, mas permanece estruturada predominantemente em sistemas nacionais. A limitada articulação binacional, associada à fragmentação de dados e instrumentos de gestão, reduz a capacidade de enfrentar de forma coordenada desafios relacionados à gestão da água, à conservação dos ecossistemas e ao ordenamento territorial.

Diante desse contexto, fortalecer a governança binacional constitui um desafio central para a BHLMLC. Avançar nessa direção requer integrar sistemas de informação, ampliar mecanismos de cooperação institucional e promover maior participação social, de modo a alinhar planejamento territorial, proteção dos valores bioculturais e gestão sustentável dos recursos hídricos da bacia.

3.4 Sistemas Produtivos e Recursos Naturais

3.4.1 Estrutura produtiva e comparação setorial

A estrutura produtiva da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras (BHLMLC) revela um território economicamente heterogêneo, no qual atividades primárias intensivas em recursos naturais coexistem com polos industriais localizados e centros urbanos de serviços. Apesar de compartilharem o mesmo sistema socioambiental transfronteiriço, as porções brasileira e uruguaia apresentam padrões distintos de especialização produtiva e organização do emprego, refletindo diferenças históricas, territoriais e institucionais entre os dois países.

De modo geral, a economia regional apresenta forte vínculo com o setor primário, especialmente nas áreas rurais da bacia. No lado uruguaio, as atividades agropecuárias possuem peso estrutural elevado na geração de valor, representando cerca de 24,9% do Valor Adicionado Bruto regional e configurando uma economia fortemente orientada para atividades agropecuárias extensivas, particularmente pecuária e arroz e a silvicultura (OPP; BCU; INE). No lado brasileiro, embora a agropecuária também seja relevante em diversos municípios da bacia, sua participação relativa é menor, representando cerca de 16,5% do valor agregado regional (IBGE, 2025; SEPGG, 2024). Essa diferença evidencia maior dependência do setor primário na porção uruguaia da bacia.

Por outro lado, a porção brasileira apresenta maior diversificação de ramos da economia, com presença mais expressiva de atividades industriais e logísticas concentradas em polos específicos. Municípios como Pelotas, Rio Grande e Candiota concentram parte significativa da produção industrial regional, associada à logística portuária, geração de energia e atividades industriais de maior escala (IBGE, 2025; SEPGG, 2024). Essa configuração contribui para elevar a participação do setor secundário na economia regional brasileira, ao mesmo tempo em que gera forte concentração espacial da atividade econômica.

O setor de serviços constitui o principal absorvedor de mão de obra em toda a bacia, embora com características distintas entre os dois países. No lado uruguaio, o emprego é amplamente dominado por atividades terciárias, que concentram cerca de 65% da força de trabalho regional, especialmente em comércio, transporte e serviços pessoais (INE, 2025). Na porção brasileira, o setor terciário também possui peso significativo, embora apresente maior diversidade funcional, incluindo atividades de educação, saúde, comércio e serviços empresariais, concentradas sobretudo em centros urbanos como Pelotas, Rio Grande e Bagé (OST/SEBRAE, 2025).

Em conjunto, esses padrões revelam uma organização produtiva marcada por forte heterogeneidade territorial. Municípios rurais dependentes da agropecuária coexistem com centros urbanos que concentram serviços especializados e com polos industriais específicos. Essa configuração produz diferentes níveis de diversificação econômica, produtividade e capacidade de geração de emprego dentro da própria bacia.

A comparação binacional evidencia, portanto, dois perfis produtivos complementares dentro da BHLMLC: uma porção uruguaia mais primarizada e dependente da produção agropecuária e uma porção brasileira relativamente mais diversificada, com maior peso industrial e presença mais significativa de serviços de maior complexidade. Essas diferenças estruturais influenciam tanto a organização econômica regional quanto as pressões sobre os recursos naturais e os desafios de gestão territorial na bacia (Figura 3.14).

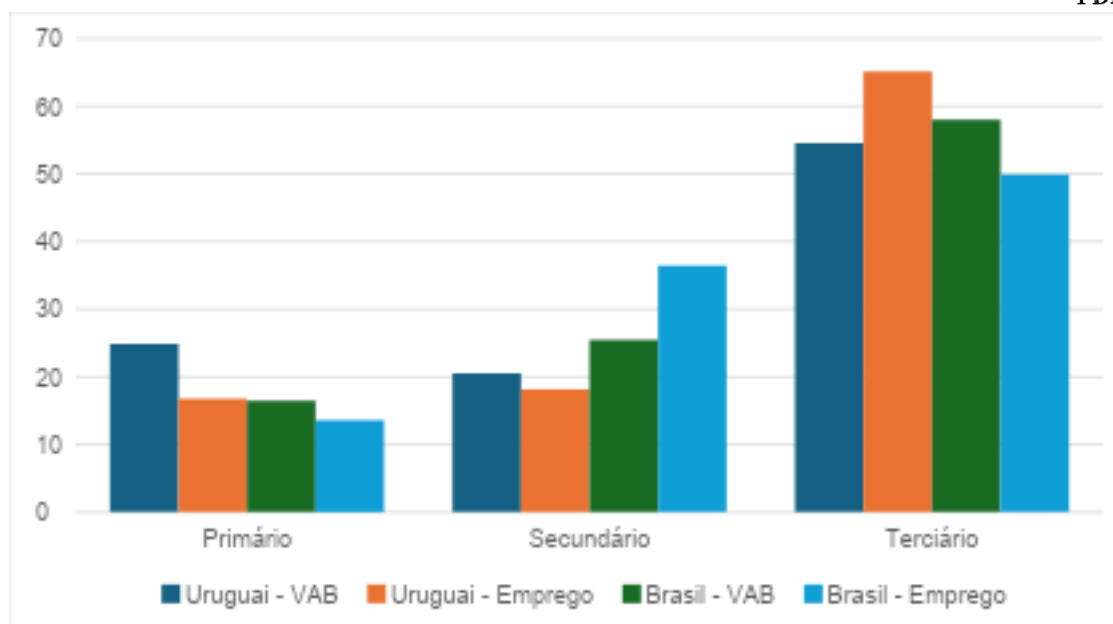


Figura 3.14. Comparação binacional da estrutura setorial do VAB e do emprego na BHLMLC.

Fonte: Elaboração própria a partir do Observatório Territorial do Uruguai - OPP (BCU, INE); SEPGG (2024); IBGE (2025) e OST/SEBRAE (2025).

3.4.2 Pesca

A pesca artesanal constitui uma atividade histórica e socialmente relevante na BHLMLC, praticada por comunidades ribeirinhas distribuídas em ambos os lados da fronteira entre Brasil e Uruguai (Figura 3.15). Essas comunidades mantêm forte vínculo cultural, econômico e territorial com os ambientes aquáticos da bacia e desenvolveram conhecimentos ecológicos locais associados aos ciclos hidrológicos, à dinâmica das espécies e às técnicas de captura. Esses saberes constituem um patrimônio cultural regional e um importante meio de subsistência (Santos, 2021; Foster da Silva, 2025).

Apesar dessa relevância social, o conhecimento científico sobre a pesca na bacia ainda apresenta assimetrias entre os dois países. No lado brasileiro existem diversos estudos sobre composição das capturas, dinâmica das pescarias e organização social da atividade (Basaglia, 2008; Piedras et al., 2012; Silva & Walter, 2018; Bilhalva & Adomilli, 2018). No Uruguai, as pesquisas são mais limitadas e frequentemente associadas a conflitos com outros usos da água, especialmente a agricultura irrigada (Migliaro, 2014). Essa diferença de informações dificulta uma compreensão integrada do sistema pesqueiro na escala da bacia e limita o desenvolvimento de estratégias de gestão binacional baseadas em evidências.

O perfil sociodemográfico dos pescadores evidencia tendências estruturais relevantes (Figura 3.16). A atividade apresenta envelhecimento relativo da força de trabalho, com cerca de 60% dos pescadores possuindo mais de 40 anos. Ao mesmo tempo, observa-se maior participação de mulheres nas gerações mais jovens. Embora a pesca permaneça predominantemente masculina, as mulheres desempenham papel crescente tanto na atividade embarcada quanto no processamento e comercialização do pescado.

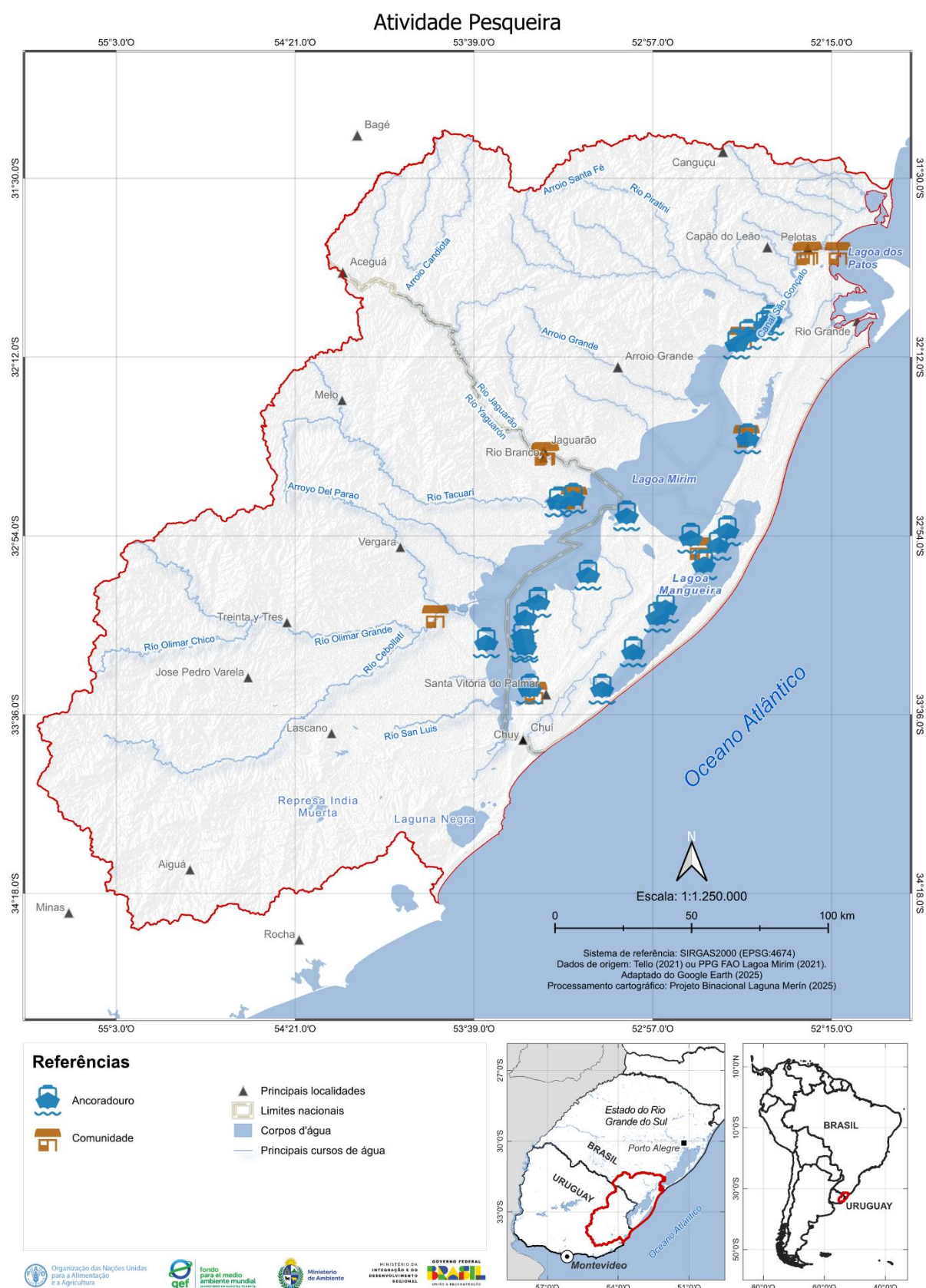


Figura 3.15. Área de estudo da Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras. Detalham-se as principais comunidades tradicionais de pesca e ancoradouros.

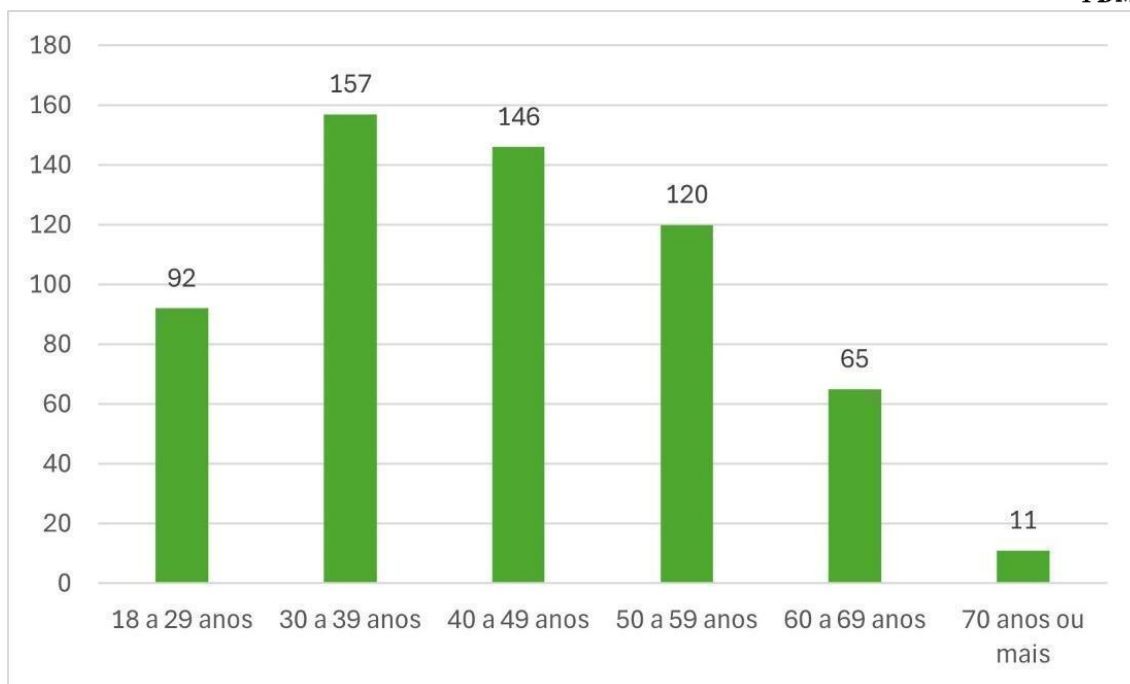


Figura 3.16. Total de pessoas pescadoras por faixa etária na porção brasileira da BHLMLC. Fonte: Elaborado a partir de dados do Painel Unificado RGP (RGP-MPA, 2025).

Do ponto de vista produtivo, a pesca artesanal utiliza embarcações de pequeno porte, geralmente entre 5 e 12 metros de comprimento, predominantemente de madeira e equipadas com motores de baixa potência (Tello, 2021). A análise histórica dos dados de desembarque disponíveis para a porção uruguaia da bacia indica forte variabilidade da atividade ao longo das últimas décadas. Entre 1977 e 2021 ocorreram ciclos de expansão e retração do esforço pesqueiro e das capturas. O período entre 2003 e 2006 corresponde ao pico da série histórica, com maior número de embarcações e volumes desembarcados, seguido por tendência de redução do esforço e da produção.

A pesca apresenta também forte sazonalidade. Os maiores volumes de captura concentram-se entre o final do verão e o início do outono (fevereiro a abril), período associado a níveis mais baixos da lagoa e maior disponibilidade de peixes. Durante a primavera e o início do verão as capturas diminuem, em parte devido às migrações reprodutivas de diversas espécies (Hirata et al., 2010).

A composição das capturas indica uma pescaria multiespecífica dominada pela traíra, responsável por cerca de 57% do volume desembarcado entre 1977 e 2021. As categorias “bagre” e “outros peixes de água doce” constituem recursos secundários relevantes, enquanto espécies como curimatá e peixe-rei apresentam participação menor. Entretanto, os registros de desembarque apresentam baixa resolução taxonômica, frequentemente agrupando espécies em categorias genéricas. Essa limitação dificulta a avaliação do estado das populações e a definição de medidas específicas de manejo.

Além das limitações de informação, a pesca enfrenta desafios relacionados à governança e ao uso do território. Entre os principais problemas relatados pelas comunidades destacam-se a pesca ilegal transfronteiriça, a pesca esportiva não regulamentada e a subnotificação das capturas realizadas por

pescadores registrados. Esses fatores dificultam a estimativa do esforço pesqueiro real e comprometem a implementação de estratégias de manejo baseadas em dados confiáveis.

Pressões ambientais também influenciam a sustentabilidade da atividade. A intensificação do uso da terra na bacia, associada ao cultivo de arroz e soja e à expansão da silvicultura, pode afetar a qualidade da água e os habitats aquáticos. Adicionalmente, a captação de água para irrigação, a fragmentação de habitats por reservatórios e a ampliação da infraestrutura de navegação na lagoa podem alterar os ambientes utilizados por diversas espécies.

No plano institucional, a governança da pesca baseia-se em legislações nacionais e em acordos binacionais estabelecidos a partir do Tratado de Cooperação da Lagoa Mirim de 1977. Nos dois países a atividade é regulada por instrumentos como licenças de pesca, períodos de defeso e restrições de apetrechos. Entretanto, a coordenação binacional ainda enfrenta limitações, especialmente devido à ausência de sistemas integrados de monitoramento e avaliação dos recursos pesqueiros.

De forma geral, a pesca artesanal na BHLMLC constitui um sistema socioecológico transfronteiriço caracterizado pela forte dependência das comunidades locais, elevada variabilidade ambiental e desafios institucionais na gestão dos recursos. O fortalecimento de mecanismos binacionais de monitoramento, a ampliação da participação das comunidades pesqueiras nos processos decisórios e a melhoria da qualidade das informações sobre capturas e esforços de pesca são elementos centrais para avançar na gestão sustentável desse sistema compartilhado.

3.4.3 Agropecuária

A BHLMLC apresenta uma matriz territorial fortemente dominada por sistemas agropecuários, que estruturam a economia regional e moldam a paisagem da bacia. A pecuária extensiva sobre campos naturais, a orizicultura irrigada, a agricultura de sequeiro, a silvicultura e um conjunto diversificado de produções de menor escala configuram os principais usos do território e influenciam diretamente processos ecológicos, hidrológicos, socioeconômicos e culturais.

Em conjunto, essas atividades ocupam aproximadamente 83% da área da bacia, evidenciando a importância de sistemas de produção sustentáveis para a gestão integrada da BHLMLC. Brasil e Uruguai compartilham características de produção semelhantes, embora existam diferenças nas tecnologias e práticas de manejo utilizadas, nos planos e controles ambientais e no ritmo das transformações territoriais. Contudo, há consenso quanto às principais fontes de pressão ambiental, que estão primariamente associadas às mudanças no uso da terra, especialmente a conversão de pastagens e áreas úmidas naturais para uso agrícola e florestal, o aumento do uso de agrotóxicos e as alterações nos regimes hidrológicos.

A análise comparativa dos principais sistemas analisados é descrita brevemente a seguir.

Pecuária

A pecuária é um dos pilares socioeconômicos, culturais e ecológicos da BHLMLC. Essa atividade é realizada predominantemente em campos naturais ou pastagens que compõem o principal ecossistema do Bioma Pampa, reconhecido por sua biodiversidade e seu papel na regulação hidrológica, conservação do solo e manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais. Tanto no Brasil quanto no Uruguai, a pecuária extensiva tem sido o principal fator que molda o uso da terra desde o período colonial e continua sendo uma atividade estratégica para a economia regional, os modos de vida rurais e a conservação dos campos nativos. No entanto, mudanças recentes no uso da terra, como a expansão da agricultura de sequeiro, o cultivo de arroz irrigado e a silvicultura industrial, têm exercido pressão crescente sobre os sistemas pecuários tradicionais, reduzindo substancialmente a área de pastagens naturais, alterando a estrutura e a funcionalidade da paisagem, a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica e os modos de vida de seus habitantes. Essa perda afeta principalmente os sistemas de produção pecuária familiar.

No Uruguai, a distribuição da atividade pecuária em pastagens naturais varia de acordo com a ecorregião, nas serras, ocupa 73%, nas colinas, 64%, e nas planícies, uma baixa porcentagem (22%), que se concentra em remanescentes de pastagens nativas com alto grau de fragmentação associado ao cultivo de arroz. Essa diversidade de situações está associada a uma maior porcentagem de fazendas de criação nas Serras e ao aumento da área de pastagens semeadas e do tamanho das fazendas com ciclos completos de produção e engorda nas planícies (MGAP, 2024).

Os pastos naturais são a principal fonte de forragem para a pecuária extensiva em ambos os países (Tiscornia et al., 2019) e fornecem serviços ecossistêmicos como sequestro de carbono, regulação hídrica e do microclima, além de serviços de provisão (Bilenca e Miñarro, 2004; Modernel et al., 2016; Guido et al., 2025).

A melhoria dos indicadores de produção e econômicos por meio de práticas de intensificação ecológica (Nabinger, 2009; Dogliotti et al., 2024; Soca et al., 2024) é um caminho fundamental para a manutenção do sistema produtivo, o apoio às famílias de agricultores e a conservação dos pastos do Bioma Pampa.

Os principais desafios residem na prevenção da contínua perda de áreas de pastagens naturais, com as consequentes perdas de biodiversidade, serviços ecossistêmicos e, especialmente, dos meios de subsistência das famílias de pecuaristas e de seu patrimônio cultural tangível e intangível. Ao mesmo tempo, é necessário abordar os problemas associados à degradação dos campos naturais, que levam à compactação do solo e à invasão de espécies exóticas, entre outras consequências.

Sistemas arrozeiros

O cultivo de arroz irrigado é uma atividade de grande importância na bacia. Essa atividade ocorre nas planícies aluviais da BHLMLC, originalmente compostas por pântanos, áreas alagadiças e zonas úmidas de alta biodiversidade (Schütz, 2003). Embora o Brasil e o Uruguai apresentem diferenças na gestão de seus sistemas de produção, ambos compartilham um sistema de cultivo de arroz

tecnologicamente avançado, com uso intensivo de água e insumos, e desafios comuns em governança, monitoramento e sustentabilidade.

Na porção brasileira da bacia, o cultivo concentra-se nas planícies aluviais. O Rio Grande do Sul responde por mais de 70% da produção nacional e, na safra 2024/25, aproximadamente 154.632 hectares estavam cultivados na área brasileira da bacia (CONAB, 2025). A maior parte do cultivo de arroz não é feita em rotação com a pecuária, embora alguns produtores estejam começando a adotar esse sistema. As áreas de cultivo de arroz são manejadas utilizando diferentes sistemas de plantio (Magalhães, 2004). Na safra 2024-2025, a proporção dos diferentes sistemas (IRGA, 2025) foi a seguinte: Plantio Direto (51%), Plantio Convencional (27%), Plantio Direto (10%) e Pré-germinação (10%). As diferenças nos métodos para cada sistema são detalhadas no Relatório Temático Socioeconômico, que descreve suas práticas de manejo e a aplicação de insumos agrícolas.

No Uruguai, cerca de 70% da área nacional de arroz encontra-se na BHLMLC, com média anual aproximada de 124.574 hectares (DGRN com. pes., 2025). O cultivo ocorre predominantemente em sistemas de rotação com pastagens, nos quais o arroz ocupa entre 25% e 30% do ciclo produtivo (INIA, 2020), resultando em uma área ocupada pelo sistema três a quatro vezes maior. O sistema arroz-pastagem tem sido documentado por sua estabilidade, contribuição para a recuperação do solo e melhorias nos indicadores ambientais (Macedo et al., 2022; Roel et al., 2023). Indicadores internacionais relatam eficiência no uso de água, nitrogênio e pesticidas por tonelada produzida, bem como emissões relativamente baixas de CH_4 e N_2O em um sistema de ciclo anual (Pittelkow et al., 2016; Yuan et al., 2021; Castillo et al., 2023; USDA Rice, 2025). Existe também um protocolo de Boas Práticas Ambientais (ACA et al., 2018) e avanços em certificações como a Plataforma de Arroz Sustentável e as “Boas Práticas para o Arroz” (Ministerio de Ambiente, 2021; 2025; ACA, 2025b), juntamente com iniciativas de rastreabilidade ambiental baseadas em tecnologia digital e monitoramento por satélite (INIA, 2025).

As principais pressões exercidas por essa atividade estão ligadas aos volumes de água utilizados e à consequente alteração hidrológica decorrente da drenagem de zonas úmidas, o que impacta a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos de campos, zonas úmidas e palmeirais, além de afetar a conectividade hidrológica entre lagoas, cursos d'água e zonas úmidas (Schütz, 2003; Alba et al., 2010; Achkar et al., 2012; Junk, 2014; Kruk et al., 2022; González Márquez, 2023). Ademais, os agroquímicos (fertilizantes e pesticidas) utilizados na produção estão associados à poluição e à degradação dos cursos d'água (Carpenter et al., 1998; Zanella et al., 2002; Alba et al., 2010; Schäfer et al., 2015). Nesse contexto, a intensificação do sistema com a inclusão do cultivo de soja pode estar gerando maior pressão sobre a saúde do meio ambiente e das pessoas que vivem na área. Ambos os aspectos constituem os desafios prioritários da atividade.

Agricultura de sequeiro

A agricultura de sequeiro constitui outro componente relevante da dinâmica produtiva da BHLMLC, ocupando principalmente áreas mais altas, como colinas e coxilhas, em solos de altitude média, com declives moderados e suscetibilidade à erosão. Desenvolvem-se tanto em monoculturas quanto em

rotações lavouras-pecuárias, sendo esta última a situação no Uruguai. Esses sistemas influenciam os processos hidrológicos, a erosão e a compactação do solo, principalmente pelo aumento do escoamento superficial e pelo transporte de sedimentos contendo resíduos agroquímicos.

No Brasil, a principal cultura é a soja, cuja expansão ocorreu sobretudo a partir dos anos 2000, impulsionada por avanços tecnológicos e pela valorização internacional da commodity (Emygdio et al., 2017; Antunes et al., 2021; Lemos e Rizzi, 2020). Em 2025, os municípios da bacia cultivaram aproximadamente 382 mil hectares de soja, com produtividade média inferior à média estadual (CONAB, 2025).

No Uruguai, a agricultura de sequeiro ocupa aproximadamente 138.673 hectares, concentrada principalmente na ecorregião montanhosa (MGAP). O aumento da área de sequeiro desde 2020/2021 tem sido moderado, porém constante, devido principalmente ao aumento do cultivo de soja (35,9% no período). Os sistemas de produção combinam culturas de verão, culturas de inverno e pastagens semeadas, com base no sistema de plantio direto permanente, prática amplamente difundida no país (Derpsch et al., 2010; Rovira et al., 2020).

A expansão dessas áreas agrícolas tem contribuído para a conversão de campos naturais e para alterações nos processos hidrológicos da bacia, uma vez que a substituição da vegetação campestre por cultivos agrícolas pode reduzir a infiltração de água no solo e aumentar o transporte de sedimentos para os cursos d'água (Trentin, 2023).

Os principais desafios estão ligados à necessidade de gerir a conservação dos pastos nativos, aumentar o controle da erosão do solo, promover a instalação de zonas de amortecimento e proteger os cursos de água e as zonas húmidas.

Reflorestamento

A silvicultura desempenha um papel cada vez mais importante na dinâmica territorial e produtiva da BHLMLC. Historicamente associada ao fornecimento de energia e ao apoio às indústrias regionais, a atividade passou por um processo de expansão e reestruturação nas últimas décadas, que alterou significativamente o uso da terra, a paisagem e os processos hidrológicos da bacia.

Tanto no Brasil quanto no Uruguai, a silvicultura consolidou-se como um setor estratégico, impulsionada por políticas de incentivo, pela disponibilidade de terras a baixo custo e pela crescente demanda das cadeias de valor da celulose, madeira maciça e energia. No entanto, a expansão acelerada de plantações, especialmente de eucalipto, pinheiro e acácia (esta última no caso do Brasil), gerou preocupações relacionadas ao uso da terra e seus efeitos sobre a paisagem, os processos hidrológicos em nível de microbacia e a conversão de pastagens naturais, bem como a redução do número de famílias de pecuaristas e a perda do patrimônio cultural material e imaterial.

No Brasil, a partir dos anos 2000, a silvicultura passou por uma transformação estrutural, impulsionada pela demanda das indústrias de celulose, painéis, móveis e cavacos de madeira. Entre 2003 e 2010, o BHLMLC tornou-se uma das principais bases florestais do Rio Grande do Sul, devido às condições favoráveis de solo e clima e ao baixo valor da terra, grande parte da qual era anteriormente

ocupada por extensa pecuária (Sperotto e Zimmermann, 2008). Essa conversão gerou debates sobre impactos ambientais, êxodo rural, mudanças na paisagem e conflitos sociais, bem como preocupações com o consumo de água (Lima, 1993) e a perda de biodiversidade no Bioma Pampa.

Na porção uruguaia do BHLMLC, a área florestal estimada para 2023 é de 191.574,5 hectares (300.000 hectares no total), representando 15,6% do total nacional (DGF, 2024). A distribuição é altamente concentrada na ecorregião das Serras (79,1%), seguida pela ecorregião das Colinas (16,6%) e pela ecorregião das Planícies (4,2%).

Os principais impactos e pressões sobre o meio ambiente consistem em:

- A perda de áreas de ecossistemas de pastagens naturais: biodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio cultural dos produtores pecuários.
- Efeitos na qualidade do solo: acidificação, perda de cátions e redução do carbono do solo nos primeiros anos de plantio (Hernández et al., 2013; Hernández, 2016; González et al., 2023).
- Redução da disponibilidade de água em microbacias hidrográficas devido ao aumento da evapotranspiração e à redução do fluxo de base (Jobbágy et al., 2006; Silveira et al., 2016; Cano et al., 2023), bem como potenciais efeitos do aumento da hidrofobicidade do solo sob o reflorestamento com eucalipto.
- Risco potencial da expansão do reflorestamento nas Sierras del Este (Uruguai), onde áreas significativas de solos prioritários para silvicultura estão atualmente desmatadas.
- Efeitos na paisagem e nas bacias visuais.

Produção agrícola em pequena escala

Isso engloba um conjunto diversificado de atividades que, embora ocupem áreas relativamente pequenas, desempenham um papel importante na segurança alimentar, na geração de renda familiar, na manutenção de paisagens culturais e na diversificação econômica regional. No Brasil, destacam-se a fruticultura, e viticultura e o cultivo de oliveiras, enquanto no Uruguai os principais setores são a horticultura, o cultivo de oliveiras, a viticultura, a pecuária leiteira, a suinocultura e a apicultura. Apesar de sua menor área territorial, essas atividades também exercem pressão e geram impactos ambientais, incluindo o uso intensivo de agrotóxicos em algumas produções, a erosão do solo, a crescente demanda por água em olivais, vinhedos e estufas, e resíduos agroindustriais, como o bagaço de azeitona, entre outros.

3.4.4 Turismo

O turismo na BHLMLC desenvolve-se em um território binacional marcado pela diversidade de paisagens costeiras, lacustres, rurais e patrimoniais. Essa diversidade sustenta diferentes modalidades de turismo incluindo recreação em ambientes naturais, turismo cultural, rural e fronteiriço, mas ainda não

configura um sistema turístico plenamente integrado. Em vez disso, o território funciona como um conjunto de destinos com diferentes níveis de consolidação, infraestrutura e visibilidade.

As dinâmicas observadas indicam complementaridades territoriais entre Brasil e Uruguai, nas quais determinados destinos apresentam maior consolidação e fluxos turísticos mais intensos, enquanto outros permanecem em estágio inicial de desenvolvimento ou desempenham funções de passagem e apoio logístico. Nesse contexto, o turismo representa uma atividade com potencial para diversificar economias locais e valorizar o patrimônio natural e cultural da bacia, embora sua contribuição ainda seja limitada por lacunas de infraestrutura, conectividade e coordenação institucional entre os dois países.

A BHLMLC abrange 21 municípios do sul do Rio Grande do Sul e três departamentos do leste do Uruguai (Rocha, Treinta y Tres e Cerro Largo), formando um território transfronteiriço onde coexistem diferentes paisagens e usos recreativos da água e da paisagem.

No Brasil, a organização do turismo está vinculada às políticas de regionalização do Ministério do Turismo (Brasil, 2025). A maior parte dos municípios da bacia integra duas regiões turísticas estaduais: Costa Doce Gaúcha e Pampa Gaúcho (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2025). A Costa Doce estrutura-se a partir das paisagens lagunares e do patrimônio histórico, enquanto o Pampa Gaúcho associa turismo rural e cultural às tradições do bioma Pampa, incluindo atividades emergentes como o enoturismo (Bittencourt César, 2025).

No Uruguai, o turismo organiza-se em três perfis territoriais. Rocha concentra destinos consolidados de turismo costeiro associados ao litoral atlântico, como La Paloma, Cabo Polonio e Punta del Diablo. Treinta y Tres apresenta perfil voltado ao ecoturismo e à conservação ambiental, especialmente na área protegida da *Quebrada de los Cuervos* e *Sierras del Yerbal*, a cidade de La Charqueada também se destaca. Cerro Largo desenvolve atividades ligadas ao turismo lacustre e às interações culturais e comerciais da fronteira entre Río Branco e Jaguarão.

Apesar dessa diversidade, o território ainda não opera como um destino turístico integrado, mas como um espaço binacional em processo de articulação, no qual a complementaridade entre modalidades turísticas representa uma oportunidade ainda pouco explorada.

Oferta e demanda turística

A oferta turística na BHLMLC apresenta forte heterogeneidade territorial associada ao nível de consolidação dos destinos e à disponibilidade de infraestrutura turística.

Os dados do Cadastur indicam concentração da oferta formal na porção brasileira da bacia nos municípios de Pelotas, Rio Grande e Bagé, onde há maior diversidade de serviços turísticos (Cadastur, 2025). Em contraste, diversos municípios do interior apresentam baixa formalização ou ausência de prestadores registrados, evidenciando limitações estruturais na organização da atividade.

No Uruguai, a oferta também apresenta diferenças territoriais marcantes. Rocha possui infraestrutura consolidada associada ao turismo costeiro e às segundas residências, enquanto Treinta y Tres e Cerro Largo apresentam estruturas menores, voltadas respectivamente ao turismo de natureza e ao turismo lacustre e fronteiriço.

Essa configuração revela um sistema turístico regional baseado em modalidades complementares, turismo costeiro, rural, lacustre e cultural, mas ainda marcado por desigualdades na infraestrutura e na capacidade de organização do setor.

A análise da demanda turística na BHLMLC é condicionada por diferenças na disponibilidade de dados entre os dois países.

No Brasil, a ausência de estatísticas desagregadas por município dificulta a identificação precisa dos fluxos turísticos na bacia. Os dados estaduais indicam predominância de turismo doméstico com estadias curtas associadas a atividades urbanas, comerciais e recreativas (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024; INTURIS, 2025; SEBRAE, 2022).

No Uruguai, o Observatório de Turismo Inteligente fornece dados mais detalhados. Em 2025, os departamentos de Rocha, Treinta y Tres e Cerro Largo registraram mais de 2,7 milhões de visitas e cerca de 428 mil visitantes únicos, com forte sazonalidade associada aos períodos de férias e eventos nacionais.

Dinâmicas territoriais e conectividade

O turismo na BHLMLC apresenta estrutura espacial policêntrica organizada em três sistemas principais: o sistema costeiro atlântico, o sistema interior rural e o sistema lacustre e fronteiriço.

No Brasil, o sistema costeiro concentra-se em Chuí, Rio Grande e Santa Vitória do Palmar; o sistema interior envolve Bagé e Pelotas, associados ao turismo rural e cultural; e o sistema lacustre e fronteiriço articula municípios como Jaguarão e Chuí, onde os fluxos turísticos estão fortemente ligados à mobilidade transfronteiriça. No Uruguai, Rocha atua como principal núcleo turístico costeiro, Treinta y Tres concentra atividades de ecoturismo e Cerro Largo articula o turismo lacustre e as interações da fronteira com o Brasil.

A conectividade regional baseia-se principalmente na infraestrutura rodoviária binacional e nas passagens fronteiriças, como a Ponte Internacional Barão de Mauá (Jaguarão–Río Branco), que facilita fluxos turísticos, comerciais e culturais entre os dois países.

3.4.5 Recursos minerais

A BHLMLC apresenta diversidade de recursos minerais associada à sua evolução geológica, que combina terrenos cristalinos neoproterozoicos, bacias sedimentares paleozoicas e depósitos quaternários. A distribuição desses recursos reflete essa estrutura geológica, com predominância de materiais de construção na planície costeira e ocorrência de minerais metálicos e industriais nas áreas elevadas do escudo cristalino brasileiro e uruguaio (ANM, 2025; DINAMIGE, 2025) (Figura 3.17).

A análise espacial revela dois padrões principais. Na planície costeira predominam depósitos quaternários de areia e argila associados a ambientes fluviais, lagunares e eólicos, que constituem a principal base mineral para a construção civil regional. Nas áreas mais elevadas que circundam a bacia ocorrem calcários, rochas ornamentais, minerais industriais e ocorrências metálicas como ouro, cobre,

ferro e níquel, vinculadas às rochas graníticas, metamórficas e vulcanossedimentares do embasamento cristalino.

Apesar dessa diversidade geológica, a exploração mineral efetiva concentra-se em poucos recursos. O calcário constitui o principal mineral explorado na região, utilizado na produção de cimento e corretivos agrícolas, enquanto a extração de areia, brita e argila fornece insumos básicos para a construção civil e infraestrutura. Outros minerais identificados nos registros geológicos como ouro, ferro, cromo, níquel ou terras raras representam principalmente potencial exploratório, sem exploração significativa atualmente (ANM, 2025; DINAMIGE, 2025).

No território brasileiro destaca-se o distrito carbonífero de Candiota, associado às formações permianas da Bacia do Paraná, que constitui o principal polo de mineração energética da região. No lado uruguaio, a atividade mineral concentra-se principalmente na extração de calcário no departamento de Treinta y Tres, destinada à indústria cimenteira.

Produção mineral e tendências econômicas

A produção mineral na BHLMLC apresenta forte concentração em poucos recursos estratégicos. No setor brasileiro, a mineração de carvão em Candiota domina amplamente o valor econômico da produção mineral, representando cerca de 75% do total gerado entre 2010 e 2025. O restante da produção corresponde principalmente à extração de calcário, granito utilizado como agregado para construção civil e areia destinada à construção (ANM, 2025).

A evolução da produção mineral evidencia forte dependência da mineração energética, embora também indique tendências de diversificação associadas ao crescimento da demanda por agregados minerais para obras de infraestrutura e expansão urbana. A produção média anual na porção brasileira da bacia ultrapassa US\$ 58 milhões, com variações relacionadas principalmente ao mercado energético e ao setor da construção civil.

No território uruguaio, a produção mineral apresenta menor diversidade e concentra-se quase exclusivamente na extração de calcário para a indústria do cimento no departamento de Treinta y Tres. Dados da DINAMIGE indicam crescimento consistente da produção desde 2011, com expansão significativa entre 2021 e 2023, refletindo a consolidação do setor cimenteiro na região. As reservas geológicas disponíveis sugerem continuidade dessa atividade por pelo menos duas décadas, embora sua evolução dependa de fatores econômicos e regulatórios, incluindo a demanda regional por cimento e o fortalecimento das normas ambientais (DINAMIGE, 2025).

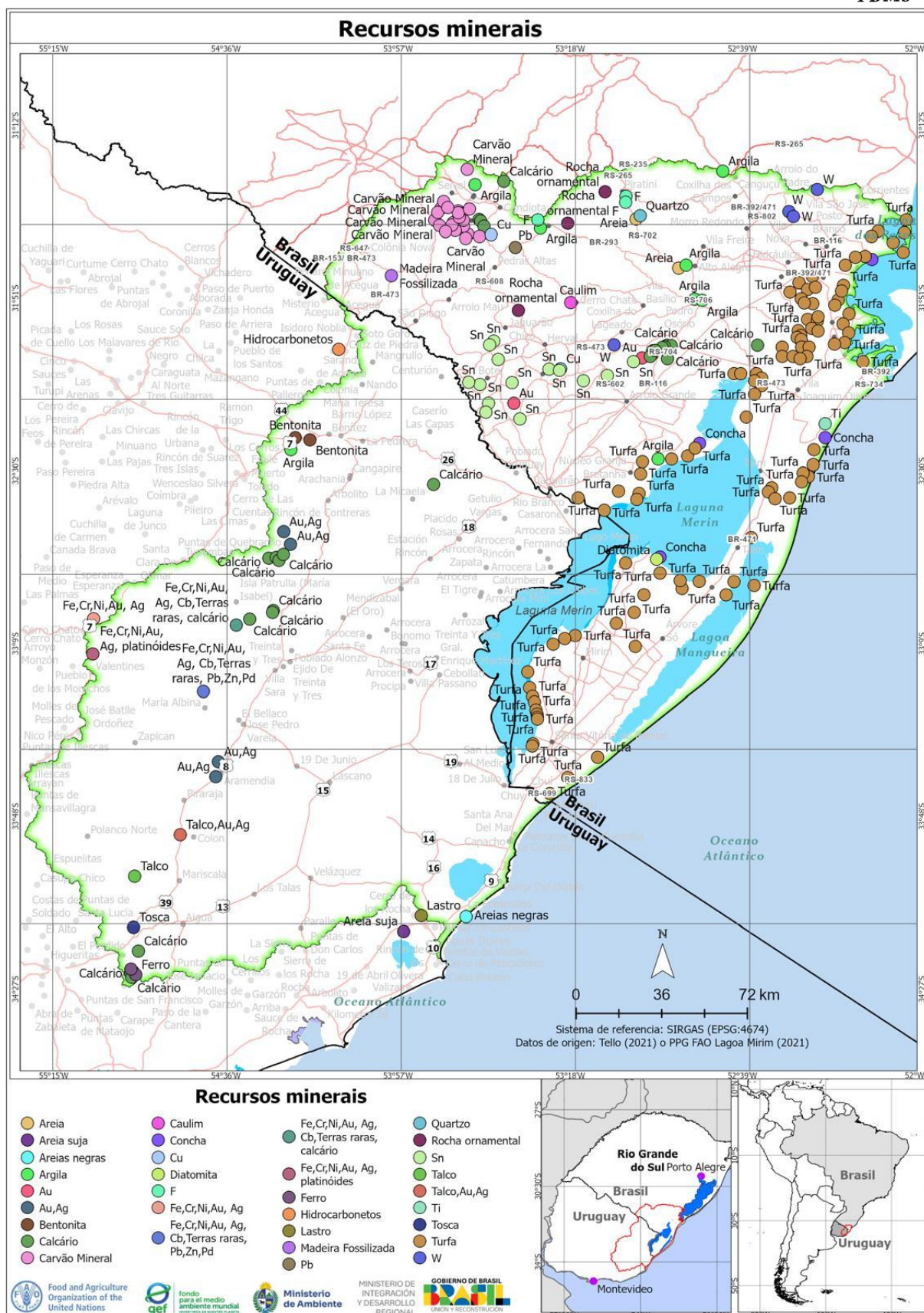


Figura 3.17. Mapa de recursos minerais conhecidos na BHLMLC (ANM e DINAMIGE, 2025).

3.4.6 Desafios para a Gestão Binacional

A gestão binacional da BHLMLC enfrenta desafios associados à interdependência ecológica dos sistemas hídricos e à coexistência de diferentes estruturas produtivas e institucionais entre Brasil e Uruguai. Embora a bacia funcione como um sistema socioambiental integrado, persistem assimetrias na disponibilidade de informações, nos instrumentos de gestão e nas prioridades de desenvolvimento, o que limita a coordenação de políticas e o planejamento territorial em escala transfronteiriça.

A forte dependência regional de atividades primárias, especialmente agropecuária, pesca e mineração constitui um dos principais vetores de pressão sobre os recursos hídricos e os ecossistemas da bacia. A expansão da agricultura irrigada, a intensificação da sojicultura e a conversão de campos naturais e zonas úmidas alteram regimes hidrológicos, ampliam o uso de agroquímicos e aumentam o transporte de sedimentos, afetando a qualidade da água e a conectividade ecológica dos sistemas lagunares.

A pesca artesanal, atividade socioeconômica relevante em ambos os países, enfrenta limitações associadas à ausência de avaliações ecológicas conjuntas, à baixa qualidade dos registros de captura e à limitada capacidade de fiscalização da pesca ilegal e recreativa. A inexistência de um sistema binacional integrado de monitoramento e o desalinhamento de regulamentações dificultam a gestão sustentável dos recursos pesqueiros.

Outros desafios emergem das transformações territoriais associadas à silvicultura, à mineração e à expansão de infraestrutura, que podem intensificar impactos cumulativos sobre habitats, paisagens e recursos hídricos compartilhados. Ao mesmo tempo, atividades com potencial de diversificação econômica, como o turismo, ainda se desenvolvem de forma fragmentada e com baixa integração institucional entre os dois países.

Nesse contexto, a gestão sustentável da BHLMLC depende do fortalecimento da governança binacional, da integração de sistemas de informação e monitoramento e da harmonização de instrumentos regulatórios. A consolidação desses mecanismos é fundamental para enfrentar pressões ambientais crescentes e promover o uso equilibrado dos recursos naturais em um território transfronteiriço.

3.5 Usos dos Recursos Hídricos

3.5.1 Água para as pessoas

Na BHLMLC, a água constitui um recurso central para o bem-estar das populações e para o funcionamento das atividades econômicas regionais. Por tratar-se de um território transfronteiriço compartilhado entre Brasil e Uruguai, a gestão da água envolve desafios adicionais de coordenação institucional e planejamento integrado. Nesse contexto, o acesso à água potável, o saneamento, a

drenagem urbana, os usos recreativos e a navegação configuram dimensões interdependentes da segurança hídrica da bacia.

Embora a disponibilidade hídrica regional seja relativamente elevada, a qualidade da água e a infraestrutura associada ao seu uso apresentam fragilidades estruturais. A expansão agrícola intensiva, especialmente associada ao cultivo irrigado, o crescimento urbano e a alteração do regime hidrológico contribuem para o aumento da carga de nutrientes e pesticidas nos corpos d'água, favorecendo processos de eutrofização e riscos à saúde pública. Esses processos são agravados pela cobertura limitada de saneamento e pela insuficiência de sistemas de drenagem urbana, que intensificam o transporte de poluentes difusos para rios, lagoas e canais da bacia.

Diante desse cenário, a gestão da água na BHLMLC exige mecanismos de governança cooperativa capazes de integrar planejamento territorial, saneamento, monitoramento ambiental e uso múltiplo dos recursos hídricos. A cooperação institucional entre os dois países, incluindo instâncias como a Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento da Lagoa Mirim (CLM) estabelecida no Tratado da Lagoa Mirim (Brasil, 1977), constitui elemento fundamental para garantir segurança hídrica e sustentabilidade ambiental na bacia.

Acesso e disponibilidade de água potável

O acesso à água potável na BHLMLC apresenta contrastes territoriais importantes. Embora a cobertura urbana seja próxima da universalização, alcançando cerca de 98% da população urbana, a cobertura total da bacia permanece em torno de 69%, refletindo limitações estruturais principalmente nas áreas rurais (SINISA, 2025; OSE, 2024; INE, 2023).

Essa desigualdade evidencia um dos principais desafios da bacia: a forte dispersão territorial da população rural dificulta a expansão de sistemas centralizados de abastecimento. Como consequência, parte significativa da população depende de fontes alternativas, especialmente poços rasos ou freáticos no lado brasileiro, que apresentam maior vulnerabilidade à contaminação por atividades agrícolas e sanitárias. No lado uruguaio observa-se maior presença relativa de poços profundos e soluções comunitárias descentralizadas, indicando estratégias distintas de adaptação às condições territoriais.

Outro aspecto crítico refere-se às perdas nas redes de distribuição, estimadas em cerca de 36% da água produzida (SINISA, 2025; OSE, 2024). Esse nível elevado de perdas evidencia limitações operacionais e reforça a necessidade de investimentos em eficiência e modernização da infraestrutura de abastecimento.

Esse cenário indica que a principal fragilidade do abastecimento na bacia não reside na disponibilidade de água, mas na desigualdade territorial do acesso e na significativa dependência de fontes alternativas mais suscetíveis à contaminação.

Apesar das diferenças institucionais, ambos os sistemas enfrentam desafios semelhantes relacionados à universalização do abastecimento e à adaptação das infraestruturas às condições territoriais da bacia.

Tratamento de águas residuais domésticas

O saneamento básico é uma das principais fragilidades estruturais da BHLMLC. Estima-se que 42,05% da população total da bacia (375.833 pessoas) tenha acesso a um sistema de esgoto. No lado brasileiro, a cobertura chega a 40,06% (291.546 pessoas), enquanto no lado uruguaio atinge 50,69% (84.685 pessoas), evidenciando uma disparidade entre as duas margens. Nas áreas urbanas, a cobertura é maior, chegando a 60,36% da população urbana da bacia (540.125 habitantes). No Brasil, aproximadamente 61,86% da população urbana (406.133 habitantes) tem acesso a sistemas de esgoto, enquanto no Uruguai a taxa é de 53,80% (84.072 pessoas). Nas áreas rurais, a situação é mais crítica. Do lado uruguaio, apenas 2,02% da população rural, 201 pessoas está conectada a uma rede formal, enquanto do lado brasileiro não há dados disponíveis, provavelmente devido à inexistência ou cobertura mínima de sistemas formais de coleta (SINISA, 2025; OSE, 2025).

Mesmo nas áreas atendidas, a eficiência do tratamento permanece restrita. No lado brasileiro, apenas 44,39% do esgoto coletado passa por tratamento adequado antes do lançamento no ambiente, o que resulta em significativa carga poluidora nos corpos hídricos da bacia.

Esse cenário favorece processos de degradação ambiental, incluindo eutrofização e contaminação microbiológica, que afetam diretamente a qualidade da água utilizada para abastecimento, recreação e atividades econômicas. Como consequência, observa-se o aumento da carga poluidora nos corpos hídricos, intensificando processos de degradação da qualidade da água na bacia.

Sistemas individuais e riscos ambientais

Devido à baixa cobertura de redes coletoras, uma parcela significativa da população depende de sistemas individuais de disposição de efluentes. Embora fossas sépticas possam representar solução adequada em contextos rurais, sua eficiência depende de manutenção adequada e condições sanitárias controladas.

A presença ainda relevante de fossas rudimentares ou sistemas improvisados aumenta o risco de contaminação das águas subterrâneas, especialmente por nitratos e patógenos (DINAGUA-MA, 2017). Esse problema é particularmente crítico em áreas rurais e periferias urbanas, onde a ausência de infraestrutura coletiva coincide com maior vulnerabilidade social.

Infraestrutura de tratamento

A BHLMLC possui número limitado de estações de tratamento de esgoto, distribuídas de forma desigual entre municípios. A bacia conta com 21 unidades em operação, sendo 13 no lado brasileiro e 8 no uruguaio (Figura 3.18).

Embora essas estruturas representem avanços institucionais importantes, sua cobertura territorial permanece restrita, especialmente em cidades menores. Como resultado, parte significativa dos efluentes gerados na bacia ainda é lançada no ambiente sem tratamento adequado.

Estações de tratamento de efluentes domésticos

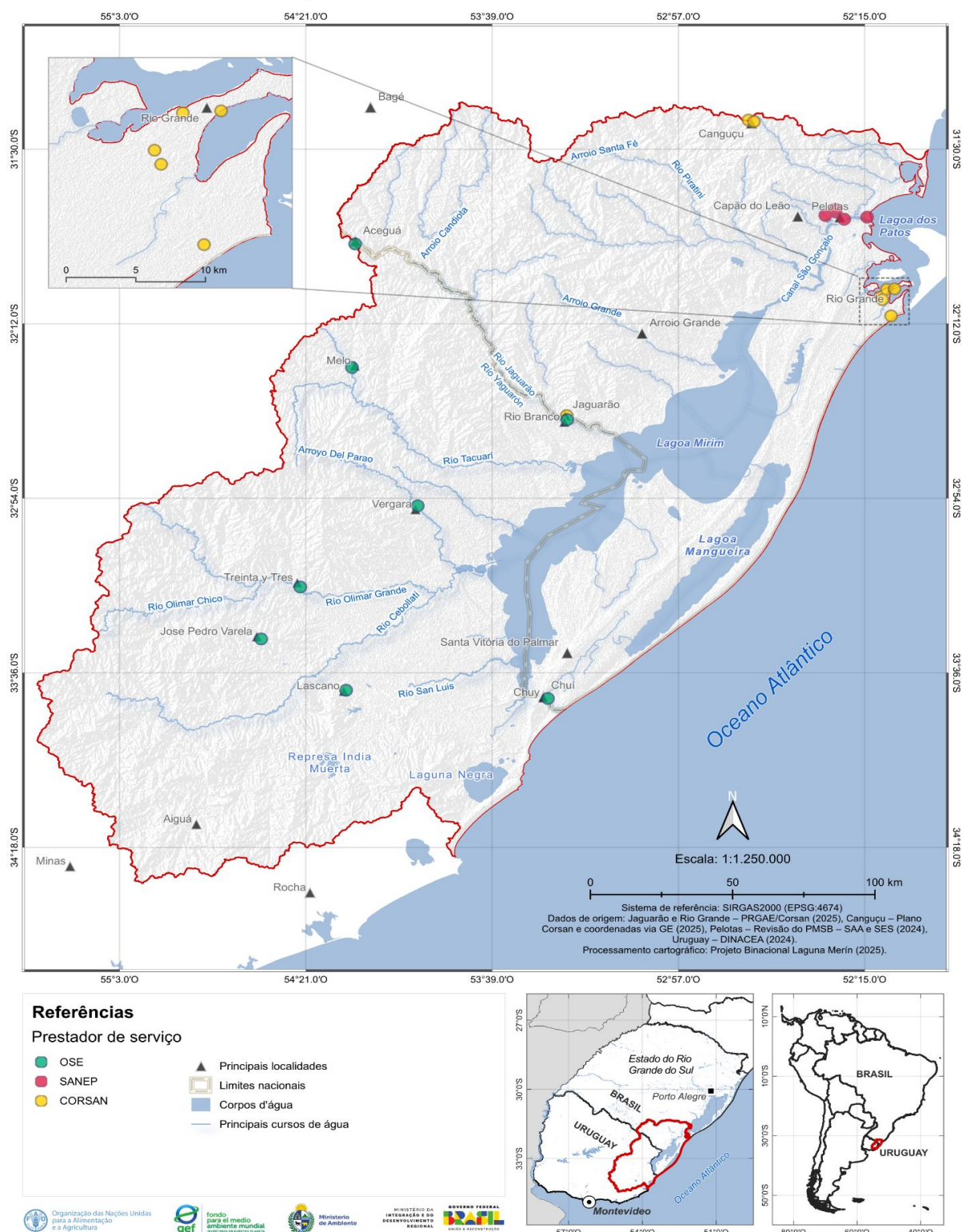


Figura 3.18. Estações de tratamento de efluentes na BHLMLC. Fonte: Adaptado de CORSAN (2025), SANEP (2024), coordenadas via GE (2025), DINACEA-MA (2024) e OSE (2024).

Drenagem urbana e águas pluviais

Embora as áreas urbanizadas na BHLMLC ocupem apenas cerca de 1% do território, as superfícies impermeáveis do solo são um fator altamente relevante para a qualidade da água e o ciclo hidrológico. A cobertura atual é limitada e dispersa, com menos de 40% das vias urbanas possuindo redes de drenagem pluvial (SINISA, 2025). No lado brasileiro, a maior pavimentação urbana aumenta o escoamento superficial e a ocorrência de inundações localizadas. No lado uruguaio, a menor urbanização reduz parcialmente esse risco, mas a infraestrutura de drenagem permanece limitada em diversas áreas. O Plano Nacional de Drenagem Urbana do Uruguai se destaca nesse sentido, fornecendo diretrizes estratégicas claras e adequadas para os diversos cenários em todo o território, a serem implementadas em diferentes localidades do país pelas autoridades competentes. Nesse plano, o uso de Soluções Baseadas na Natureza e Drenagem Sustentável é posicionado para combinar estratégias de provisão de serviços ecossistêmicos e proteção da cobertura vegetal natural no tecido urbano.

Eventos hidrológicos e áreas de risco

A BHLMLC apresenta elevada vulnerabilidade a eventos hidrológicos extremos resultado da combinação entre relevo plano, drenagem natural limitada e expansão urbana em áreas suscetíveis a inundações (IPCC, 2022). No lado brasileiro, cidades como Pelotas, Jaguarão e Arroio Grande registram enchentes recorrentes associadas à ocupação de planícies aluviais e limitações na drenagem urbana (FEPAM, 2024). No lado uruguaio, os eventos são menos frequentes, mas podem produzir impactos concentrados em comunidades específicas, especialmente nos departamentos de Treinta y Tres e Cerro Largo (SINAE, 2025; DINAGUA-MA, 2021).

Recreação em meios aquáticos

Os ambientes aquáticos da BHLMLC possuem importância crescente para lazer, turismo e atividades culturais. Foram identificados 32 espaços recreativos na bacia, concentrados principalmente no lado brasileiro (Figura 3.19).

Entretanto, a qualidade da água representa um fator limitante para esses usos. Problemas relacionados ao saneamento urbano e ao escoamento agrícola têm contribuído para o aumento de nutrientes e contaminação microbiológica, favorecendo processos de eutrofização e florações de cianobactérias (DINACEA-MA, 2024; OPP, 2018).

Navegação

A Lagoa Mirim e o Canal São Gonçalo constituem o eixo hidroviário central da bacia e apresentam potencial estratégico para integração logística entre Brasil e Uruguai. A hidrovia conecta sistemas fluviais e lacustres ao porto marítimo de Rio Grande, permitindo o escoamento da produção regional (Figura 3.20).

Apesar desse potencial, a navegabilidade ainda enfrenta limitações associadas à sedimentação, profundidade variável e necessidade de dragagem. Projetos de expansão da infraestrutura hidroviária buscam ampliar a integração regional, mas exigem planejamento cuidadoso para evitar impactos ambientais em ecossistemas sensíveis.

Espaços recreativos

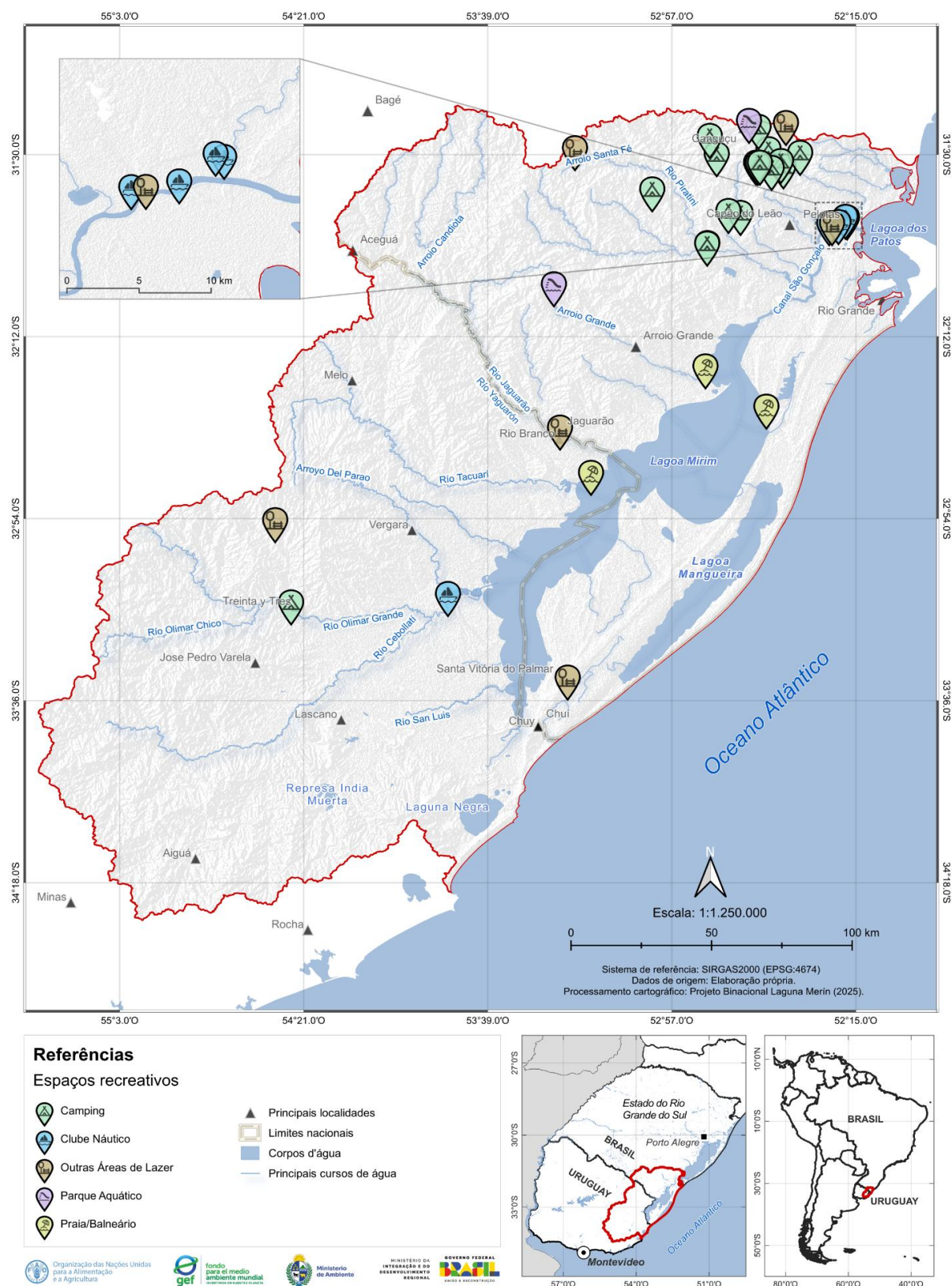


Figura 3.19. Principais espaços recreativos na BHLMLC. Fonte: Elaboração Própria.

3.5.2 Água para a produção

A BHLMLC constitui um território produtivo fortemente dependente da disponibilidade hídrica, onde a água sustenta sistemas agropecuários e cadeias agroindustriais que estruturam a economia regional. Nesse contexto, a agricultura irrigada, especialmente o cultivo de arroz, representa o principal uso consuntivo de água da bacia, concentrando a demanda hídrica durante o verão, período em que o balanço hídrico tende a ser mais deficitário.

A gestão desse uso ocorre principalmente por meio de instrumentos nacionais de gestão de recursos hídricos, como o Plano Nacional de Águas no Uruguai e a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, articulados em escala binacional pela Comissão Mista para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (CLM). Apesar desses mecanismos institucionais, a magnitude das extrações hídricas e a crescente variabilidade climática reforçam a necessidade de fortalecer a governança cooperativa da água na bacia.

A disponibilidade hídrica superficial anual da BHLMLC é estimada em cerca de 24.158 hm³, com maior contribuição proveniente do território uruguaio (ver relatório de hidrologia). Entretanto, a estrutura de outorgas evidencia forte concentração do uso da água na irrigação agrícola, particularmente associada à produção de arroz, que constitui o principal vetor de pressão sobre os recursos hídricos.

A viabilidade desses sistemas produtivos depende de um conjunto de infraestruturas hidráulicas estratégicas. Destaca-se a Barragem do Canal São Gonçalo, responsável por controlar a intrusão salina e manter a Lagoa Mirim como um grande reservatório de água doce para irrigação (Karsburg et al., 2015; Gouvêa et al., 2010). Complementarmente, reservatórios e distritos de irrigação como a Represa de *India Muerta* no Uruguai e o Distrito de Irrigação do Arroio Chasqueiro no Brasil garantem a regulação hídrica necessária para a produção agrícola.

Nesse contexto, o arroz irrigado configura o principal sistema agrícola da bacia. Na safra 2024/25, a área cultivada foi estimada em 107.545 ha no Uruguai e 154.632 ha no Brasil (DGRN com pess., 2025; CONAB, 2025). Com consumos médios de 12.000 m³/ha, a irrigação dessa cultura demanda volumes superiores a 3.200 hm³ de água por ano, concentrando pressões sobre determinadas sub-bacias.

Paralelamente, a agricultura de sequeiro, dominada pelo cultivo de soja, vem se expandindo na região, especialmente no território brasileiro. Na safra 2024/25, estimou-se uma área cultivada de 68.230 ha no Uruguai e 382.137 ha no Brasil (DGRN com. pess.; CONAB, 2025). Embora não utilize irrigação direta, esse sistema também exerce influência sobre o ciclo hidrológico por meio da evapotranspiração e das mudanças no uso do solo.

Em conjunto, esses sistemas produtivos evidenciam a centralidade da água para a produção na BHLMLC e reforçam a necessidade de aprimorar o monitoramento das retiradas hídricas, aumentar a eficiência no uso da água e fortalecer mecanismos binacionais de gestão que conciliem produção agrícola e manutenção das funções ecológicas dos sistemas.

3.5.3 Desafios para a Gestão Binacional

A gestão da água na BHLMLC enfrenta desafios relacionados à desigualdade territorial no acesso aos serviços de abastecimento e saneamento. Embora a cobertura urbana de água potável seja elevada, persistem fragilidades nas áreas rurais, onde a dependência de fontes alternativas aumenta o risco de exposição a contaminantes presentes em fontes de água subterrânea. A baixa cobertura de tratamento de esgoto, tanto em áreas urbanas quanto rurais, é um fator determinante na poluição e degradação da qualidade da água em corpos hídricos compartilhados. A diferença no tamanho da população entre o Uruguai e o Brasil resulta em um alto grau de contribuição transfronteiriça de esgoto doméstico.

A gestão das águas urbanas e pluviais também apresenta limitações estruturais. A urbanização em áreas suscetíveis a inundações, associada à infraestrutura incompleta de drenagem e à ausência de metodologias binacionais harmonizadas de avaliação de risco, dificulta a prevenção de eventos extremos e intensifica o transporte de poluentes para os sistemas aquáticos da bacia.

Nos usos recreativos e na navegação, persistem desafios de governança relacionados à heterogeneidade institucional, à falta de padrões comuns de monitoramento da qualidade da água e às limitações físicas da hidrovia, como assoreamento e infraestrutura insuficiente. Essas condições restringem o potencial de integração regional e exigem compatibilizar desenvolvimento econômico com proteção de ecossistemas sensíveis.

Por fim, a crescente demanda de água para atividades produtivas, especialmente a agricultura irrigada concentra pressões sobre os recursos hídricos da bacia e pode intensificar riscos de estresse hídrico em cenários de variabilidade climática. Nesse contexto, fortalecer a coordenação binacional, integrar sistemas de monitoramento e harmonizar instrumentos de gestão são condições essenciais para garantir segurança hídrica e uso sustentável da água na BHLMLC.

3.6 Análise da governança territorial e dos recursos hídricos

A Bacia da Lagoa Mirim constitui um sistema hídrico transfronteiriço de alta interdependência ecológica, produtiva e social, no qual as decisões adotadas em um país repercutem sobre o outro em matéria de qualidade da água, disponibilidade hídrica, pesca, áreas úmidas, infraestrutura e riscos climáticos. Nesse contexto, a governança territorial e dos recursos hídricos não pode ser entendida unicamente como um conjunto de normas e instituições, mas como a capacidade de Brasil e Uruguai de articular essas normas em um território compartilhado, com escalas de decisão, instrumentos de gestão e rotinas administrativas diferentes. O Informe Temático demonstra que a bacia não enfrenta um déficit normativo, mas sim um desafio de integração institucional e operacional, no qual a base jurídica existente é suficiente, embora ainda não plenamente convertida em uma governança binacional efetiva.

3.6.1 Contexto Binacional e Temas Prioritários do Projeto

O Projeto Lagoa Mirim – GEF/FAO insere-se em uma trajetória histórica de cooperação binacional de longa duração, mas busca atualizá-la sob uma perspectiva contemporânea de gestão integrada, adaptação climática e governança participativa.

O Informe destaca que a Comissão Mista Brasil–Uruguai para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (CLM) é reconhecida pelo projeto como parceira e beneficiária institucional central, e que deve ser fortalecida como eixo de coordenação binacional, interface entre os órgãos de água, meio ambiente, pesca, agricultura, infraestrutura e relações exteriores, além de articuladora entre a escala binacional e os espaços participativos nacionais e regionais.

Os temas prioritários definidos no Prodoc e retomados no informe organizam-se em três grupos inter-relacionados: ambientais, socioeconômicos e de governança. No eixo ambiental, destacam-se a quantidade e a qualidade da água, sedimentação, nutrientes, coliformes, cianobactérias, contaminação difusa e pontual, uso e ocupação do solo, biodiversidade e áreas úmidas. No eixo socioeconômico, incluem-se pesca, meios de vida, segurança alimentar, turismo e dinâmicas produtivas. No eixo de governança, priorizam-se a coordenação institucional, a integração de sistemas de informação, a participação social e a capacidade de responder a riscos climáticos e conflitos de uso. O documento ressalta que o clima deve ser lido como um eixo transversal, e não como tema separado, dada sua incidência sobre água, pesca, uso do solo, infraestrutura e vulnerabilidade social.

3.6.2 Marco Jurídico e Institucional Binacional

O marco jurídico binacional está estruturado por um conjunto relativamente coeso de instrumentos. O mais importante é o Tratado de Cooperação para o Aproveitamento dos Recursos Naturais e o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (1977), aprovado no Brasil pelo Decreto Legislativo nº 109/1977 e promulgado pelo Decreto nº 81.351/1978, e no Uruguai pelo Decreto-Lei nº 14.748/1977. Esse Tratado estabelece a base jurídica da cooperação, define objetivos de desenvolvimento e manejo compartilhado e atribui papel central à Comissão Mista da Lagoa Mirim (CLM), concebida como órgão responsável por estudar, propor e acompanhar ações na bacia.

O segundo instrumento-chave é o Protocolo para o Aproveitamento dos Recursos Hídricos do Trecho Limítrofe do Rio Jaguarão, aprovado no Uruguai pelo Decreto-Lei nº 14.749/1977. O Protocolo aprofunda o regime jurídico de um trecho limítrofe estratégico e estabelece bases para regulação de níveis, controle de cheias, navegabilidade, irrigação e possíveis aproveitamentos múltiplos, reforçando a necessidade de coordenação estreita entre ambos os países em obras e intervenções com efeitos binacionais.

A isso soma-se o Estatuto da CLM, que organiza a composição, as funções e o funcionamento da Comissão, conferindo-lhe capacidade jurídica e facilidades operacionais para cumprir suas atribuições. O informe assinala que esse marco binacional é robusto, mas foi concebido historicamente com forte

ênfase em infraestrutura, navegação e irrigação, e hoje precisa ser reinterpretado à luz da gestão integrada de recursos hídricos, da conservação dos ecossistemas, da mudança do clima e da justiça hídrica.

No Brasil, cabe distinguir os papéis do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) e da ANA em relação ao ADT. O MIDR, por meio da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, atua como órgão coordenador brasileiro diretamente e a ANA, por sua vez, desempenha papel de instituição técnica de referência em recursos hídricos, fonte de dados qualificada e participante das discussões técnicas, podendo atuar como potencial apoiadora de ações de cooperação decorrentes da ADT/PAE.

Estruturas de governança

Níveis nacional, subnacional e binacional



- Política Nacional de Recursos Hídricos;
- SINGREH, que integra o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os organismos estaduais e os comitês de bacia;
- Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), que abriga a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH).



- Lei Estadual no 10.350/1994;
- Comitê Mirim-São Gonçalo;
- Lei da política nacional do meio ambiente;
- Lei do código florestal;
- Resolução CONAMA: n 357/2005 e n 396/2008.



- Política Nacional de Águas, sob a liderança do Ministério do Ambiente e da DINAGUA;
- Conselhos Regionais de Recursos Hídricos e das Comissões de Bacia e Aquíferos;
- Decretos: Conselhos Regionais; Comissões de Bacia;
- Leis: Sistema Nacional de Emergências; Recursos hidrobiológicos; Ministério do Ambiente.



Comissão Mista da Lagoa Mirim (CLM) atua como ponte e síntese entre as governanças.

Figura 3.21. Diferentes níveis das estruturas de Governança na BHLMLC.

3.6.3 Estruturas de governança: níveis nacional, subnacional e binacional

O informe mostra que a principal assimetria estrutural da bacia deriva do contraste entre o modelo federativo brasileiro e o modelo unitário uruguaio (Figura 3.21). No Brasil, a Constituição de 1988 distingue entre águas de domínio da União e águas de domínio estadual; para a Lagoa Mirim, o rio Jaguarão e o Canal São Gonçalo, a gestão federal é central. A Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o SINGREH, integrando o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os organismos estaduais e os comitês de bacia. Atualmente, o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) ocupa um lugar relevante na governança hídrica federal, tanto por abrigar em sua estrutura a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) quanto por sua vinculação com o CNRH e com agendas estratégicas de infraestrutura

hídrica, revitalização de bacias, irrigação e segurança hídrica. A Lei nº 9.984/2000 consolidou a ANA como autoridade federal da água, enquanto a estrutura atual do MIDR reconhece expressamente a SNSH como uma de suas secretarias nacionais e a ANA como órgão vinculado.

No plano subnacional, o Rio Grande do Sul organiza-se pela Lei Estadual nº 10.350/1994, que cria o sistema estadual e dá suporte ao Comitê Mirim–São Gonçalo, ator-chave na territorialização da governança hídrica. Além disso, o marco brasileiro conecta-se com normas ambientais e setoriais como a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), a Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020 (saneamento), a Resolução CONAMA nº 357/2005, a Resolução CONAMA nº 396/2008 e a Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal).

No Uruguai, a base estrutural é dada pela reforma constitucional de 2004 (art. 47), que reconhece a água e o saneamento como direito humano fundamental e estabelece a gestão por bacia com participação social. A Lei nº 18.610/2009 consolidou a Política Nacional de Águas, sob a liderança do Ministério do Ambiente e da DINAGUA, e com a criação dos Conselhos Regionais de Recursos Hídricos e das Comissões de Bacia e Aquíferos. O informe também destaca o papel do Plano Nacional de Águas, aprovado pelo Decreto nº 205/017, e de outras normas relevantes como o Decreto nº 263/011 (Conselhos Regionais), o Decreto nº 258/013 (Comissões de Bacia), a Lei nº 18.621/2009 (Sistema Nacional de Emergências), a Lei nº 19.175/2013 (recursos hidrobiológicos) e a Lei nº 19.889/2020 (criação do Ministério do Ambiente). O modelo uruguaio apresenta maior uniformidade normativa interna, mas também depende de articulação intersetorial para integrar água, meio ambiente, ordenamento territorial, pesca e clima.

Na escala binacional, a CLM ocupa a posição de ponte e síntese. No entanto, o informe sustenta que a articulação prática entre a Comissão, a ANA, o Comitê Mirim–São Gonçalo, a DINAGUA, o CRRH-LM e as comissões de bacia uruguaias ainda é insuficiente. Esse é um dos principais nós da governança: a existência de instituições não garante, por si só, seu funcionamento como sistema integrado.

3.6.4 Temas Prioritários de Gestão Integrada na Bacia da Lagoa Mirim

O capítulo sobre temas prioritários do Informe Temático deixa claro que a governança deve ser lida a partir de problemas concretos do território, e não apenas a partir do plano jurídico-formal. Entre os principais temas destacam-se: qualidade da água, eutrofização e contaminação pontual e difusa; pesca, aquicultura e recursos pesqueiros; uso do solo, agricultura irrigada e florestas; biodiversidade, áreas úmidas e serviços ecossistêmicos; mudanças climáticas, variabilidade hidrológica e riscos; infraestrutura hídrica, hidrovias e obras de engenharia; turismo, patrimônio cultural e territórios hidrossociais; e aspectos sociais, equidade e grupos vulneráveis.

O informe enfatiza que esses temas não devem ser analisados de maneira setorial. A intensificação da agricultura irrigada, a contaminação difusa, a expansão da infraestrutura hidráulica, a variabilidade climática e as tensões sobre a pesca produzem efeitos cumulativos e sinérgicos sobre a qualidade da água, os níveis, a biodiversidade, a saúde, a segurança hídrica e os meios de vida. Nesse

sentido, a gestão integrada implica articular água, meio ambiente, produção, saneamento, saúde, pesca, clima e território sob uma lógica de bacia e de cooperação transfronteiriça.

3.6.5 Principais divergências, assimetrias e conflitos potenciais

O informe identifica como divergência estruturante a defasagem entre o federalismo brasileiro e a centralização uruguaia. Essa diferença não implica incompatibilidade, mas gera ritmos distintos de decisão, encadeamentos administrativos diferentes e percepções de unilateralidade em situações críticas. No Brasil, as decisões relevantes podem exigir coordenação entre União, estado e, em alguns casos, municípios; no Uruguai, a decisão é mais linear no plano nacional, embora dependa de articulações intersetoriais e territoriais (Figura 3.22).

Uma segunda assimetria é técnica e procedimental: critérios, parâmetros, classificações, rotinas de monitoramento, calendários administrativos e formatos de informação diferem entre os dois países. O informe insiste que o risco não surge da existência das diferenças em si, mas da falta de protocolos de coordenação, instrumentos de tradução técnica e canais estáveis de diálogo que permitam que essas diferenças não se convertam em conflitos operacionais. Isso é particularmente sensível na qualidade da água, monitoramento, outorgas, pesca, obras hidráulicas e gestão de eventos extremos.

Entre os conflitos potenciais destacam-se: tensões entre irrigação e níveis ecológicos; diferenças nos critérios de qualidade da água e controle de vertimentos; deslocamentos do esforço pesqueiro ou divergências em períodos de defeso; impactos cumulativos de dragagens, canais e obras de infraestrutura; e respostas não coordenadas frente a secas, cheias ou crises de qualidade da água. O informe mostra que a bacia funciona como um sistema socioecológico integrado e que, portanto, as pressões não se manifestam de forma isolada.



Figura 3.22. Principais Desafios à Governança Hídrica Binacional na Bacia da Lagoa Mirim.

Tabela 3.06. Convergências, Divergências e Ações-Ponte para Governança Binacional.

Eixo	Convergências Estruturais	Divergências Operacionais	Risco para a Bacia	Ação-Ponte Estratégica
Princípios e direitos (7.1)	Água como bem público; participação; uso múltiplo; sustentabilidade	Constitucionalização explícita no Uruguai; modelo federativo no Brasil	Assimetria na tradução institucional das decisões	Declaração binacional de princípios operativos aplicáveis à bacia
Estruturas de governança (7.2)	Sistemas formais consolidados; colegiados participativos	Federação brasileira vs. centralização uruguaia	Descompasso decisório	Protocolo de coordenação multinível para temas binacionais
Gestão quantitativa (7.3)	Outorga/permissão; critérios técnicos; instrumentos formais	Crítérios de nível e vazão distintos; sistemas separados	Conflito em cenários de escassez	Núcleo mínimo binacional de variáveis e regras de referência
Qualidade da água (7.4)	Padrões legais; controle de efluentes; licenciamento	Classificações e parâmetros diferentes	Incoerência de metas ambientais	Tabela de equivalência normativa e pontos críticos comuns
Sistemas de informação (7.5)	Dados públicos; sistemas estruturados	Falta de interoperabilidade	Assimetria informacional	Protocolo binacional de interoperabilidade e metadados
Participação social (7.6)	Participação como princípio estruturante	Cadeias decisórias diferentes	Baixa efetividade em temas transfronteiriços	Mecanismo de consulta cruzada entre instâncias nacionais
Pesca e biodiversidade aquática (7.7)	Regulação formal; vedas/defesos; conservação	Calendários e instrumentos administrativos distintos	Deslocamento de esforço pesqueiro	Calendário binacional baseado em biologia reprodutiva
Uso do solo e contaminação difusa (7.8)	Marcos territoriais e ambientais consolidados	Integração água-território desigual	Impactos cumulativos invisíveis	Mapa binacional de áreas críticas e boas práticas harmonizadas
Infraestrutura e risco (7.9)	EIA, licenciamento e sistemas de risco	Procedimentos distintos e tempos decisórios diferentes	Impactos cumulativos e eventos extremos	Protocolo binacional de impactos cumulativos e eventos críticos
Áreas protegidas e compromissos internacionais (7.10)	SNUC e SNAP; Ramsar; metas internacionais comuns	Integração desigual com decisões hídricas	Degradação por impactos externos	Indicadores binacionais de integridade ecológica

3.6.6 Lacunas normativas e institucionais que afetam a governança da bacia

O principal achado do informe é que as lacunas mais relevantes não são de natureza legislativa, mas sim de interoperabilidade técnica, articulação institucional e operacionalização binacional. Persistem lacunas em monitoramento, sistematização e compartilhamento de informações; ausência de mecanismos permanentes para tratar impactos cumulativos e eventos críticos; e baixa integração entre água, meio ambiente, pesca, uso do solo e clima. As redes de monitoramento não cobrem de forma homogênea toda a bacia, as séries nem sempre são comparáveis e a integração entre dados de quantidade e qualidade da água é limitada, o que gera incertezas em decisões sobre classificação, vertimentos, riscos e adaptação.

Também se registram lacunas na articulação entre espaços participativos e a escala binacional, assim como na tradução de compromissos formais em rotinas operacionais verificáveis. O principal gargalo, nas palavras do próprio informe, não é a ausência de conhecimento, mas sim a capacidade de converter conhecimento em decisões coordenadas e verificáveis no espaço binacional.

3.6.7 Lacunas e oportunidades a registrar no capítulo

As principais lacunas a registrar são: coordenação insuficiente entre instâncias nacionais, subnacionais e binacionais; fragilidades na integração dos sistemas de informação e monitoramento; distância entre o desenho formal da participação e sua efetividade prática; e baixa integração entre políticas de água, meio ambiente, pesca, uso do solo e clima. Essas lacunas explicam por que uma base jurídica robusta ainda não se traduziu plenamente em uma governança operativa de bacia.

Ao mesmo tempo, o informe identifica oportunidades claras. A primeira é a própria existência de uma base normativa altamente compatível para a cooperação. A segunda é a presença de instituições técnicas e comunidades científicas capazes de sustentar monitoramento, avaliação e planejamento. A terceira é o momento político-institucional aberto pelo Projeto GEF/FAO, que pode contribuir para revitalizar a CLM, aproximá-la dos comitês e conselhos de bacia e fortalecer uma governança multinível mais integrada (Tabela 3.06).

3.6.8 Síntese Integrada e Perspectiva Estratégica da Governança da Bacia da Lagoa Mirim

Em síntese, a governança territorial e dos recursos hídricos da Bacia da Lagoa Mirim apoia-se em um arcabouço jurídico e institucional sólido, construído sobre o Tratado de 1977, o Protocolo do Rio Jaguarão, a CLM, a Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil (Lei nº 9.433/1997), a Política Nacional de Águas do Uruguai (Lei nº 18.610/2009) e um amplo conjunto de normas ambientais, de saneamento, pesca, mudança do clima e participação. Essa base permite afirmar que a bacia não precisa partir do zero nem requer, no imediato, uma nova grande arquitetura normativa.

A perspectiva estratégica, portanto, não é a de criação de novas instituições isoladas, mas sim de harmonização funcional, coordenação multinível e fortalecimento operativo. A governança da bacia deve avançar de uma cooperação predominantemente normativa para uma cooperação operacional estruturada, baseada em informação compartilhada, protocolos estáveis, mecanismos de acompanhamento, articulação entre escalas e maior integração entre água, meio ambiente, produção, infraestrutura, clima e participação.

Nessa transição, a CLM aparece como o eixo institucional mais importante, não apenas por sua base histórica e jurídica, mas também por seu potencial de articular de forma mais efetiva as capacidades já existentes em ambos os países (Figura 3.23).

4 EIXOS ESTRUTURANTES

Bacia da Lagoa Mirim

Regime jurídico e interesse coletivo



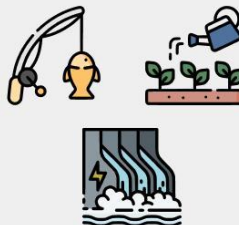
Sujeito a regime jurídico especial e prevalência do interesse coletivo

Direito humano à água



Propriedade para consumo humano

Uso múltiplo das águas



Abastecimento, irrigação, energia e lazer

Participação social



Gestão participativa e descentralizada

Figura 3.23. Eixos Estruturantes da Governança da Água na Bacia da Lagoa Mirim.

4. QUESTÕES E PROBLEMAS TRANSFRONTEIRIÇOS

4.1. Problemas Compartilhados e Problemas Transfronteiriços

4.1.1 Antecedentes para a identificação das questões transfronteiriças prioritárias

A identificação preliminar dos problemas transfronteiriços na Bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras foi baseada em três fontes principais: (i) o documento do projeto (PRODOC), (ii) estudos e consultorias técnicas desenvolvidos durante a fase preparatória do projeto e (iii) os aportes de atores institucionais e técnicos coletados durante o *Workshop* Inicial do projeto. Além disso, o PRODOC estabeleceu como base conceitual que a elaboração da Análise Diagnóstica Transfronteiriça (ADT) deveria identificar os principais problemas ambientais, sociais, econômicos e de governança que afetam a bacia, bem como suas causas, pressões e impactos, com o objetivo de orientar posteriormente a formulação do Programa de Ações Estratégicas (PAE/SAP).

Durante a fase de preparação do projeto e nas consultas iniciais com atores institucionais do Brasil e do Uruguai, foram apontadas diversas preocupações relacionadas ao estado e ao uso dos recursos hídricos na bacia. Entre os aspectos identificados destacam-se: o desequilíbrio entre oferta e demanda de água, especialmente durante o período de irrigação do arroz; a deterioração da qualidade da água associada ao aporte de nutrientes e possíveis contaminantes; a pressão de atividades produtivas altamente dependentes da água; a insuficiência de tratamento de efluentes; e os riscos associados a novas infraestruturas hidráulicas e a eventos hidrometeorológicos extremos.

De forma complementar, o *Workshop* Inicial do projeto, realizado em julho de 2024, permitiu reunir contribuições de especialistas e representantes institucionais de ambos os países. Essas contribuições foram sistematizadas em três grandes dimensões (ambiental, socioeconômica e de governança) em correspondência com os temas previstos no PRODOC.

No âmbito ambiental, destacaram-se questões relacionadas às condições dos recursos hídricos, incluindo aspectos de quantidade e qualidade da água, processos de eutrofização, contaminação difusa associada à agricultura, falta de monitoramento de determinados contaminantes e degradação da vegetação ripária. Também foram mencionados riscos associados à fragilidade das zonas úmidas, à perda de biodiversidade, ao uso de agroquímicos e aos impactos da variabilidade climática, como inundações, secas e elevação do nível do mar.

Na dimensão socioeconômica, foram destacadas preocupações relacionadas ao estado dos recursos pesqueiros, à escassez de informações sobre as populações de peixes, à pesca ilegal e aos impactos de espécies exóticas invasoras. Além disso, surgiram temas vinculados à pobreza, ao acesso a recursos, às questões de gênero e às atividades produtivas dependentes dos recursos naturais da bacia. Da mesma forma, surgiram tensões em relação ao declínio da produção pecuária, especialmente a produção familiar e o modo de vida rural tradicional.

Em relação à governança, evidenciou-se a necessidade de fortalecer os instrumentos de planejamento e gestão territorial, aprimorar a coordenação entre setores e entre os dois países, reforçar a aplicação da legislação existente e ampliar os mecanismos de participação social nos processos de tomada de decisão relacionados à gestão dos recursos hídricos.

Adicionalmente, durante o *Workshop* Inicial emergiram alguns temas transversais não contemplados explicitamente no PRODOC, como os impactos na saúde associados ao uso de pesticidas, a necessidade de maior comunicação e sensibilização da sociedade, e os possíveis impactos ambientais de obras de infraestrutura hidráulica e de transporte na bacia.

Em conjunto, esses antecedentes constituem a base inicial para a identificação e priorização das questões transfronteiriças da bacia, que serão posteriormente analisadas em maior profundidade por meio da elaboração de cadeias causais e da avaliação de seus impactos ambientais, sociais e econômicos no âmbito da ADT.

4.1.2 Apresentação dos temas e subtemas

A identificação das problemáticas transfronteiriças na BHLMLC resultou de um processo integrado que combinou análises técnicas, revisão de relatórios temáticos e contribuições provenientes de atividades participativas realizadas no âmbito da ADT. Esse processo permitiu organizar os principais desafios socioambientais da bacia em um conjunto de sete temáticas, que refletem pressões ambientais, condições socioeconômicas e aspectos institucionais associados à gestão do território.

As temáticas foram inicialmente identificadas a partir das etapas preliminares do projeto e posteriormente discutidas e validadas durante oficinas participativas com atores sociais, instituições públicas, pesquisadores e representantes de comunidades locais. Essas atividades permitiram identificar onde e como os problemas se manifestam no território, bem como compreender suas causas, temporalidade e possíveis caminhos de solução. Para fins operacionais, os problemas ambientais e de gestão foram categorizados dentro de uma estrutura hierárquica, na qual cada tópico principal é dividido em subtópicos (Tabela 4.01) e cada subtópico é avaliado individualmente com especialistas para caracterizar seu status com base na definição de indicadores e variáveis usando o método de avaliação AHP e a lógica fuzzy (ver item 2.4).

De forma geral, os temas refletem processos inter-relacionados que envolvem mudanças no uso do solo, pressões sobre os recursos hídricos, vulnerabilidades socioambientais e desafios de governança na gestão compartilhada da bacia entre Brasil e Uruguai. A seguir são apresentadas as principais temáticas consideradas na análise.

Tabela 4.01. Hierarquização das Temáticas de interesse transfronteiriço problematizados.

TEMAS	SUBTEMAS
PERDA DA QUALIDADE DE ÁGUA	Entrada de contaminantes da produção agrícola
	Entrada de contaminantes da indústria
	Entrada de contaminantes da produção pecuária
	Entrada de contaminantes proveniente dos centros urbanos
	Entrada de contaminantes domiciliares rurais
ALTERAÇÕES E PRESSÕES NO CICLO HIDROLÓGICO	Exploração intensiva de águas subterrâneas
	<i>Captação de água superficial</i> (corpos d'água, precipitação e escoamento)
	Canalização de água para produção e mudanças no regime de inundação em banhados
	Redução da capacidade de infiltração e recarga por mudanças no uso do solo
	Vulnerabilidade de aquíferos por introdução de contaminantes nas zonas de recarga
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA	Eventos extremos de eventos de inundações urbana
	Eventos extremos de inundação que afetam áreas agrícolas
	Intensificação de secas e aumento da temperatura, derivados dos efeitos de mudanças climáticas
DEGRADAÇÃO DOS ECOSISTEMAS	Cobertura natural e ordenamento do uso do solo
	Conservação de ecossistemas e mitigação dos impactos na agricultura
	Conservação de ecossistemas e mitigação dos impactos na pecuária
	Conservação de ecossistemas e mitigação dos impactos na silvicultura
AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS PESQUEIROS	Regulamentação da atividade pesqueira
	Pesca ilegal
	Cadeias de valor e comercialização
	Conflitos de uso do recurso pesqueiro
SITUAÇÕES DE VULNERABILIDADE SOCIAL	Condições de trabalho, riscos e precariedade
	Dinâmica do desenvolvimento territorial e econômico (em um contexto de baixa diversificação da oferta de mão de obra)
	Fatores de proteção e de risco da população urbana e rural
	Perda do patrimônio cultural e étnico
	Ameaça à integração cultural e étnica
GOVERNANÇA E COOPERAÇÃO INSTITUCIONAL TRANSFRONTEIRIÇA	Harmonização normativa e equivalência técnica binacional
	Protocolos e sistemas binacionais para eventos críticos e gestão de riscos
	Coordenação interinstitucional multinível e efetividade da cooperação
	Monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados
	Planejamento binacional integrado e gestão adaptativa.
	Implementação, fiscalização e equivalência prática de <i>enforcement</i>
	Participação social institucionalizada, inclusão e legitimidade
	Sustentabilidade financeira e capacidades institucionais

Tema 1: Perda da qualidade da água

A perda da qualidade da água é um dos problemas mais amplamente reconhecidos na BHLMLC, associada principalmente ao aporte de poluentes provenientes de atividades agrícolas, pecuárias, industriais e urbanas. Durante as discussões participativas foram destacadas fontes de contaminação como esgoto urbano sem tratamento, uso intensivo de insumos agrícolas, descarte inadequado de resíduos e remoção de matas ciliares. Esses processos afetam diretamente os ecossistemas aquáticos e comprometem usos essenciais da água, como abastecimento, pesca e recreação.

Tema 2: Alterações e pressões no ciclo hidrológico

As alterações no ciclo hidrológico estão relacionadas principalmente às transformações na dinâmica natural da água na bacia, resultantes da expansão de atividades produtivas, da canalização e drenagem de áreas úmidas, da captação de água para irrigação e de intervenções na rede hidrológica. Essas mudanças podem modificar o regime de vazões, reduzir a capacidade de infiltração do solo e alterar a dinâmica natural de cheias e secas, afetando diretamente a funcionalidade dos banhados e outros ambientes aquáticos.

Tema 3: Vulnerabilidade climática

A vulnerabilidade climática na BHLMLC está associada à ocorrência crescente de eventos hidrometeorológicos extremos, como secas prolongadas, inundações e variações abruptas de temperatura. Esses eventos têm impactos significativos sobre a população, as atividades produtivas e a infraestrutura regional. A intensificação desses fenômenos, combinada com fatores como ocupação de áreas de risco e degradação ambiental, aumenta a exposição e a sensibilidade das comunidades e dos sistemas produtivos às mudanças climáticas.

Tema 4: Degradação dos ecossistemas devido às atividades humanas

A degradação dos ecossistemas na bacia está relacionada principalmente à transformação da cobertura natural do solo, à expansão de atividades agrícolas e florestais e à modificação de áreas úmidas e ambientes naturais. Esses processos podem levar à perda de habitats, fragmentação de ecossistemas e redução de serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação hídrica, manutenção da biodiversidade e proteção de áreas sensíveis.

Tema 5: Uso não sustentável dos recursos pesqueiros

Os recursos pesqueiros representam um componente fundamental da economia local e do modo de vida de diversas comunidades da bacia. No entanto, fatores como pesca ilegal, espécies invasoras, mudanças ambientais e conflitos entre diferentes modalidades de pesca têm contribuído para pressões crescentes sobre os estoques pesqueiros. Além disso, desafios relacionados à regulamentação, fiscalização e gestão binacional da pesca influenciam diretamente a sustentabilidade dessa atividade.

Tema 6: Situações de vulnerabilidade social

As situações de vulnerabilidade social identificadas na BHLMLC estão associadas a fatores como desigualdade no acesso a serviços básicos, baixa diversificação econômica, precariedade das condições de trabalho e perda de patrimônio cultural e territorial. Comunidades tradicionais, populações indígenas e pescadores artesanais foram apontados como grupos particularmente afetados por mudanças ambientais e pressões socioeconômicas na região.

Tema 7: Governança e Cooperação Institucional Transfronteiriça

A governança da bacia envolve a coordenação entre diferentes instituições, níveis de governo e atores sociais responsáveis pela gestão dos recursos naturais e pelo desenvolvimento regional. No contexto transfronteiriço da BHLMLC, desafios institucionais como falta de integração entre políticas públicas, lacunas na fiscalização, limitações em sistemas de monitoramento e ausência de instrumentos binacionais harmonizados foram apontados como fatores que dificultam a gestão integrada da bacia.

4.1.3 Valoração social da relevância dos temas e subtemas

Nas oficinas presenciais realizadas tanto no Brasil, na cidade de Pelotas, quanto no Uruguai, nas cidades de Chuy, Treinta y Tres e Lago Merín, os participantes foram convidados a avaliar os subtemas previamente identificados, com o objetivo de priorizar aqueles considerados mais relevantes para cada temática. A priorização foi realizada por meio de um exercício participativo de valoração coletiva, que permitiu identificar os subtemas percebidos como mais importantes pelos atores participantes em cada país.

A Tabela 4.02 sintetiza os resultados do processo de priorização dos subtemas realizado nas oficinas nacionais conduzidas no Brasil e no Uruguai. A partir das avaliações dos participantes, foram identificados os principais subtemas associados aos temas analisados, refletindo as percepções e preocupações dos atores envolvidos em cada país.

Tabela 4.02. Resultados da priorização dos subtemas das oficinas realizadas nos dois países.

TEMAS	SUBTEMAS	
	Uruguai	Brasil
1. Perda da qualidade da água	Aporte de contaminantes provenientes da produção agrícola.	Entrada de poluentes de produção agrícola e pecuária
	Aporte de contaminantes provenientes de centros urbanos	Entrada de poluentes da indústria
2. Alterações e Pressões no ciclo hidrológico	Redução da capacidade de infiltração e recarga devido a mudanças no uso do solo	Redução da capacidade de infiltração e recarga por mudanças no uso do solo
	Canalização de água para a produção e alteração no regime de inundação de banhados	Perturbação de pulsos naturais de inundações e secas causadas por obras hidráulicas e barreiras
	Vulnerabilidade de aquíferos por intrusão de contaminantes em zonas de recarga	Captação de água superficial (corpos de água, precipitação e escoamento)
3. Vulnerabilidade Climática: Secas, Inundações e Aumento de Temperatura	Intensificação de secas e aumento da temperatura decorrentes das mudanças climáticas	Intensificação de secas e aumento de mudanças de temperatura resultantes das mudanças climáticas
	Infraestrutura de mitigação ou adaptação urbana e rural	Eventos extremos de inundações em zonas urbanas
	Intrusão salina devido ao aumento do nível do mar	Eventos extremos de inundações que afetam áreas agroindustriais
4. Degradação de ecossistemas por atividades humanas	Erosão e sedimentação	Erosão e sedimentação
	Transformação da cobertura natural do solo (perda de habitats, espécies ameaçadas, serviços ecossistêmicos e fragmentação)	Regime de rotação de cultivos
5. Uso não sustentável de recursos pesqueiros	Pesca ilegal	Pesca ilegal
	Sobrepesca (defesos e subsídios)	Correntes de valor e comercialização
6. Situações de vulnerabilidade social	Condições de trabalho, riscos e precarização	Condições de trabalho, riscos e precariedade
	Fatores de risco da população urbana e rural	Fatores de risco da população urbano e rural
7. Governança e Cooperação Institucional Transfronteiriça	Sistemas de monitoramento e atuação frente a desastres	Sistemas de monitoramento e desempenho frente a desastres
	Espaços de participação	Espaços de participação
	Acesso a incentivos financeiros para os modelos produtivos	Limiares e valores da qualidade da água permitida

Fonte: Relatório da Oficina Nacional (FDMS/BR), 2026 e Relatório Oficinas Participativas (CURE/UY), 2026.

Além da priorização dos subtemas propostos, nas instâncias de oficina os participantes também apontaram aspectos que, sob sua perspectiva, não estavam suficientemente representados na lista inicial de temas e subtemas. Esses aportes permitiram identificar novas problemáticas e aprofundar questões relacionadas a temas previamente considerados no diagnóstico. A Tabela 4.03 apresenta as novas problemáticas mencionadas.

Tabela 4.03. Novas problemáticas mencionadas durante as oficinas nacionais.

Déficits socioeconômicos e educacionais na região.
Questões vinculadas ao modelo de desenvolvimento e produção, como concentração fundiária, ordenamento territorial em escala de bacia e avaliação de sistemas produtivos alternativos.
Ameaças ao patrimônio cultural e a sítios arqueológicos, com ênfase nos cerritos de índios e na região de Santa Vitória do Palmar.
Saúde e degradação ambiental, incluindo remoção da vegetação nativa, redução da fauna e degradação ou contaminação de nascentes.
Impactos de obras e gestão hídrica, como efeitos de infraestruturas de proteção contra inundações e a necessidade de estudos sobre regulação hídrica em áreas potencialmente inundáveis.
Falhas de coordenação em operações binacionais diante de acidentes pesqueiros e repatriações.
Dificuldades de acesso à informação por comunidades indígenas e quilombolas.
Impactos de atividades turísticas, com destaque para efeitos ambientais na Praia do Hermenegildo e impactos socioeconômicos sobre a pesca artesanal na comunidade de Santa Isabel.
Persistência do contrabando em áreas da fronteira.

Fonte: Relatório da Oficina Nacional (FDMS/BR), 2026 e Relatório Oficinas Participativas (CURE/UY), 2026.

Além de priorizar os subtópicos propostos, durante as sessões das oficinas nacionais, os participantes apontaram aspectos que, em sua perspectiva, não estavam suficientemente representados na lista inicial de tópicos e subtópicos. Essas contribuições permitiram a identificação de novos problemas e uma exploração mais aprofundada de questões relacionadas a tópicos previamente considerados na fase de diagnóstico. Os novos problemas mencionados são apresentados na lista a seguir.

Os participantes também mencionaram aspectos ou subtemas adicionais relacionados aos temas previamente identificados.

- Em Qualidade da Água, os participantes indicaram que existem mais informações disponíveis do que as atualmente utilizadas e ressaltaram a necessidade de harmonizar critérios binacionais para avaliação da qualidade da água. A baixa qualidade da água impacta o abastecimento, a pesca, o lazer e práticas culturais, afetando diretamente comunidades tradicionais e a biodiversidade. Foram mencionadas ações prioritárias como saneamento, proteção de nascentes, restauração de matas ciliares, fiscalização e participação comunitária.
- Em Alterações e pressões sobre o Ciclo Hidrológico, foi ressaltado que mudanças no regime das águas afetam diretamente a pesca artesanal e a subsistência de famílias locais. A perda das funções ecológicas dos banhados aumenta o risco de enchentes e gera impactos culturais, territoriais e cosmológicos para comunidades tradicionais. Foi destacada a necessidade de gestão integrada, fiscalização e consulta prévia.

- Em Vulnerabilidade Climática, apontou-se a necessidade de avaliar os benefícios econômicos reais das principais atividades produtivas (arroz e silvicultura) para a população local, além da implementação de planos efetivos de contingência e da melhoria no acesso e recuperação de dados ambientais.
- No tema de Agroecossistemas, foram mencionados problemas como a perda de pastagens naturais, o sobrepastoreio, a perda de biodiversidade em zonas úmidas associada ao uso de agrotóxicos e a subvalorização dos recursos genéticos nativos, sugerindo alternativas produtivas mais adaptadas à região. Abordou-se também a questão do êxodo rural ou do abandono de terras agrícolas por famílias de pecuaristas devido a mudanças no uso da terra.
- Em relação ao tema Ameaças à Sustentabilidade Dos Recursos Pesqueiros, os pescadores destacaram a necessidade de revisar a legislação (especialmente no que se refere ao bagre), harmonizar a normativa pesqueira entre Brasil e Uruguai, fortalecer o controle de espécies invasoras e considerar os impactos da hidrovia e das dragas. Também foi levantada a necessidade de revisar o período de defeso, que, embora seja considerado importante, é percebido como insuficiente frente às pressões atuais sobre a pesca e à perda de renda. Além disso, foram mencionados problemas relacionados à pesca ilegal, como fraudes no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP) no Brasil e sua utilização para práticas ilícitas.
- No tema Situações de Vulnerabilidade Social, destacaram-se a centralização das decisões em Montevideu, a falta de desenvolvimento do turismo como alternativa econômica e a necessidade de reconhecimento e valorização dos povos indígenas, incluindo a proteção de seus territórios, culturas e patrimônio arqueológico. Também foi ressaltada a relação entre vulnerabilidade social, falta de oportunidades, racismo e invisibilidade institucional.
- Por fim, quanto às Limitações de governança, foi destacada a necessidade de fortalecer a cooperação binacional, com normas comuns para a pesca, fiscalização mais rigorosa do Registro Geral da Pesca (RGP) e políticas de apoio à renda durante o defeso. Também foi enfatizada a importância de integrar políticas de segurança, meio ambiente, pesca artesanal, agropecuária e desenvolvimento regional, reconhecendo que vulnerabilidades sociais estão diretamente ligadas às falhas na governança ambiental e territorial.

Esses aportes permitiram ampliar e complementar as problemáticas inicialmente identificadas, incorporando perspectivas e preocupações apontadas pelos atores participantes nas oficinas. As temáticas e aspectos levantados constituíram, assim, um insumo para a análise das problemáticas da BHLMLC.

4.2. Priorização multicritério (GEF-PEIR)

A priorização multicritério realizada no âmbito do enfoque GEF-PEIR constitui uma ferramenta fundamental para integrar, de forma sistemática, a informação disponível sobre os diferentes temas e subtemas que afetam a bacia, permitindo avaliar seu estado atual e orientar a tomada de decisões.

4.2.1. Índice de Estado de subtemas

O Índice de Estado dos subtemas foi construído com base em indicadores ambientais, hidrológicos, produtivos e socioeconômicos, avaliados por meio de limiares qualitativos que representam diferentes níveis de pressão, degradação ou conservação. Os resultados indicam uma heterogeneidade entre os subtemas, com condições mais críticas associadas às atividades agropecuárias, ao saneamento rural insuficiente, à vulnerabilidade dos aquíferos e às desigualdades socioeconômicas. Por outro lado, alguns subtemas apresentam estados intermediários, relacionados principalmente a limitações de informação ou à implementação ainda incipiente de medidas de gestão. O índice, portanto, sintetiza o estado atual do sistema e permite identificar lacunas de conhecimento e áreas prioritárias para intervenção (Tabela 4.04).

Tabela 4.04. Índices de Estado dos Temas e subtemas elencados como prioritários na BHLMLC

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
1.1 Produção agrícola	Concentração de fósforo total (µg/L)	1	Concentrações elevadas de fósforo total na água (>50 µg/L), indicando forte enriquecimento por nutrientes e alto potencial de eutrofização, com possibilidade de proliferação de algas e macrófitas aquáticas.	1
	Nitrogênio total (mg/L)	1	Concentrações elevadas de nitrogênio total na água (> 1 mg/L), indicando forte enriquecimento por nutrientes e alto risco de eutrofização, com potencial proliferação de algas e degradação da qualidade da água.	
	Pesticidas detectados	1	Presença confirmada de pesticidas em corpos hídricos da BHLMLC, incluindo substâncias de uso restrito ou proibido pelo seu alto impacto ambiental, associado ao uso intensivo de agroquímicos. São evidenciados brechas na cobertura e profundidade do monitoramento de agroquímicos.	
1.2 Indústria	DBO5 (mg/L)	0,7	Concentrações elevadas de DBO5 (>10 mg/L), indicando alta carga de matéria orgânica e forte influência de efluentes domésticos ou industriais.	0,6
	Percentagem de indústrias com tratamento adequado	0,5	Cobertura intermediária de tratamento (40–80%), sugerindo controle parcial das descargas.	
	DQO (mg/L)	0,7	Concentrações elevadas de DQO (>100 mg/L), indicando grande quantidade de matéria orgânica e substâncias oxidáveis.	
1.3 Produção pecuária	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	0,9	Concentrações elevadas (>2000 NMP/100 mL), indicando forte contaminação fecal.	0,9

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Turbidez (NTU)	0,8	Altos valores de turbidez (>50 NTU), indicando elevada presença de sedimentos e partículas em suspensão.	
	Carga de nutrientes de esterco (kg N-P/ha/año)	1	Aporte anual elevado de nutrientes provenientes de dejetos animais (>150 kg N-P/ha/ano), indica alta pressão da atividade pecuária e maior potencial de lixiviação ou escoamento de nutrientes para o solo e os corpos d'água.	
1.4 Centros urbanos	% de águas residuais tratadas	0,5	60% de cobertura para o Uruguai, cobertura intermediária de tratamento (40–80%).	0,5
	Coliformes em rios urbanos	0,5	Concentrações moderadas (1000–2000 NMP/100 mL)	
	Carga orgânica urbana descartada (kg DBO/dia)	0,6	Carga orgânica intermediária (30–60 g DBO/dia). Não há disponibilidade desse dado para a porção brasileira da bacia. Entretanto, com base em informações técnicas e dados de carga orgânica disponíveis, especialistas indicam a possibilidade de inferências indiretas. Ainda assim, essa variável não se encontra sistematizada nem explicitamente reportada no âmbito dos estudos da bacia.	
1.5 Domicílios rurais	Porcentagem de moradias rurais sem saneamento	1	Alta proporção de moradias rurais sem saneamento (>50%). Para o Uruguai a cobertura de moradias é cerca de 2%, para o Brasil não há informação precisa, mas estima-se que o valor seja o mesmo ou próximo a 2%.	1
	Coliformes em poços rurais	1	Alta presença de coliformes (>100 NMP/100 mL), indicando contaminação fecal significativa.	
	Inventário de poços vulneráveis	1	Grande proporção de poços identificados como vulneráveis à contaminação (>50%),	
2.1 Exploração intensiva de águas subterrâneas para produção	Volume disponível em uso nos poços	0,5	O volume anual extraído aproxima-se do volume de recarga (50–100%), o que sugere uma pressão significativa sobre o aquífero e um risco de desequilíbrio se aumentar a extração ou diminuir a recarga.	0,5
	Tendência do nível piezométrico (cm/ano)	0,4	Variações moderadas do nível piezométrico (entre -20 y +20 cm/ano), o que sugere condições relativamente estáveis, com possíveis flutuações associadas à variabilidade climática ou extração, planície costeira não tem variação (aquífero livre próximo de zero) - já no fraturado, depende da recarga da chuva, - que dependeria da modelagem que não temos informação	
	Número de poços não declarados ou sem controle	0,9	Grande número ou proporção de poços não declarados, indicando baixo controle institucional e alto risco de extração não controlada.	
2.2 Captação de água superficial (corpos d'água, precipitação e escoamento)	Relação precipitação x consumo	0,6	Proporção intermediária de armazenamento em relação ao escoamento total, indicando regulação moderada do sistema hidrológico.	0,6
	Redução da vazão disponível nos cursos d'água	0,6	Redução moderada da vazão disponível nos cursos d'água. Através de medições de vazão nos cursos d'água, curvas de frequência podem ser determinadas para analisar o impacto da captação de água superficial no regime de vazão.	
	Número e densidade de obras de captação superficial (por km ²)	0,7	Alta densidade de obras de captação superficial, indicando forte pressão sobre os recursos hídricos e maior alteração potencial do regime de vazões. Para estimativa precisa deve-se realizar o levantamento	

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
			total de obras e inventário de canais na bacia hidrográfica.	
2.3 Canalização de água para produção e alteração do regime de inundação de áreas úmidas	Comprimento de canais construídos ou ampliados (km/ano)	0,6	Extensão moderada de novos canais ou ampliações, indicando intervenção intermediária no sistema hidrológico, falta ou carência de informações para ambos os países para uma estimativa mais precisa.	0,7
	Modificação do regime hidrológico		Considerado vazio de informação, é necessária a construção de modelos hidrológicos para a resposta precisa deste indicador.	
	Superfície de áreas úmidas com drenagem artificial	0,8	Alta proporção da superfície de áreas úmidas com drenagem artificial, indicando forte alteração dos ecossistemas e perda de funções ecológicas.	
2.4 Redução da capacidade de infiltração e recarga por mudanças no uso do solo	Porcentagem de superfície impermeabilizada ou compactada	0,6	Considerando a ausência de dados específicos para a bacia, adotou-se um valor intermediário com base em análises de outras bacias de características semelhantes. Esse valor também se fundamenta na estimativa de que aproximadamente 28% da superfície da bacia encontra-se sob uso produtivo (excluindo áreas urbanas), indicando uma proporção intermediária de áreas impermeabilizadas ou compactadas e, conseqüentemente, uma pressão moderada sobre o regime hidrológico.	0,7
	Coefficiente de escoamento (runoff coefficient)	0,7	Coefficiente de escoamento elevado, indicando alto escoamento superficial e baixa infiltração, geralmente associado a superfícies impermeabilizadas ou solos degradados	
	Taxa de infiltração (mm/h) em solos agrícolas/florestais	0,8	Baixa taxa de infiltração, indicando compactação ou degradação do solo, com maior tendência ao escoamento superficial e erosão.	
2.5 Vulnerabilidade de aquíferos por intrusão de contaminantes em zonas de recarga	Indicativo de contaminação por usuário do poço	0,4	Registro de contaminação por parte do usuário, sugerindo pressão por fontes difusas de nutrientes.	0,6
	Presença de contaminantes prioritários (agroquímicos,, metais pesados)	0,5	Presença ocasional ou concentrações moderadas de contaminantes, sugerindo pressão química sobre o aquífero.	
	Porcentagem de superfície de zonas de recarga com atividades de risco	0,9	Alta proporção das zonas de recarga ocupadas por atividades de risco, indicando elevada vulnerabilidade à contaminação da água subterrânea.	
3.1 Eventos extremos de inundações em zonas urbanas	Frequência anual de eventos de inundação	0,7	Eventos ocasionais de chuvas extremas, drenagem urbana parcialmente adequada, impacto localizado em bairros urbanos.	0,6
	Porcentagem de população expostas em zonas de inundação	0,6	Alguns assentamentos estão localizados em áreas baixas, sofrendo inundações ocasionais durante eventos extremos, e danos localizados em bairros ou infraestrutura.	
	Instalação e manutenção de estações de monitoramento hidroclimatológico para coleta de	0,5	Existência de algumas estações de monitoramento, com cobertura limitada, monitoramento meteorológico básico, manutenção irregular e uso parcial das informações geradas.	

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	dados de precipitação, nível da água, direção e velocidade do vento, radiação solar, umidade e temperatura do ar			
3.2 Eventos extremos de inundações que afetam áreas agrícolas	Superfície agrícola afetada por inundações (ha/evento)	0,5	Frequência de ocorrência de eventos entre um e cinco anos, com variação do nível da água em bacias agrícolas entre 0,5 m e 1,5 m, proporção de áreas agrícolas localizadas em zonas inundáveis entre 10% e 30% e capacidade de drenagem (natural ou por infraestrutura) considerada moderada.	0,5
	Frequência de inundação em áreas produtivas	0,5	Variabilidade interanual significativa de precipitações, parte das áreas produtivas localizadas em zonas baixas, inundações pontuais em anos úmidos	
	Variação do nível da água em bacias agrícolas (m)	0,5	Inundações ocasionais associadas a chuvas intensas, inundações temporárias em áreas agrícolas. Variação estimada do nível da água: 0,5 m - 1,5 m.	
3.3 Intensificação de estiagem e aumento da temperatura derivados das mudanças climáticas	Anomalia de precipitação anual (%)	0,8	Intensificação da variabilidade interanual, eventos extremos recorrentes, alterações marcadas na distribuição temporal de chuvas,	0,7
	Anomalia de temperatura média anual (°C)	0,8	Incremento marcado da temperatura média anual, eventos de calor extremo recorrentes, impacto evidente sobre os recursos hídricos, os sistemas produtivos e a estabilidade de ecossistemas.	
	Índice de Severidade de Estiagem (SPEI/SSI)	0,5	Variabilidade interanual significativa, alternância de períodos secos e úmido, episódios de déficit hídrico ocasionais	
4.1 Cobertura natural e ordenamento do uso de solo	Uso agropecuário	0,9	Não existem instrumentos binacionais de planejamento ambiental que harmonizem as disposições nacionais sobre o uso da terra na bacia transfronteiriça. Além disso, as atuais disposições sobre o uso da terra são insuficientes para garantir a conservação da biodiversidade, dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos, em particular a proteção dos recursos hídricos e seus ciclos associados. As regulamentações de cada país geram impactos diferenciados na bacia.	0,86
	Transformação da cobertura natural	0,8	Tendência sustentada de transição da cobertura vegetal natural; recursos escassos para a proteção de ecossistemas prioritários que possuem regulamentação (florestas e zonas úmidas) e ausência de regulamentação para a proteção de ecossistemas prioritários do bioma (campos naturais).	
	Conservação ou proteção ambiental	0,9	Menos de 10% da área da bacia hidrográfica possui designação de conservação ambiental; dentro das designações de conservação existentes, não há boa representação de ecossistemas e paisagens; as áreas existentes não possuem um plano de conectividade.	
4.2 Práticas de conservação e mitigação na produção agrícola	Mitigação da erosão do solo	0,6	Os planos de uso da terra são obrigatórios no Uruguai, mas não são utilizados no Brasil; a rotação de culturas com pastagens não é obrigatória, mas é predominante no Uruguai e incipiente no Brasil; as rotações de grãos persistem, o que representa menor mitigação.	0,66

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Prevenção da poluição difusa proveniente de insumos agrícolas	0,9	Recursos e experiência limitados na medição da poluição difusa nas fontes de emissão (propriedades), implementação limitada de medidas de mitigação da poluição difusa e fiscalização fraca do uso de insumos agrícolas permitidos.	
	Integração da conectividade do ecossistema e da conservação da biodiversidade	0,6	Cobertura parcial do quadro regulamentar para a integração de medidas de conectividade ecossistêmica; baixa aplicação e apropriação de práticas pelos produtores e recursos escassos para monitoramento, boa participação do setor nas áreas de planejamento.	
4.3 Conservação e mitigação na produção pecuária em pastagens naturais	Manejo pecuário (cargas adequadas e diferimento de forragem)	0,7	Existem manuais de boas práticas que promovem a criação de gado em pastagens naturais com gestão adequada da biodiversidade para melhorar o desempenho produtivo, mas estes são mal implementados na bacia e não existe monitorização do índice de conservação do ecossistema.	0,73
	Integrando a conectividade do ecossistema e a conservação da biodiversidade.	0,5	A atividade gera impactos de médio a baixo na conectividade e na biodiversidade, mas esses critérios ainda não são levados em consideração nos planos de gestão.	
	Rendimento da produção pecuária em pastagens naturais	1	O rendimento da produção pecuária, comparado a outros sistemas de produção, não é suficiente para sustentar a permanência de pequenos produtores ou produtores familiares de gado, levando ao abandono da prática e à transformação de terras naturais em agricultura ou silvicultura.	
4.4 Conservação e mitigação na produção florestal	Demanda de água e vazão base	0,8	O Uruguai possui um sistema de zoneamento para autorização de atividades florestais com perspectiva de bacia hidrográfica (N5), mas no Brasil, o zoneamento e o licenciamento associados para atividades florestais foram dispensados em 2023. Há uma significativa carência de informações e de planejamento hidrológico para a produção florestal dentro da bacia hidrográfica.	0,76
	Prevenção da acidificação e erosão do solo	0,8	O Brasil possui poucos recursos regulatórios específicos para a prevenção de danos ambientais decorrentes da atividade florestal, enquanto o Uruguai conta com o Guia de Manejo Ambiental Florestal. No entanto, os recursos para a aplicação das normas, em particular para o monitoramento de planos de abandono e restauração após o uso da terra florestal, são limitados.	
	Integração da conectividade ecossistema-paisagem e conservação da biodiversidade	0,7	Existência de um quadro regulatório para a integração de medidas de conectividade do ecossistema; baixa aplicação e apropriação de práticas por parte dos produtores e escassez de recursos para o monitoramento.	
5.1 Regramento da atividade pesqueira	Intensidade da pressão exercida pelo esforço de pesca	0,8	Declínio contínuo nas capturas, diminuição do tamanho médio dos peixes, aumento do esforço para manter a produção, evidências de pesca ilegal.	0,7
	Eficácia e Harmonização dos Defesos	0,5	Proibições existentes, mas não harmonizadas, fiscalização irregular, cumprimento heterogêneo.	

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Eficácia do subsídio por defeso como instrumento de conservação	0.8	Dificuldades frequentes de acesso, procedimentos complexos, poucos incentivos para respeitar os defesos.	
5.2 Pesca ilegal	Nível de intensidade da supervisão administrativa da pesca	0,9	Presença institucional limitada, controles esporádicos, registro incompleto, baixa cobertura territorial.	0.7
	Harmonização dos registros binacionais de pesca / similaridade na aplicação da lei.	0.8	Registros independentes, regulamentações diferentes, auditorias descoordenadas e ausência de troca sistemática de dados.	
	% de cobertura do cadastro oficial de pescadores e embarcações	0.5	Existe um cadastro formal, a maioria do setor foi identificada, há lacunas na atualização ou inclusão, e o uso é administrativo em vez de operacional.	
5.3 Cadeias de valor e comercialização	Cadastro de iniciativas de associações de pescadores (preço justo)	0.5	Comercialização conjunta parcial, negociação ocasional de preços, infraestrutura limitada, participação ativa na governança.	0,67
	Estabilidade econômica da renda da pesca	1	Alta incerteza quanto ao recurso e sua condição, baixa capacidade de integração na cadeia de valor nacional.	
	Diversificação dos destinos comerciais (número de mercados)	0.5	2 a 3 canais ativos, vendas diretas ou regionais ocasionais, alternativas existentes, mas restritas, limitações logísticas ou sanitárias.	
5.4 Conflitos de uso do recurso pesqueiro	Existência e nível de sistematização do mapeamento de áreas com usos sobrepostos (artesanato vs. esportes)	0.5	Existem mapas parciais ou informações dispersas, identificação informal de zonas de conflito e informações não sistematizadas ou desatualizadas.	0.37
	Porcentagem de residências ribeirinhas no pertencentes a famílias tradicionalmente vinculadas a pesca artesanal	0,3	Predominam as famílias tradicionais de pescadores, há uma baixa presença de residentes externos e o tecido social da pesca permanece contínuo.	
	Proporção de atividades de pesca e turismo operadas por agentes externos em comunidades tradicionais.	0,3	A maioria das atividades é realizada por pescadores locais, com alta participação da comunidade, e os benefícios econômicos permanecem nas comunidades.	
6.1 Dinâmica do desenvolvimento	Densidade populacional rural e urbana	1	Desequilíbrio acentuado entre população e território, com forte concentração urbana ou esvaziamento rural, gerando pressão sobre infraestrutura ou fragilidade socioeconômica em áreas pouco povoadas.	0,83

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
nto territorial e econômico	Nível de diversificação das atividades econômicas locais	0,8	Predominância de um ou poucos setores econômicos, com forte dependência do setor primário e baixa diversificação produtiva.	
	Oferta de emprego e acesso	0,7	Oferta de emprego concentrada em poucos setores econômicos, com forte dependência de atividades primárias ou sazonais e assimetrias territoriais na geração de postos de trabalho.	
6.2 Fatores de proteção e de risco da população urbana e rural	% da população que vive em zonas de risco	0,7	Exposição recorrente da população a eventos de inundação, erosão ou contaminação química, com deslocamentos frequentes, impactos sanitários e grupos vulneráveis diretamente afetados.	0,73
	% de agregados familiares sem serviços básicos	1	Baixa cobertura de saneamento e drenagem, com uso predominante de soluções precárias e tratamento insuficiente de efluentes, indicando vulnerabilidade sanitária significativa.	
	Cobertura territorial de cuidados de saúde especializados (nível 2-3)	0,5	Cobertura intermediária, com presença de serviços especializados, porém com desigualdade territorial ou limitações de acesso.	
6.3 Condições de trabalho, riscos e precariedade	Nível de escolaridade da população adulta (%)	0,5	Proporção relevante de baixa escolaridade, com sinais de melhoria gradual e presença intermediária de educação superior.	0,83
	Segregação por gênero do emprego rural	1	Forte predominância masculina no emprego rural formal, com baixa participação feminina e limitada diversificação produtiva	
	Acidentes de trabalho por setor (taxa anual)	1	Ocorrência de acidentes graves ou fatais; com baixa cobertura territorial de centros hospitalares, tendência persistente e fragilidade no sistema de registro ou fiscalização.	
6.4 Ameaça à integração cultural e étnica	Diferença educacional entre a população em geral e a população rural /de gênero / indígena / quilombola / afrodescendente (%)	1	Disparidades significativas de escolaridade entre áreas urbanas e rurais ou entre grupos sociais, com concentração de baixa escolaridade em populações vulneráveis e limitada mobilidade educacional.	1
	Participação em espaços de governança por gênero e etnia	1	Baixa representatividade de grupos étnicos e de gênero nos espaços formais de governança, com ausência de mecanismos estruturados de inclusão e monitoramento da participação.	
	Reconhecimento (dos direitos) da população indígena no território	1	Ausência ou fragilidade no reconhecimento jurídico e institucional dos direitos territoriais e culturais de povos originários, com limitações à consulta, participação e proteção formal.	
6.5 Perda do patrimônio cultural e étnico	População indígena/quilombola com acesso à terra (ha/família)	1	Baixa disponibilidade de terra por família ou ausência de reconhecimento territorial formal, indicando risco de restrição ao uso do território e maior vulnerabilidade das comunidades tradicionais.	7,6

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Número de sítios arqueológicos com proteção efetiva	0,8	Número significativo de sítios arqueológicos identificados, porém com baixa proporção de proteção efetiva, ausência de delimitação clara e fragilidade nos mecanismos de monitoramento.	
	Conflitos e disputas sobre o uso de recursos naturais	0,5	Conflitos localizados ou setoriais, com mecanismos parciais de regulação e negociação, ainda que persistam tensões estruturais.	
7.1 Harmonização normativa e equivalência técnica binacional	Número de equivalência técnica entre parâmetros prioritários	0,3	Há convergência funcional entre os marcos dos dois países, mas persistem diferenças em classificações, parâmetros, ciclos regulatórios e comparabilidade dos dados; o Informe Temático recomenda construir equivalências técnicas com protocolos compartilhados de amostragem, intercalibração e tabela de correspondência binacional de parâmetros/unidades.	0,6
	Número de parâmetros sentinela acordados binacionalmente	0,8	Não foi identificada, nos documentos analisados, uma lista oficial binacional já formalizada.	
	Existência de matriz institucional oficial de correspondência normativa	0,7	Existe matriz comparativa elaborada no Informe Temático e há proposta de tabela de equivalência normativa e pontos críticos comuns, mas não se comprova ainda, nos materiais analisados, a adoção formal de uma matriz institucional binacional oficial.	
7.2 Protocolos e sistemas binacionais para eventos críticos e gestão de riscos	Existência e cobertura de protocolos binacionais por tipo de evento (seca/cheia/qualidade/intrusão/incidente),	0,8	Existem marcos nacionais de gestão de emergências e risco, mas não se identificou, no Informe Temático, um protocolo binacional plenamente consolidado e abrangente por tipo de evento para toda a bacia; o próprio informe recomenda harmonizar protocolos, critérios de níveis críticos e respostas para seca, cheia e episódios de qualidade da água/cianobactérias.	0,8
	Tempo médio de coordenação binacional (notificação → decisão conjunta),	0,8	Não foi identificado, nos documentos analisados, registro binacional padronizado que permita calcular o tempo médio de coordenação; o estado do indicador é de ausência de sistematização mensurável, associada à necessidade de compatibilizar tempos de resposta e canais operacionais.	
	Número de simulações/treinamentos binacionais e revisões pós-evento por ano,	0,8	O Relatório Temático demonstra necessidades de capacitação técnica conjunta e intercâmbio institucional, o que indica que esse componente é visto como necessário e ainda a consolida. não há evidência documental, nos materiais analisados, de rotina binacional formal e periódica de simulados/revisões pós-evento	
7.3 Coordenação interinstitucional multinível e efetividade da cooperação	Frequência de reuniões operacionais binacionais e taxa de implementação de decisões,	0,6	Existe instância formal de coordenação binacional, com a CLM como principal foro institucional, mas os documentos analisados não apresentam série consolidada sobre frequência de reuniões operacionais nem taxa sistematizada de implementação de decisões; o desafio identificado é de maior operacionalização, continuidade e verificabilidade.	0,6

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Existência de grupos técnicos permanentes por tema e produção de relatórios periódicos,	0,4	Governança binacional já conta com uma base temática concreta no âmbito da CLM, que dispõe de dois grupos técnicos: um voltado à navegabilidade, hidrovia e infraestrutura e outro voltado ao meio ambiente. Isso demonstra que existem instâncias temáticas binacionais já estabelecidas, o que fortalece o indicador quanto à existência de grupos técnicos permanentes. Assim, o estado do indicador pode ser descrito como existente e parcialmente estruturado,	
	Índice de coordenação multinível (ações com participação binacional + nacional + local),	0,8	Existe relação multinível real na bacia, envolvendo CLM, órgãos nacionais, conselhos regionais, comitês de bacia e instâncias locais; contudo, a integração prática entre esses níveis ainda está em construção e requer maior articulação funcional.	
7.4 Monitorament o integrado, interoperabilid ade e transparência de dados	Índice de interoperabilidade (metodologia, metadados, periodicidade, comparabilidade),	0,8	Brasil e Uruguai possuem sistemas nacionais e plataformas públicas de informação hídrica, identifica como principal brecha transfronteiriça a falta de interoperabilidade e de protocolos comuns para transformar dados disponíveis em informação binacional comparável; os principais gargalos são compatibilidade de séries e metadados, harmonização de parâmetros e metodologias e governança da divulgação.	0,77
	Percentual de dados publicados em formato aberto e comparável,	0,8	Ambos os países dispõem de instrumentos públicos de dados e visualização, como HidroWeb, SNIRH e Portal de Dados Abertos da ANA no Brasil, e SIA, SIH, visualizadores DINAGUA e Catálogo Nacional de Dados Abertos no Uruguai; porém, o informe destaca que a cobertura e a standardização variam e que ainda falta um conjunto mínimo binacional comparável de dados de nível, fluxo e qualidade.	
	Número de pontos críticos com monitoramento binacional e intercalibração,	0,7	As redes de monitoramento de qualidade, quantidade, sedimentos e contaminantes não cobrem homogeneamente toda a bacia e muitas vezes não são coordenadas entre os países;	
7.5 Planejamento binacional integrado e gestão adaptativa,	Planejamento binacional integrado e gestão adaptativa,	0,8	Existe base institucional, histórica e metodológica para avançar em um planejamento binacional integrado da bacia,	0,8
	Percentual de metas com linha de base e mecanismo de monitoramento,	0,8	Incorporar indicadores binacionais mínimos e interoperabilidade da informação. os documentos analisados não apresentam ainda um percentual consolidado de metas binacionais formalmente vinculadas a linha de base e monitoramento.	
	Frequência de revisões e publicação de relatórios de	0,8	Enfatizam a necessidade de previsibilidade, continuidade institucional, transparência metodológica e integração de dados, mas não evidenciam ainda uma rotina binacional formalmente consolidada de revisão	

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	progresso binacionais,		periódica e publicação de relatórios de progresso da gestão da bacia.	
7.6 Implementação, fiscalização e equivalência prática de <i>enforcement</i>	Número de ações coordenadas (ou mecanismos formais de cooperação) por ano,	0,8	Existem competências e instrumentos nacionais de fiscalização e controle nos dois países, mas o Informe Temático indica que o problema central não é falta de normas, e sim sua operação fragmentada; não foi identificado, nos documentos-base, um registro consolidado de ações coordenadas binacionais por ano nem um esforço operacional conjunto plenamente sistematizado.	0,83
	Índice de equivalência do núcleo mínimo de parâmetros fiscalizados,	0,9	Há convergência regulatória relevante entre Brasil e Uruguai no controle da qualidade da água e das fontes contaminantes, mas o Informe Temático destaca diferenças de parâmetros, ciclos de atualização, desenho de fiscalização e comparabilidade de dados; por isso, a equivalência prática ainda é parcial e depende de equivalências técnicas e protocolos comuns.	
	Taxa de conformidade em pontos críticos, por tipo de fonte (urbana/agroindustrial/difusa),	0,8	Pressões relevantes em áreas críticas da bacia, incluindo eutrofização, contaminação difusa e impactos sobre saúde, pesca e turismo, mas não apresentam uma série binacional consolidada de taxa de conformidade por tipo de fonte;	
7.7 Participação social institucionalizada, inclusão e legitimidade	Número de instâncias participativas ativas e frequência anual,	0,2	Existem instâncias participativas formais ativas na bacia, como o Comitê Mirim-São Gonçalo, o CRRH-LM e as Comissões de Cuenca, além das oficinas e espaços territoriais mobilizados; porém, o Informe Temático registra que a integração prática entre esses espaços e a CLM ainda está em construção, com percepções de baixa frequência de reuniões e dificuldade de continuidade das agendas, o que sugere funcionamento ainda pouco articulado e por vezes mais reativo do que planejador	0,5
	Índice de representatividade (setores/territórios/gênero),	0,5	A estrutura formal de participação é ampla e tripartite, incluindo usuários, sociedade civil e poder público, necessidade de ampliar a participação de segmentos mais vulneráveis e melhorar os canais de comunicação, indicando que a representatividade formal não se traduz integralmente em inclusão efetiva e influência equilibrada.	
	Taxa de devolutiva e percentual de recomendações	0,8	Não foi identificado nos documentos um sistema binacional consolidado de devolutiva contínua e rastreamento de recomendações,	
7.8 Sustentabilidade financeira e capacidades institucionais	Orçamento anual dedicado à governança/monitoramento (por país e binacional),	1	Documentos analisados não evidenciam um orçamento anual binacional permanente e consolidado para a governança/monitoramento da bacia fora do arranjo do projeto.	1

TEMAS E SUBTEMAS	Estado do indicador		Descrição do Estado	Estado do subtema
	Percentual de custos recorrentes cobertos por fonte estável,	0,8	Não foi identificado um cálculo consolidado do percentual de custos recorrentes da governança binacional coberto por fonte estável; isso sugere sustentabilidade ainda insuficientemente institucionalizada.	
	Número de capacitações binacionais/ano e estabilidade de equipes técnicas,	1	Existe demanda explícita por cooperação binacional em educação e capacitação, além de capacidades técnicas instaladas na CLM, na Agência da Lagoa Mirim/UFPEL e nas instituições de ambos os países; não apresentam série consolidada do número de capacitações por ano nem indicador formal de estabilidade das equipes, indicando necessidade de maior institucionalização e retenção de capacidades.	

4.2.2. Índice de Prioridade Transfronteiriça

O Índice de Prioridade Transfronteiriça foi elaborado com o objetivo de identificar e comparar a relevância relativa das diferentes problemáticas ambientais analisadas na bacia. O índice resulta da integração de múltiplos critérios, incluindo o caráter transfronteiriço do problema, o grau de governança e cooperação binacional necessário para sua gestão, a gravidade e urgência da situação, a população potencialmente afetada, a cobertura territorial e as tendências observadas ao longo do tempo. A partir da combinação desses fatores, foi possível estabelecer uma classificação comparativa das problemáticas, permitindo identificar aquelas que requerem maior atenção e priorização no âmbito da gestão integrada da bacia.

Os resultados evidenciam diferenças importantes entre as problemáticas analisadas na bacia (Tabela 4.05). Entre os temas avaliados, destacam-se como de prioridade muito alta a produção agrícola associada à qualidade da água, a intensificação de secas com aumento de temperatura relacionados às mudanças climáticas, a cobertura natural e ordenamento do uso do solo, bem como a sobrepesca. Esses resultados indicam que as pressões provenientes das atividades produtivas, aliadas às mudanças climáticas e às transformações no uso do território, representam os desafios mais críticos para a gestão transfronteiriça da bacia.

Problemas classificados com prioridade alta concentram-se principalmente em processos associados a contaminação e qualidade da água, ao uso do solo, às alterações do regime hidrológico, à pesca ilegal e a aspectos da vulnerabilidade social, como fatores de risco para a população e condições de trabalho. Já outras problemáticas apresentam níveis de prioridade médio ou baixo, refletindo menor gravidade relativa, menor abrangência territorial ou disponibilidade de mecanismos de gestão mais consolidados. De forma geral, os resultados indicam que as principais pressões sobre a bacia estão fortemente relacionadas às atividades produtivas e às mudanças ambientais em curso, reforçando a

necessidade de ações coordenadas entre Brasil e Uruguai para enfrentar esses desafios de forma integrada.

Tabela 4.05. Índice de prioridade dos subtemas.

TEMAS E SUBTEMAS	Transfronteiridade	Governabilidade e sinergia binacional	Gravidade (inclui urgência)	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	Índice de Prioridade Transfronteiriça	Nível de prioridade
TEMA 1. PERDA DA QUALIDADE DE ÁGUA								
1.1 Produção agrícola	1	1	1	1	1	1	0,520	Muito alto
1.2 Indústria	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,165	Médio
1.3 Produção pecuária	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,051	Baixo
1.4 Centros urbanos	1	1	1	1	0,9	0,8	0,336	Alto
1.5 Domicílios rurais	1	1	0,5	1	1	1	0,059	Baixo
TEMA 2. CICLO HIDROLÓGICO								
2.1 Extração de água subterrânea para produção	0,6	0,3	0,3	0,3	0,9	0,5	0,027	Baixo
2.2 Captação de água superficial (corpos d'água, precipitação e escoamento)	0,7	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,040	Baixo
2.3 Canalização de água para produção e alteração do regime de inundação de áreas úmidas	0,8	0,7	0,8	0,6	0,7	0,7	0,266	Alto

TEMAS E SUBTEMAS	Transfronteiridade	Governabilidade e sinergia binacional	Gravidade (inclui urgência)	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	Índice de Prioridade Transfronteiriça	Nível de prioridade
2.4 Redução da capacidade de infiltração e recarga por mudanças no uso do solo	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,288	Alto
2.5 Vulnerabilidade de aquíferos por intrusão de contaminantes em zonas de recarga	0,9	0,8	0,7	0,6	0,9	0,3	0,177	Médio
TEMA 3. VULNERABILIDADE CLIMÁTICA								
3.1 Eventos extremos de inundações em zonas urbanas	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,7	0,189	Médio
3.2 Eventos extremos de inundações que afetam áreas agrícolas	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,141	Médio
3.3. Intensificação das secas e aumento das temperaturas resultantes das mudanças climáticas	1	1	0,8	1	1	1	0,583	Muito alto
TEMA 4. DEGRADAÇÃO DOS ECOSISTEMAS								
4.1 Cobertura natural e ordenamento do uso do solo	0,9		0,7	0,8	0,7	0,9	0,421	Muito alto

TEMAS E SUBTEMAS	Transfronteiridade	Governabilidade e sinergia binacional	Gravidade (inclui urgência)	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	Índice de Prioridade Transfronteiriça	Nível de prioridade
4.2 Práticas de conservação e mitigação na produção agrícola	1	1	0,5	0,7	0,5	1	0,293	Alto
4.3 Conservação e mitigação na produção pecuária em pastagens naturais	0,4	0,6	0,5	0,5	0,9	0,7	0,067	Baixo
4.4 Conservação e mitigação na produção florestal	0,5	1	0,8	0,8	0,5	0,7	0,176	Médio
TEMA 5. AMEAÇAS À SUSTENTABILIDADE DOS RECURSOS PESQUEIROS								
5.1 Regramento da atividade pesqueira	1	0,9	1	1	0,6	0,3	0,428	Muito alto
5.2 Pesca ilegal	1	1	1	1	0,6	1	0,348	Alto
5.3 Cadeias de valor e comercialização	0,5	1	0,9	0,9	0,6	0,7	0,182	Médio
5.4 Conflitos de usos dos recursos pesqueiros	0,5	0,3	1	0,7	0,6	0,7	0,067	Baixo
TEMA 6. VULNERABILIDADE SOCIAL								
6.1 Dinâmica do desenvolvimento territorial e econômico	0,5	0,9	0,9	1	1	1	0,051	Baixo

TEMAS E SUBTEMAS	Transfronteiridade	Governabilidade e sinergia binacional	Gravidade (inclui urgência)	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	Índice de Prioridade Transfronteiriça	Nível de prioridade
6.2 Fatores de proteção e de risco da população urbana e rural	0,81	0,9	1	1	1	1	0,338	Alto
6.3 Condições de trabalho, riscos e precariedade	0,41	0,3	0,81	0,9	1	1	0,320	Alto
6.4 Ameaça à integração cultural e étnica	0,6	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,202	Alto
6.5 Perda do patrimônio cultural e étnico	1	0,81	1	0,5	1	1	0,145	Médio
TEMA 7. GOVERNANÇA E COOPERAÇÃO INSTITUCIONAL TRANSFRONTEIRIÇA NA BACIA								
7.1 Harmonização normativa e equivalência técnica binacional	0,9	0,8	0,6	0,4	0,6	0,4	0,249	Alto
7.2 Protocolos e sistemas binacionais para eventos críticos e gestão de riscos	0,9	0,2	0,9	1	0,9	0,8	0,323	Alto
7.3 Coordenação interinstitucional multinível e	0,8	0,2	0,9	1	0,9	0,8	0,360	Alto

TEMAS E SUBTEMAS	Transfronteiridade	Governabilidade e sinergia binacional	Gravidade (inclui urgência)	População afetada	Cobertura territorial	Tendência	Índice de Prioridade Transfronteiriça	Nível de prioridade
efetividade da cooperação								
7.4 Monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados	1	0,45	0,9	0,9	0,9	0,9	0,496	Muito alto
7.5 Planejamento binacional integrado e gestão adaptativa,	0,9	0,1	0,9	1	1	1	0,134	Médio
7.6 Implementação, fiscalização e equivalência prática de <i>enforcement</i>	0,9	0,2	0,9	0,8	0,5	0,9	0,150	Médio
7.7 Participação social institucionalizada, inclusão e legitimidade	0,9	0,2	0,9	1	1	0,9	0,244	Alto
7.8 Sustentabilidade financeira e capacidades institucionais	0,9	0,1	0,9	1	1	0,9	0,239	Alto

4.3. Análise causal dos problemas transfronteiriços

4.3.1. Perda da Qualidade da Água

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados à qualidade da água na bacia.

A Tabela 4.06 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.06. Problema central e problema priorizado referentes à perda da qualidade da água na bacia.

PROBLEMA CENTRAL: Deterioração da qualidade da água na bacia
PROBLEMA PRIORIZADO: Entrada de contaminantes de origem difusa

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

O estado da qualidade da água na bacia da Lagoa Mirim e Lagoas Costeiras apresenta sinais de deterioração associados à entrada de contaminantes de origem difusa e pontual, provenientes principalmente das atividades agrícolas, pecuárias, industriais e de fontes domésticas rurais. Observa-se, em diferentes setores da bacia, aumento das concentrações de nutrientes, matéria orgânica e coliformes, além do risco potencial de presença de pesticidas, o que pode desencadear processos de eutrofização e comprometer a integridade dos ecossistemas aquáticos.

A disponibilidade e sistematização das informações ainda apresentam limitações, especialmente no que se refere ao monitoramento de determinados contaminantes, como pesticidas, cuja coleta de dados é mais consolidada no lado uruguaio do que no brasileiro. Apesar dessas lacunas, evidências técnicas indicam que as pressões exercidas sobre a qualidade da água são semelhantes em ambos os países, em função da predominância de sistemas produtivos similares na bacia.

A importância transfronteiriça do problema está associada à conectividade hidrológica do sistema lagunar, que permite a propagação dos contaminantes entre os territórios, afetando de forma compartilhada os ecossistemas aquáticos e os usos da água. Essa condição exige a adoção de abordagens integradas e coordenadas entre Brasil e Uruguai, incluindo a harmonização de metodologias de monitoramento, o intercâmbio de informações e o fortalecimento da governança binacional, de modo a garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos na bacia.

Os parâmetros de qualidade da água monitorados no BHLMLC variam de acordo com o país e a instituição responsável, refletindo diferenças nas prioridades de gestão e nas capacidades analíticas. No Brasil, são monitorados rotineiramente: temperatura da água e do ar, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, fósforo total, fósforo dissolvido, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrato, clorofila-a, turbidez, alcalinidade e transparência. No Uruguai, os mesmos parâmetros físico-

químicos e biológicos são monitorados, além de compostos orgânicos como AOX e até 56 pesticidas e seus metabólitos, seguindo as diretrizes do GEMS/Water adaptadas em nível nacional (MA, 2023).

Embora ambos os países incluam indicadores físico-químicos e bacteriológicos padrão, o Brasil geralmente dá maior ênfase a indicadores relacionados ao saneamento urbano (principalmente *E. coli*), enquanto o Uruguai tem se voltado para um monitoramento mais complexo, incorporando múltiplos compostos orgânicos que permitem a detecção de impactos de atividades industriais e agrícolas. Essa disparidade no escopo dos programas limita a integração dos resultados e reforça a necessidade de padronização binacional.

Identificação das pressões, causas diretas e profundas

Relação entre subtemas

A deterioração da qualidade da água na bacia está associada a um conjunto de pressões de origem difusa e pontual, resultantes principalmente das atividades produtivas e das limitações nos sistemas de saneamento e na gestão ambiental. Entre as principais pressões destacam-se o aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo), matéria orgânica, sedimentos, coliformes e resíduos de pesticidas nos corpos hídricos.

As causas diretas estão relacionadas ao uso intensivo de fertilizantes e agroquímicos na agricultura irrigada, ao manejo inadequado de dejetos na produção pecuária, ao lançamento de efluentes industriais com tratamento insuficiente e à baixa cobertura de saneamento em áreas rurais. Essas práticas favorecem o transporte de contaminantes por escoamento superficial, infiltração e descargas diretas nos corpos d'água.

As causas profundas estão associadas ao modelo de desenvolvimento produtivo predominante na bacia, caracterizado pela intensificação das atividades agropecuárias, pela expansão da fronteira agrícola e por limitações nos instrumentos de planejamento territorial, regulação e fiscalização ambiental. Adicionalmente, observam-se assimetrias institucionais entre os países, especialmente no que se refere ao monitoramento de contaminantes, como pesticidas.

Os subtemas analisados (agricultura, indústria, pecuária e efluentes domésticos rurais) apresentam forte inter-relação, atuando de forma cumulativa e sinérgica na degradação da qualidade da água. Em conjunto, essas fontes contribuem para o aumento das cargas poluidoras e para a intensificação dos processos de deterioração ambiental na bacia, reforçando a necessidade de abordagens integradas e coordenadas de gestão.

Identificação de impactos

Gravidade

A gravidade do problema é considerada alta, em função da ocorrência de processos de eutrofização, proliferação de algas e cianobactérias, redução do oxigênio dissolvido e degradação dos

ecossistemas aquáticos. Esses impactos comprometem a qualidade ambiental e podem gerar efeitos persistentes e de difícil reversão.

População afetada

A população afetada abrange comunidades rurais e urbanas que dependem da água para abastecimento, consumo, recreação e atividades produtivas, além de pescadores artesanais, sendo que a exposição a contaminantes representa riscos à saúde humana e compromete diretamente os meios de subsistência. A degradação da qualidade da água também gera implicações sociais e econômicas, afetando toda a população, porém de forma desigual, com impactos mais acentuados sobre as mulheres, que frequentemente assumem papel central na gestão cotidiana da água no domicílio e em atividades produtivas, o que pode ampliar o tempo dedicado à sua obtenção, tratamento e manejo, aumentando a carga de trabalho não remunerado e evidenciando a dimensão social do problema na bacia.

Cobertura territorial

O problema apresenta ampla cobertura territorial, afetando diferentes setores da bacia, com variações na intensidade conforme o uso do solo e a concentração de atividades produtivas. A conectividade hidrológica contribui para a dispersão dos contaminantes, ampliando a abrangência espacial dos impactos.

Tendência

A tendência é de agravamento, associada à intensificação das atividades produtivas, ao aumento do uso de insumos agrícolas e às limitações nos sistemas de monitoramento e controle ambiental. Na ausência de medidas integradas e coordenadas, espera-se a continuidade ou intensificação da degradação da qualidade da água na bacia.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

No âmbito da BHLMLC, existem diversas respostas institucionais voltadas à mitigação da deterioração da qualidade da água, incluindo marcos legais, instrumentos de gestão de recursos hídricos, políticas ambientais e iniciativas de monitoramento. Entre as principais ações destacam-se a implementação de sistemas de monitoramento da qualidade da água, o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras, a regulação do uso de agroquímicos, programas de conservação do solo e iniciativas voltadas à ampliação do saneamento, especialmente em áreas rurais.

No Brasil, destacam-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Código Florestal, a legislação de agrotóxicos e o Marco Legal do Saneamento, enquanto no Uruguai são relevantes a Política Nacional de Águas, a legislação ambiental e os instrumentos de ordenamento territorial, gestão agropecuária e de uso do solo. Esses instrumentos constituem uma base importante para a gestão ambiental na bacia.

No entanto, a efetividade dessas respostas apresenta limitações. Persistem lacunas no monitoramento sistemático de determinados contaminantes, como pesticidas, especialmente no lado

brasileiro, além de insuficiências na cobertura de saneamento rural e fragilidades nos mecanismos de fiscalização e controle. Adicionalmente, observa-se a necessidade de maior integração e harmonização entre os sistemas de monitoramento e gestão dos dois países.

Nesse contexto, embora existam avanços institucionais relevantes, a efetividade das respostas ainda é considerada parcial, sendo necessário fortalecer a coordenação binacional, ampliar a disponibilidade e a comparabilidade de dados e promover a implementação de medidas integradas que reduzam as pressões sobre a qualidade da água.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

A análise integrada do modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR) evidencia que a deterioração da qualidade da água na bacia resulta da interação entre pressões associadas às atividades produtivas, limitações nos sistemas de saneamento e fragilidades institucionais. Essas pressões se traduzem em alterações no estado dos corpos hídricos, caracterizadas pelo aumento de nutrientes, matéria orgânica, sedimentos, coliformes e pela possível presença de pesticidas (Figura 4.01).

Os impactos decorrentes incluem processos de eutrofização, degradação dos ecossistemas aquáticos, riscos à saúde humana e prejuízos a atividades dependentes da qualidade da água, como abastecimento, pesca e recreação. Esses efeitos apresentam ampla distribuição territorial e tendência de agravamento, caso não sejam adotadas medidas eficazes.

As respostas existentes, embora relevantes, ainda apresentam limitações em termos de cobertura, integração e efetividade, especialmente no que se refere ao monitoramento de contaminantes, à fiscalização ambiental e à gestão do saneamento rural. Dessa forma, o fortalecimento da governança binacional, a harmonização de metodologias e o aprimoramento dos sistemas de monitoramento e controle configuram-se como elementos-chave para a melhoria da gestão da qualidade da água na bacia.

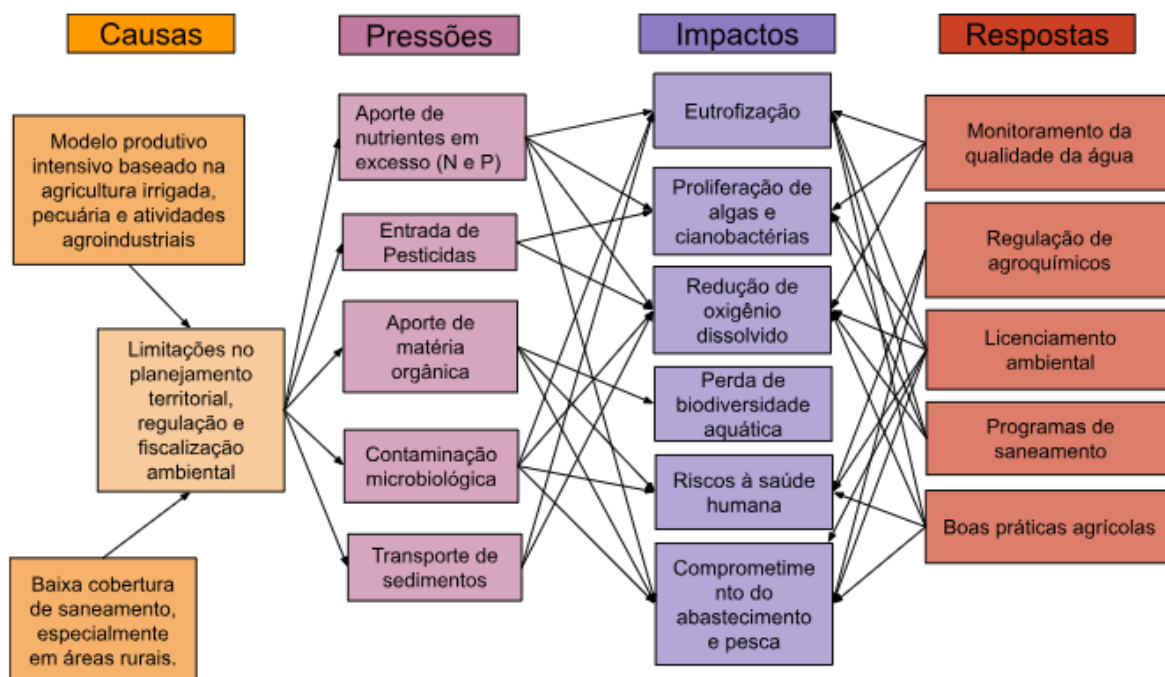


Figura 4.01. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Perda da Qualidade da Água.

4.3.2. Alterações e pressões no ciclo hidrológico

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados a pressões no ciclo hidrológico. A Tabela 4.07 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.07. Problema central e problema priorizado referentes à alterações e pressões no ciclo hidrológico.

PROBLEMA CENTRAL: Alterações no ciclo hidrológico da bacia associadas ao uso e manejo do solo.
PROBLEMA PRIORIZADO: Mudanças na dinâmica hidrológica, na disponibilidade de água e na conectividade entre ecossistemas por intervenções no uso do solo e na infraestrutura hidráulica, resultando em alterações na dinâmica hidrológica, na disponibilidade de água e na conectividade entre ecossistemas.

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

O ciclo hidrológico na bacia da Laguna Mirim e Lagoas Costeiras apresenta alterações associadas principalmente à intensificação do uso da água para atividades produtivas, especialmente a agricultura irrigada, e às mudanças no uso e manejo do solo. A expansão da rizicultura irrigada e de outras atividades agropecuárias tem aumentado a demanda por água superficial e subterrânea, enquanto intervenções como a construção de canais de irrigação e drenagem modificam a dinâmica natural de inundação de áreas úmidas.

Além disso, mudanças no uso do solo, incluindo a expansão agrícola e florestal, contribuem para a redução da infiltração, aumento do escoamento superficial e alteração dos processos de recarga hídrica. Embora, em escala de bacia, a demanda hídrica ainda represente uma fração da disponibilidade total, impactos locais já são observados, especialmente em períodos secos.

A importância transfronteiriça do problema está relacionada à conectividade hidrológica do sistema, que integra as porções brasileira e uruguaia da bacia. Alterações no uso da água e no regime hidrológico em uma porção da bacia podem influenciar a disponibilidade e a dinâmica hídrica em outras áreas, exigindo coordenação binacional para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Identificação das pressões, causas diretas e profundas

As pressões sobre o ciclo hidrológico estão principalmente associadas à extração de água subterrânea, ao uso intensivo de água superficial, à canalização para fins produtivos e às mudanças no uso da terra que afetam a infiltração e a recarga hídrica. A expansão do cultivo de arroz irrigado e de outras atividades agrícolas aumentou a demanda por água superficial e subterrânea, enquanto intervenções como a construção de canais de irrigação e drenagem modificam a dinâmica natural das cheias em zonas úmidas.

Além disso, as mudanças no uso da terra, incluindo a expansão agrícola e florestal, contribuem para a redução da infiltração, o aumento do escoamento superficial e a alteração dos processos de recarga hídrica. Embora, na escala da bacia hidrográfica, a demanda hídrica ainda represente uma fração da disponibilidade total, impactos locais já estão sendo observados, especialmente durante períodos de seca.

A importância transfronteiriça do problema reside na conectividade hidrológica do sistema, que integra as porções brasileira e uruguaia da bacia. Mudanças no uso da água e nos regimes hidrológicos em uma parte de uma bacia hidrográfica podem influenciar a disponibilidade e a dinâmica hídrica em outras áreas, exigindo coordenação binacional para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

As causas diretas incluem a extração de água para irrigação e abastecimento, a perfuração de poços, a construção de canais de irrigação e drenagem, bem como a compactação do solo e a drenagem agrícola. Essas práticas alteram o balanço hídrico, reduzem a infiltração e modificam a dinâmica natural do fluxo e armazenamento de água na bacia hidrográfica.

As causas subjacentes estão relacionadas ao modelo de desenvolvimento produtivo baseado na intensificação da agricultura irrigada e na alta dependência dos recursos hídricos, bem como às limitações no planejamento do uso da terra e na gestão integrada da água. Há também lacunas significativas de informação, como a falta de dados consolidados sobre volumes de extração de água, armazenamento e comportamento dos aquíferos.

Os subtópicos analisados (extração de água subterrânea, uso de água superficial, canalização e mudanças no uso da terra) mostram uma forte interdependência, atuando de forma integrada para modificar o ciclo hidrológico e a dinâmica dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

Relação entre subtemas

As pressões sobre o ciclo hidrológico se relacionam de forma direta e transversal com múltiplos temas do sistema socioecológico da bacia. No âmbito do subtema extração de água subterrânea para a produção, articulam-se com a extração de água subterrânea, a captação de água superficial, a canalização para fins produtivos e as mudanças no uso do solo, que alteram a infiltração, a recarga e o regime de escoamento. Essas pressões se conectam com o subtema associado ao uso de água superficial, na medida em que intensificam a vulnerabilidade climática, amplificando os efeitos de secas, inundações e extremos hidrometeorológicos. No subtema associado à ocupação de banhados, vinculam-se à erosão, sedimentação e transformação da cobertura do solo, processos que afetam a estabilidade dos ecossistemas e reduzem a capacidade de regulação hidrológica. Essa relação também é transversal ao subtema de redução da capacidade de infiltração e recarga por mudança do uso do solo, uma vez que as alterações no regime de vazões e na qualidade da água impactam diretamente os habitats aquáticos e os ciclos reprodutivos das espécies pesqueiras. Por fim, no subtema de vulnerabilidade de aquíferos por introdução de contaminantes em zonas de recarga, essas pressões se refletem em impactos sociais, afetando as condições de vida, a segurança hídrica, às atividades produtivas e os meios de subsistência das populações urbanas e rurais, evidenciando o caráter integrado e sistêmico das alterações no ciclo hidrológico e ocupação desordenada sobre o território, impactando em zonas suscetíveis e consideradas sensíveis ambientalmente.

Identificação de impactos

Gravidade

A gravidade é considerada moderada a elevada, dependendo da escala de análise, com impactos já observados em nível local, como redução de vazões, alterações no regime de inundação e possíveis efeitos sobre a recarga de aquíferos. A magnitude das extrações de água, a regulação artificial dos fluxos e a crescente variabilidade climática reforçam a necessidade de consolidar uma governança cooperativa da água, baseada no monitoramento permanente, na eficiência do uso do recurso e na manutenção dos fluxos ecológicos.

População afetada

A população afetada inclui produtores rurais comunidades dependentes da disponibilidade hídrica para abastecimento e atividades produtivas, além de usuários dos ecossistemas aquáticos. As mudanças no regime hidrológico impactam tanto o meio ambiente quanto às condições de vida da população. Esses efeitos também possuem implicações sociais diferenciadas, especialmente no contexto de eventos extremos, como secas e inundações, nos quais as mulheres frequentemente assumem maior responsabilidade pela gestão da água no domicílio, pelo cuidado de crianças e idosos e pela organização da alimentação familiar. Em territórios com elevada dependência dos recursos naturais,

como a BHLMLC, essas mudanças podem afetar diretamente as atividades produtivas e interagir com as desigualdades de gênero já existentes.

Cobertura territorial

Os impactos abrangem uma ampla área, com maior intensidade nas regiões agrícolas irrigadas e nas áreas com maior intervenção na rede hidrológica. A distribuição espacial das demandas de água na BHLMLC apresenta zonas de pressão ambiental tanto a montante (silvicultura) quanto a jusante (cultivo de arroz) da bacia. A conectividade hídrica inerente a uma bacia hidrográfica reforça as interações entre esses impactos e, portanto, o estresse ambiental gerado pode alcançar toda a extensão da bacia.

Tendência

A tendência é de intensificação das pressões, associada ao aumento da demanda hídrica, à expansão das atividades produtivas e às mudanças no uso do solo, podendo agravar os desequilíbrios no ciclo hidrológico.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

Existem instrumentos de gestão da água nos dois países, incluindo sistemas de outorga, marcos legais e políticas de recursos hídricos. No Brasil, destacam-se a Política Nacional de Recursos Hídricos e legislações estaduais, enquanto no Uruguai a gestão é orientada pela Política Nacional de Águas e planos associados.

Apesar desses avanços, a efetividade das respostas é limitada por lacunas de informação, ausência de monitoramento sistemático e insuficiente integração entre os países. A falta de modelagem hidrológica integrada e de dados consolidados dificulta a gestão do balanço hídrico e a tomada de decisão.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

A análise PEIR evidencia que as pressões sobre o ciclo hidrológico resultam principalmente do uso intensivo da água e das transformações no uso do solo. Essas pressões alteram o estado do sistema, modificando a dinâmica de escoamento, infiltração e armazenamento de água.

Os impactos incluem alterações na disponibilidade hídrica, mudanças no regime de inundação e potenciais efeitos sobre os ecossistemas e atividades produtivas. As respostas existentes, embora relevantes, ainda são insuficientes para lidar com a complexidade do sistema, sendo necessário fortalecer a gestão integrada, melhorar o monitoramento e promover a coordenação binacional (Figura 4.02).

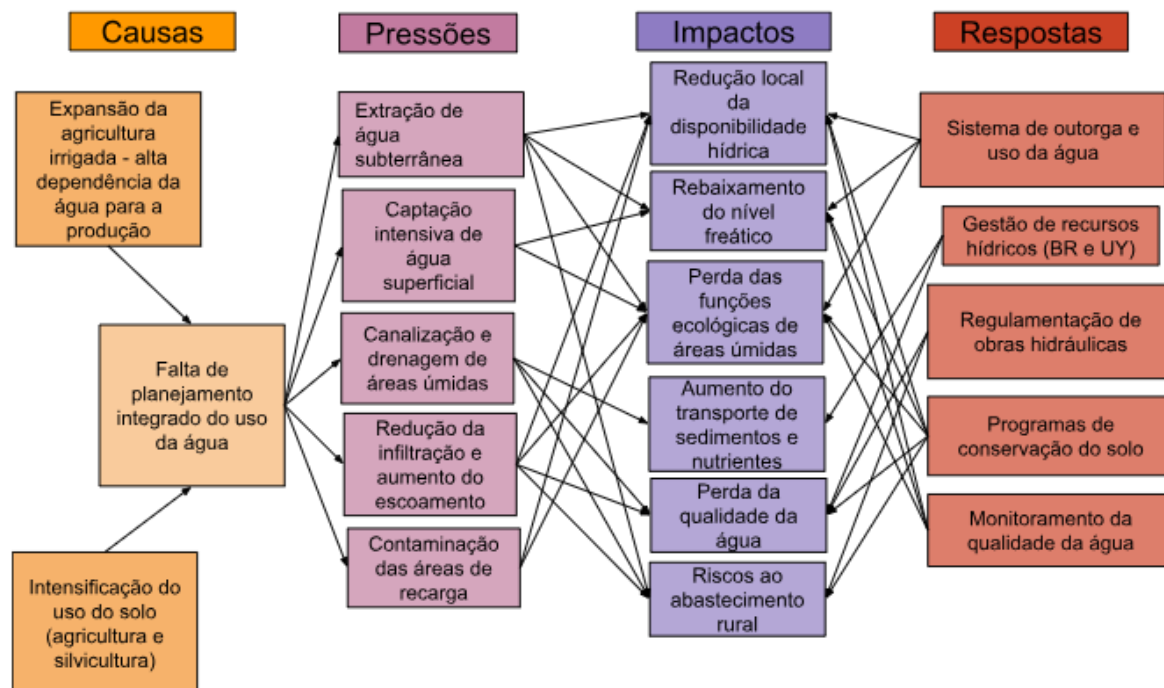


Figura 4.02. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Alterações e Pressões no ciclo hidrológico.

4.3.3. Vulnerabilidade Climática: Secas, Inundações e aumento de temperatura

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados à Vulnerabilidade Climática. A Tabela 4.08 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.08. Problema central e problema priorizado referentes à vulnerabilidade climática.

PROBLEMA CENTRAL: A vulnerabilidade climática binacional surge da combinação de alta variabilidade hidroclimática, um território dominado por planícies e baixas altitudes, forte dependência produtiva da água e respostas institucionais ainda incompletas para monitorar, antecipar e se adaptar ao aumento dos eventos climáticos extremos.
PROBLEMA PRIORIZADO: Intensificação das secas e aumento da temperatura decorrentes das mudanças climáticas / Intensificação das secas e aumento da temperatura associados às mudanças climáticas.

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

A BHLMLC apresenta elevada variabilidade hidroclimática, caracterizada pela alternância entre períodos secos e úmidos, bem como pela ocorrência crescente de eventos extremos, como inundações e secas. Essa dinâmica está associada tanto às características naturais do território - extensas planícies de baixa altitude e drenagem lenta - quanto à influência de forçantes climáticos de grande escala, como o ENOS (El Niño–Oscilação Sul).

Nos últimos anos, observa-se uma intensificação de eventos extremos, incluindo inundações em áreas urbanas e produtivas, períodos de seca prolongada e aumento das temperaturas médias. Essas mudanças têm sido associadas a tendências de aquecimento regional e à maior irregularidade das precipitações, em linha com projeções de mudanças climáticas.

A importância transfronteiriça do problema decorre da conectividade hidrológica e climática da bacia, onde eventos extremos em uma porção do território podem afetar diretamente outras áreas, especialmente considerando o papel da porção brasileira na geração de pulsos hidrológicos que influenciam o sistema lagunar. Dessa forma, a gestão dos riscos climáticos exige coordenação binacional e integração de sistemas de monitoramento e informação.

Identificação das pressões, causas diretas e subjacentes

As pressões associadas à vulnerabilidade climática incluem o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de precipitação, maior irregularidade do regime de chuvas, elevação das temperaturas médias e maior ocorrência de ondas de calor.

As causas diretas estão relacionadas a eventos de precipitação intensa, déficits prolongados de chuva, aumento da evaporação e maior variabilidade climática interanual. Esses processos afetam diretamente a ocorrência de inundações e secas, bem como a disponibilidade hídrica.

As causas profundas estão associadas à interação entre forçantes climáticos de grande escala (como o ENOS e outras oscilações atmosféricas) e as mudanças climáticas globais, que vêm intensificando o aquecimento e alterando os padrões de precipitação. Além disso, fatores territoriais, como ocupação de áreas inundáveis e limitações no planejamento urbano e produtivo, contribuem para aumentar a vulnerabilidade.

Os subtemas analisados: inundações urbanas, inundações em áreas agroindustriais e intensificação de secas e aumento da temperatura; estão inter-relacionados, refletindo diferentes manifestações de um mesmo processo de intensificação da variabilidade climática e dos extremos hidrometeorológicos na bacia.

Relação entre subtemas

O escopo do problema da Vulnerabilidade Climática: secas, inundações e aumento da temperatura está ligado a múltiplos subtemas dentro do sistema socioecológico da bacia. No Tema 2, relaciona-se à captação de água superficial (2.1), ao direcionamento da água para a produção e às modificações no regime de inundações de zonas úmidas (2.2), bem como à redução da capacidade de infiltração e recarga associada às mudanças no uso da terra (2.3), todos fatores que afetam a dinâmica hidrológica. No Tema 4, está ligado aos processos de erosão e sedimentação (4.1) e à transformação da cobertura vegetal natural (4.2), incluindo perda de habitat, impacto sobre as espécies, degradação dos serviços ecossistêmicos e fragmentação, que reduzem a resiliência do sistema a eventos climáticos extremos. Essa ligação é transversal ao Tema 5, uma vez que essas alterações impactam o regime hidrológico e os habitats críticos para a reprodução de espécies de peixes. Finalmente, o problema se

conecta com o Tema 6, particularmente com as condições de trabalho, riscos e processos de precarização (6.1), fatores de risco que afetam as populações urbanas e rurais (6.2) e a perda do patrimônio cultural e étnico (6.3), demonstrando que a vulnerabilidade climática também se expressa em impactos socioeconômicos e culturais associados à dinâmica do uso da terra.

Identificação de impactos

De uma perspectiva ecológica, esses processos geram alterações significativas na dinâmica dos ecossistemas aquáticos e terrestres, afetando a integridade ecológica e o funcionamento dos serviços ecossistêmicos. Inundações prolongadas e secas recorrentes modificam os regimes hidrológicos, alteram habitats críticos, promovem processos de degradação e reduzem a resiliência dos sistemas naturais a perturbações.

Em nível social, os impactos se manifestam como uma maior exposição das populações (tanto urbanas quanto rurais) aos riscos associados a inundações e secas, comprometendo as condições de vida, o acesso à água e a segurança sanitária. Da mesma forma, a vulnerabilidade das comunidades que dependem diretamente dos recursos naturais aumenta, aprofundando as desigualdades e limitando a capacidade de adaptação.

De uma perspectiva econômica, eventos extremos geram perdas recorrentes em infraestrutura, sistemas de produção e serviços, tanto urbanos quanto agrícolas. A variabilidade climática também introduz maiores níveis de incerteza, que devem ser incorporados ao planejamento territorial binacional.

Gravidade

A gravidade é considerada elevada, devido aos impactos recorrentes de inundações e secas sobre infraestrutura, atividades produtivas e ecossistemas, além do aumento da frequência de eventos extremos.

População afetada

A população afetada inclui moradores de áreas urbanas e rurais expostas a inundações, produtores agrícolas e comunidades que dependem diretamente da disponibilidade de água. Os impactos também se refletem em riscos à saúde e à segurança.

Cobertura territorial

Os impactos apresentam ampla cobertura territorial, afetando diferentes setores da bacia, especialmente áreas de baixa altitude e regiões com maior sensibilidade hidrológica.

Tendência

A tendência é de agravamento, associada ao aumento da temperatura, à maior variabilidade das precipitações e à intensificação de eventos extremos, conforme indicam projeções climáticas.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

As respostas existentes incluem sistemas de monitoramento hidrometeorológico, iniciativas de gestão de riscos, obras de drenagem urbana e instrumentos de planejamento territorial. Ambos os países possuem instituições e programas voltados ao monitoramento climático e à gestão de desastres.

No entanto, a efetividade dessas respostas ainda é limitada por lacunas na densidade e integração das redes de monitoramento, ausência de bases de dados harmonizadas e insuficiente incorporação de cenários climáticos no planejamento territorial e produtivo. Também há necessidade de fortalecer sistemas de alerta precoce e mecanismos de coordenação binacional.

Resumo Pressão-Estado-Impacto-Resposta

A análise PEIR evidencia que a vulnerabilidade climática na bacia resulta da interação entre pressões associadas à intensificação da variabilidade climática e às mudanças climáticas, que alteram o estado do sistema por meio de maior frequência de eventos extremos e mudanças nos padrões hidrológicos (Figura 4.03).

Os impactos incluem inundações, secas, perdas produtivas, danos à infraestrutura e riscos à população. As respostas existentes, embora relevantes, ainda são insuficientes para enfrentar a magnitude e a complexidade do problema, sendo necessário fortalecer o monitoramento, integrar informações e promover estratégias binacionais de adaptação e gestão de riscos climáticos.

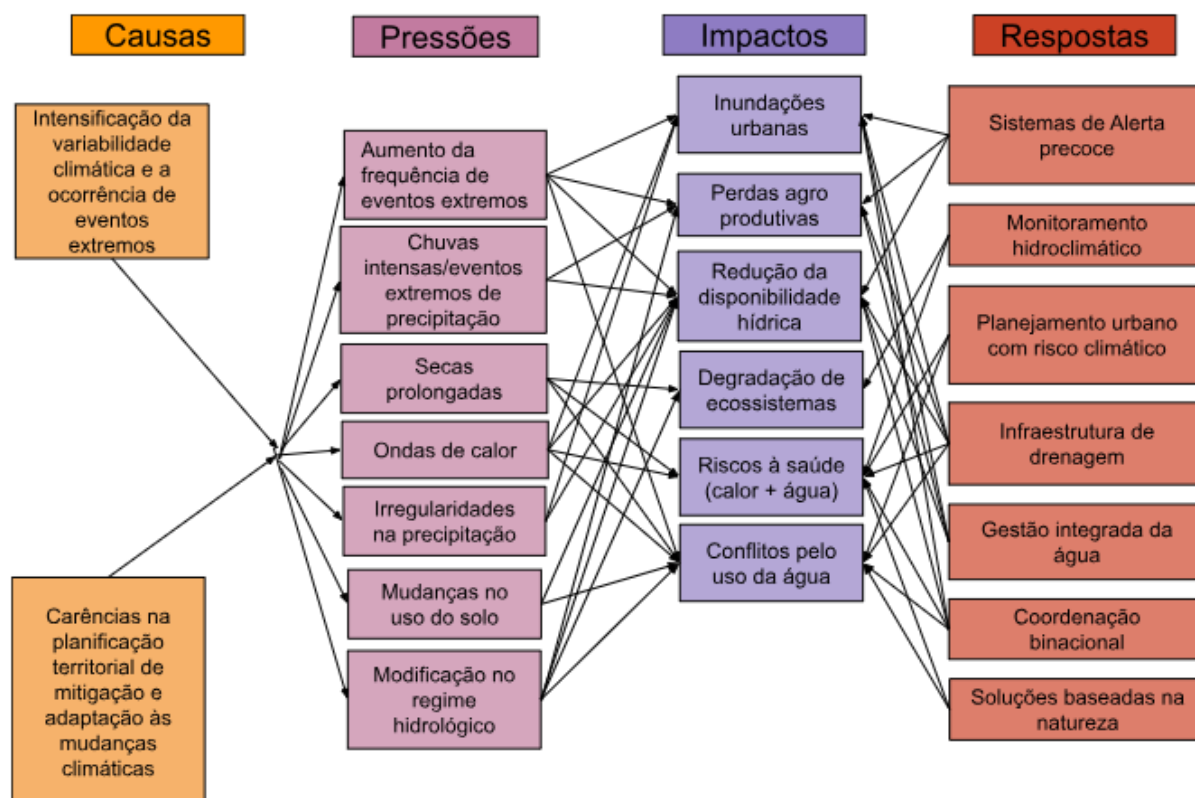


Figura 4.03. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Vulnerabilidade Climática.

4.3.4. Degradação dos Ecossistemas

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados à degradação dos ecossistemas por atividades antrópicas. A Tabela 4.09 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.09. Problema central e problema priorizado referentes a degradação dos ecossistemas.

PROBLEMA CENTRAL: As atuais regulamentações territoriais e regimes de uso da terra, juntamente com as práticas de mitigação da degradação ambiental dos sistemas agrícolas, não fornecem ferramentas suficientes para garantir a conservação do habitat, dos valores bioculturais e dos serviços ecossistêmicos da BHLMLC.
PROBLEMA PRIORIZADO: Planejamento do uso da terra e conservação da cobertura natural

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

Ao longo dos últimos 40 anos, observou-se uma transição com perda de 15% da cobertura vegetal natural na BHLMLC. Essa porcentagem é maior na porção brasileira do que na uruguaia, com 19% e 13%, respectivamente. Atualmente, a BHLMLC conserva 40% de campos naturais (CN) ou pastagens nativas, principal ecossistema que define o Bioma Pampa. Na porção uruguaia, esse valor sobe para 54% e na porção brasileira cai para 25%. Se conserva 6,4% de áreas úmidas e 8,7% de floresta nativa, valores que não diferem significativamente entre os dois países (Mapbiomas, 2024).

A área agrícola da bacia corresponde a cerca de 21%, com variações entre os países, no Uruguai é de cerca de 13% e no Brasil de 30%. Essa porcentagem de cobertura artificial aumenta com as pastagens semeadas, que representam um total de 8,13% (chegando a 12% no Uruguai e caindo para 8% no Brasil), enquanto a cobertura florestal apresenta pouca variabilidade entre os países, com um total de 4,9% para a BHLMLC (Mapbiomas, 2024).

Apenas 1,4% do território transfronteiriço está protegido por marcos legais. Outros mecanismos de proteção existem, como reservas privadas e zonas de amortecimento fluvial para ambos os países, bem como o instrumento de Área de Reserva Legal (ARL) para terras rurais produtivas no Brasil e a recente lei de proteção de áreas úmidas no Uruguai. No entanto, ainda não foi estabelecido um sistema integrado de proteção ambiental que garanta a conservação e a restauração ambiental da BHLMLC, sua biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Embora ambos os países compartilhem pressões sobre os valores ecológicos e culturais, o Uruguai possui mais que o dobro da área de áreas naturais protegidas em comparação com o Brasil, enquanto o Brasil possui o dobro da área dedicada a culturas agrícolas. Essa disparidade se reflete na intensidade dos impactos causados por cada país, mas afeta ambos igualmente. O planejamento territorial voltado para a conservação do Bioma Pampa requer harmonização entre os dois países. Cada país possui diferentes pontos fortes em seus sistemas de manejo do solo que podem ser adotados na área transfronteiriça para aumentar os impactos positivos do desenvolvimento de boas práticas de produção e conservação.

Identificação das pressões, causas diretas e subjacentes

Uma das principais causas desse problema é identificada como o fato de que o planejamento do uso da terra e os regimes de solo associados diferem em cada país. Ambos apresentam deficiências na conservação do ecossistema e, embora gerem as mesmas pressões, essas pressões variam em intensidade ao longo da bacia transfronteiriça.

O modelo agrícola na bacia avançou por meio da transformação da cobertura vegetal natural para o desenvolvimento da agricultura e da silvicultura industrial. Esses sistemas implicam na perda da cobertura natural dos campos, uma maior importação e exportação de poluentes para o sistema e apresentam baixa a média inclusão de medidas para proteção ambiental, conservação de recursos hídricos, preservação da biodiversidade e conectividade ecossistêmica.

Isso pressiona o socioecossistema da BHLMLC, aumentando a fragmentação dos habitats terrestres e de interface, comprometendo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos na bacia. Também aumenta o uso de insumos agrícolas (pesticidas e fertilizantes) e a demanda sobre a capacidade dos ecossistemas de amortecer poluentes residuais. Além disso, a falta de planejamento para a proteção dos serviços ecossistêmicos e medidas de mitigação aumenta o risco de degradação ambiental. Por fim, a conversão de pastagens naturais também pressiona o deslocamento da pecuária, especialmente das explorações agrícolas familiares.

Relação entre subtemas

O escopo do problema do planejamento do uso da terra e da cobertura natural está diretamente relacionado a outros subtemas, como: práticas de conservação e mitigação em sistemas de produção (Tema 4, subtemas 4.2, 4.3 e 4.4) que atuam como respostas geradas pelos atores para mitigar o problema; também a qualidade da água (Tema 1, subtema 1), modificações do ciclo hidrológico (Tema 2), conflitos de uso de recursos pesqueiros (Tema 5, subtema 5.4), bem como com a dinâmica do desenvolvimento territorial e conflitos sobre o uso da terra (Tema 6, subtema 6.1 e subtema 6.5), sendo estes últimos impactos socioambientais gerados pelo uso da terra.

Identificação de impactos

No âmbito ecológico, as pressões identificadas provocam a perda e a degradação de ecossistemas naturais (campos naturais, áreas úmidas e palmares) com a consequente diminuição da diversidade biológica e funcional, bem como a redução da capacidade do ecossistema de regular os ciclos hidrológicos e geoquímicos, aumentando a vulnerabilidade do sistema a eventos críticos como inundações e atividades antrópicas

No âmbito social, observa-se o impacto no declínio da pecuária familiar, com consequente perda de agrobiodiversidade e valores socioculturais. Surgem também conflitos relativos aos valores arqueológicos e do patrimônio cultural do território, ameaçados pela modificação do solo e da paisagem.

Além disso, o desenvolvimento desses setores impacta diretamente a economia e a organização social, desempenhando um papel significativo na formação do emprego e contribuindo para a economia regional e nacional. Contudo, a expansão dos modelos de produção (agricultura e silvicultura) exacerba desigualdades como a masculinização do trabalho rural, as dificuldades enfrentadas pelas famílias rurais para se estabelecerem e permanecerem no campo devido à segregação de gênero e a carência de serviços públicos como saúde, educação e transporte.

Gravidade

Esta situação apresenta um alto nível de gravidade devido à redução já em curso na área de pastagens naturais e zonas úmidas, com a consequente perda de diversidade biocultural, serviços ecossistêmicos e população rural. Sem mudanças legais ou no planejamento do uso da terra, a capacidade e os instrumentos para garantir a conservação dos ecossistemas naturais são muito limitados.

Os três tipos de cobertura natural presentes encontram-se sob diferentes graus de risco em função das tendências de transformação do uso do solo e das categorias de proteção das quais dispõem:

Por um lado, os ecossistemas de zonas úmidas foram intensamente transformados entre as décadas de 1950 e 1990, com o objetivo de promover a produção de arroz. Os locais remanescentes continuam sendo queimados ou drenados e, no caso do Uruguai, uma lei de proteção às zonas úmidas só foi promulgada em 2025. Este ecossistema ocupa atualmente a menor área da BHLMLC, colocando sob pressão a Reserva da Biosfera e o sítio Ramsar de Bañados del Este. Por outro lado, as florestas nativas são os ecossistemas com maior "proteção efetiva", apesar da falta de recursos humanos e financeiros para sua proteção e para a aplicação das regulamentações existentes. As florestas nativas incluem os palmeirais de butiá, tanto no lado uruguaio quanto no brasileiro da bacia, que estão seriamente afetados em sua regeneração e conservação.

Por fim, embora os pastos naturais sejam os mais abundantes no território da BHLMLC, eles têm menor cobertura de proteção regulamentar e, embora sejam a cobertura vegetal natural com maior uso produtivo, nos últimos 15 anos tem havido uma tendência crescente em direção à sua transição para modelos agrícolas ou florestais.

População afetada

Foi identificado que a principal população afetada pelas mudanças no uso da terra são as famílias rurais de pecuaristas que, devido a uma combinação de pressões socioambientais, abandonam seu modo de vida e migram para as cidades, passando de um modelo agrícola no campo para atividades comerciais e de comércio nos centros urbanos. Esse impacto acarreta uma perda de cultura e identidade para as comunidades rurais que habitam a BHLMLC, bem como a perda de paisagens culturais. Por sua vez, esse processo demonstra uma tendência à feminização da população urbana e à masculinização do trabalho rural, segregando a dinâmica das famílias rurais.

Por outro lado, os impactos do uso da terra afetam toda a bacia hidrográfica e também a população urbana em termos de qualidade ambiental dos recursos comuns e oportunidades de desenvolvimento local, visto que os ecossistemas de pastagens, zonas úmidas e matas ciliares são fundamentais para o ciclo hidrológico, a qualidade da água, a adaptação às mudanças climáticas e a mitigação de eventos extremos.

Cobertura territorial

O planejamento do uso da terra impacta toda a bacia hidrográfica. Diferentes tipos de impactos são observados nas bacias inferior, média e superior. Embora ocorram transições na cobertura vegetal natural em todas as bacias, na bacia inferior a pressão é dominada pelos sistemas agrícolas e pecuários irrigados e pela transição de áreas úmidas para planícies; na bacia média a pressão é dominada pelos sistemas agrícolas e pecuários de sequeiro, com uma transição para pastagens naturais; enquanto na bacia superior a pressão é exercida pela silvicultura industrial e pela perda de pastagens naturais e florestas nativas.

Tendência

Como mencionado anteriormente, observa-se uma tendência sustentada de transição na cobertura vegetal natural, com aumento das áreas agrícolas e florestais em detrimento dos pastos e zonas úmidas naturais, tendência que se intensificou nos últimos 15 anos.

Além disso, os processos de desenvolvimento econômico impulsionados por diversos países estão criando um cenário de aumento da produção que visa expandir os setores agrícola e florestal, aumentando, conseqüentemente, as pressões e os impactos sobre o socioecossistema e potencialmente comprometendo significativamente sua condição ambiental.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

Cada país desenvolveu suas respostas às pressões e possui um conjunto de experiências, pesquisas, manuais de boas práticas, certificações e regulamentações para um melhor uso da terra que, concebidos em nível nacional, podem ser implementados em nível local e contribuir para modificar a intensidade dos impactos socioambientais gerados pela atividade agrícola.

No entanto, a harmonização do uso da terra e seus regimes de manejo associados, juntamente com critérios ambientais binacionais, é necessária para equilibrar e reduzir a intensidade dessas pressões, adotar as melhores práticas desenvolvidas por cada país no território transfronteiriço e elaborar novas estratégias comuns. No que diz respeito à regulamentação agrícola, é necessário harmonizar as práticas de manejo agrícola e continuar reduzindo os impactos socioambientais. Há uma participação significativa tanto do setor produtivo quanto do setor público nessa área, e cada país desenvolveu diferentes ferramentas para lidar com os impactos dessa prática:

- O Uruguai se destaca por seus Planos de Uso e Manejo Responsável do Solo (PUMRS) e Planos de Uso do Solo e da Água (PUSA) obrigatórios, que incluem normas técnicas para mitigar a

erosão do solo, entre elas o manejo de rotações de culturas e pecuária, o que explica em grande parte a diferença significativa entre a área agrícola dos dois países.

- O Brasil não possui planos de uso da terra, e o cultivo contínuo predomina. No entanto, destaca-se a inclusão transversal na matriz de terras rurais produtivas da porcentagem da Área de Reserva Legal (ARL) que deve ser destinada à conservação e proteção dos ecossistemas. Isso não exclui toda a capacidade produtiva, mas exige o desenvolvimento de boas práticas.
- Ambos os países possuem uma zona de amortecimento ao longo dos cursos d'água N1 e N2 para reduzir a poluição proveniente de fontes difusas.

Embora as pastagens naturais careçam de regulamentação específica em ambos os países, existe uma vasta experiência, pesquisa e manuais técnicos para o aprimoramento das práticas de produção, incluindo sistemas de manejo integrado que incorporam florestas nativas e palmeirais. Essas iniciativas demonstram aumento na produtividade e contribuições para a biodiversidade. Em ambos os casos, a falta de implementação dessas melhorias no setor é evidente, principalmente devido à escassez de recursos humanos na área, subsídios à produção e instrumentos de financiamento para investimentos ou infraestrutura.

Vale ressaltar que existem instrumentos internacionais para a valoração dos serviços ecossistêmicos prestados por pastagens naturais, mas essas estratégias são subutilizadas na BHLMLC. É importante mencionar que o Brasil possui um programa de "pagamento por serviços ambientais" voltado para o incentivo ao aumento da produção e às práticas de conservação, mas não há informações disponíveis sobre sua implementação em campo.

Por fim, a silvicultura é uma das atividades agrícolas cuja promoção e desenvolvimento são priorizados em ambos os países. Embora o Brasil possuísse uma legislação de Zoneamento Ambiental Florestal (ZAF) bastante relevante para o controle dos impactos do desenvolvimento florestal no ciclo hidrológico, que envolvia a análise da disponibilidade hídrica de microbacias para a produção florestal, essa legislação foi atualizada pela Resolução CONSEMA nº 498/2023. Vinte anos após a implementação do ZAF, a silvicultura foi isenta de licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul, conforme a Lei Estadual nº 16.445/2025. Desde essa mudança, não há sistema de controle da oferta e demanda hídrica, nem qualquer limitação ao tamanho das áreas florestais. O Uruguai, por outro lado, possui regulamentações que regem o uso da terra florestal por bacia hidrográfica (regramento MGAP 6142/2021) e o *Guía de Pautas para la Gestión Ambiental Forestal*, que fornecem orientações para a prevenção da erosão, exportação de poluentes e impactos sobre a biodiversidade. No entanto, essa regulamentação pode ser aprimorada para aplicar critérios mais adequados às características específicas de cada bacia hidrográfica, incorporando variáveis como as regidas pela ordenança brasileira.

Considerando a elevada disponibilidade de terrenos florestais prioritários com potencial para expansão florestal na BHLMLC, especialmente nas zonas média e superior, é relevante regulamentar as áreas a serem ocupadas por este sistema com base na demanda hídrica, na erosão do solo e na integração de indicadores de conectividade, conservação do ecossistema, biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

A Figura 4.04 apresenta um diagrama resumido das principais pressões e impactos associados ao planejamento do uso da terra e à degradação dos ecossistemas. Ela ilustra as múltiplas pressões exercidas pelo crescimento e expansão da agricultura de sequeiro e irrigada, bem como da silvicultura, sobre o sistema socioambiental da BHLMLC. Essas pressões são determinadas pela ausência de um regime comum de uso da terra no território transfronteiriço e pelas deficiências de ambos os regimes na proteção dos ecossistemas. Pressões como a transformação da cobertura vegetal, a fragmentação de habitats e a demanda por serviços ecossistêmicos, entre outras, impactam diretamente a perda dos valores ecológicos e culturais do território. A imagem permite uma análise transversal, na qual as pressões atuam como forças que causam diversos impactos simultaneamente. Da mesma forma, as respostas identificadas cumprem o objetivo de abordar essas pressões e combater múltiplos impactos ao mesmo tempo. Nesse sentido, as políticas de mitigação e conservação agrícola implementadas por ambos os países são particularmente relevantes.

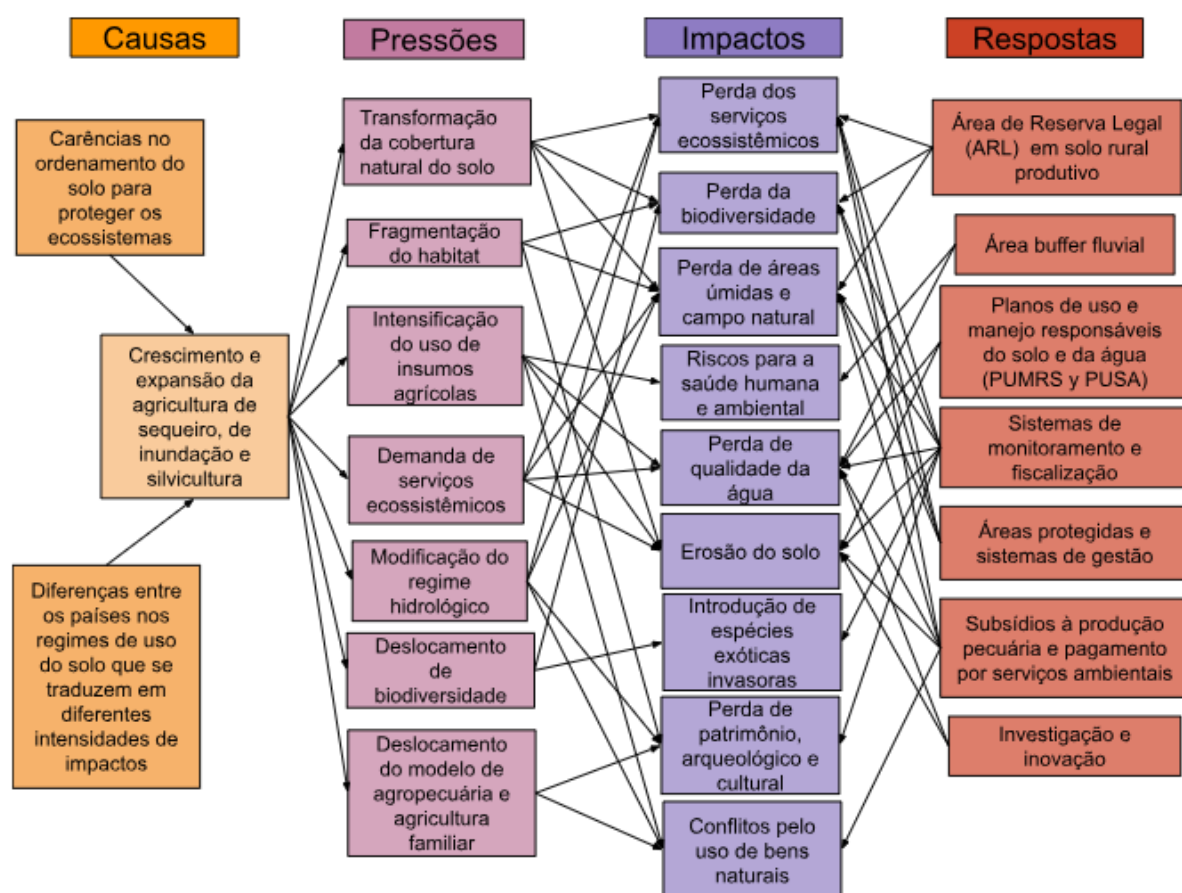


Figura 4.04. Síntese das pressões, impactos e respostas do planejamento do uso da terra.

4.3.5. Ameaças à sustentabilidade dos Recursos Pesqueiros

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados ao uso não sustentável dos recursos pesqueiros. A Tabela 4.10 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.10. Problema central e problema priorizado referentes ao uso não sustentável dos recursos pesqueiros.

PROBLEMA CENTRAL: A vulnerabilidade socioeconômica das comunidades pesqueiras e os riscos à sustentabilidade do recurso reforçam a necessidade de fortalecer a gestão binacional, o monitoramento da pesca e a governança participativa.
PROBLEMA PRIORIZADO: Regramento da atividade pesqueira. Assimetrias e fragilidades regulatórias na fiscalização dos recursos pesqueiros.

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

O regramento da atividade pesqueira na bacia da Lagoa Mirim ocorre em um contexto de alta incerteza quanto ao estado do recurso, fragilidades na gestão e significativas assimetrias binacionais nos instrumentos de regulação e apoio ao setor. A atividade pesqueira, predominantemente artesanal, depende não apenas da dinâmica biológica das espécies, mas também da capacidade de ambos os países de coordenar os critérios de gestão, monitoramento e controle.

O conhecimento do estado atual do problema é caracterizado pela ausência de informações recentes e sistemáticas que permitam uma avaliação adequada da estrutura populacional e do nível de exploração dos principais recursos pesqueiros. A última avaliação binacional dos recursos pesqueiros data de 1997 (INAPE-UFPEL, 1997), evidenciando uma lacuna crítica para a tomada de decisões. Desde então, não houve avaliações conjuntas sistemáticas nem dados suficientemente robustos sobre tamanho das capturas, composição populacional ou esforço total de pesca, especialmente por parte do Brasil. A falta de informações binacionais recentes e sistemáticas provenientes de avaliações conjuntas limita a possibilidade de fortalecer o entendimento compartilhado sobre o estado do recurso em escala binacional, embora ambos os países tenham desenvolvido medidas de gestão apoiadas pelas informações técnicas disponíveis em nível nacional.

Apesar dessas limitações, existem estudos brasileiros que identificam sinais consistentes de aumento da pressão sobre o recurso (ver Relatório Temático Socioeconômico, seção 6). Estes incluem a diminuição dos volumes de captura e a redução dos tamanhos médios de desembarque, ambos considerados sintomas clássicos de pressão excessiva sobre os estoques de recursos. Além disso, existe uma assimetria acentuada no esforço de pesca entre os dois países, com a intensidade da pesca no lado brasileiro estimada em até quatro vezes maior do que no lado uruguaio. Essa diferença introduz um desequilíbrio significativo na pressão exercida sobre os recursos compartilhados e limita a eficácia das medidas de gestão implementadas unilateralmente.

A dimensão transfronteiriça reflete-se na implementação de regimes de proibição da pesca em ambos os países, com uma sobreposição parcial destes regimes a partir de 2025, o que constitui um

aspecto positivo dada a gestão partilhada do recurso. Enquanto o Brasil possui um sistema de subsídios econômicos associado ao defeso da pesca, o Uruguai não possui um instrumento equivalente. Essa diferença cria incentivos divergentes para os pescadores em ambos os países e enfraquece a eficácia das restrições temporárias ao esforço de pesca.

A este cenário somam-se outros fatores que complicam o problema. A pesca ilegal, não declarada e não regulamentada continua a ser uma pressão significativa, facilitada pelas limitações na fiscalização, pelas diferenças nos sistemas de registro (por embarcação no Uruguai e por pescador no Brasil) e pelos baixos níveis de desagregação das informações contidas nesses registros. Da mesma forma, a comercialização apresenta assimetrias significativas: uma parcela considerável das capturas uruguaias destina-se ao mercado brasileiro, frequentemente por meio de canais informais, o que reforça a dependência transfronteiriça do setor. Conflitos emergentes também estão sendo registrados devido à sobreposição de usos da terra, especialmente entre a pesca artesanal, o turismo e outras atividades recreativas, com maior intensidade no lado brasileiro. Paralelamente, novas pressões biológicas, como a expansão da população de piranhas após as inundações de 2024, reforçam a necessidade de sistemas de monitoramento mais robustos e adaptáveis.

Por fim, no âmbito socioeconômico, o problema se desenrola em um contexto de alta vulnerabilidade para as comunidades pesqueiras. No Uruguai, observa-se uma diminuição do esforço de pesca, que parece estar associada ao envelhecimento da população pesqueira e à limitada entrada de jovens no setor. Contudo, a pesca continua sendo vista como uma alternativa de emprego relevante em tempos de crise econômica, o que implica que a pressão sobre o recurso pode ser reativada em resposta a mudanças nas condições socioeconômicas.

Em resumo, a situação atual reflete um sistema socioecológico com desafios significativos à sua regulação e sustentabilidade, em um contexto marcado por incertezas biológicas, capacidades de controle ainda em desenvolvimento e diferenças em alguns instrumentos de gestão. No entanto, também existem certos aspectos regulatórios e abordagens de gestão entre o Brasil e o Uruguai que apresentam pontos de convergência, proporcionando uma base valiosa para o aprofundamento dos esforços conjuntos. Nesse contexto, a assimetria da pressão pesqueira e, em particular, a necessidade de fortalecer a coordenação binacional em questões como proibições de pesca, incentivos e outras medidas de gestão, fazem parte de um problema transfronteiriço. Dado que os recursos, os pescadores, os mercados e as pressões interagem em ambos os lados da fronteira, é importante avançar gradualmente em direção a esquemas de gestão mais coordenados, monitoramento compartilhado e uma harmonização progressiva das ferramentas de gestão da pesca.

Identificação das pressões, causas diretas e subjacentes

No âmbito das causas subjacentes, identificam-se, em primeiro lugar, assimetrias estruturais entre o Uruguai e o Brasil relativamente aos instrumentos de política pesqueira. Em particular, a existência de subsídios para períodos de defeso no Brasil, inexistentes no Uruguai, introduz distorções nos incentivos econômicos para os pescadores e cria condições de concorrência desigual no acesso ao recurso. Esta

situação é agravada pelas fragilidades dos sistemas binacionais de controlo, monitorização e fiscalização, que apresentam limitações operacionais e fraca coordenação entre os países, favorecendo a ocorrência de pesca ilegal, incluindo a pesca não declarada e não regulamentada.

Da mesma forma, persistem condições estruturais de precariedade na pesca artesanal, caracterizadas por baixos níveis de formalização, dificuldades de acesso à segurança social e incentivos limitados para o desenvolvimento da atividade. Estas condições restringem a capacidade do setor de se integrar em cadeias de valor formais e de melhorar a sua rentabilidade.

Estas condições estruturais traduzem-se num conjunto de causas diretas que operam sobre a dinâmica do recurso. Primeiramente, a assimetria na implementação das proibições de pesca cria incentivos para que a frota brasileira as viole, especialmente considerando que essa frota é significativamente maior (aproximadamente quatro vezes maior). Em segundo lugar, identificam-se assimetrias institucionais e operacionais nos sistemas de registo e controle, com diferenças nas unidades de registo (embarcação vs. pescador), na frequência de atualização dos dados e nos níveis de desagregação das informações. Isso resulta em rastreabilidade limitada do esforço de pesca e dificuldades na construção de uma base de informações robusta para a gestão binacional. No entanto, é notável o progresso recente do lado uruguaio, onde a DINARA aprimorou os sistemas de relatórios de pesca, aumentando sua resolução e precisão por meio da implementação de uma resolução específica adaptada às espécies capturadas na Lagoa Mirim.

Adicionalmente, identificam-se diferenças nos níveis de comercialização do setor, com forte dependência do mercado brasileiro para as capturas uruguaias, frequentemente por meio de canais informais. Por fim, há competição por múltiplos usos (pesca artesanal, pesca esportiva, turismo e outras atividades) em um contexto de frágil planeamento espacial.

Como resultado, surgem diversas pressões sobre os recursos pesqueiros. Primeiramente, a eficácia das proibições de pesca como instrumento de gestão é limitada pelas assimetrias binacionais na sua implementação, pelos incentivos divergentes entre os países e pelas dificuldades existentes no monitoramento e na fiscalização. Soma-se a isso a persistência de práticas de pesca ilegais, não regulamentadas e não declaradas, que dificultam a estimativa do esforço de pesca real e comprometem a eficácia das medidas de gestão.

Além disso, a dependência de mercados informais e de baixo valor, particularmente no Brasil, gera renda instável para os pescadores, limitando o investimento em melhorias de produtividade e reforçando estratégias de sobrepesca de curto prazo. Da mesma forma, o aumento das atividades de pesca recreativa intensifica a pressão sobre o recurso e sobre as áreas tradicionalmente utilizadas pela pesca artesanal. Por fim, identificam-se pressões ecológicas emergentes, como a disseminação de espécies exóticas invasoras (por exemplo, piranhas após as enchentes de 2024), que podem alterar a dinâmica trófica e aumentar a incerteza sobre o estado do recurso.

Relação entre subtemas

A dimensão do problema do uso insustentável dos recursos pesqueiros está diretamente relacionada a outros subtópicos, como a perda da qualidade da água, particularmente aqueles relacionados a poluentes da produção agrícola e industrial, bem como aqueles originários de centros urbanos (Tema 1, subtemas 1.1, 1.2). O impacto desse tipo de poluição difusa na saúde dos peixes e seu acúmulo nos tecidos é desconhecido, o que tem implicações para o consumo humano. Além disso, a captação e o direcionamento de água (Tema 2, subtemas 2.2, 2.3) estão relacionados a essa questão, pois o impacto anual e cumulativo da extração maciça de água nos estágios iniciais de vida dos peixes (alevins e juvenis) não foi quantificado. Essa incerteza é ainda maior, visto que a extração de água coincide com o período reprodutivo de espécies-chave que migram para áreas úmidas na bacia hidrográfica superior para desovar. A enorme quantidade de peixes disponível na temporada de 2025, logo após as inundações de 2024, pode indicar que a extração excessiva de água para irrigação é um fator importante que impacta a capacidade reprodutiva dos peixes. Por outro lado, a fragmentação do habitat afeta a conectividade entre zonas úmidas e cursos d'água principais, o que está ligado aos padrões de migração de peixes (Tema 4, Subtema 4.1). Finalmente, todos os aspectos relacionados à dinâmica do desenvolvimento territorial e aos conflitos de uso da terra estão ligados às comunidades pesqueiras (Tema 6, Subtemas 6.1, 6.2, 6.3 e 6.4).

Identificação de impactos

De uma perspectiva ecológica, a perturbação do funcionamento dos ecossistemas terrestres e aquáticos traduz-se em alterações nas populações de peixes, particularmente quando as áreas afetadas são críticas para o ciclo reprodutivo e de desenvolvimento dos filhotes.

A nível social, os impactos refletem-se na crescente incerteza quanto à disponibilidade de recursos e na deterioração das condições de vida das comunidades pesqueiras, cujos meios de subsistência dependem diretamente da estabilidade do sistema.

A nível econômico, embora a atividade pesqueira continue a ser relevante para as economias locais, as condições atuais tendem a reforçar as desigualdades, a limitar a agregação de valor e a restringir as oportunidades de desenvolvimento sustentável no setor.

Gravidade

A gravidade dos impactos é avaliada como alta a muito alta em todos os subtemas analisados, refletindo tanto a intensidade dos efeitos sobre os ecossistemas quanto à importância socioeconômica do recurso pesqueiro. No caso da sobrepesca, o problema é particularmente grave devido à sua forte dependência de uma governança binacional eficaz, onde assimetrias nas regulamentações e na intensidade do esforço de pesca comprometem a compreensão sobre a sustentabilidade do recurso. A pesca ilegal, não declarada e não regulamentada, por sua vez, é extremamente grave, pois mina os mecanismos de gestão existentes e dificulta a estimativa do esforço de pesca real.

População afetada

Os impactos identificados afetam diretamente as comunidades pesqueiras, que dependem desse recurso como principal meio de vida e enfrentam crescente incerteza quanto ao estado dos estoques e à estabilidade de sua renda, sendo que a pesca ilegal intensifica a competição desleal, prejudica os pescadores que atuam dentro das normas, desestimula a formalização e compromete a efetividade das medidas de manejo. Nesse contexto, também se evidenciam implicações relacionadas aos papéis de gênero, pois, embora a captura seja majoritariamente realizada por homens, as mulheres desempenham funções relevantes no processamento e na gestão econômica e doméstica das famílias; contudo, muitas não são formalmente reconhecidas como parte da cadeia produtiva da pesca artesanal, o que pode limitar seu acesso a políticas públicas e programas de apoio, reforçando a necessidade de incorporar essa dimensão social na gestão dos recursos pesqueiros.

Cobertura territorial

A abrangência territorial dos impactos é caracterizada como moderada e localizada, concentrando-se principalmente em áreas de intensa atividade pesqueira. Deltas e desembocaduras de grandes rios se destacam, em particular, por constituírem habitats críticos para as espécies-alvo e áreas de alta intensidade de uso da terra. No caso do Uruguai, a relevância territorial do problema é ainda maior devido à localização de importantes desembocaduras e áreas úmidas de baixa altitude, onde se concentram tanto a atividade pesqueira quanto as funções ecológicas essenciais. Essa concentração espacial significa que, embora o problema não seja homogêneo em toda a bacia, seus efeitos são particularmente intensos.

Tendência

A tendência dos impactos é avaliada como crescente. Esse aumento está associado à persistência das assimetrias binacionais, à continuidade das práticas de pesca ilegal, à crescente pressão sobre áreas-chave do sistema e à expansão das atividades recreativas e turísticas.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

Ambos os países desenvolveram um conjunto de respostas destinadas a regulamentar a atividade, fortalecer as instituições e apoiar o setor produtivo. Nesse contexto, destacam-se os avanços recentes do lado uruguaio, como a Resolução nº 302/2025, promovida pela DINARA em coordenação com processos de gestão participativa, que atualiza as medidas de gestão na área da Lagoa Mirim, incluindo definições sobre períodos de defeso e tamanhos mínimos de acordo com as espécies-alvo, o que constitui um passo relevante rumo a uma gestão mais precisa. No entanto, tal como acontece com outros componentes, estas respostas foram predominantemente concebidas e implementadas a nível nacional, com uma coordenação binacional limitada, o que reduz a sua eficácia na resolução de problemas comuns.

A nível da governança, o Tratado de Cooperação para a Utilização dos Recursos Naturais e o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (1977) serve de precedente, estabelecendo um quadro para a gestão conjunta do sistema. Contudo, a sua implementação tem sido parcial e não conseguiu consolidar uma governação binacional eficaz em matéria de pescas.

Em termos operacionais, reconhece-se a importância de gerar iniciativas destinadas a reforçar os sistemas de monitorização, controlo e fiscalização, permitindo o desenvolvimento de um sistema binacional de fiscalização e a integração dos sistemas de informação existentes. No entanto, na prática, persistem assimetrias nos mecanismos de registo, monitorização e controlo, bem como limitações na capacidade operacional, resultando numa baixa eficácia na prevenção da pesca ilegal e na garantia do cumprimento das medidas de gestão.

Por outro lado, destacam-se as respostas voltadas para o fortalecimento do setor pesqueiro, por meio da promoção de associações e cooperativas, programas de apoio à produção (infraestrutura de processamento, armazenamento e comercialização) e a promoção de atividades de agregação de valor. Essas iniciativas representam um progresso significativo em termos de desenvolvimento local, embora seu alcance ainda seja heterogêneo e limitado em escala e implementação, particularmente no que diz respeito à formalização do setor.

Da mesma forma, identificam-se esforços incipientes no fortalecimento dos espaços de governança participativa, bem como na geração de informações sobre o sistema (por exemplo, mapeamento de áreas de aquicultura no Brasil e medidas de biossegurança). Em particular, do ponto de vista institucional, o Uruguai destaca-se pelos mecanismos de participação promovidos pela DINARA, que incluem encontros e oportunidades de intercâmbio com pescadores no âmbito dos Conselhos de Pesca. No entanto, esses avanços ainda não se traduziram em instrumentos consolidados de planejamento espacial ou planejamento integrado do uso de recursos, o que limita seu impacto na redução de conflitos e na sustentabilidade do sistema.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

A Figura 4.05 apresenta a síntese das principais pressões e impactos associados ao uso não sustentável dos recursos pesqueiros na bacia. Evidencia-se que fragilidades no marco regulatório, limitações no controle, monitoramento e fiscalização e a insuficiente ordenação do uso do recurso contribuem para a geração de múltiplas pressões sobre o sistema socioambiental, a degradação de habitats e a pesca ilegal. Essas pressões resultam em impactos como a perda de qualidade ecológica, conflitos entre usuários, redução do valor econômico do recurso e enfraquecimento da legitimidade das medidas de gestão. A Figura 4.05 permite uma leitura integrada das interações, destacando que uma mesma pressão pode desencadear diversos impactos simultaneamente, assim como as respostas identificadas possuem potencial para atuar de forma articulada sobre diferentes dimensões do problema.

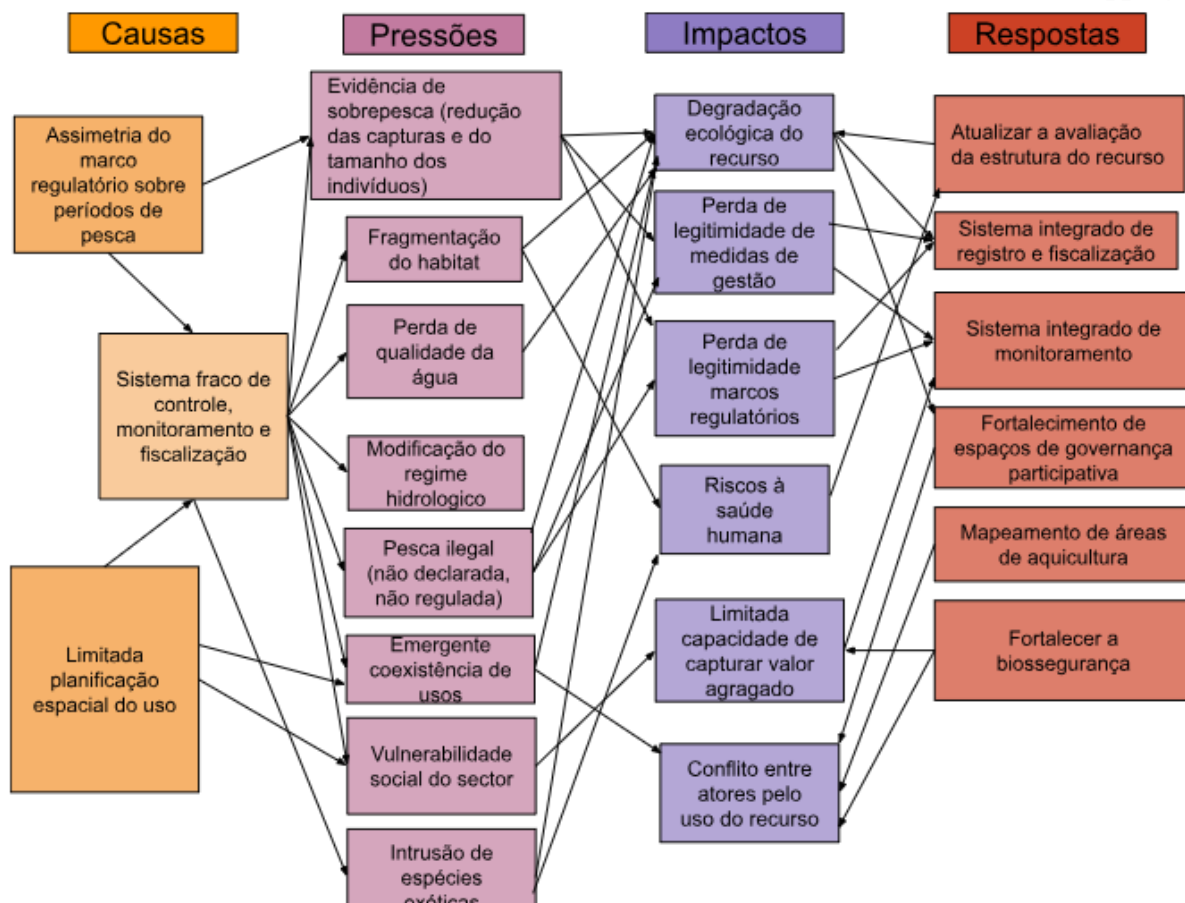


Figura 4.05. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema uso não sustentável dos recursos pesqueiros.

4.3.6. Situações de Vulnerabilidade Social

A partir do levantamento e da sistematização das informações obtidas ao longo do diagnóstico, foram identificados os principais problemas relacionados à vulnerabilidade social. A Tabela 4.11 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, evidenciando os elementos considerados mais relevantes para a compreensão do cenário analisado.

Tabela 4.11. Problema central e problema priorizado referentes a vulnerabilidade social.

PROBLEMA CENTRAL: Persistem situações de vulnerabilidade social na bacia, associadas a desigualdades territoriais no acesso a oportunidades econômicas, serviços básicos, educação, participação social e reconhecimento de direitos culturais e territoriais.
PROBLEMA PRIORIZADO: Fatores de proteção e de risco da população urbana e rural

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

A BHLMLC apresenta situações de vulnerabilidade social associadas a desigualdades territoriais no acesso a serviços básicos, infraestrutura sanitária e atenção à saúde. Esses fatores afetam tanto populações urbanas quanto rurais e estão relacionados à exposição a eventos hidrológicos recorrentes, limitações na cobertura de saneamento e à distribuição desigual de serviços de saúde especializados.

Entre os riscos mais relevantes no território destacam-se as inundações, que ocorrem com frequência em diferentes localidades da bacia e geram impactos materiais, deslocamentos temporários de famílias e pressões adicionais sobre os sistemas locais de assistência social e saúde.

Eventos hidrológicos afetam periodicamente cidades importantes da região, como Treinta y Tres, Melo e Río Branco no lado uruguaio, e Pelotas, Rio Grande, Arroio Grande, Pedro Osório, Cerrito e Jaguarão no lado brasileiro. Nessas áreas, as inundações urbanas têm provocado danos recorrentes e evidenciam a vulnerabilidade de populações instaladas em zonas suscetíveis a alagamentos. Além disso, os relatórios temáticos apontam a exposição a agrotóxicos como um fator de risco relevante, especialmente para trabalhadores agrícolas vinculados à produção de arroz e tabaco, indicando possíveis impactos sobre a saúde das populações rurais e sobre o ambiente.

Em termos de infraestrutura básica, observam-se desigualdades importantes no acesso à água potável e saneamento. Embora a cobertura de abastecimento de água seja elevada em centros urbanos, o acesso em áreas rurais permanece significativamente mais limitado. Paralelamente, a oferta de serviços de saúde especializados apresenta baixa cobertura territorial e forte concentração em centros urbanos, o que limita o acesso da população de áreas periféricas e rurais a atendimentos de maior complexidade.

A dimensão transfronteiriça do problema se evidencia especialmente em situações de emergência sanitária ou ambiental. Episódios recentes, como a pandemia de COVID-19, demonstraram que fluxos populacionais através da fronteira podem ocorrer em busca de atendimento em saúde, gerando pressões adicionais sobre os serviços disponíveis em um dos países. Essa dinâmica é reforçada pela distribuição territorial dos equipamentos de saúde, já que, em alguns trechos da fronteira, hospitais localizados no lado brasileiro encontram-se mais próximos das populações fronteiriças, enquanto centros especializados no lado uruguaio estão situados a maiores distâncias.

Identificação das pressões, causas diretas e subjacentes

Como causa profunda dessa problemática identificam-se as desigualdades territoriais na distribuição de infraestrutura básica, serviços de saúde e instrumentos de planejamento urbano e territorial na bacia. Essas desigualdades estão associadas às dinâmicas de desenvolvimento produtivo e aos processos de ocupação do território. Embora Brasil e Uruguai apresentem contextos institucionais distintos, ambos enfrentam limitações no fornecimento equilibrado de infraestrutura sanitária e de serviços especializados de saúde em todo o território da bacia, o que gera pressões semelhantes sobre as populações locais, ainda que com diferentes intensidades entre os dois países.

Como causas diretas destacam-se a ocupação de áreas suscetíveis a eventos hidrológicos, especialmente em zonas urbanas sujeitas a inundações, e a exposição de populações rurais e trabalhadores agrícolas a fatores de risco ambiental associados às atividades produtivas. Essas condições se combinam com limitações no acesso a serviços básicos de saneamento e com a baixa cobertura territorial de serviços de saúde de média e alta complexidade, particularmente em áreas rurais e em municípios com menor capacidade institucional e financeira.

Esses fatores geram pressões sobre o sistema socioambiental da bacia, resultando na exposição recorrente de parte da população a eventos hidrológicos, como inundações, que afetam cidades da região e provocam danos materiais, deslocamentos temporários de famílias e impactos sobre a saúde e o bem-estar das comunidades. Ao mesmo tempo, persistem pressões associadas à exposição a contaminantes provenientes das atividades agrícolas, especialmente em áreas de produção intensiva, além de desigualdades no acesso a serviços básicos de água, saneamento e atenção especializada em saúde. Em conjunto, essas pressões contribuem para o aumento da vulnerabilidade social e sanitária das populações da bacia, ampliando as desigualdades territoriais e os riscos associados às condições ambientais e à disponibilidade de serviços públicos.

Relação entre subtemas

Como fator estrutural relacionado a essa problemática, foi identificado desigualdades territoriais na distribuição de infraestrutura básica, serviços de saúde e instrumentos de planejamento territorial ao longo da bacia, associadas às dinâmicas produtivas e às formas de ocupação do território. Essas condições contribuem para a exposição de populações urbanas e rurais a diferentes fatores de risco socioambiental, incluindo eventos hidrológicos recorrentes, limitações no acesso a saneamento básico e a exposição a contaminantes provenientes das atividades produtivas, especialmente em áreas agrícolas.

Esses processos se articulam com outras problemáticas analisadas no diagnóstico da bacia, particularmente com a qualidade da água, devido ao aporte de contaminantes de origem agrícola, pecuária e urbana; com as alterações no ciclo hidrológico e a ocorrência de eventos extremos de inundação; e com as dinâmicas de uso do solo associadas às atividades produtivas. Também apresentam relação com os recursos pesqueiros e com aspectos de governança, uma vez que a gestão desses riscos depende da coordenação institucional e da implementação de estratégias integradas para reduzir vulnerabilidades e melhorar as condições de vida das populações da região.

Identificação de impactos

Gravidade

A gravidade do subtema é elevada devido à combinação de fatores que afetam diretamente a saúde e a segurança da população. Entre eles destacam-se a ocorrência recorrente de inundações urbanas, que impactam cidades importantes da bacia, a exposição a agrotóxicos em áreas agrícolas, associada a riscos para trabalhadores e comunidades rurais, e as deficiências no acesso a serviços básicos de saneamento, que ampliam a vulnerabilidade sanitária.

População afetada

O problema afeta amplamente a população da bacia, tanto em áreas urbanas quanto rurais, uma vez que eventos hidrológicos, limitações de infraestrutura sanitária e o acesso desigual a serviços de saúde impactam diferentes grupos sociais e territórios, ampliando vulnerabilidades socioambientais.

Nesse contexto, observam-se também implicações relacionadas às desigualdades de gênero, já que as mulheres tendem a se concentrar em atividades menos formalizadas ou vinculadas à economia familiar. Além disso, o perfil produtivo da região expõe trabalhadores a riscos ocupacionais associados a atividades primárias e, embora os registros indiquem predominância masculina nos acidentes de trabalho, as mulheres também estão sujeitas a riscos em atividades menos visíveis, como o processamento de alimentos e o trabalho agrícola familiar, frequentemente marcados pela informalidade e pelo trabalho não remunerado.

Cobertura territorial

O problema afeta amplamente a população da bacia, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Eventos hidrológicos, limitações de infraestrutura sanitária e acesso desigual a serviços de saúde impactam diretamente diferentes grupos sociais e territórios, ampliando vulnerabilidades socioambientais.

Tendência

A tendência observada aponta para o agravamento dessas vulnerabilidades. Muitos municípios da bacia apresentam capacidade financeira limitada para enfrentar essas pressões, o que pode dificultar a ampliação de serviços de saúde especializados, melhorias no saneamento e ações preventivas frente a riscos ambientais.

Respostas existentes e avaliação da eficácia

Os dois países têm desenvolvido diferentes respostas institucionais voltadas à redução das vulnerabilidades sociais associadas a riscos ambientais, ao acesso a serviços básicos e à atenção à saúde. No entanto, a efetividade dessas medidas ainda é limitada em diversas áreas da bacia.

No âmbito da saúde pública, Brasil e Uruguai contam com sistemas nacionais estruturados e ampla cobertura de atenção primária, o que contribui para mitigar parte dos riscos sanitários da população. Entretanto, a oferta de serviços de média e alta complexidade permanece concentrada em centros urbanos, restringindo o acesso de populações rurais e de áreas fronteiriças. Nesse contexto, fortalecer a coordenação institucional e ampliar estratégias conjuntas para melhorar a infraestrutura sanitária, os serviços de saúde e a gestão de riscos ambientais torna-se fundamental para reduzir a vulnerabilidade social na bacia.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

Apresenta-se a seguir uma síntese do modelo Pressão–Estado–Impacto–Resposta (PEIR) aplicado ao tema da Vulnerabilidade Social na bacia (Figura 4.06), evidenciando as relações entre causas estruturais, pressões exercidas sobre o sistema, impactos gerados e as respostas institucionais existentes ou necessárias. A análise integrada dessas dimensões permite compreender como desigualdades no

acesso a serviços básicos, infraestrutura e planejamento territorial se articulam com fatores ambientais e sociais, contribuindo para o agravamento da vulnerabilidade da população.

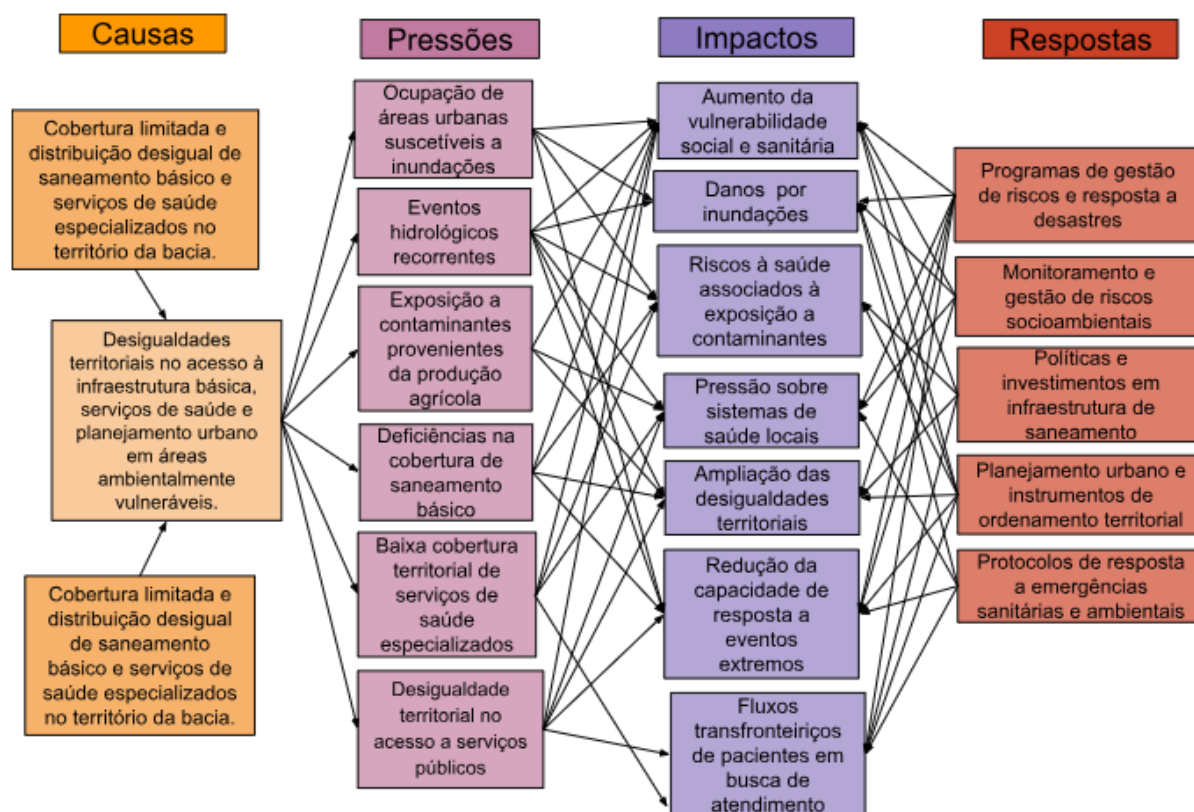


Figura 4.06. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema Vulnerabilidade Social.

4.3.7 Governança e Cooperação Institucional Transfronteiriça na Bacia

A governança e a cooperação institucional transfronteiriça constituem um eixo estratégico para a gestão integrada da Bacia da Lagoa Mirim–Laguna Merín, uma vez que a natureza compartilhada dos recursos hídricos, dos ecossistemas e dos usos produtivos exige coordenação contínua entre Brasil e Uruguai. Embora a bacia conte com uma base jurídica, institucional e técnica relevante, incluindo marcos normativos nacionais, instâncias binacionais históricas e espaços de participação e gestão, persistem limitações na articulação entre escalas, na interoperabilidade de sistemas, na harmonização técnico-operacional, na coordenação de respostas a eventos críticos e na implementação conjunta de ações de monitoramento, fiscalização e planejamento.

Nesse contexto, este tema analisa em que medida as fragilidades de governança reduzem a capacidade binacional de prevenir conflitos, gerir riscos e responder de forma coerente aos problemas ambientais e socioeconômicos compartilhados, identificando os principais déficits, assimetrias e oportunidades de fortalecimento da cooperação institucional na bacia.

A Tabela 4.12 apresenta a definição do problema central e do problema priorizado, referente a governança e cooperação institucional transfronteiriça na bacia.

Tabela 4.12. Problema central e problema priorizado referentes a governança e cooperação institucional transfronteiriça na bacia.

PROBLEMA CENTRAL: Governança transfronteiriça insuficientemente integrada, coordenada e operacionalizada na Bacia da Lagoa Mirim, reduzindo a capacidade binacional de prevenir conflitos, gerir riscos e implementar respostas consistentes aos problemas ambientais e socioeconômicos compartilhados.
PROBLEMA PRIORIZADO: Monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados.

Descrição do estado do problema e sua importância transfronteiriça

Apesar de Brasil e Uruguai contarem com marcos legais, redes de monitoramento, sistemas nacionais de informação hídrica e plataformas públicas de dados, a Bacia da Lagoa Mirim ainda não dispõe de um arranjo binacional suficientemente interoperável, comparável e transparente que permita transformar dados disponíveis em evidências compartilhadas para a tomada de decisão.

O problema principal não é a ausência de informação em cada país, mas a persistência de diferenças na frequência de monitoramento, nos parâmetros, nos métodos analíticos, nos metadados, nos formatos de dados e nas regras de divulgação, além de lacunas espaciais em compartimentos críticos da bacia e de uma fraca integração entre informações de quantidade e qualidade da água. Na prática, isso impede a construção de séries binacionais consistentes, limita a comparação direta entre diagnósticos, dificulta a identificação precoce de riscos e reduz a capacidade da bacia de operar como uma unidade funcional de gestão.

O Informe Temático de Governança é explícito ao assinalar que a lacuna operacional mais relevante em escala transfronteiriça não é a falta de dados, mas a falta de interoperabilidade e de protocolos comuns para produzir informação binacional comparável. Também indica que as lacunas de monitoramento e informação se traduzem em incerteza para revisar objetivos de qualidade, definir limites de vertimento, avaliar efeitos de secas e cheias e negociar medidas binacionais de redução de cargas poluentes ou de adaptação a eventos extremos.

Nesse sentido, a importância transfronteiriça desse problema é muito alta, porque afeta simultaneamente a coordenação institucional, a prevenção de conflitos, a transparência pública, a resposta a crises, o planejamento adaptativo e a legitimidade das decisões compartilhadas. Quando os sistemas “conversam” entre si, a transparência deixa de ser uma obrigação formal e passa a operar como mecanismo ativo de prevenção de conflitos e de construção de confiança entre países e instituições.

Por seu caráter transversal e por sua capacidade de condicionar a resposta institucional frente a outros problemas críticos da bacia, o déficit de monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados deve ser entendido como um problema de governança transfronteiriça de alta relevância estratégica, cuja superação constitui condição necessária para fortalecer a coordenação

binacional, reduzir incertezas e orientar decisões compartilhadas sobre a água e os ecossistemas associados.

Identificação de pressões, causas diretas e profundas

O problema do monitoramento integrado, da interoperabilidade e da transparência de dados na Bacia da Lagoa Mirim não decorre da ausência de sistemas nacionais, mas da persistência de uma lacuna operacional entre capacidades que existem em ambos os países, mas que ainda não conseguem articular-se como infraestrutura binacional. Em termos de pressões, a bacia enfrenta uma demanda crescente por informação comparável e oportuna, associada à intensificação das pressões produtivas, à complexidade dos conflitos pelo uso da água, à necessidade de gerir eventos extremos e à exigência de fundamentar decisões públicas em evidências verificáveis. O próprio informe temático assinala que as lacunas de monitoramento e informação geram incerteza justamente quando se torna necessário revisar objetivos de qualidade, definir limites de vertimento, avaliar impactos de secas e cheias ou negociar medidas binacionais de redução de cargas e adaptação a eventos extremos. Além disso, na lógica PEIR proposta para o ADT, essas pressões se vinculam a processos mais amplos, como uso intensivo da água, contaminação difusa, intervenções hidráulicas, eventos extremos e mudanças no uso do solo.

As causas diretas do problema relacionam-se com a falta de mecanismos binacionais concretos para tornar compatíveis os sistemas existentes. O Informe Temático identifica três frentes críticas: a compatibilidade entre séries e metadados, a harmonização de parâmetros e metodologias e a governança da divulgação, isto é, o que se publica, quando, em que formato e com que linguagem. A isso somam-se diferenças na frequência de monitoramento, nos parâmetros observados, nos métodos analíticos e nos formatos dos dados, assim como lacunas espaciais em compartimentos críticos da bacia e uma integração incompleta entre dados de quantidade e qualidade da água. A análise comparativa também ressalta que os sistemas nacionais não são interoperáveis e que as séries podem não ser comparáveis, razão pela qual o principal “gargalo cooperativo” está na harmonização de protocolos e na integração dos dados.

As causas profundas são de natureza institucional e de governança. Em primeiro lugar, a bacia segue operando predominantemente a partir de arquiteturas nacionais distintas, com sistemas de informação organizados segundo lógicas institucionais diferentes, o que exige uma “tradução” institucional e técnica que ainda não está consolidada. Em segundo lugar, persiste uma fragmentação entre marcos, instrumentos e rotinas operacionais no plano binacional; o informe é explícito ao indicar que as lacunas mais relevantes não são faltas de leis, mas faltas de acoplamento entre leis, instrumentos e rotinas de operação. Em terceiro lugar, a ausência de um arranjo binacional estável de interoperabilidade, com metadados, protocolos, equivalências e um painel público de bacia, enfraquece simultaneamente a decisão técnica, a participação social informada e a confiança institucional. Por fim, o próprio estudo de governança sintetiza essa causalidade ao assinalar que a falta de um sistema

binacional interoperável impede transformar medições em evidência comparável, compartilhada e orientada à decisão.

Relacionamento entre subtemas

O subtema de monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados mantém uma relação estrutural com os demais subtemas de governança e deve ser entendido como um eixo transversal da cooperação transfronteiriça na bacia. Não se trata apenas de um componente técnico vinculado à produção de informação, mas de uma condição básica para construir diagnósticos comuns, sustentar decisões compartilhadas e reduzir incertezas entre países e instituições. Nesse sentido, a interoperabilidade de dados constitui uma das bases operativas da governança, porque permite transformar informação nacional dispersa em evidência binacional comparável, útil para a gestão da bacia como unidade funcional.

Seu vínculo com os demais subtemas é direto. Com a harmonização normativa e a equivalência técnica (P1), a relação se expressa na necessidade de contar com parâmetros, critérios e metodologias minimamente comparáveis para que os dados possam dialogar entre si. Com os protocolos binacionais para eventos críticos (P2), a interoperabilidade torna-se indispensável para ativar alertas precoces, coordenar respostas e definir gatilhos de ação sobre bases compartilhadas. Com a coordenação interinstitucional multinível (P3), a relação é recíproca: sem coordenação sustentada não há interoperabilidade estável, e sem informação comparável a coordenação perde eficácia, previsibilidade e capacidade de acompanhamento.

A inter-relação também é clara com o planejamento binacional integrado e a gestão adaptativa (P5), já que não é possível definir metas comuns, revisar tendências nem ajustar decisões sem sistemas de monitoramento e dados compatíveis. Da mesma forma, a implementação, fiscalização e equivalência prática de *enforcement* (P6) dependem de informação verificável, pontos críticos identificados e critérios transparentes para sustentar ações coordenadas. Quanto à participação social, inclusão e legitimidade (P7), a transparência dos dados é uma condição essencial para que a participação seja informada, equilibrada e com maior capacidade de incidência, fortalecendo a confiança pública nas decisões binacionais.

Por fim, a sustentabilidade financeira e as capacidades institucionais (P8) condicionam a viabilidade deste subtema, já que manter interoperabilidade requer recursos, equipes estáveis, manutenção de redes, plataformas, metadados e protocolos permanentes de intercâmbio e publicação. Em conjunto, isso confirma que os dados e a interoperabilidade não são um aspecto acessório da cooperação, mas um componente central e transversal da governança transfronteiriça, com capacidade de influenciar a coordenação, a resposta a riscos, o planejamento, a fiscalização e a legitimidade social da gestão na bacia.

Identificação de impactos

Gravidade

A gravidade do problema é alta, porque a falta de monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados não afeta apenas a produção de informação, mas a própria capacidade da governança binacional de operar com base em evidências compartilhadas. O Informe Temático assinala que a ausência de uma plataforma binacional integrada e de mecanismos permanentes de interoperabilidade limita a capacidade de antecipação e de resposta coordenada, enfraquece a decisão técnica, a participação social informada e a confiança institucional. O estudo específico de governança reforça essa leitura ao indicar que, sem comparabilidade, aumentam as disputas sobre diagnóstico e prioridades; sem transparência, diminui a confiança social; e sem interoperabilidade, crescem os custos de coordenação e planejamento. Por se tratar de um subtema que sustenta protocolos de risco, planejamento, *enforcement* e participação, sua gravidade é, além disso, estrutural e transversal, não setorial nem pontual.

População afetada

A população afetada é ampla e diversa, embora os impactos se distribuam de forma desigual. A falta de informação acessível, comparável e oportuna afeta instituições públicas e técnicas de ambos os países, mas também repercute sobre comunidades rurais, pescadores, trabalhadores do turismo, produtores, populações urbanas e grupos vulneráveis que dependem da água para abastecimento, produção, saúde e meios de vida. O informe também indica que as assimetrias informativas e técnicas reforçam relações de poder desiguais e reduzem a capacidade de determinados atores locais de defender interesses ou propor alternativas, especialmente quando a informação não chega de forma compreensível e oportuna. Por isso, embora o problema se expresse no plano institucional, seus efeitos alcançam diretamente a população usuária da água e os setores mais expostos a decisões pouco informativas ou tardias.

Cobertura territorial

A cobertura territorial do problema é binacional e em escala de bacia, com efeitos que abrangem tanto áreas críticas específicas quanto o conjunto do sistema Lagoa Mirim–rios tributários–zonas vinculadas. O Informe Temático assinala que as redes de monitoramento não cobrem de forma homogênea toda a bacia e que persistem lacunas em compartimentos críticos, incluindo pequenos tributários de uso intensivo, áreas úmidas marginalmente conectadas e outros espaços sensíveis. Ao mesmo tempo, a falta de interoperabilidade não se restringe a um ponto geográfico isolado: ela afeta a possibilidade de tratar a bacia como unidade funcional de gestão, justamente porque os sistemas nacionais não “conversam” entre si de maneira suficiente. Em consequência, a cobertura territorial deve ser considerada ampla, uma vez que o problema atravessa fronteiras administrativas e incide sobre toda a lógica espacial da cooperação binacional.

Tendência

A tendência do problema é persistente e potencialmente agravante se não forem adotadas respostas estruturais. O estudo de governança assinala que a pressão por evidências cresce com o aumento da complexidade da bacia, marcada pela qualidade da água, cargas difusas, eventos extremos e demandas sociais por transparência. O Informe Temático coincide ao indicar que, sem um “produto binacional” de informação com indicadores mínimos, metodologia comum e comunicação pública, a governança permanece dependente de negociações *ad hoc*, vulneráveis a ciclos políticos, crises e ruídos institucionais. Isso sugere que, na ausência de medidas corretivas, o problema não tende a se estabilizar por si só; ao contrário, pode se intensificar à medida que aumentam as pressões ambientais, climáticas e sociais sobre a bacia.

Respostas existentes e avaliação da efetividade

Existem respostas relevantes, mas sua efetividade atual é parcial. Ambos os países já dispõem de bases legais de transparência, sistemas nacionais de informação e plataformas públicas de dados, o que constitui uma base favorável para a cooperação binacional. No entanto, a principal lacuna continua sendo a falta de interoperabilidade entre essas infraestruturas na escala da bacia.

Mais do que um arranjo binacional já consolidado, o que existe hoje é uma base institucional e técnica que abre a possibilidade de uma convergência progressiva. O Informe Temático sugere uma agenda incremental, centrada em variáveis mínimas comuns, protocolos de interoperabilidade e critérios compartilhados de transparência e comunicação pública.

Por isso, a avaliação de efetividade deve ser considerada parcial: há capacidades, infraestrutura e oportunidade de avanço, mas ainda não se observa um sistema binacional suficientemente estável, rotineiro e verificável para resolver estruturalmente o problema do monitoramento integrado, da interoperabilidade e da transparência de dados.

Resumo Pressão–Estado–Impacto–Resposta

O problema priorizado de monitoramento integrado, interoperabilidade e transparência de dados configura-se a partir de uma pressão crescente por produzir informação comparável, oportuna e socialmente inteligível para responder a uma bacia cada vez mais complexa, marcada por pressões produtivas, contaminação difusa, eventos extremos, conflitos pelo uso da água e demandas por maior transparência pública. Essas pressões aumentam a necessidade de contar com evidências compartilhadas para sustentar decisões binacionais sobre qualidade da água, riscos, planejamento, fiscalização e adaptação (Figura 4.07).

O estado atual do problema caracteriza-se pela existência de capacidades nacionais relevantes de monitoramento e dados abertos em ambos os países, mas sem um arranjo binacional suficientemente interoperável, comparável e transparente. Persistem diferenças em parâmetros, metodologias, periodicidades, metadados, formatos e cobertura espacial, além de uma integração ainda limitada entre

informações de quantidade e qualidade da água. Como resultado, a bacia ainda não dispõe de um produto binacional estável que permita transformar dados disponíveis em informação compartilhada e verificável para a tomada de decisão.

Os impactos dessa situação são amplos e transversais. No plano institucional, aumenta a incerteza na tomada de decisão, encarece a coordenação e enfraquece a capacidade de antecipar riscos e atuar de maneira conjunta. No plano social, reduz a transparência efetiva, limita a participação informada e enfraquece a confiança institucional.

No plano ambiental e territorial, dificulta identificar pontos críticos, avaliar tendências e sustentar respostas consistentes frente a problemas compartilhados de qualidade e disponibilidade da água. Por seu caráter transversal, esse problema também afeta a efetividade de outros subtemas de governança, especialmente protocolos de risco, coordenação multinível, planejamento adaptativo, fiscalização e legitimidade social.

As respostas existentes são relevantes, mas ainda parciais. Ambos os países contam com bases legais de transparência, sistemas nacionais de informação e plataformas públicas de dados, e a bacia dispõe de instâncias binacionais e do processo ADT como espaços que podem favorecer uma convergência progressiva.

No entanto, a efetividade atual continua limitada, já que ainda não se consolidou uma interoperabilidade binacional suficientemente estável, rotineira e verificável. Nesse sentido, a resposta mais consistente não é uma solução já plenamente instalada, mas sim a possibilidade de avançar de forma incremental em direção a um núcleo mínimo comum de variáveis, protocolos, metadados e critérios de transparência aplicáveis à escala da bacia.

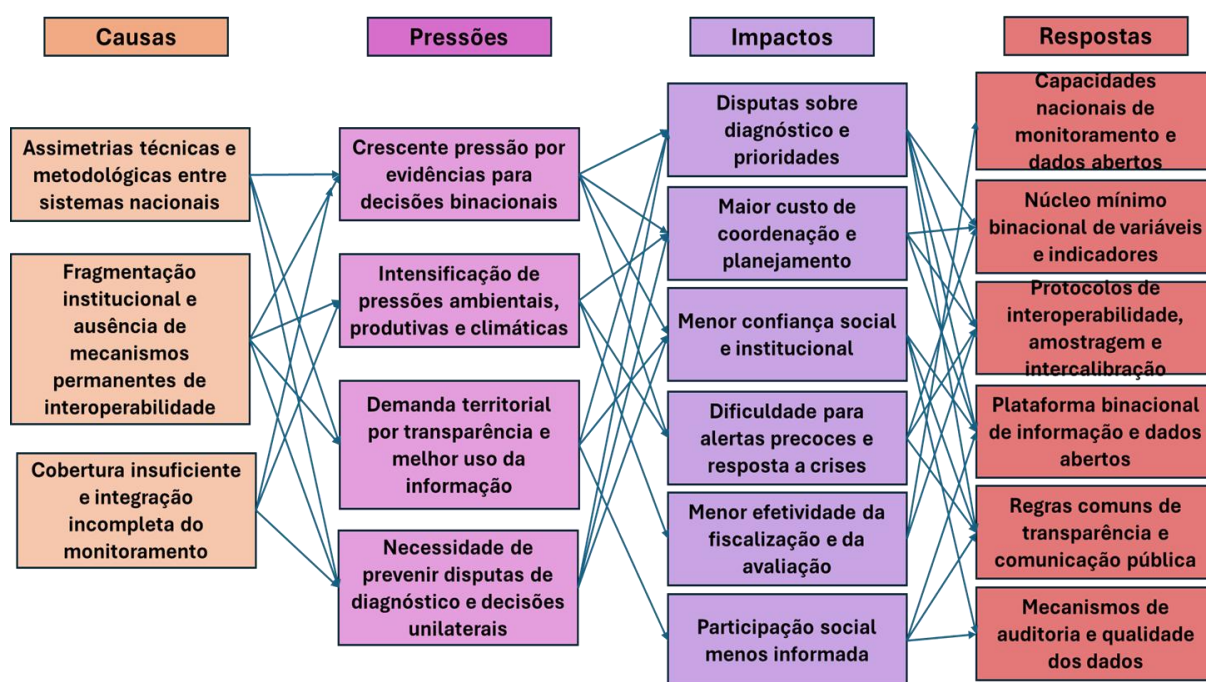


Figura 4.07. Síntese das pressões, dos impactos e respostas do tema governança e cooperação institucional transfronteiriça na bacia.

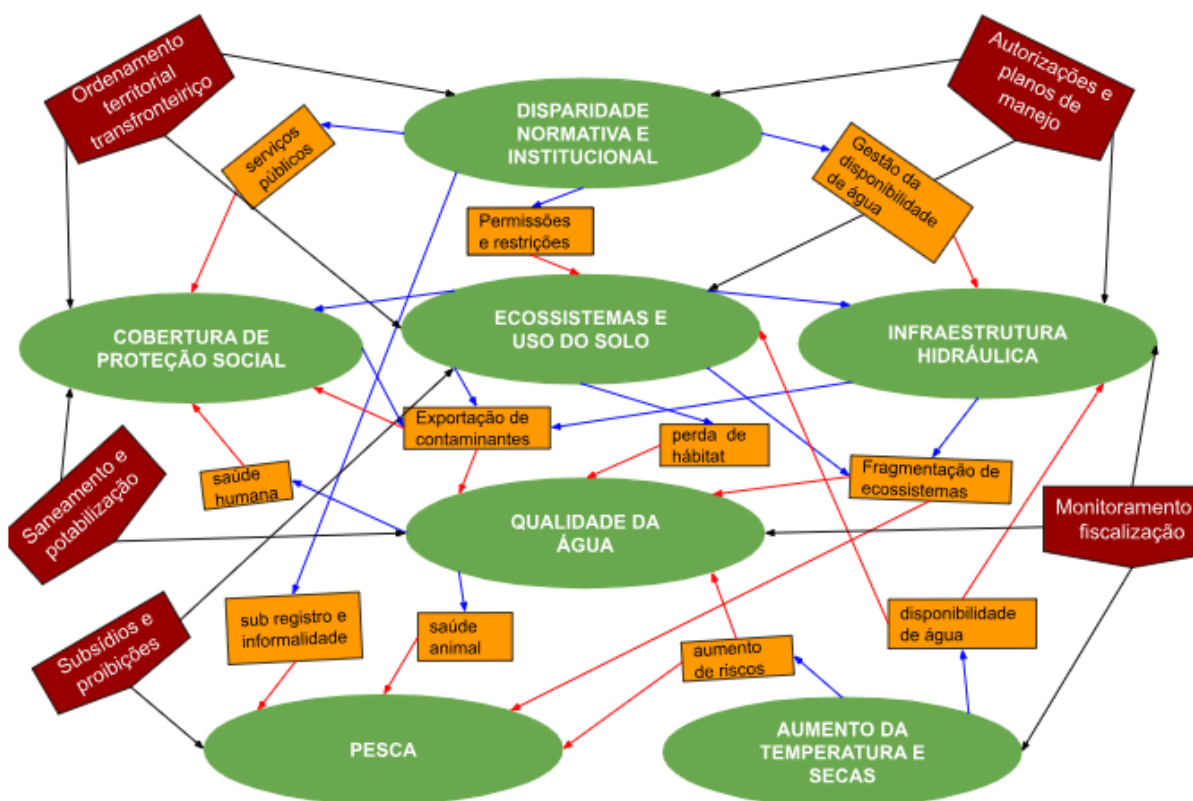
5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROGRAMA DE AÇÃO ESTRATÉGICA

5.1. Rede de interações de problemas priorizados

Como mencionado na apresentação das cadeias causais, todas as questões estão interligadas, e o modelo PEIR permite visualizar como um problema gera pressões ou impactos sobre outro. Ele também revela causas comuns e algumas respostas que podem abordar mais de um problema simultaneamente. A Figura 5.01 sistematiza os aspectos mais importantes dessa rede de interações. As relações estabelecidas entre esses componentes podem ser negativas, perpetuando o problema, ou positivas, atuando como canais que potencializam as ações estratégicas. Nesse sentido, após compreender a complexa rede de problemas e identificar os pontos de alavancagem para intervenção, podemos delinear:

- por um lado, eixos estratégicos transversais a todas as áreas problemáticas, abrangendo diferentes tipos de intervenções de ação estratégica;
- por outro lado, ações estratégicas temáticas específicas para alguns dos problemas priorizados;
- por último, ações estratégicas intertemáticas capazes de abordar mais de uma área problemática por meio da rede de conexões.

Figura 5.01. Diagrama resumido das interações PEIR entre os problemas priorizados.



5.2. Vazios de Informação

Durante a elaboração das cadeias causais, foram identificados alguns vazios de informação que dificultaram a adequada caracterização dos temas e subtemas analisados. Entendem-se como vazios de informação as limitações, ausências ou fragilidades em dados relevantes que impedem compreender de forma consistente as pressões, o estado do ambiente, os impactos associados ou a efetividade das respostas, restringindo, assim, a capacidade de análise, monitoramento e tomada de decisão.

Esses vazios podem se manifestar, por exemplo, em situações nas quais a falta de informações impede a identificação de determinadas causas de um Tema Crítico. Além disso, mesmo quando as causas são conhecidas, a ausência de dados sobre as condições específicas pode inviabilizar a definição de ações de mitigação adequadas para enfrentar o problema.

Os vazios de informação foram organizados em duas categorias: Acesso à informação, que abrange dados inexistentes ou não acessados durante a elaboração do ADT, e Monitoramento, que se refere a conjuntos de dados disponíveis de forma parcial ou isolada, mas insuficientes para a consolidação de um acompanhamento sistemático.

Acesso à informação:

- Não há acesso completo aos dados de tratamento de efluentes industriais em toda a bacia. As informações disponíveis não cobrem a totalidade das indústrias presentes no território. Falta de inventário sistemático da extensão de canais e drenagens;
- Falta de dados regionais sobre infiltração e coeficiente de escoamento;
- Séries sistemáticas e comparáveis de eventos históricos de inundações urbanas;
- Estimativa da porcentagem da população e das habitações localizadas em áreas sujeitas a inundações;
- Dados comparáveis sobre os impactos socioeconômicos das inundações urbanas;
- Sistemas de dados compartilhados para precipitação extrema, níveis de água e eventos de inundação em sub-bacias agrícolas;
- Avaliação abrangente da rede de monitoramento hidrometeorológico existente na bacia;
- Séries climáticas contínuas, harmonizadas e comparáveis entre ambos os países;
- Bancos de dados com dados históricos compartilhados para precipitação, temperatura, evaporação e níveis hidrométricos;
- Dados sobre a exportação de poluentes de fontes difusas;
- Quantificação do impacto da demanda florestal no ciclo hidrológico;
- Avaliação abrangente da estrutura populacional dos recursos pesqueiros;
- Ausência de dados integrados e comparáveis sobre geração de emprego por setor econômico e sua distribuição territorial na bacia transfronteiriça;

- Falta de informações sistematizadas e comparáveis sobre populações expostas a riscos ambientais, cobertura de saneamento e acesso a serviços de saúde na bacia;
- Proporção real de capturas ilegais;
- Estimativas confiáveis do esforço de pesca informal;
- Diferença real entre o preço pago ao produtor e o preço final;
- Renda média dos pescadores;
- Número de iniciativas cooperativas ativas;
- Caracterização sistemática dos conflitos de pesca;
- Identificação dos atores e setores envolvidos na pesca;
- Ausência de dados consolidados e comparáveis sobre acidentes de trabalho, condições laborais e perfil da força de trabalho na escala da bacia;
- Falta de informações sistematizadas sobre a participação de mulheres, povos indígenas e outros grupos sociais nos processos de governança e tomada de decisão na bacia;
- Acesso limitado a informações comparáveis e oportunas;
- Falta de interoperabilidade entre sistemas de informação;
- Informação pouco acessível para atores não técnicos;
- Persistem lacunas na rastreabilidade da informação entre instâncias técnicas, espaços participativos e órgãos de decisão;
- Limitada transformação da informação em decisões binacionais coordenadas.

Monitoramento:

- Ausência de modelagem hidrogeológica regional e inventário completo de poços e para elaboração da dinâmica de balanço hídrico integrado;
- Ausência de monitoramento sistemático de agroquímicos no lado brasileiro da bacia; necessidade de harmonização metodológica entre Brasil e Uruguai e de definição de lista prioritária de agroquímicos utilizados na rizicultura;
- Falta de estimativas detalhadas sobre o aporte de nutrientes provenientes da pecuária;
- Falta de inventário sistemático de poços vulneráveis e de monitoramento regular das águas subterrâneas;
- Falta de dados consolidados sobre volumes armazenados e retirados em toda a bacia;
- Falta de monitoramento sistemático da qualidade da água subterrânea;
- Avaliação da capacidade hidráulica dos sistemas de drenagem urbana;
- Séries sistemáticas de eventos de inundação em áreas produtivas;
- Desenvolvimento e calibração de modelos de alerta precoce específicos para áreas agrícolas, considerando as variações hidrométricas locais;
- Monitoramento contínuo do estado de conservação de ecossistemas prioritários;
- Experiências e monitoramento de zonas de amortecimento para prevenção da exportação de poluentes de propriedades dentro da bacia hidrográfica;

- Avaliação do estado de conservação de pastagens naturais em propriedades pecuárias;
- Sistematização do esforço de pesca no lado brasileiro;
- Cobertura insuficiente do monitoramento e falta de planejamento coordenado do monitoramento
- Baixa comparabilidade metodológica
- Fraca integração entre quantidade e qualidade da água
- Ausência de indicadores binacionais mínimos
- Informação insuficiente para avaliar impactos cumulativos.

5.3. Pontos de Alavancagem

Os pontos de alavancagem se destacam como estratégicos para o enfrentamento dos problemas priorizados na bacia. Esses pontos emergem da própria análise das cadeias causais, dos vazios de informação e das limitações institucionais e operacionais observadas, evidenciando áreas nas quais intervenções direcionadas podem gerar efeitos mais amplos e estruturantes.

Nesse contexto, os pontos de alavancagem não se configuram como ações isoladas, mas como eixos prioritários capazes de orientar a formulação de respostas mais eficazes, integradas e coordenadas, sobretudo diante da natureza transfronteiriça da bacia. Sua identificação permite direcionar esforços para aspectos críticos da governança, do planejamento, da produção e da oferta de serviços públicos, contribuindo para o fortalecimento da gestão e para a construção de soluções mais sustentáveis e equitativas.

Estes pontos foram organizados em quatro categorias principais: (1) harmonização normativa e metodológica, que abrange a convergência de marcos legais, procedimentos e metodologias entre os países; (2) instrumentos de gestão, que incluem ferramentas técnicas e operacionais para planejamento, monitoramento e tomada de decisão; (3) práticas produtivas, voltadas à incorporação de estratégias sustentáveis nos sistemas produtivos; e (4) serviços públicos, relacionados ao fortalecimento de políticas, infraestrutura e capacidades institucionais.

Harmonização Regulatória e Metodológica

- Metodologias harmonizadas para avaliação binacional de risco de inundações;
- Metodologia binacional acordada para estimar as perdas econômicas agroindustriais associadas a inundações rurais;
- Implementação de acordos comparativos entre autoridades binacionais para abordar questões transfronteiriças;
- Metodologia binacional para avaliação de risco e delimitação de áreas produtivas afetadas por inundações;
- Metodologias binacionais para avaliação de secas, anomalias térmicas e estresse hídrico;

- Indicadores comparáveis para avaliação dos impactos climáticos em ecossistemas e sistemas de produção;
- Harmonização binacional do monitoramento de pesticidas; definição de uma lista comum de compostos prioritários; fortalecimento do monitoramento em áreas agrícolas e bacias hidrográficas de irrigação;
- Estabelecimento de protocolos binacionais para a coleta, publicação e manutenção de bancos de dados climáticos. Harmonização do planejamento do uso da terra e seus regulamentos associados para garantir a conservação dos valores ecológicos e culturais;
- Fortalecimento da proteção do patrimônio cultural e reconhecimento dos direitos territoriais das comunidades tradicionais;
- Incorporação de cenários climáticos no planejamento territorial, produtivo e de gestão hídrica;
- Desenvolver metodologias comuns para o monitoramento de secas e eventos climáticos extremos, aproveitando as experiências institucionais existentes (por exemplo, ANA);
- Harmonização binacional dos registros de pesca;
- Mecanismos de resolução de conflitos;
- Fortalecer os espaços de governança participativa e a inclusão de diferentes grupos sociais e étnicos;
- Núcleo binacional de equivalência técnica e metodológica para água, riscos e fiscalização
- Marco binacional de critérios de transparência, acesso à informação e comunicação pública

Instrumentos de Gestão

- Mapeamento detalhado da exposição urbana a inundações;
- Inventário atualizado da infraestrutura de drenagem e mitigação urbana;
- Sistemas integrados de informação hidrometeorológica compartilhados entre os dois países;
- Mapeamento atualizado de áreas produtivas expostas a inundações;
- Sistemas operacionais que permitam a tradução de informações climáticas em indicadores de impacto hídrico e produtivo;
- Avaliação abrangente da estrutura populacional dos recursos pesqueiros. Inventário sistemático e monitoramento contínuo do patrimônio arqueológico e cultural, bem como informações consolidadas sobre o acesso à terra por comunidades tradicionais;
- Planejamento integrado do uso da água e monitoramento integrado de precipitações, águas superficiais e subterrâneas.
- Planejamento territorial e conservação de áreas úmidas;
- Planejamento territorial e controle de atividades de risco;
- Implementação de protocolos binacionais de alerta precoce / mapas binacionais de risco de inundação urbana (Brasil com foco em áreas e Uruguai em localidades). / harmonização de

modelos hidrológicos e climáticos / sistemas de monitoramento hidrometeorológico e plataformas de informação binacionais;

- Fortalecimento dos sistemas de alerta precoce e monitoramento hidrometeorológico com foco em sub-bacias agrícolas críticas.
- Implementação de sistemas de informação climática e de inundações orientados para a tomada de decisões produtivas.
- Desenvolver ferramentas de gestão de riscos climáticos para o setor agrícola. Reorganizar ou zonear áreas florestais com base na demanda hídrica e aprimorar práticas para reduzir a erosão, a exportação de poluentes e a fragmentação de habitats.
- Fortalecer a coordenação binacional na gestão de sub-bacias agrícolas.
- Estratégias como o estabelecimento de tamanhos mínimos, proibições reprodutivas ou cotas de extração dependem do conhecimento específico das espécies-alvo.
- Integrar dados climáticos e hidrológicos em plataformas de informação binacionais.
- Incorporar novas tecnologias de monitoramento.
- Planejamento espacial do uso da água.
- Sistema binacional mínimo de monitoramento, interoperabilidade e apoio à decisão.
- Protocolo marco binacional para eventos críticos e gestão adaptativa de riscos.
- Mecanismo permanente de coordenação multinível e acompanhamento de decisões.
- Planejamento binacional adaptativo com metas, indicadores e revisão periódica.

Práticas Produtivas

- Gestão adequada de dejetos animais e restauração de áreas ribeirinhas;
- Incentivos para práticas agrícolas conservacionistas;
- Incorporação de critérios de adequação hidrológica e topográfica no planejamento da produção;
- Aprimoramento e manutenção da infraestrutura de drenagem rural em áreas críticas de produção;
- Promoção de medidas de restauração e conservação para ecossistemas que regulam o ciclo hidrológico (áreas úmidas, pastagens, matas ciliares);
- Incorporação de estratégias para prevenção e mitigação da erosão do solo, redução da importação/exportação de poluentes e promoção de áreas de conectividade e conservação da biodiversidade;
- Integração da gestão hídrica ao planejamento agroindustrial em escala de bacia hidrográfica;
- Promoção do desenvolvimento profissional e melhoria das condições de trabalho nos setores produtivos relevantes da região.

- Transição produtiva com rastreabilidade de riscos difusos e critérios binacionais de boas práticas.

Serviços públicos

- Ampliação do acesso ao saneamento rural e proteção de poços de abastecimento;
- Fortalecimento da fiscalização ambiental, ampliação da transparência dos dados sobre tratamento de efluentes e integração de informações entre organizações ambientais;
- “Fortalecimento do cadastro de poços e ampliação do monitoramento quali-quantitativo de águas subterrâneas.”
- Subsídios e incentivos para a melhoria das práticas pecuárias em áreas naturais, acesso à remuneração por serviços ecossistêmicos que complementam a renda da propriedade;
- Aumento da densidade e continuidade da rede de monitoramento hidroclimático na bacia;
- Promoção da diversificação econômica regional e fortalecimento das atividades produtivas sustentáveis no país
- Fortalecimento da gestão de riscos socioambientais e ampliação do acesso a serviços básicos em áreas urbanas e rurais
- Avaliação da política de subsídios para o período de defeso implementada no Brasil para identificar oportunidades de melhoria em escala binacional.
- Aprimoramento dos sistemas de monitoramento e controle da pesca
- Geração de capacidades para a diversificação do acesso aos mercados de venda.
- Integração dos atores na tomada de decisões
- Fortalecimento de instituições estratégicas de água, saneamento, monitoramento e atenção a riscos em chave de bacia.

5.4. Consideração Final

A rede de interações entre problemas transfronteiriços, lacunas de informação e pontos de alavancagem apresentados acima se consolida como fator-chave para o planejamento de ações estratégicas para o PAE. Nesse sentido, com base nessas informações, espera-se que a realização da Oficina Binacional da ADT, priorizando a participação de atores institucionais envolvidos na gestão binacional dos recursos hídricos na BHLMLC, permita avançar na definição inicial das ações que serão desenvolvidas na próxima etapa do Projeto Lagoa Mirim.

6. BIBLIOGRAFIA

- Achkar, M., Domínguez, A. Pesce. F. (2012). Cuenca de la Laguna Merín – Uruguay: Aportes para la discusión ciudadana. REDES. Recuperado de: <https://www.redes.org.uy/wp-content/uploads/2012/12/Publicacion-Laguna-Merin-WEB.pdf>
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Brasília: ANA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>.
- Aisenberg, A., Toscano-Gadea, C.A., Ghione, S. (2011). Guía de arácnidos del Uruguay. Ediciones de la Fuga.
- Alba, J.M.F. (Ed.). (2010). Sustentabilidade socioambiental da bacia da Lagoa Mirim. Embrapa Clima Temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 292. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/912638/sustentabilidade-socioambiental-da-bacia-da-lagoa-mirim>.
- Almagro, L., Custodio, E., Rocha, L., Abelenda, D. (1998). Hidrogeología del Acuífero Superior de la Formación Chuy (Región Sudeste del Uruguay) - 1. Modelo conceptual. Memorias. 4.º Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea, Montevideo, 16 a 20 de noviembre de 1998, pp. 374-384.
- Alves, A.S., Caetano, A., Costa, J.L., Costa, M.J. & Marques, J.C. (2015). Estuarine intertidal meiofauna and nematode communities as indicator of ecosystem recovery following mitigation measures. Ecol. Indic. 54184–196.
- ANM – Agência Nacional de Mineração. (2025). SIGMINE – Sistema de Informações Geográficas de Mineração. Brasília: ANM. Disponível em: <https://sigmine.anm.gov.br>. Acesso em 01/11/2025
- Antunes, Y.C., Viana, J.G.A., & Silveira, V.C.P. (2021). Expansão da soja e seu impacto na pecuária de corte no Bioma Pampa do Brasil. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER. https://www.researchgate.net/publication/354190177_EXPANSAO_DA_SOJA_E_SEU_IMPACTO_NA_PECUARIA_DE_CORTE_DO_BIOMA_PAMPA_DO_BRASIL.
- Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA). (2025a). Datos estadísticos. Recuperado de <https://www.aca.com.uy/datos-estadisticos/>.
- Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), GMA, ANNI, LATU, MGAP, INIA. (2018). GBPA. Guía de buenas prácticas en el cultivo de arroz en Uruguay. Recuperado de <https://www.aca.com.uy/wp-content/uploads/2019/04/GBPA-17-de-octubre.pdf>.
- Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA). (2025a). Datos estadísticos. Recuperado de <https://www.aca.com.uy/datos-estadisticos/>.
- Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA)., (2025b). Arroz uruguayo: un modelo de sostenibilidad. Revista Arroz, N° 113. Recuperado de <https://www.aca.com.uy/wp-content/uploads/2025/10/15-ARROZ-URUGUAYO-UN-MODELO-DE-SOSTENIBILIDAD.pdf>
- Barilani Aldecoa, A. (2002). Caracterización de los palmares de Butia capitata (Mart.) Becc. de Castillos y San Luis (Rocha). Incidencia de los coleópteros consumidores de semillas [Udelar. FA].
- Barreiro, M., Arizmendi, F. Trinchin, R. (2019). Variabilidad observada del clima en Uruguay (Producto 2). Facultad de Ciencias, Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), Cooperación Española. Recuperado de: <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/Producto-2.pdf>
- Barreiro, M., Arizmendi, F., Díaz, N. Trinchin, R. (2021). Análisis de la variabilidad y tendencias observadas de los vientos en Uruguay (Entregable 2). Convenio PNUD-UDELAR Proyecto URU/18/002 “Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay”. Facultad de Ciencias. Recuperado de: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/FCIEN_An%C3%A1lisis%20de%20las%20variabilidad%20y%20tendencias%20observadas%20de%20los%20vientos%20en%20Uruguay_c.pdf
- Basaglia, T. P. (2008). Lagoa Mirim: caracterização da pesca artesanal e composição da captura. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rio Grande. 80pp.
- Beltrame, L.F.S., Tucci, C.E.M. (1998). Estudo para Avaliação e Gerenciamento da Disponibilidade Hídrica da Bacia da Lagoa Mirim. Volume 1 - Desenvolvimento do Estudo. Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria das Obras Públicas, Saneamento e Habitação, Conselho de Recursos Hídricos, Fundo de Investimentos em Recursos Hídricos, Seção Brasileira da Comissão Mista Brasil-Uruguaí para o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim. Recuperado de: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/193225/000123857.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bennett, A.F. (2003). Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. IUCN – The World Conservation Union. 2ed. Betancourt, 2021
- Bilhalva L, Adomilli G (2018). A Nôca de lugar no contexto da pesca artesanal exercida por pescadoras embarcadas na Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim: notas a partir de uma reflexão sobre o tema. Revista Gepes Vida 4(8), 337-348.
- Bittencourt César, P. de A. (2025). Enoturismo na fronteira sul do Rio Grande de Sul: Polo de Desenvolvimento Turístico. Ateliê Do Turismo, 9:1. <https://doi.org/10.55028/at.v9i1.22233>

- Brasil (2026). Decreto nº 12.868, de 6 de março de 2026. Cria o Parque Nacional do Albardão e a Área de Proteção Ambiental do Albardão, no Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 2026. Recuperado de: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-12.868-de-6-de-marco-de-2026-691137446>
- Brasil. Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n.º 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n.º 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [Planalto – Lei n.º 9.433/1997](http://planalto.gov.br/ccivil/leis/l9433.htm).
- Brasil. Lei n.º 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: [Planalto – Lei n.º 9.984/2000](http://planalto.gov.br/ccivil/leis/l9984.htm).
- Brasil. Decreto Legislativo n.º 109, de 25 de novembro de 1977. Aprova o texto do Tratado de Cooperação para o Aproveitamento dos Recursos Naturais e o Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim e do Protocolo para o Aproveitamento dos Recursos Hídricos do trecho Limítrofe do Rio Jaguarão, anexo ao Tratado da Bacia da Lagoa Mirim, concluídos entre a República Federativa do Brasil e a República Oriental do Uruguai. Diário do Congresso Nacional: Brasília, DF, 1977. Recuperado de <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1970-1979/decretolegislativo-109-25-novembro-1977-364430-publicacaooriginal-1-pl.html>.
- Brasil. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA)., (2025). Painel de Indicadores. Brasília: Ministério das Cidades. Recuperado de <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/>.
- Brazeiro, A., Panario, D., Soutullo, A., Gutierrez, O., Segura, A., Mai, P. (2015b). Identificación y delimitación de eco-regiones de Uruguay. Eco-Regiones de Uruguay: biodiversidad, presiones y conservación: Aportes a la Estrategia Nacional de Biodiversidad. Montevideo: Universidad de la República, Facultad de Ciencias, 46-59.
- Brussa, C., Grela, I. (2007). Flora Arbórea Del Uruguay. Con Énfasis en Las Especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, COFUSA. 544 pp.
- Bueno C, Alves FL, Pinheiro LM, Perez L, Agostini VO, Fernandes EHL et al. (2021). The effect of agricultural intensification and water-locking on the world 's largest coastal lagoonal system. Science of the Total Environment 801, 149664.
- Burns, M. D., G. Velasco G, Cheffe M.M. (2019). São Gonçalo channel as an ecological corridor for the movement of migratory fishes: Environmental history and perspectives for fishery management in the Mirim lagoon, South Brazil. Revista Costas, 1(1): 147-164. doi: 10.26359/costas.0108
- Burns, M.D., Garcia, A. M., Vieira, J. P., Bemvenuti, M. A., Marques, D. M., Condini, V. (2006). Evidence of habitat fragmentation affecting fish movement between the Patos and Mirim coastal lagoons in southern Brazil. Neotropical Ichthyology, 4: 69-72
- Cano, D., Cacciuttolo, C., Custodio, M., & Nosetto, M. (2023). Effects of grassland afforestation on water yield in basins of Uruguay: A spatio-temporal analysis of historical trends using remote sensing and field measurements. Land 12. p. 185. <https://doi.org/10.3390/land12010185>.
- Carpenter, S. R. et al. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications*, v. 8, n. 3, p. 559–568, 1998.
- Ceni, G. (2011). Distribuição da ictiofauna por zonas de profundidade na Lagoa Mirim, RS, Brasil: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande.
- CEPAL. (2016). *La matriz de la desigualdad social en América Latina*. Naciones Unidas.
- Collazo, P., Montañó, J. (2012). Manual de Aguas Subterráneas. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo, Uruguay.
- Collins, P. H. (2000). *Black feminist thought: Knowledge, consciousness, and the politics of empowerment*. Routledge.
- Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN)., (2025). Plano Regional de Água e Esgoto (PRAE) dos Municípios do Sistema CORSAN. Porto Alegre. Recuperado de <https://corsan.com.br/prae/>.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento .(2025). Portal de Informações Agropecuárias. <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/mapeamentos-agricolas-downloads.html>
- CPRM — SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Sistema de Informações de Águas Subterráneas — SIAGAS. Rio de Janeiro: CPRM, 2004. Disponível em: <<http://siagasweb.sgb.gov.br>>.
- Crenshaw, K. (1989). *Demarginalizing the intersection of race and sex: A Black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory and antiracist politics*. University of Chicago Legal Forum, 139–167.
- CURE/UDELAR (2026). Relatório Oficinas Participativas ADT. (CURE/UY), 2026. Projeto Lagoa Mirim.
- De Souza, J. G., Corteletti, R., Robinson, M., & Iriarte, J. (2016). The genesis of monuments: Resisting outsiders in the contested landscapes of southern Brazil. Journal of Anthropological Archaeology, 41, 196-212. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.01.003>
- Del Puerto, L., Gianotti, C., Bortolotto, N., Gazzán, N., Cancela, C. & Inda, H. (2021) Geoarchaeological signatures of anthropogenic soils in southeastern Uruguay: approaches to formation processes and spatial–temporal variability. Geoarchaeology, 37, 180-197. <https://doi.org/10.1002/gea.21854>

- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., Hongwen, L. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *Int. J. Agr. Biol. Eng.* 3, p. 1-25.
- Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) – Ministerio de Ambiente (MA)., (2017). Plan Nacional de Aguas. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/planes/plan-nacional-aguas>.
- Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA) – Ministerio de Ambiente (MA)., (2021). Mapa de riesgo. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/mapa-riesgo>.
- Dirección General de Recursos Naturales (DGRN). (2025). Cobertura y uso del suelo 2024-2025. Cuenca Laguna Merín-FAO. com. pers.
- Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (OPP) – Ministerio de Ambiente (MA)., (2024). Red de Monitoreo de Playas: calidad del agua para la temporada 2023–2024. Recuperado de https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA_Informe-monitoreo-calidad-de-playas-2023-2024.pdf.
- Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE). (2025). Visualizador Geominero del Uruguay. Ministerio de Industria, Energía y Minería. <https://visualizador.dinamige.gub.uy>. Dogliotti, S., Piñeiro, G., Soca, P., Paparamborda, I., Scarlato, S., Figueroa, V., Piñeiro, J., Abrigo, M., Tiscornia, F., Sabina Wlodek, S., Aguerre, V., Ruggia, A., Risso, S., Gestido V., Torres, L., Barros, I., Gari, C., Gutiérrez, R., Martinell, M., Meijides F., Núñez L., Rivas, N., & Sánchez A. (2024). Informe final: Análisis del impacto del proyecto en los 60 predios, en las dimensiones económico productiva, social y de género, y ambiental Entregable 35.
- Dogliotti, S., Piñeiro, G., Soca, P., Paparamborda, I., Scarlato, S., Figueroa, V., Piñeiro, J., Abrigo, M., Tiscornia, F., Sabina Wlodek, S., Aguerre, V., Ruggia, A., Risso, S., Gestido V., Torres, L., Barros, I., Gari, C., Gutiérrez, R., Martinell, M., Meijides F., Núñez L., Rivas, N., & Sánchez A. (2024). Informe final: Análisis del impacto del proyecto en los 60 predios, en las dimensiones económico productiva, social y de género, y ambiental Entregable 35.
- Durañona, V., Guggeri, A., Orteli, S. (2016). Avanços na Caracterização dos Eventos de Vento Forte no Uruguai. *Ciência e Natura*, 38: 129–136. <https://doi.org/10.5902/2179460X20124>
- ECOSOC. (1997). *Agreed conclusions 1997/2: Mainstreaming the gender perspective into all policies and programmes in the United Nations system*. Naciones Unidas.
- Emygdio, Beatriz Marti; Schneid, Ana Paula; Rosa, Afonso da; Oliveira, Ana Cláudia Barneche de (edit). (2017). Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul. Brasília, DF : Embrapa, 2017.
- Escobar, A. (2008) *Territories of Difference: Place, Movements, Life, Redes*. Durham: Duke University Press, 2008.
- Fabre, A., Neighbor, N., Nin, M., Badano, L., Gelós, M., Kok, P., Rodó, E., Quintans, F., De León, L., (2021). Evaluación de la calidad de agua de la cuenca de la Laguna Merín. Informe Período 2015-2019. Dpto. Evaluación Ambiental Integrada, División Calidad Ambiental. Ministerio de Ambiente, Montevideo-Uruguay.
- Fajardo Terán, F. (2002) *Crónicas del Maldonado Antiguo*. Torre del Vigía – Ediciones, Montevideo. ISBN 9974-7596-6-8.
- Falchi Castell, L. del P., Pizzorno, P., laquinta, F., Cousillas, A. (2018). Relevamiento de la concentración de arsénico total en agua proveniente de varias fuentes en una zona arrocería del Uruguay. *INNOTEC*, (17 ene-jun), 10–17. <https://doi.org/10.26461/17.07>
- FAO (2025). Guía Técnico para Elaboração e Priorização de Problemas Transfronteiriços, Projeto FAO/GEF – Lagoa Mirim / Laguna Merín”
- FAO. (2010). *Política de la FAO sobre pueblos indígenas y tribales*. FAO.
- FAO. (2013). *FAO policy on gender equality: Attaining food security goals in agriculture and rural development*. FAO.
- FDMS/UFPel. (2026). Relatório da Oficina Nacional da ADT (FDMS/BR). Projeto Lagoa Mirim
- FEPAM (2025). Análise da Permeabilidade e Conectividade da Paisagem do Rio Grande do Sul: Subsídio para Atualização do Zoneamento Ambiental da Silvicultura (Anexo II). Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler Porto Alegre.
- Fernandes, L.A., Vieira, J., Basaglia, T., Burns, M., Bemvenuti, M., Garcia, A. (2007). Pesca artesanal na Lagoa Mirim, RS. Conflitos de interesses e ameaças à sustentabilidade do ecossistema costeiro. VII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza, 28-30.
- Foster da Silva, J. (2025) Nós e nossos avós somos terra, não “objetos”: manifesto autobiográfico para uma Arqueologia Charrua. Monografia (Arqueologia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Frega Novales, A. (2000) Pertenencias e identidades en una zona de frontera: la región de Maldonado entre la revolución y la invasión lusitana (1816-1820). *La Gaceta*, 16(1), 3-19.
- Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM). (2024). Qualidade ambiental do Estado do Rio Grande do Sul: indicadores de biodiversidade. Porto Alegre, RS: FEPAM. Recuperado de <https://www.fepam.rs.gov.br/upload/arquivos/202412/20135108-relatorio-indicadores-de-biodiversidade-do-rs-indicadores-05-06-11-e-13.pdf>.
- Garcez, D.K., Barbosa, C., de Oliveira Fernandes, M., Volcan, M.V., Robe, L.J. (2022). Hotspots of annual fish along the Patos-Mirim Lagoon System and adjacent areas in Southern Brazil, with an evaluation of conservation priority for species and localities. *Biodiversity and Conservation*, 31: 1945-1967.
- García Prince, E. (2008). *Políticas de igualdad, equidad y gender mainstreaming: ¿De qué estamos hablando? Marco conceptual*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

- GEF (2018). Global Environment Facility (GEF). (2018). Transboundary Diagnostic Analysis/Strategic Action Programme (TDA/SAP) Manual: A guidebook for the GEF International Waters Programme. Washington, D.C.: GEF.
- GEF (2020). Binational and integrated water resources management in the Merín Lagoon Basin and Coastal Lagoons. Project Identification Form (PIF). Global Environment Facility; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA, Uruguay); Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM, Brasil). Recuperado de: https://www.thegef.org/sites/default/files/web-documents/10550_IW_PIF_v1.pdf
- GEF. (2017). *Policy on Gender Equality*. Global Environment Facility.
- Giandotti, M. (1934). Previsione delle piene e delle magre dei corsi d'acqua, Memorie e studi idrografici, Pubbl. 2 del Servizio Idrografico Italiano: Rome, Italy, Vol. VIII, 107.
- Gianotti, C. (2015) Paisajes sociales, monumentalidad y territorio en las tierras bajas de Uruguay. Tese (Doutorado). Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- González Márquez, M. N., 2023. Una defectuosa hidrología. Ciclo hidrosocial en la cuenca de la Laguna Merín de Uruguay. Revista Uruguaya de Antropología y Etnografía, 8(2). <https://doi.org/10.29112/ruae.v7i2.1729>
- Gouvêa, T., Zarnot, D.H., Alba, J.M.F. Caracterización geoambiental e histórica del proceso de desarrollo de la cuenca de la laguna Mirim. En: Dellazoppa, A. R. et al. Sostenibilidad socioambiental de la cuenca de la laguna Mirim. Pelotas: clima templado de Embrapa, 2010. p. 19-20.
- Grattarola, F., Rodríguez-Tricot, L. (2020). Mammals of Paso Centurión, an area with relicts of Atlantic Forest in Uruguay. Neotropical Biology and Conservation, 15: 267-283.
- Grinberg, K. (2014) As fronteiras da escravidão e da liberdade no sul da América. Rio de Janeiro: 7 Letras.
- Guimarães, P.S. (2011). Relações entre fitoplâncton, bacterioplâncton e características da água em um ambiente subtropical do extremo sul do Brasil (Lagoa Mirim). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande.
- Heinzen, W., Velozo, C., Carrión, R., Massa, Pena, S., Stapff, M. (2003). Carta Hidrogeológica del Uruguay. Escala 1:1.000.000. DINAMIGE.
- Hernández, J. (2016). Dinámica de los nutrientes y la materia orgánica del suelo en los sistemas forestales. Tesis Doctorado en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Udelar.
- Hernández, J. Del Pino, A. Pérez Bidegain, M. Martínez, L. & Califra, A., (2013). Informe final del proyecto: Mejores prácticas de manejo de suelos en plantaciones y replantaciones de Eucalipto y Pino. Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía, Udelar.
- Hirata F.E., Osmar O., Moller Junior O.O. y Mata M.M. (2010). Regime shifts, trends and interannual variations of water level in Mirim Lagoon, southern Brazil. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 5(2), 254-266.
- ICMBio (2025). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Salve ICMBio – MMA. Risco de Extinção da Fauna Brasileira. Disponível em <https://salve.icmbio.gov.br/#/>
- INAPE-UFPel. (1997). Programa de Evaluación de los Recursos Pesqueros de la Laguna Merín. [Montevideo]: DU-CLM, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Instituto Nacional de Pesca (INAPE), 1997. 17 p. 2. Informe não publicado
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). Panorama dos indicadores do Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE. Recuperado de <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/indicadores.html?localidade=BR.>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2025). Produto Interno Bruto dos Municípios. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?t=pib-por-municipio&c=4322327>
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico nacional – IPHAN (2025). Cadastro de Sítios Arqueológicos. Disponível em : <https://www.gov.br/iphan/pt-br/patrimonio-cultural/patrimonio-arqueologico/cadastro-de-sitios-arqueologicos>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (1993). Aportes tecnológicos para el cultivo de papa. Boletín de divulgación nº 32. Recuperado de <https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2025-11/bd-32-1993.pdf>.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2017). Estrategias de valorización del alperujo. Revista INIA N°51 Recuperado de <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-10/revista-INIA-51-diciembre-2017p0-331.pdf>.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2020). Arroz 2020. Serie Técnica 257, 128. Recuperado de <https://doi.org/10.35676/inia/st.257>.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). (2025). Sistema de Trazabilidad con Certificación Ambiental para Arroz. INIA. Recuperado de <https://www.inia.uy/proyectos/sistema-de-trazabilidad-con-certificacion-ambiental-para-arroz>
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2023: Resultados definitivos (06-111762). Recuperado de <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/censos2023pvh>.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2023). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2023: Resultados definitivos (06-111762). <https://www.gub.uy/instituto-nacional-estadistica/censos2023pvh>

- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2025). Encuesta Continua de Hogares. Disponible em <https://www4.ine.gub.uy/Anda5/index.php/catalog/775>
- Inturis - Inteligência Turística Gaúcha. (2025). <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiZjhjNzk1OTgtZjVIMC00OTAxLWE5MTMzMWEzMTdjZmQxNmU0liwidCI6IjE1ZGNkOTA5LThkYzAtNDBIOS1hMWU1LWNlY2lwNTNjZGQxYSJ9>
- Instituto de Arroz Río Grandense (IRGA) (2023). Estimaciones para la cosecha 2022/2023. Porto Alegre. Disponible en: <https://irga.rs.gov.br/estimativas-safra-2022-2023>. Consultado en: noviembre de 2025.
- Iriarte, J., de Blasis, P. A., de Souza, J. G. & Corteletti, R. (2017). Emergent complexity, changing landscapes, and spheres of interaction in southeastern South America during the Middle and Late Holocene. *Journal of Archaeological Research*, 25, 223-272. <https://doi.org/10.1007/s10814-016-9100-0>
- Jobbágy EG, Vasallo M, Farley KA, Piñeiro G, Garbulsky MF, Nosetto MD, Jackson RB, Paruelo JM. (2006). Forestación en pastizales: Hacia una visión integral de sus oportunidades y costos ecológicos. *Agrociencia X* (2): 109-124.
- Junk, Wolfgang J. et al. (2014). Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Classificação e delineamento das Áreas Úmidas brasileiras e de seus macrohabitats. p. 13-76. <https://www.cppantanal.org.br/wp-content/uploads/2015/06/14-12-2012.pdf>.
- Karsburg, R. M., Collares, G.L., Terra, V.S.S., Bonczynski, R.G., Lima, L.S. Bartels, G.K., Teixeira, H. L., Silveira, J.F., Da Braga, I. Da S., Pomatti, G.V. Sampaio, Dias, A. V. (2015). Dinâmica De Flujo Bajo La Presa De Esclusa Del Canal De São Gonçalo En El Extremo Sur De Brasil. En: XXI Simposio Brasileño sobre Recursos Hídricos, Brasília, 2015. Anales... Brasília, 2015. p. 8.
- Kruk, C., Gascue, A., Bortolotto, N., Rodríguez-Lezica, L., González, S., Martínez, G., de la Rosa, A., Gianotti, C. Delbene, L. (2022). Problemáticas socioambientales en el territorio hidrosocial de la Laguna Merín: aportes desde la interdisciplina. *Revista Uruguaya de Antropología y Etnografía*, 7(2). DOI: <https://doi.org/10.29112/ruae.v7i2.1690>
- Kruk, C., Segura, A., Piñeiro, G., Baldassini, P., Pérez-Becoña, L., García-Rodríguez, F., Perera, G., Piccini, C. (2023). Rise of toxic cyanobacterial blooms is promoted by agricultural intensification in the basin of a large subtropical river of South America. *Global Change Biology*, 29: 1774-1790. <https://doi.org/10.1111/gcb.16587>
- Lemos, Gabriel da Silva, & Rizzi, R. (2020). A expansão da soja no bioma pampa brasileiro e sua interação espaço-temporal com arroz e campo. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul* 35, p. 9-26. <https://revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4388/4100>.
- López Mazz, J. M. (2013) Early human occupation of Uruguay: radiocarbon database and archaeological implications. *Quaternary International*, 301, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.04.008>
- López Mazz, J., Marín Suárez, C., Dabiez Damboriarena, J. M. & Tejerizo-García, C. (2020) Arqueología de la esclavitud africana en la frontera uruguayo-brasileña: el caso de la Estancia de los Correa (Rocha, Uruguay). *Arqueología*, 26, 181-201. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t26.n2.5942>
- Loureiro J, Silva, H., Sánchez Bettucci, L. (2019) Mapa Geológico: El Arqueano en el Uruguay, *Revista Investigaciones*, Montevideo, 2(1):28-35
- Loureiro, M., Montenegro, F., Bessonart, J., Díaz, D., Paullier, S. (2020). Presencia de tres especies de peces nativos de la cuenca del Plata en la cuenca de la Laguna Merín en Uruguay. *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay*, 29(1), 13-16.
- Macedo, I., Roel, A., Ayala, W., Pravia, M. V., Terra, J. A., & Pittelkow, C. M. (2022). Irrigated rice rotations affect yield and soil organic carbon sequestration in temperate South America. *Agronomy Journal* 114(2): 961–975. <https://doi.org/10.1002/agj2.20964>
- Magalhães, Júnior, Ariano Martins de., Gomes, Algenor da Silva, Santos, & Alberto Baêta dos., (2004). Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção 3. p. 270.
- MapBiomas Pampa. (2024). Coleções MapBiomas Pampa: Coleção 4. Versão 1. Recuperado de <https://pampa.mapbiomas.org/colecciones-mapbiomas/>.
- MapBiomas Pampa., 2023. Coleções MapBiomas Pampa: Coleção 4. Versão 1. Recuperado de <https://pampa.mapbiomas.org/colecciones-mapbiomas/>.
- Martínez-Lanfranco, J.A., Clavijo, C., Soutullo, A., Bartesaghi, L. (2013). Estado de Conservación, amenazas y perspectivas para la gestión de la biodiversidad en Uruguay. Especies prioritarias para la conservación en Uruguay. Vertebrados, moluscos continentales y plantas vasculares, 209-222.
- Massey, D. (2009). Pelo espaço: uma nova política da espacialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 314p.
- MEA, Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Washington, DC: Island Press.
- Migliaro A. (2014). Por la frontera una mirada psicosocial a los pescadores de la Laguna Merín, Uruguay. Tesis para optar al título de Magíster en Psicología Social. Facultad de Psicología, UDELAR, Uruguay.
- Ministerio de Ambiente (MA), 2024. Informe del Estado del Ambiente (2020-2022). Cuarta edición. pp. 260. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/INFORME-DEL-ESTADO-DEL-AMBIENTE-2024-1.21.pdf>

- Ministerio de Ambiente (MA). (2025). Distinción a buenas prácticas para el arroz en el Día de los Humedales. Recuperado de <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/noticias/distincion-buenas-practicas-para-arroz-dia-humedales>.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (1976). Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay – Escala 1:1.000.000. Tomo I: Clasificación de suelos. Montevideo, Uruguay.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2024). Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA). Arroz: situación y perspectivas. In Anuario Opya. Análisis Sectorial Y Cadenas Productivas. 21.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). (2025). Estadísticas. Disponible em <https://www.gub.uy/ministerio-transporte-obras-publicas/datos-y-estadisticas/estadisticas>
- Ministério do Meio Ambiente (MMA). (2017). Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - Planaveg. Brasília, DF: MMA.
- Ministério do Turismo. Brasil. (2025). CADASTUR – Cadastro de Prestadores de Serviços Turísticos. (2025). Disponível em: <https://cadastur.turismo.gov.br/hotsite/#!/public/sou-turista/inicio#prestadoresAncora>
- Mitchell, D. (2000). Cultural Geography: A Critical Introduction. Oxford: Blackwell, 2000.
- Moser, C. O. N. (1993). *Gender planning and development: Theory, practice and training*. Routledge.
- Nabinger, Carlos. (2009). In Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade / Valério De Patta Pillar et al. Editores. Brasília: MMA, p. 403. <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/Arquivos/Livros/CamposSulinos.pdf>.
- Obras Sanitarias del Estado (OSE). (2024). Informe de Gestión 2024. Gerencia de Planeamiento y Mejora de Gestión. Recuperado de http://www.ose.com.uy/descargas/publicaciones/informe_de_gestion_2024.pdf.
- Obras Sanitarias del Estado (OSE). (2025). Pedido de información pública. SIP N° 3759. R.S.G. N° 497/2025. Expediente 1544 / 2025-15.
- Observatório Setorial Territorial - OST/SEBRAE (2025) Disponível em: <https://observatorio.sebrae.com.br/>
- Observatorio Territorio Uruguay (OPP). Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Recuperado de <https://otu.opp.gub.uy/>.
- OCDE. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews: A synthesis report. Paris: OECD.
- Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP). (2018). Informe Nacional Voluntario – Uruguay 2018. Recuperado de <https://www.gub.uy/agencia-uruguay-cooperacion-internacional/comunicacion/publicaciones/informe-nacional-voluntario-2018>.
- OIT. (1989). *Convenio sobre pueblos indígenas y tribales, 1989 (núm. 169)*.
- Oliveira, H.A., Fernandes, E.H.L., Möller Jr., O.O. Collares, G.L. (2015). Processos hidrológicos e hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20: 34-45. https://files.abrhidro.org.br/Sumarios/176/a1e9bfb3efc9f61efb93020cf31f0fc8_aea7a87ba9713c0592e0046b1ddafc17.pdf
- Osório, Helen. (2005). Campeiros e domadores: escravos da pecuária sulista, séc. XVIII. II Encontro Escravidão e Liberdade do Brasil Meridional, Porto Alegre-Rs: Ufrgs, 2005. 17 p.
- Overbeck, G.E., Dutra da Silva, R., Thomas, P.A., Porto, A.B., Rolim, R.G., Müller, S.C. (2023). A restauração ecológica dos campos do bioma Pampa: Avanços e desafios na Década da Restauração de Ecossistemas. Bio Diverso, Porto Alegre, 3: 115–139. Disponible en: <https://seer.ufrgs.br/index.php/biodiverso/article/view/129069>.
- Panel Intergovernmental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>.
- Pedrollo, M.C., Ferreira, P.H. (2003). Regionalização de vazões na bacia da Lagoa Mirim. En: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (pdf completo). Recuperado de: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=12146>
- Piedras SRN, dos Santos JD, Fernandes JM, Tavares RA, de Souza DM et al. (2012). Caracterização da atividade pesqueira na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul-Brasil. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, 18 (2-4), 107-116.
- Pittelkow, C. M., Zorrilla, G., Terra, J., Riccetto, S., Macedo, I., Bonilla, C., & Roel, A. (2016). Sustainability of rice intensification in Uruguay from 1993 to 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.05.003>
- Poff, N.L., Brown, C.M., Grantham, T.E., Matthews, J.H., Palmer, M.A., Spence, C.M., Wilby, R., Haasnoot, M., Mendoza, G.F., Dominique, K.C. Baeza, A. (2016). Sustainable water management under future climate uncertainty in freshwater ecosystems. Nature Climate Change. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2765>
- Preciozzi F, Spoturno J, Heinzen W Rossi P (1985): Memoria explicativa de la Carta Geológica del Uruguay a escala 1: 500.000. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, 92pp.
- Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES). (1999). Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este / Uruguay. PROBIDES, Rocha.
- Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES). (2025). Reserva Biosfera. Recuperado de <https://www.probides.org.uy/reserva-biosfera.php>.
- RGP-MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/cadastro-registro-e-monitoramento/painel-unificado-do-registro-geral-da-atividade-pesqueira..>

- Rio Grande do Sul. Conselho Estadual do Meio Ambiente. CONSEMA (2023). Resolução CONSEMA nº 498/2023. <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202310/02084410-498-2023-resolucao-do-zoneamento-ambiental-de-silvicultura-1.pdf>
- Rio Grande do Sul. Lei Estadual nº 16.445/2025. <https://www.diariooficial.rs.gov.br/materia?id=1361754>
- Rio Grande do Sul. Secretaria de Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA (2022). Unidades de Conservação- Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC). 2022. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>.
- Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA). Limites das Unidades de Conservação. Porto Alegre: SEMA, 2022. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/limites-das-unidades-de-conservacao>
- Rio Grande do Sul. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão – SEPGG (2024). Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul. ISBN: 978-65-01-24580-5. Edição: 8ª ed. Data de atualização: novembro de 2024. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/vab-da-agropecuaria>
- Rio Grande do Sul. Secretaria Desenvolvimento Econômico – SDE. (2025). RS em Dados - invest.RS. <https://desenvolvimento.rs.gov.br/rs-em-dados>
- Rio Grande do Sul. Lei n.º 16.445, de 22 de dezembro de 2025. Altera a Lei n.º 14.961, de 13 de dezembro de 2016, que dispõe sobre a Política Agrícola Estadual para Florestas Plantadas e seus Produtos, altera a Lei n.º 10.330, de 27 de dezembro de 1994, que dispõe sobre a organização do Sistema Estadual de Proteção Ambiental, a elaboração, implementação e controle da política ambiental do Estado, e a Lei n.º 9.519, de 21 de janeiro de 1992, que institui o Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul, e dá outras providências. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, 22 dez. 2025. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rs/lei-ordinaria-n-16445-2025-rio-grande-do-sul-altera-a-lei-no-14-961-de-13-de-dezembro-de-2016-que-dispoe-sobre-a-politica-agricola-estadual-para-florestas-plantadas-e-seus-produtos-altera-a-lei-no-10-330-de-27-de-dezembro-de-1994-que-dispoe-sobre-a-organizacao-do-sistema-estadual-de-protecao-ambiental-a-elaboracao-implementacao-e-controle-da-politica-ambiental-do-estado-e-da-outras-providencias-e-a-lei-no-9-519-de-21-de-janeiro-de-1992-que-institui-o-codigo-florestal-do-estado-do-rio-grande-do-sul-e-da-outras-providencias>
- Rivas, M., Jaurena, M., Gutiérrez, L., Barbieri, R. L. (2014). Diversidad vegetal del campo natural de Butia odorata (Barb. Rodr.) Noblick en Uruguay. *Agrociencia* (Uruguay), 18: 14-27.
- Rodrigues, F.L., Bemvenuti, M.D.A. (2001). Feeding habits and mouth osteology of silverside, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) in the Mirim Lagoon, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 18, 793-802.
- Roel, A., Macedo, I., Castillo, J., Martínez, S., Carrasco, L., Ayala, W., Terra, J., Fernández, A., Ferrando, L., Irisarri, P., Pérez-Parada, A., & Cantou, G. (2023). Sostenibilidad ambiental de los sistemas de producción arroceros. *Revista INIA-No 74*.
- Ross, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994.
- Rovira, P., Ayala, W., Terra, J., García-Préchac, F., Harris, P., Lee, M.R.F., & Rivero, M.J. (2020). The ‘Palo a Pique’ Long-Term Research Platform: First 25 Years of a Crop–Livestock Experiment in Uruguay. *Agronomy* 10: 441. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030441>.
- Saaty, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, Geneva, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590. Disponível em: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=17590>
- Santos, I.R., Machado, M.I., Niencheski, L.F. Burnett, W., Milani, I.B., Andrade, C.F.F., Peterson, R.N., Chanton, J. Baisch, P. (2008). Major Ion Chemistry in a Freshwater Coastal Lagoon from Southern Brazil (Mangueira Lagoon): Influence of Groundwater Inputs. *Aquatic Geochemistry*, 14: 133-146. <https://doi.org/10.1007/s10498-008-9029-0>
- Santos, Júlia Braga dos. (2021) Nas margens da Mirim: entre águas e planícies. Monografia (Antropologia/Arqueologia). 70 f. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Schäfer, R. B. et al. (2015). Effects of pesticides on community structure and ecosystem functions in agricultural streams of southern Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 512-513, p. 409-418, 2015
- Schütz, Alex R. (2003). Caracterização sazonal da exportação de matéria particulada (seston) e dissolvida do sistema hidrológico do Taim para a Lagoa Mirim (Rio Grande do Sul, Brasil). Dissertação. UFRGS. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6852>.
- Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP)., (2025). Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Pelotas. Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Pelotas. Recuperado de <https://portal.sanep.com.br/arquivos/>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE-RS (2022). Relatório consolidado: análise de fluxo turístico no Rio Grande do Sul – 2022. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2022. Disponível em: <https://setur.rs.gov.br/upload/arquivos/202307/24110843-relatorio-consolidado-atualizado-2022-sebrae-rs.pdf>

- SGB/CPRM - Serviço Geológico Do Brasil. (2004). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Lagoa Mirim: folha SI.22. Brasília: CPRM, 2004. Escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil.
- Silva, E.P., Walter, T. (2018). Pesca artesanal e participação na gestão territorial: a realidade dos pescadores artesanais da Lagoa Mirim. *Ambiente. Educação: Revista de Educação Ambiental*, 23(3), 309-330.
- Sistema Nacional de Emergencias (SINAE). (2025). Visualizador de datos de SINAE. Recuperado de <https://www.gub.uy/sistema-nacional-emergencias/pagina-embedida/visualizador-historico-eventos>.
- Soca P, Do Carmo M, Paparamborda I, Figueroa V, Scarlato S, Ruggia A, Dogliotti S, Claramunt M. (2024). Review: A hierarchical research model to foster dialog between grazing ecology and beef cow energetics to support ecological intensification of native grassland. *Animal*. 2024 Nov 17:101372
- Sperotto, F. Q., & Zimmermann, I. (2008). Expansão da Base Florestal no Rio Grande do Sul: algumas reflexões sobre o crescimento da silvicultura. In: Seminário Internacional Sobre Desenvolvimento Regional, 4. 2008, Santa Cruz do Sul. Anais... Santa Cruz do Sul: UNISC. p. 1-17.
- Sombroek, W. G. *Soil studies in the Merim Lagoon Basin*. Treinta y Tres: Merim Lagoon Regional Project (CLM/PNUD/FAO), 1969
- Suárez, R., Barceló, J. A. & Piñeiro, G. (2024) New sites and challenges in prehistoric archaeology of Uruguay: recurrent occupations in caves, rockshelters and earthen mounds. *Antiquity*, 98, 1-18. <https://doi.org/10.15184/aqy.2023.199>
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68: 571-573.
- Tello, David Buitrago (2021). Pesca artesanal y acuicultura en la cuenca de la laguna Merín y en lagunas costeras. Consultoría en marco del proyecto “Gestión binacional e integrada de los recursos hídricos en la cuenca de la laguna Merín y lagunas costeras” (GCP/RLA/230/GFF). Montevideo, febrero de 2021
- Trentin, R. et al. (2023). Vazão e Balanço Hídrico Relacionado a Mudanças no Uso da Terra em uma Bacia Hidrográfica de Médio Porte no Bioma Pampa do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 16: 2. p. 873-893. <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/254974/49029>.
- Tiscornia, G., Jaurena, M., & Baethgen, W. (2019). Drivers, process, and consequences of native grassland degradation: Insights from a literature review and a survey in Río de la Plata grasslands. *Agronomy*, 9(5), 239.
- Tucci, Carlos Eduardo Morelli. Regionalização de vazões. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), 2002. 358 p.
- URUGUAI. Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA). *Guía: Pautas para la Gestión Ambiental Forestal*. Montevideo: MVOTMA/DINAMA, 2016. Disponível em: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Guia_Gestion_Ambiental_Forestal_1%20%281%29.pdf
- URUGUAI. Decreto-Ley N.º 14.748, de 10 de febrero de 1977. *Apruébase el Tratado de Cooperación para el Aprovechamiento de los Recursos Naturales y el Desarrollo de la Cuenca de la Laguna Merín entre la República Oriental del Uruguay y la República Federativa del Brasil*. Montevideo: IMPO – Centro de Información Oficial, 1977. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-ley/14748-1977>
- URUGUAI. Decreto N.º 205/017, de 31 de julio de 2017. *Aprobación del Plan Nacional de Aguas*. Montevideo: IMPO – Centro de Información Oficial, 2017. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/205-2017>
- URUGUAI. Ley N.º 19.175, de 20 de diciembre de 2013. *Declaración de interés general. Conservación, investigación y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos y ecosistemas*. Montevideo: IMPO – Centro de Información Oficial, 2013. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19175-2013>. Acesso em: 1 jul. 2026.
- URUGUAI. Decreto N.º 115/018, de 24 de abril de 2018. *Reglamentación de la Ley N.º 19.175, de 20 de diciembre de 2013, relativa a la declaración de interés general de la conservación, investigación y el desarrollo sostenible de los recursos hidrobiológicos y ecosistemas*. Montevideo: IMPO – Centro de Información Oficial, 2018. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/115-2018>
- URUGUAI. Decreto N.º 405/021, de 21 de dezembro de 2021. *Créase el Registro Ambiental de Plantaciones Forestales*. Montevideo: IMPO – Centro de Información Oficial, 2021. Disponível em: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/405-2021>
- USDA Rice. (2025). International Rice Industry Sustainability Report. Recuperado de https://www.usarice.com/docs/default-source/sustainability-conservation/international-rice-industry-sustainability-report.pdf?sfvrsn=3513a78d_0.
- Vieira, B.M., Nadaleti, W.C., Valentini, M.H.K., Santos, G., Viana, F.V., Corrêa, M.G. (2019b). Avaliação e comparação da qualidade das águas entre o Canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 10: 185-196
- Vieira, Bruno M.; Nadaleti, Willian C.; Almeida, Suelen R.; Eliker, Carolina; Silva Cava, Sérgio; Raubach, Cristiane W.; Sousa, Vania C. (2019a). Chemical synthesis of materials based on calcium zirconate for solid oxide fuel cells (SOFC). *Environmental Progress & Sustainable Energy*. v. 1, p. e13243, 2019
- Vieira, J.P., Lopes, M.N. (2013). Size-selective predation of the catfish *Pimelodus pintado* (Siluriformes: Pimelodidae) on the golden mussel *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae). *Zoologia (Curitiba)*, 30: 43-48.

- World Meteorological Organization – WMO (2008). Guide to Hydrological Practices: Hydrology – From Measurement to Hydrological Information. 6. ed. Geneva: World Meteorological Organization, 2008. Atualizado em 2020. (WMO-No. 168).
- Wu, R., Alvareda, E.M., Polya, D.A., Blanco, G., Gamazo, P. (2021). Distribution of Groundwater Arsenic in Uruguay Using Hybrid Machine Learning and Expert System Approaches. *Water*, 13: 527. <https://doi.org/10.3390/w13040527>.
- Yuan, S., Linqvist, B. A., Wilson, L. T., Cassman, K. G., Stuart, A. M., Pede, V., Miro, B., Saito, K., Agustiani, N., Aristya, V. E., Krisnadi, L. Y., Zanon, A. J., Heinemann, A. B., Carracelas, G., Subash, N., Brahmanand, P. S., Li, T., Peng, S., & Grassini, P. (2021). Sustainable intensification for a larger global rice bowl. *Nature Communications*, 12(1), 97105–97900. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27424-z>.
- Zadeh, Lotfi A. Fuzzy sets. *Information and Control*, New York, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zanella, R. et al. (2002) Monitoring of herbicides in rice fields and adjacent water bodies in southern Brazil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v. 37, n. 4, p. 343–352, 2002
- Ziesler, R., Ardizzzone, G.D. (1979). Las aguas continentales de América Latina. The Inland Waters of Latin America. COPESCAL Technical Paper No. 1. FAO, Roma 92-5-000780-9.