



Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata,  
considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima  
*Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca  
del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático*



## Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata ADT



**CIC**  
Cuenca del Plata



FUNDO MUNDIAL PARA  
O MEIO AMBIENTE

**ONU**   
meio ambiente

Programa das Nações Unidas  
para o Meio Ambiente



**OEA**

Organización para las Américas



# Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata

ADT

Dezembro 2016







Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata

ADT

Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata

Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata - ADT. - 1a ed revisada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata - CIC ; Estados Unidos : Organización de los Estados Americanos - OEA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4187-00-0

1. Recursos Hídricos. 2. Gestión de los Recursos Hídricos.

CDD 333.91

# Índice

|    |  |
|----|--|
| 13 | <b>Prefácio</b>  |
| 17 | <b>Apresentação</b>                                    |
| 21 | <b>Resumo executivo</b>                                |
| 37 | <b>Capítulo 1: Caracterização da Bacia do Prata</b>    |
| 37 | <b>1.1 Localização</b>                                 |
| 40 | <b>1.2 Aspectos socioeconômicos</b>                    |
| 40 | 1.2.1 Demografia                                       |
| 41 | 1.2.2 Indicadores socioeconômicos                      |
| 43 | 1.2.3 Saúde  |
| 45 | <b>1.3 Descrição geral</b>                             |
| 45 | 1.3.1 Caracterização das sub-bacias                    |
| 49 | 1.3.2 Clima  |
| 50 | 1.3.3 Geologia   |
| 51 | 1.3.4 Solos  |
| 53 | 1.3.5 Principais áreas úmidas                          |
| 55 | 1.3.6 Biodiversidade aquática: a ictiofauna            |
| 55 | 1.3.7 Pesca na Bacia do Prata                          |
| 56 | 1.3.8 Ecossistemas e pressão antrópica                 |
| 58 | 1.3.9 Áreas protegidas                                 |
| 60 | 1.3.10 Produção e transporte de sedimentos             |
| 62 | 1.3.11 Biomas críticos                                 |
| 63 | <b>1.4 Recursos hídricos</b>                           |
| 63 | 1.4.1 Disponibilidade dos recursos hídricos            |
| 63 | 1.4.1.1 Águas meteóricas                               |
| 66 | 1.4.1.2 Águas superficiais                             |
| 76 | 1.4.1.3 Águas subterrâneas                             |
| 80 | 1.4.2 Usuários de recursos hídricos                    |
| 80 | 1.4.2.1 Serviços urbanos                               |
| 83 | 1.4.2.2 Setor agropecuário                             |
| 85 | 1.4.2.3 Indústria                                      |
| 85 | 1.4.2.4 Mineração                                      |
| 86 | 1.4.2.5 Hidroeletricidade                              |
| 89 | 1.4.2.6 Navegação                                      |
| 89 | 1.4.2.7 Proteção dos ecossistemas                      |
| 89 | 1.4.2.8 Ecoturismo                                     |
| 93 | 1.4.3 Estimativa quantitativa das demandas             |
| 93 | 1.4.3.1 Considerações sobre demandas na Bacia do Prata |

|            |  |
|------------|--|
| 95         | 1.4.4 Relação Disponibilidade-Demanda                                      |
| 95         | 1.4.4.1 Avaliação geral qualitativa  |
| <b>98</b>  | <b>1.5 Sistemas de monitoramento, alerta e previsão hidroclimática</b>     |
| 98         | 1.5.1 Sistemas de monitoramento hidrometeorológico                         |
| 98         | 1.5.1.1 Observações meteorológicas   |
| 98         | 1.5.1.2 Observações hidrológicas   |
| 99         | 1.5.1.3 Redes de observação  |
| 99         | 1.5.1.4 Radares meteorológicos na Bacia do Prata                           |
| 102        | 1.5.1.5 Satélites meteorológicos   |
| 102        | 1.5.1.6 Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observação da OMM (WIGOS) |
| 103        | 1.5.2 Sistemas de alerta e previsão hidroclimática                         |
| 103        | 1.5.2.1 Por país e sistemas da Bacia do Prata                              |
| 109        | 1.5.2.2 Fóruns e serviços climáticos no marco da OMM                       |
| 110        | 1.5.2.3 Previsões numéricas climáticas com fins hidrológicos               |
| <b>111</b> | <b>1.6 Marco legal-institucional</b>                                       |
| 111        | 1.6.1 Sistema da Bacia do Prata  |
| <b>115</b> | <b>Capítulo 2: Variabilidade e mudanças climáticas na Bacia do Prata</b>   |
| <b>115</b> | <b>2.1 Sistemas e procesos dominantes</b>                                  |
| 115        | 2.1.1 Variabilidade climática  |
| 119        | 2.1.2 Mudanças do clima  |
| 122        | 2.1.2.1 Projeções com modelos climáticos                                   |
| 129        | 2.1.3 Extremos climáticos  |
| 132        | 2.1.4 Conclusões e recomendações   |
| <b>135</b> | <b>2.2 Previsão de Impactos Socioeconômicos</b>                            |
| <b>137</b> | <b>2.3 Conferências das partes</b>   |
| 137        | 2.3.1 Convenção das Nações Unidas na Luta contra a Desertificação          |
| 137        | 2.3.2 Convenção Marco das Nações Unidas sobre a Mudanças Climáticas        |
| <b>141</b> | <b>Capítulo 3: Marco Legal-Institucional</b>                               |
| <b>141</b> | <b>3.1 Estado de conhecimento legal e institucional na Bacia do Prata</b>  |
| <b>143</b> | <b>3.2 Aspectos gerais</b>   |
| 143        | 3.2.1 Acordos no âmbito mundial  |
| 143        | 3.2.2 Acordos no âmbito regional   |
| 144        | 3.2.3 Normas nacionais   |
| 145        | 3.2.4 Instituições regionais   |
| 146        | 3.2.5 Instituições nacionais e interjurisdicionais                         |
| 146        | 3.2.6 Planos nacionais   |
| <b>147</b> | <b>3.3 Marco legal-institucional. Aspectos específicos</b>                 |
| 147        | 3.3.1 Eventos hidrológicos extremos  |

|     |   |
|-----|---|
| 148 | 3.3.2 Perda da qualidade da água  |
| 149 | 3.3.3 Sedimentação dos corpos e cursos de água                                |
| 150 | 3.3.4 Alteração e perda da biodiversidade                                     |
| 151 | 3.3.5 Uso não sustentável de recursos pesqueiros                              |
| 152 | 3.3.6 Utilização não sustentável de aquíferos em zonas críticas               |
| 153 | 3.3.7 Conflitos pelo uso da água e o impacto ambiental dos cultivos irrigados |
| 155 | 3.3.8 Falta de planos de contingência em situações de desastres               |
| 156 | 3.3.9 Insalubridade das águas e deterioração da saúde ambiental               |
| 157 | 3.3.10 Navegação  |
| 159 | 3.3.11 Desenvolvimento da Hidroenergia  |

## **163 Capítulo 4: Temas Críticos Transfronteiriços**

### **163 4.1 Introdução**

### **169 4.2 Eventos hidrológicos extremos**

|     |   |
|-----|---|
| 169 | 4.2.1 Inundações  |
| 169 | 4.2.1.1 Apresentação do tema                                |
| 169 | 4.2.1.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos           |
| 170 | 4.2.1.3 Atividades desenvolvidas                            |
| 170 | 4.2.1.4 Expansão e atualização do conhecimento              |
| 176 | 4.2.1.5 Influência da variabilidade e das mudanças do clima |
| 177 | 4.2.2 Secas   |
| 177 | 4.2.2.1 Apresentação do tema                                |
| 177 | 4.2.2.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos           |
| 178 | 4.2.2.3 Atividades desenvolvidas                            |
| 178 | 4.2.2.4 Expansão e atualização do conhecimento              |
| 178 | 4.2.2.5 Influência da variabilidade e das mudanças do clima |
| 179 | 4.2.3 Considerações sobre aspectos legais e institucionais  |
| 180 | 4.2.4 Principais causas identificadas                       |
| 181 | 4.2.5 Recomendações   |

### **182 4.3 Perda da qualidade da água**

|     |  |
|-----|--|
| 182 | 4.3.1 Apresentação do tema                                 |
| 182 | 4.3.2 Atividades desenvolvidas                             |
| 182 | 4.3.3 Expansão e atualização do conhecimento               |
| 187 | 4.3.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais |
| 188 | 4.3.5 Principais causas identificadas                      |
| 189 | 4.3.6 Recomendações  |

### **190 4.4 Sedimentação dos corpos e cursos de água**

|     |  |
|-----|--|
| 190 | 4.4.1 Apresentação do tema                                 |
| 190 | 4.4.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos            |
| 190 | 4.4.3 Atividades desenvolvidas                             |
| 190 | 4.4.4 Expansão e atualização do conhecimento               |
| 193 | 4.4.5 Influência da variabilidade e mudanças do clima      |
| 193 | 4.4.6 Considerações sobre aspectos legais e institucionais |

|            |  |
|------------|--|
| 194        | 4.4.7 Principais causas identificadas  |
| 195        | 4.4.8 Recomendações  |
| <b>196</b> | <b>4.5 Alteração e perda da biodiversidade</b>   |
| 196        | 4.5.1 Apresentação do tema   |
| 196        | 4.5.2 Atividades desenvolvidas   |
| 197        | 4.5.3 Expansão e atualização do conhecimento   |
| 200        | 4.5.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima                                  |
| 200        | 4.5.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais                             |
| 201        | 4.5.6 Principais causas identificadas  |
| 202        | 4.5.7 Recomendações  |
| <b>204</b> | <b>4.6 Uso não sustentável recursos pesqueiros</b>                                     |
| 204        | 4.6.1 Apresentação do tema   |
| 204        | 4.6.2 Atividades desenvolvidas   |
| 204        | 4.6.3 Expansão e atualização do conhecimento   |
| 206        | 4.6.4 Influência da variabilidade e mudança do clima                                   |
| 206        | 4.6.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais                             |
| 207        | 4.6.6 Principais causas identificadas  |
| 208        | 4.6.7 Recomendações  |
| <b>209</b> | <b>4.7 Utilização não sustentável de aquíferos em zonas críticas</b>                   |
| 209        | 4.7.1 Apresentação do tema   |
| 209        | 4.7.2 Atividades desenvolvidas   |
| 209        | 4.7.3 Ampliação e atualização do conhecimento  |
| 213        | 4.7.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima                                  |
| 213        | 4.7.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais                             |
| 214        | 4.7.6 Principais causas identificadas  |
| 215        | 4.7.7 Recomendações  |
| <b>216</b> | <b>4.8 Conflitos pelo uso da água e impacto ambiental dos cultivos irrigados</b>       |
| 216        | 4.8.1 Apresentação do tema   |
| 216        | 4.8.2 Atividades desenvolvidas   |
| 216        | 4.8.3 Expansão e atualização do conhecimento   |
| 218        | 4.8.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima                                  |
| 218        | 4.8.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais                             |
| 219        | 4.8.6 Principais causas identificadas  |
| 220        | 4.8.7 Recomendações  |
| <b>221</b> | <b>4.9 Falta de planos de contingência frente a desastres</b>                          |
| 221        | 4.9.1 Apresentação do tema   |
| 221        | 4.9.2 Atividades desenvolvidas   |
| 221        | 4.9.3 Expansão e atualização do conhecimento   |
| 221        | 4.9.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais                             |
| 222        | 4.9.5 Principais causas identificadas  |
| 223        | 4.9.6 Recomendações  |
| <b>224</b> | <b>4.10 Insalubridade das águas e deterioração das condições sanitárias ambientais</b> |

|     |   |
|-----|---|
| 224 | 4.10.1 Apresentação do tema                                 |
| 224 | 4.10.2 Atividades desenvolvidas                             |
| 224 | 4.10.3 Expansão e atualização do conhecimento               |
| 225 | 4.10.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais |
| 226 | 4.10.5 Principais causas identificadas                      |
| 227 | 4.10.6 Recomendações  |

#### **228 4.11 Limitações a navegação**

|     |   |
|-----|---|
| 228 | 4.11.1 Apresentação do tema                                 |
| 228 | 4.11.2 Atividades desenvolvidas                             |
| 228 | 4.11.3 Expansão e atualização do conhecimento               |
| 231 | 4.11.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima      |
| 231 | 4.11.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais |
| 232 | 4.11.6 Principais causas identificadas                      |
| 233 | 4.11.7 Recomendações  |

#### **234 4.12 Desenvolvimento do potencial hidroenergético**

|     |   |
|-----|---|
| 234 | 4.12.1 Apresentação do tema                                 |
| 234 | 4.12.2 Atividades desenvolvidas                             |
| 234 | 4.12.3 Expansão e atualização do conhecimento               |
| 235 | 4.12.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima      |
| 235 | 4.12.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais |
| 235 | 4.12.6 Principais causas identificadas                      |
| 235 | 4.12.7 Recomendações  |

#### **237 4.13 Principais problemas detectados por sub-bacia**

### **253 Capítulo 5: Conclusões do adt como contribuições para o pae**

### **259 Anexo: Informação complementar**

### **269 Glossário**

### **275 Referências**

### **277 Lista de figuras**

### **279 Lista de tabelas**

### **283 Lista de siglas e acrônimos**

### **289 Crédito de fotografias**

### **291 Referências Institucionais**





# Prefácio

A Bacia do Prata é uma das mais importantes do mundo, tanto pelo seu tamanho como por suas características socioeconômicas. É uma área de mais de três milhões de quilômetros quadrados, atualmente habitada por mais de 110 milhões de pessoas e que produz mais de 70% do PIB dos cinco países que a compõem.

A Bacia constitui um sistema hídrico com uma diversidade e produtividade biológica notável, abriga o maior corredor de zonas húmidas na América do Sul e é reconhecida como uma das bacias mais importantes do mundo pela quantidade, variedade e endemismo de sua ictiofauna. Apesar de sua riqueza, é uma das bacias hidrográficas mais afetadas social e economicamente pelas inundações cíclicas e pelos períodos persistentes de seca. A relação entre a hidrologia, as mudanças no uso do solo e as incertezas sobre o futuro climático representa uma série de desafios para reduzir a vulnerabilidade a desastres naturais e abordar a gestão ambiental e as necessidades da população em situação de pobreza e de marginalidade. Neste cenário, o desenvolvimento econômico e social necessário no âmbito da integração regional que o contém, aumenta a necessidade de um

grande esforço na avaliação, conscientização e educação sobre a natureza.

Em 2001, os governos dos cinco países que integram o Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata (CIC) decidiram incorporar ao órgão capacidades técnicas para atender esses desafios e organizar um Programa de Ação para orientar a gestão, onde os recursos hídricos desempenham um papel fundamental, incluindo as relações entre as águas superficiais e subterrâneas e seus vínculos com o uso do solo e do clima. Neste esforço, que desenvolveu pela primeira vez uma abordagem integrada, as instituições participantes concordaram sobre a necessidade de fortalecer uma visão comum da Bacia, procurando identificar e priorizar problemas comuns e suas principais causas, a fim de enfrentá-los de forma conjunta e coordenada.

Com base nesse plano, e com o apoio da SG/OEA e do PNUMA, foi gerado e se obteve financiamento do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (FNAM) para a implementação do *Programa Marco para a gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata, em relação aos efeitos da variabilidade e das mudanças do clima* (Programa Marco). O

programa foi concebido como um processo de gestão a longo prazo, a ser implementado de forma coordenada pelos cinco países, no âmbito do CIC. Durante a fase inicial de preparação do projeto (2003-2005), e com base em um processo participativo, foram identificados os principais desafios no âmbito da bacia e delineadas as propostas preliminares para a gestão, destinadas a resolver ou atenuar os problemas identificados.

A Etapa 1 do Programa Marco –implementada entre 2010 e 2016– permitiu aprofundar o diagnóstico realizado, conseguindo caracterizar mais precisa e detalhadamente os problemas de Bacia, obtendo uma visão global do estado dos sistemas hídricos. A partir deste melhor conhecimento, foi consolidada a Análise de Diagnóstico Transfronteiriço (ADT), e formulado o Programa de Ação Estratégica (PAE) como um documento de políticas e ações prioritárias acordadas pelos cinco países para resolver os principais problemas identificados, particularmente aqueles de caráter transfronteiriço.

Os trabalhos foram desenvolvidos com a participação ativa de instituições nacionais em cada país, através de especialistas designados para formar Grupos Temáticos, que atuaram como instância de planejamento e consenso técnico sobre a implementação dos vários subcomponentes em que se estruturou a execução do Programa Marco. Os produtos deste esforço estão

sintetizados numa série de publicações – da qual o presente documento é parte– que mostram os resultados obtidos.

O Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata agradece o compromisso e esforço de cada uma das pessoas e instituições que apoiaram e participaram na execução do Programa Marco. Reconhece também a valiosa colaboração e contribuição da Organização dos Estados Americanos (OEA), por meio de seu Departamento de Desenvolvimento Sustentável, que ajudou e apoiou o CIC na implementação do Programa, e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que atuou como agência de implementação do Fundo para o Meio Ambiente (FMAM).

O trabalho realizado durante esta primeira etapa do Programa Marco representou uma experiência pioneira, onde mais de 150 instituições e 1500 especialistas da região foram capazes de articular os interesses e desejos de cada país em busca de um objetivo comum, orientada à gestão integrada dos recursos hídricos, no contexto da variabilidade e das mudanças do clima. Espera-se que a experiência de gestão e as ferramentas técnicas desenvolvidas cimentem e fortaleçam a iniciativa de cooperação e integração regionais, buscando alcançar o desenvolvimento sustentável e o bem-estar dos habitantes dos países da Bacia do Prata.





# Apresentação

Durante o IV Diálogo Interamericano de Gestão de Águas (Foz do Iguaçu, Brasil, 2001), os países que formam a Bacia do Prata, através de representantes das Chancelarias, autoridades e técnicos de entidades vinculadas à gestão dos recursos hídricos, consolidaram a necessidade de avançar na gestão integrada dos recursos hídricos em relação ao clima na Bacia.

A partir desta iniciativa e no âmbito do Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata - CIC, obteve-se o financiamento do Fundo para o Meio Ambiente Mundial (FMAM) para a preparação e execução do Programa Marco para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos hidrológicos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima (daqui em diante Programa Marco). As atividades contaram com o apoio técnico e administrativo do Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Secretaria Geral de Organização dos Estados Americanos (DDS-SG/OEA), no âmbito de um acordo de colaboração celebrado com o CIC e com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), como agência de implementação do FMAM.

O objetivo geral do projeto é fortalecer a cooperação transfronteiriça entre os governos da Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai para garantir a gestão dos recursos hídricos compartilhados da Bacia de maneira integrada e sustentável, no contexto da variabilidade e mudanças do clima, e gerar oportunidades para o desenvolvimento.

Durante o período de formulação do Programa Marco (2003-2005), foi elaborada uma análise preliminar dos principais problemas ambientais, fatores e barreiras a superar na Bacia do Prata. Através de um processo de ampla participação, caracterizou-se o estado e comportamento dos sistemas hídricos, sintetizando os principais temas críticos transfronteiriços (TCT) presentes e emergentes, as cadeias causais associadas, as propostas preliminares de solução e as lacunas de informação. Conforme apresentadas no Macro-Análise Diagnóstico Transfronteiriço (Macro-ADT), os principais TCT da Bacia são: i) Os eventos hidrológicos extremos associados com a variabilidade e a mudança climática; ii) A perda da qualidade de água; iii) A sedimentação dos corpos e cursos de água da Bacia; iv) A alteração e perda da biodiversidade; v) O uso não sustentável dos recursos pes-

queiros; vi) A utilização não sustentável de aquíferos em regiões críticas; vii) Os conflitos pelo uso da água e o impacto ambiental das culturas irrigadas; viii) A falta de planos de contingência frente a possíveis desastres; e ix) A insalubridade das águas e a degradação da sanidade ambiental.

Na Etapa 1 do projeto, decidiu-se incorporar como TCT, as limitações à navegação e o desenvolvimento do potencial hidroenergético – temas que já estavam contemplados em outras instâncias do Programa Marco –, por serem dois setores socioeconômicos fundamentais para a integração regional.

Também permitiu-se aprofundar o conhecimento para caracterizar, de maneira mais precisa e detalhada, os TCT, obtendo uma visão integral do estado do sistema hidrológico transfronteiriço, o que facilita o desenvolvimento das estratégias para a gestão integrada dos recursos hídricos.

As atividades foram realizadas com o envolvimento ativo de especialistas e autoridades de diversas instituições governamentais e do setor acadêmico, vinculadas à gestão dos recursos hídricos, do ambiente e do clima de cada país. No âmbito nacional, os especialistas designados formaram Unidades Nacionais de Projeto (UNP), lideradas por um Coordenador Nacional, responsável pelo acompanhamento e articulação das atividades do projeto em cada país. Em termos regionais, os especialistas das entidades e instituições de cada país foram agrupados de acordo com os diferentes temas (balanço hídrico, degradação de terras, ecossistemas, qualidade da água, etc.), formando Grupos Temáticos (GT) encarregados da formulação, execução e acompanhamento das atividades do projeto nos diferentes componentes, no âmbito dos alinhamentos e diretrizes do documento de projeto e resoluções do Conselho Diretor.

Após um período inicial de recopilación e análise da informação, foram desenvolvidos estudos técnicos orientados a cobrir as lacunas de informação e a consolidar os trabalhos e resultados dos GT. Os trabalhos de consolidação foram realizados inicialmente no que diz respeito a cada componente do projeto e, posteriormente, integrados em pilares temáticos, agrupando os temas de recursos hídricos, ambiente e climatologia, bases do Análise Diagnóstico Transfronteiriço (ADT) aqui apresentado.

O Programa Marco inclui também o desenvolvimento de Projetos Piloto Demonstrativos e projetos prioritários centralizados na resolução de problemas críticos, em áreas e sub-bacias hidrográficas selecionadas, executados por atores locais, abrangendo as principais organizações governamentais e não governamentais. O objetivo foi assentar as bases para a utilização sustentável da terra, da água e dos recursos biológicos da Bacia, como insumo para a formulação do Programa de Ações Estratégicas (PAE), incluindo um plano de medidas de adaptação.

Por outro lado, contou-se com um Fundo para a Participação Pública destinado a promover um maior envolvimento de organizações da sociedade civil cujo perfil estivesse relacionado com atividades específicas do projeto. Desta maneira, foram realizadas doze iniciativas relacionadas com os Projetos Piloto Demonstrativos, consolidando no âmbito local a participação das organizações da sociedade civil e instituições acadêmicas, aportando a visão local dos TCT.

O ADT, como resultado deste processo, serviu não apenas para atualizar e dar profundidade à análise dos TCT que afetam o desenvolvimento da Bacia, mas também aportou a base tecnocientífica e legal-institucional para a formulação do Programa de Ações

Estratégicas. Como experiência de gestão, o ADT conseguiu articular mais de 500 especialistas e 150 instituições da Bacia, contribuindo de forma concreta para a construção de políticas orientadas ao fortalecimento da

cooperação transfronteiriça, no reconhecimento de que os problemas comuns e compartilhados somente são possíveis de resolução sob ação coordenada e trabalhando em conjunto com os países da Bacia.





# Resumo executivo

## Descrição da Bacia do Prata

A Bacia do Prata é uma das mais extensas do mundo, com uma área de aproximadamente 3,1 milhões de km<sup>2</sup>; está formada por três sistemas hídricos principais, dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai, drenando aproximadamente um quinto do território do continente sul-americano. A Bacia do Prata pode subdividir-se em 7 sub-bacias: Alto Paraguai, Baixo Paraguai, Alto Uruguai, Baixo Uruguai, Alto Paraná, Baixo Paraná e sub-bacia própria do Rio da Prata.

A população atual da Bacia supera os 110 milhões de habitantes, e inclui as capitais dos cinco países que a compõem: Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. A riqueza dos recursos minerais, o valor de seus bosques e a fertilidade dos solos fizeram da Bacia do Prata uma região de forte atração populacional e favorecem hoje seu desenvolvimento econômico que se traduz na concentração de 70% do PIB destes países.

Os países da Bacia apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano díspar, o que mostra a diversidade de suas condições sociais e econômicas. Em alguns assentamentos urbanos e rurais, observam-se afetações

à saúde ocasionados pela contaminação biológica, procedente da falta de instalações de saneamento básico e de serviços de tratamento de esgoto adequados. Os episódios de doenças transmitidas pela água, como diarreia, cólera, malária e dengue, são habituais em determinadas regiões.

Do ponto de vista hidroclimático, a Bacia do Prata conta com uma importante diversidade de climas, que vão desde os secos e muito quentes do oeste do Chaco, até as úmidas regiões do sul do Brasil e sudeste do Paraguai, com mais de 2.000 mm/ano de precipitação. Estes climas apresentam uma variabilidade intersazonal ou interanual que, com frequência, se manifestam em eventos extremos de secas ou inundações. Em particular, suas precipitações estão condicionadas pelos fenômenos La Niña e El Niño, sendo uma das regiões mais afetadas no mundo por este último.

Nos últimos 30 anos, as precipitações sobre a Bacia aumentaram, em média, entre 10 e 15%, o que gerou aumentos mais elevados nas vazões dos rios alcançando 30%, mudança que pode ter sido influenciada pela transformação considerável no uso do solo nas últimas décadas. Ao redor de 40% da

cobertura original foi substituída por áreas de uso humano. A agricultura e o gado são os dois setores que sofrem as mudanças mais significativas, devido ao desmatamento e a urbanização.

Na Bacia do Prata encontram-se duas grandes bacias geológicas de origem tectônica, a Bacia do Paraná e a Bacia do Gran Chaco Sudamericano, que abarcam os sistemas aquíferos mais importantes da região.

Como resultado da evolução geológica e climática, desenvolve-se na Bacia uma grande diversidade de solos. Assim como a maioria dos solos da América Latina, os da região são escassos em nutrientes, ácidos, afetados por processos de erosão, lavagem superficial e alta concentração de óxidos de ferro e alumínio na sub-superfície. A Bacia é responsável por uma grande variedade de produção, em diversos produtos agropecuários e florestais, entre eles soja, milho, trigo, café, carne (bovina) e outros produtos alimentícios. Os problemas atuais relacionados ao solo se devem a sistemas inadequados de habilitação e mudanças do uso do mesmo, os quais permitiram o desmatamento e a sobre exploração dos recursos naturais.

A Bacia do Prata abriga o sistema de zonas úmidas mais extenso do planeta, com quase 3.500 km<sup>2</sup>, conectados através do eixo dos grandes rios Paraguai, Paraná e Rio da Prata, que determina um contínuo hidrológico e biológico desde o Pantanal, no Alto Paraguai, até o Delta do Paraná e o estuário do Rio da Prata.

A Bacia é reconhecida como uma das mais importantes do mundo pela quantidade, variedade e endemismo de espécies de peixes. Sua rica ictiofauna alcança as 908 espécies, sendo 40% destas com relevância socioeconômica. Algumas delas (sábalo,

surubí e dorado) estão sendo submetidas a uma intensa exploração em alguns trechos.

O desmatamento, causado pela agricultura, reduziu a capacidade da terra de capturar e armazenar carbono e água para fixar os solos, levando a aumentos nas taxas de erosão em alguns sítios e de sedimentação em outros.

Foram criadas 601 áreas protegidas na Bacia, que abrangem 22,8 milhões de hectares, o que representa um nível de proteção de 7,2% sobre sua superfície total. Se consideradas as Metas Aichi do Convênio sobre Diversidade Biológica (CDB) –que buscam alcançar 17% de áreas protegidas para o período 2011–2020–, a atual porcentagem de áreas sob proteção é baixa, praticamente um terço do objetivo. Além disso, existem 29 Sítios RAMSAR que abrangem quase 85.000 km<sup>2</sup> e 18 reservas de Biosfera (MAB–Unesco) que cobrem quase 361.000 km<sup>2</sup>.

Com relação a produção de sedimentos, a maior parte provém das altas bacias dos rios Bermejo e Pilcomayo. São a causa principal da necessidade de clareamento da água para consumo das cidades ribeirinhas, são depositadas nos canais navegáveis e ocasionam o progressivo avanço do Delta do rio Paraná sobre o Rio da Prata. Outro processo determinante nos fenômenos de produção e transporte de sedimentos, está ligado às atividades antrópicas de uso do solo.

A Selva Misioneira Paranaense (SMP) forma parte do complexo de ecorregiões da Mata Atlântica, que abrangia originalmente uma superfície de 47.000.000 ha. Desde a metade do século XX, houve uma perda gradual da massa florestal que foi sendo substituída por pastagens, cultivos agrícolas e plantações florestais, conduzindo a uma significativa degradação dos solos, alteração nos ciclos hidrológicos e provocan-

do flutuações climáticas locais. Esta ecorregião continua sendo um dos ecossistemas biológicos mais diversificados do planeta, considerado internacionalmente como de alta prioridade para a conservação pela importância ecológica de seus remanescentes.

## Recursos hídricos

Com relação ao balanço hidrometeorológico na Bacia, o Alto Paraguai apresenta alternância de valores médios de excessos no verão e no outono e de déficit nas épocas de inverno e primavera. No Baixo Paraguai, as regiões de aporte da margem direita, apresentam balanços deficitários na direção oeste, enquanto que as zonas de aporte da margem esquerda apresentam balanços com excesso. Na região do Alto Paraná identifica-se um déficit no inverno e parte da primavera, porém o balanço é equilibrado em termos anuais. Também no Baixo Paraná podem ser diferenciadas as áreas de aporte da margem direita, que ao este apresentam balanços deficitários, e de margem esquerda, com balanços positivos. No geral, em toda a bacia do rio Uruguai os balanços são positivos, ainda que, em algum meses, haja déficits.

Os resultados dos estudos realizados sobre as projeções das mudanças climáticas e o possível impacto sobre a vazão dos rios da Bacia do Prata –para os períodos de 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100– indicam um aumento de vazões médias e mínimas nos rios Uruguai e Iguazu, e uma redução inicial da vazão média seguida de um posterior aumento na região norte da bacia do Paraná –sobretudo na bacia do rio Parnaíba–, e na região do Alto Paraguai. No entanto, para as vazões mínimas, prevê-se uma redução.

Ainda assim, as projeções indicam um aumento das vazões médias e mínimas na região do Chaco, representada pelos rios

Bermejo e Pilcomayo, e uma redução inicial da vazão média, seguida por um incremento em relação ao período de referência no rio Paraná, em Itaipu. O mesmo acontece para as vazões mínimas. No trecho médio e inferior do rio Paraná, espera-se que tanto as vazões médias como as mínimas, inicialmente diminuam, para, então, aumentar no futuro.

A Bacia do Prata é, igualmente, rica em recursos hídricos subterrâneos. Coincide em grande parte com o Sistema Aquífero Guaraní (SAG), um dos maiores reservatórios de águas subterrâneas do mundo. Ao oeste da Bacia, está localizado o Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) que equipara-se, em sua maioria, com a região semiárida do Gran Chaco Americano.

O desenvolvimento natural das populações urbanas e rurais associado com o forte incremento das atividades agrícolas e indústrias, aumentou de maneira significativa o uso dos recursos hídricos, particularmente aqueles de origem subterrânea.

As principais atividades ligadas ao uso da água na Bacia estão relacionadas com os serviços urbanos e com os setores agropecuário, industrial, mineiro, energético (geração hidroelétrica), transporte (navegação), proteção dos ecossistemas e turismo.

A demanda de abastecimento de água potável é realizada pelos grandes rios da Bacia, por pequenas fontes superficiais ao redor das cidades e através de águas subterrâneas. Como consequência do crescimento das cidades, as fontes de abastecimento são excessivamente exploradas ou terminam sendo contaminadas, arriscando a saúde da população local.

A agricultura é a principal atividade econômica que se realiza na Bacia do Prata e

a que gera alterações mais expressivas no uso da terra. Os principais cultivos correspondem a ciclos anuais: soja, trigo, milho e arroz. Este último é produzido com irrigação através de inundação e é um dos grandes consumidores de água.

A atividade industrial é diversificada e está relacionada particularmente com os principais centros urbanos da Argentina e do Brasil, como as regiões metropolitanas de São Paulo e Buenos Aires. Nestas regiões, a produção industrial mais importante está ligada ao desenvolvimento automobilístico e derivados do petróleo.

Ainda que a Bacia do Prata não seja uma região altamente produtora de minerais, a indústria mineira ocupa um lugar importante entre as atividades econômicas dos países que a compõem. Além disso, possui uma capacidade de geração de energia hidrelétrica expressiva. Seu aproveitamento significa uma porção relevante da geração de energia nos países envolvidos.

A navegação é realizada por meio das hidrovias Paraguai-Paraná, principal rota que conecta os países da Bacia; Uruguai, no trecho a jusante da barragem de Salto Grande; e Tietê-Paraná, onde a navegação se estende dentro do Brasil devido a falta de esclusas na barragem de Itaipu.

A região ocupada pela Bacia é formada por ecossistemas notáveis, abrangendo desde as Cataratas do Iguaçu até o enorme corredor fluvial que vincula o Pantanal com o Delta do Paraná, em sua foz no Rio da Prata, constituindo uma importante reserva de água doce com rica diversidade biológica e cultural, muito apropriada para a implantação de estratégias de desenvolvimento sustentável que contemplem programas e projetos de ecoturismo.

Quanto às demandas, as estimativas quantitativas identificaram regiões da Bacia com conflitos existentes ou potenciais como as dos rios Pilcomayo e Bermejo, devido a contaminação difusa da água proveniente dos cultivos e da mineração; a do rio Tietê – região metropolitana de São Paulo – pela alta demanda de água, mananciais contaminados, baixas vazões e, portanto, baixa capacidade de assimilação da contaminação urbana na cabeceira da Bacia; e alta demanda de água para irrigação da plantação de arroz no Brasil, Uruguai e Argentina, com potenciais conflitos urbanos, entre outros.

## Sistemas de monitoramento hidrometeorológico

As observações e previsões hidrometeorológicas são as principais atividades dos serviços meteorológicos dos cinco países que compõem a Bacia do Prata. O setor privado e organizações não governamentais também possuem participação nestas observações.

Na Bolívia, os serviços meteorológicos também incluem as observações hidrológicas, porém, nos outros quatro países, estas são realizadas por meio de institutos nacionais, entidades regionais ou estaduais e órgãos nacionais que requerem informações para fins específicos, como é o caso do setor energético. Como a informação hidrometeorológica é gerada através de redes operadas por diferentes atores, o desafio neste contexto é o de integrar a informação coletada por todos estes meios.

A rede de monitoramento de parâmetros hidrológicos e de qualidade da água da Bacia do Prata apresenta uma assimetria, tanto no que diz respeito aos aspectos qualitativos como quantitativos. A quantidade de estações, suas características, a distribuição e densidade da rede, apresentam diferenças expressivas, sobretudo em termos de sub-bacias.

O processo de instalação de radares na Bacia do Prata está em execução. Na Argentina, no ano de 2011, foi lançado o Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), com o objetivo de desenvolver e construir radares meteorológicos, e também arquitetar e implementar um Centro de Operações com capacidade para receber, processar e analisar os respectivos dados. No Brasil destaca-se como um dos objetivos do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais, a ampliação da rede de observação das condições de tempo e clima no território nacional; os radares integram um sistema de prevenção e alerta sobre condições climáticas extremas, rede que está sendo ampliada com a aquisição de novos radares de tecnologia avançada.

Já no Paraguai, encontra-se em operação um radar meteorológico localizado na cidade de Assunção, e existem planos para ampliação da rede com um radar no centro da região oriental do país, visando obter uma melhor cobertura regional. A possibilidade de um radar funcionando no Uruguai, e integrado regionalmente, ajudaria a preencher lacunas nas observações de radares meteorológicos na Bacia.

Na Bacia do Prata, são várias as fontes de informação que atualizam, a cada 30 minutos, os dados e imagens de satélites meteorológicos. Os serviços meteorológicos da região processam a informação do GOES-13 (Sistema de Satélites Geoestacionários Operacionais de Meio Ambiente) disponível em tempo real. São muitos tipos de imagens disponíveis de forma operativa durante todo o dia (imagem infravermelho, imagem visível, cimas das nuvens e vapor da água), informações úteis para definir o estado da situação e a previsão climática. Os produtos provenientes de outros satélites, em geral de órbita polar, estão disponíveis a título de

informação complementar, como água precipitável e índices de instabilidade.

O Sistema Integrado de Observação Global da OMM (WIGOS) é uma proposta integrada para melhorar e desenvolver o sistema de observação da Organização Meteorológica Mundial (OMM). WIGOS-SA/CP é a implementação do WIGOS no sul da América do Sul/Bacia do Prata, cujo principal objetivo é “criar uma rede hidrometeorológica homogênea no sul da América do Sul, na qual participem os cinco países da Bacia e seus respectivos serviços meteorológicos e hidrológicos, e organismos que se ocupam de questões hídricas, o CIC e a OMM”.

A implementação do sistema WIGOS permitirá a seus membros, em coordenação e colaboração com outras agências nacionais, dar uma melhor resposta diante de desastres naturais, provendo melhoria dos serviços de monitoramento, previsão e adaptação às mudanças climáticas.

Em setembro de 2015, realizou-se em Brasília o Terceiro Workshop sobre Redes Hidrometeorológicas da Bacia do Prata, com o objetivo de estabelecer propostas para o PAE e dar seguimento ao Programa WIGOS. Entre as conclusões do Workshop, vale mencionar a definição de redes hidrometeorológicas estratégicas básicas para a Bacia do Prata, com visão regional; e a criação de Centros Regionais Hidrometeorológicos Aplicados (virtuais) como fatores de integração.

Por outro lado, o Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul (CRC-SAS) –organização virtual constituída em rede segundo os princípios definidos pela OMM– encontra-se em sua etapa inicial de implantação e oferece serviços climáticos, em apoio aos serviços meteorológicos e hidrológicos nacionais, e a outros usuários dos países da região sul do continente.

O Marco Mundial para os Serviços Climáticos (MMSC) é uma iniciativa das Nações Unidas dirigida pela OMM, com o objetivo de orientar a elaboração e a aplicação da informação e serviços climáticos baseados nos conhecimentos científicos para apoiar a tomada de decisões em setores sensíveis ao clima. As áreas prioritárias para o MMSC são, entre outras, agricultura e segurança alimentar; energia; redução de riscos de desastres; saúde e água. Na Bacia do Prata, o CRC-SAS poderia ajudar no fortalecimento de capacidades de colaboração regional e sub-regional, detectar as necessidades dos usuários, identificar as unidades de pesquisa e geração de produtos que colaborem com as atividades; e apoiar os projetos em execução.

Na Bacia, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Brasil, e o Serviço Meteorológico Nacional (SMN), da Argentina, contam com modelos operacionais para previsões climáticas numéricas com fins hidrológicos.

## Aspectos institucionais

O Sistema da Bacia do Prata é o conjunto de órgão criados para o cumprimento dos objetivos do Tratado da Bacia do Prata, que inclui formalmente a reunião de Chanceleres, o Comitê Intergovernamental Coordenador dos países da Bacia do Prata, o Comitê Intergovernamental da Hidrovia Paraguai-Paraná e o Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Prata – FONPLATA.

O Tratado da Bacia do Prata (TCP), que entrou em vigência em 1970, destaca a busca de um melhor e mais racional aproveitamento dos recursos hídricos e de seu desenvolvimento sustentável.

O CIC, criado em fevereiro de 1967, passou a ser o órgão permanente da Bacia, de acordo

com o TCP. Desde sua criação, o CIC concentrou-se em áreas de interesse comum dos cinco países, facilitando a realização de estudos, programas e obras de infraestrutura, em temas de hidrologia, recursos naturais, transporte e navegação, solos e energia. A necessidade de contar com uma capacidade técnica de gestão na Bacia do Prata foi reconhecida em dezembro de 2001, nos acordos realizados na reunião de Chanceleres da Bacia em Montevideu. Nesta oportunidade, foi aprovado um novo Estatuto para o CIC, o qual incorpora dois representantes de cada país, sendo um político –com autoridade plenipotenciária– e um segundo representante de caráter técnico. Os representantes técnicos dos países constituem a Unidade de Projetos do Sistema da Bacia do Prata.

Além do CIC, no âmbito do TCP foram integrados e subscritos uma série de acordos complementares que levaram à criação de diferentes instituições e agências com competências específicas na Bacia, tais como FONPLATA, instrumento financeiro, e o CIH, encarregado da Hidrovia Paraguai-Paraná. O Tratado reconhece, ainda, a possibilidade de outros acordos binacionais ou trinacionais independentes para atender temas de interesse específico das partes, dando lugar a numerosos órgãos.

Em 1995, a institucionalidade para a integração regional fortaleceu-se pelo Tratado de Assunção, que criou o Mercosul, destinado a incentivar o comércio entre regiões e internacional dos países que o integram.

## Variabilidade e mudanças do clima na Bacia do Prata

A parte tropical e subtropical da América do Sul se caracteriza pelo Monzón Sudamericano, sistema de circulação atmosférica estacional, condicionado pela radiação solar com uma marcada influência no regime hi-



droclimático da Bacia do Prata. Uma de suas principais características é o ciclo anual de precipitações bem definido na maior parte da Bacia, atingindo máximas no verão e mínimas no inverno.

Esta variação estacional se acentua nas sub-bacias do Paraguai e do Paraná, atenuando-se ligeiramente nas do Uruguai e na própria do Rio da Prata. A precipitação total anual é muito variável na Bacia, aumentando de leste a oeste, com maior taxa nas sub-bacias do Alto Paraná e do Alto Uruguai, com núcleos que ultrapassam os 2500 mm, enquanto que a zona mais seca é a do Gran Chaco Americano, com núcleos inferiores a 600 mm.

Durante a primavera e o verão austral, observam-se sistemas dominantes que conectam o Amazonas com o sudeste da América do Sul, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), uma faixa nebulosa convectiva que vai desde o sul da Amazonas até o sudeste do Brasil e o Jet de Baixo Nível da América do Sul (SALLJ). Estes sistemas atuam produzindo chuvas.

O aumento sistemático das precipitações e escoamento, desde meados da década de 70, é consistente com o aumento da frequência dos eventos SALLJ, o que, aparentemente, se pode comprovar através das observações que indicam chuvas mais frequentes nos últimos 30 anos.

O desenvolvimento dos eventos El Niño e La Niña, fenômenos relacionados com a temperatura superficial do Oceano Pacífico Tropical, reflete no clima de grande parte da Bacia do Prata, especialmente na escala de tempo anual, afetando a variabilidade das chuvas. Em anos Niño, foram observadas precipitações e escoamentos intensos, nos períodos 1982-1983 e 1997-1998. Em anos Niña, notou-se uma tendência a si-

tuações de déficit pluviométrico ou seca. A relação da precipitação com estes eventos constitui uma previsão do regime de chuvas para os meses futuros, na medida em que os mesmos possam ser detectados antecipadamente.

Além disso, o desmatamento e as mudanças no uso do solo, como resultado das atividades humanas, aumentaram rapidamente nos últimos 60 anos e existem evidências de que estas ações antrópicas alteram as características termodinâmicas da baixa atmosfera devido às interações complexas entre o clima, a hidrologia, a vegetação e a gestão dos recursos água e solo. Entre as mudanças detectadas, encontram-se aumentos nas precipitações e na vazão dos rios, além de transformações na circulação atmosférica da superfície e nas temperaturas extremas, que poderiam estar relacionadas com as mudanças climáticas.

Por um lado, a Bacia experimentou eventos extremos de precipitação cada vez com maior frequência e intensidade e, por outro lado, observou-se no centro e ao norte da Bacia, uma tendência ao atraso no início da primavera austral ou um aumento na extensão do período seco.

Entre o outono e a primavera, é frequente a incursão de ciclones extra tropicais na Bacia do Prata, responsáveis por grande parte da precipitação que acontece durante o inverno na parte oriental da Bacia e nas sub-bacias do Baixo Paraná e do Uruguai e na própria do Rio da Prata, coincidindo ainda com a redução da precipitação nas sub-bacias do Paraguai.

Desde que se dispõe de medições, o ano de 2015 foi o mais quente desde o século XIX. De acordo com os dados da OMM, a temperatura média global na superfície bateu todos os recordes anteriores, por

uma margem surpreendentemente alta, com  $0,76 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  acima da média do período 1961-1990. Na Bacia do Prata, observou-se uma temperatura maior que a média, entre  $0,5^{\circ}\text{C}$  e  $1,5^{\circ}\text{C}$ . As ferramentas comumente utilizadas para avaliar o estado atual e as projeções climáticas são os modelos de clima Globais Atmosféricos ou Globais Acoplados Oceano-Atmosfera. Não obstante, a resolução horizontal atmosférica utilizada por estes modelos é um tanto grosseira e o clima regional, em muitas partes do mundo, pode estar afetado por circulações que ocorrem em menor escala. É por este motivo que a técnica de regionalização é útil para melhorar a informação dos modelos globais. O *downscaling* utilizando modelos climáticos regionais é uma ferramenta muito útil para gerar, em alta resolução, cenários de mudança climática para estudos de impactos climáticos e adaptações a possíveis mudanças.

A projeção dos eventos extremos dos modelos climáticos possui, ainda, um componente de incerteza. Igualmente, o conhecimento em torno da variabilidade observada no clima, nas escalas de tempo mais extensas possíveis, serve de base para a análise do clima futuro, na tentativa de separar a variabilidade natural observada daquela que é consequência da ação antrópica.

### Previsão com modelos de mudança climática

Como parte das atividades do projeto, foram realizadas durante a Etapa 1, simulações com o modelo climático regional ETA para o cenário RCP 4.5 (moderado), compreendido entre 1960-2100. Estas simulações reproduziram um clima presente com campos estacionais de precipitação e temperatura do ar que poderiam ser considerados aceitáveis em comparação com os dados observados para o mesmo período.

A modelagem climática ETA permitiu contar com resultados regionais a partir dos cenários estabelecidos pelos Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre as Mudanças do Clima (IPCC) e transportá-los a outros indicadores tais como risco, vazões, umidade do solo e erodibilidade. Apesar das conclusões serem importantes e indicativas sobre os possíveis impactos, considera-se que o enfoque possui limitações, já que, levando em consideração as incertezas atuais referentes aos modelos climáticos globais, o mais aconselhável para a gestão dos cenários futuros é empregar um conjunto de modelos (em vez de um único modelo, como neste caso) para assim considerar, posteriormente, a “soma” dos resultados.

As precipitações estacionais, no geral, foram reproduzidas aceitavelmente, com uma tendência a subestimar a precipitação no verão na ZCAS, enquanto que no inverno e na primavera, a tendência é sobrestimar as precipitações no leste da Bacia (Alto Paraná e Alto Uruguai). Com relação a temperatura do clima atual, pode-se observar uma boa reprodução, embora subestime a temperatura no verão e no outono no sudeste (Alto Uruguai) e no inverno no centro oeste da Bacia (Baixo Paraguai e Baixo Paraná), enquanto que sobrestime um tanto a temperatura na ZCAS mencionada.

No que diz respeito a climas futuros, foram analisados campos médios estacionais da precipitação e a temperatura do ar para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, que são comparados com o clima atual.

A precipitação futura, segundo o modelo, apresenta diferenças ou anomalias para diferentes períodos em relação com o período de referência 1961-1990. Em 2011-2040 é possível observar uma tendência de anomalia negativa da precipitação em boa par-



te da Bacia do Prata, principalmente durante o verão e, em menor escala, no outono e na primavera. Esta anomalia negativa estende-se sobre toda a ZCAS, desde a costa atlântica da região sudeste até a região centro-oeste, onde termina o domínio analisado. Cabe ressaltar as fortes anomalias negativas do verão na sub-bacia Alto Paraná. A diminuição da precipitação é também observada durante o inverno (junho, julho e agosto/JJA) sobre a região sudeste do Brasil, ainda que em menor magnitude. Enquanto isso, observa-se uma tendência no aumento da precipitação na sub-bacia do Alto Uruguai durante a primavera e o outono, com extensões até o Rio da Prata.

Entretanto, a temperatura do clima futuro para os períodos analisados apresenta uma tendência persistente de aquecimento, em toda a superfície da Bacia, com relação ao período de referência. No período 2011-2040 identificam-se as maiores anomalias na sub-bacia Alto Paraguai (Pantanal), especialmente no verão, quando estas alcançam até 3,5°C. Na mesma região, são observadas máximas também no outono e na primavera, sendo o inverno a estação que apresenta anomalias mais suaves, ainda que com valores expressivos de 2°C ou mais. Em 2040-2070, o aquecimento do clima continua ascendente, observando-se anomalias entre 2,5°C a 4,0°C na primavera e no verão, com aumentos mais suaves no outono e inverno, de 2,5°C a 3,0°C para toda a Bacia, sendo a zona mais quente a região do Pantanal no Alto Paraguai.

Apesar da tendência negativa mais acentuada que outros modelos na precipitação e de anomalias positivas para a temperatura, é possível dizer que o modelo ETA pode ser considerado como um guia válido para a análise dos cenários climáticos do futuro.

Ao considerar cenários imediatos em termos climáticos, o período 2011-2041 apre-

senta situações tais como uma diminuição da precipitação em grande parte da Bacia e um aumento considerável da temperatura. Este cenário poderia afetar os recursos hídricos na Bacia do Prata. Num cenário com menor precipitação e maior temperatura, o balanço hidrológico regional poderia conduzir a vazões médias em declínio, facilitando a ocorrência de eventos extremos, como uma maior probabilidade de secas e incêndios florestais.

Com um cenário em que a umidade do solo está em declive ou em permanente déficit, poderia implicar num forte impacto na produção agrícola e pecuária e, consequentemente, em prejuízo socioeconômico. Por sua vez, a redução dos recursos de águas superficiais e subterrâneas comprometeriam o abastecimento de água potável para consumo humano, enquanto que a diminuição das vazões médias também poderia afetar a qualidade das águas dos rios transfronteiriços. O avanço da fronteira agrícola poderia aumentar a concentração de contaminantes nos cursos hídricos, como também o transporte e a deposição de sedimentos.

Ainda sem levar em conta as mudanças do clima, o risco de desastres naturais continuará aumentando em muitos países, sempre que um maior número de pessoas e bens em condições vulneráveis estejam expostos a situações climáticas extremas. Seguindo com os resultados do modelo ETA, os dias secos consecutivos diminuiriam durante o século XXI, enquanto que os dias úmidos aumentariam no mesmo período, em conformidade com a tendência da precipitação anual. A ocorrência de eventos extremos também tende a manifestar-se na intensidade das chuvas, já que os dias com fortes precipitações aumentariam no século presente, especialmente ao sudeste da Bacia.

## Previsão de impactos socioeconômicos

Nos próximos 30 anos, os mais importantes considerando a vida útil dos projetos, as precipitações e as vazões deveriam diminuir nas bacias altas dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai no Brasil nos meses de chuva (dezembro, janeiro e fevereiro/DJF). As chuvas e as vazões na bacia baixa destes rios tenderiam a aumentar.

O principal impacto no desenvolvimento urbano é identificado na redução da segurança hídrica, em particular aquelas cidades que estão localizadas nas cabeceiras dos rios e que possuem grande massa populacional; além disso, a diminuição das vazões agrava a capacidade de diluição de afluentes sem tratamento.

Com relação ao desenvolvimento rural, os países da região são importantes atores dentro da comunidade mundial de commodities agrícolas. No cenário de redução de precipitação e vazão nas bacias altas, vê-se afetada a produção de grãos, principalmente no centro-oeste do Brasil, que é atualmente a região com maior produção agropecuária. Por outro lado, melhora a disponibilidade hídrica para a produção agrícola nas bacias baixas na Argentina e no Uruguai.

Além disso, a redução de precipitação e de vazão nas bacias altas afeta diretamente a geração hidrelétrica, considerando que no sudeste do Brasil está concentrada 60% de sua geração deste país e, por sua vez, que grande parte das vazões que alimentam os aproveitamentos hidrelétricos nos trechos internacionais possuem origem nas bacias altas.

Para a navegação que depende das vazões das bacias altas –considerando os cenários de mudança climática apresentados–,

o impacto pode representar um aumento de custo significativo, principalmente no trecho médio e alto do rio Paraguai, para permitir a navegação com a profundidade adequada ao longo do tempo.

As condições mais críticas para os eventos extremos são o aumento de secas nas bacias altas pela diminuição das chuvas, enquanto que, para o meio ambiente, os principais impactos provêm da menor qualidade da água dos rios de cabeceira por redução da vazão e diminuição da diluição dos efluentes; a redução das vazões, que impactará sobre a fauna, e a elevação do lençol freático no pampa, devido ao aumento das chuvas.

## Marco legal-institucional

Nos cinco países integrantes da Bacia do Prata, existe um marco jurídico para a gestão e proteção dos recursos naturais e, em especial, dos recursos hídricos, que se integra com disposições constitucionais, legais e regulamentares de caráter nacional, provincial, estadual ou municipal, levando em conta, em alguns casos, a mudança climática. No entanto, existe uma brecha entre o marco legal e sua aplicação prática. Exceto casos pontuais, os avanços normativos não foram acompanhados em igual medida por uma efetiva regulamentação e implementação dos instrumentos de gestão que requerem a correspondente atribuição dos recursos financeiros, humanos e logísticos.

Os cinco países da Bacia ratificaram a Convenção RAMSAR sobre Zonas Úmidas, a Convenção Marco das Nações Unidas sobre a Mudança Climática e o Convênio sobre a Diversidade Biológica, entre outros acordos no âmbito mundial. Entre os regionais, pode-se mencionar o Convênio relativo ao aproveitamento dos rápidos do rio Uruguai na zona de Salto Grande (Argentina-Uruguai), o Tratado de Itaipu

(Brasil-Paraguai) e o Acordo sobre Meio Ambiente do Mercosul (Argentina-Brasil-Paraguai-Uruguai).

Todos os países contam com regulamentação nacional própria. Por exemplo, a Lei Geral do Ambiente (Argentina); a Lei Mãe Terra, que incorpora um Marco sobre a Mudança Climática (Bolívia); a Lei de Águas (Brasil); a Lei de Recursos Hídricos (Paraguai); e a Lei de Política Nacional de Águas (Uruguai).

Existem órgãos multilaterais que atuam no âmbito da Bacia do Prata, como o Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata (1967), a Comissão Administradora do Rio da Prata (1973), a Comissão Trinacional para o Desenvolvimento da Bacia do Rio Pilcomayo (1995) e a Comissão Binacional para o Desenvolvimento da Bacia Alta do Rio Bermejo e do Rio Grande de Tarija (1995), entre outros. A esta lista se acrescentam tanto instituições nacionais e interjurisdicionais, como os planos nacionais ou de bacias em todos os países.

O marco legal-institucional em temas específicos, como os eventos hidrológicos extremos, compõe-se de acordos, como o referido à Luta contra a Desertificação em Países afetados por Grave Seca (1994); normativas nacionais, com a Lei de Política Nacional de Proteção e Defesa Civil do Brasil; e planos nacionais, como o Plano Nacional Federal de Controle de Inundações da Argentina.

Com relação a perda da qualidade da água, os países homologaram a Convenção de Estocolmo sobre Contaminantes Orgânicos Persistentes (1989) e dispõem de normas próprias, como a Lei de outorga de direitos de lançamento de efluentes (Brasil). Em matéria de sedimentação dos corpos e cursos de água, um exemplo é a lei do Paraguai sobre o reestabelecimento de bos-

ques protetores dos canais hídricos da Região Oriental e sua conservação.

Ao amplo panorama normativo –no qual somente foram mencionados os principais exemplos– deve-se acrescentar os acordos e normas específicas sobre outros temas, como navegação, hidroeletricidade, planos de contingência frente a desastres, alteração e perda da biodiversidade, uso sustentável de recursos pesqueiros e utilização sustentável de aquíferos em zonas críticas, entre outros temas.

## Temas críticos transfronteiriços

O Macro-Análise Diagnóstico Transfronteiriço (Macro-ADT), desenvolvido durante o período 2003-2005, identificou com base científica e social, os temas críticos transfronteiriços (TCT) presentes e emergentes na Bacia do Prata e suas cadeias causais. Os temas críticos identificados foram: eventos hidrológico extremos (inundações e secas), perda da qualidade de água, sedimentação dos corpos e cursos de água, alteração e perda da biodiversidade, uso não sustentável dos recursos pesqueiros, utilização não sustentável de aquíferos em regiões críticas, conflitos pelo uso da água e o impacto ambiental das culturas irrigadas, falta de planos de contingência frente a possíveis desastres, insalubridade das águas e a degradação da sanidade ambiental, acrescentando, posteriormente, limitações à navegação e desenvolvimento do potencial hidroenergético.

Como parte das atividades iniciais do processo posterior, foi atualizado o documento de projeto e revisadas as cadeias casuais de cada TCT, realizando os ajustes correspondentes.

A execução do projeto durante o período 2011-2016 possibilitou o desenvolvimento de atividades direcionadas ao aprofun-

damento do estado de conhecimento para a consolidação e atualização do diagnóstico.

O processo foi desenvolvido com o envolvimento de diferentes Grupos Temáticos (GT), com representação de instituições governamentais e acadêmicas dos cinco países da Bacia com competência no tema. Além disso, foram desenvolvidos projetos piloto demonstrativos e projetos prioritários para a resolução de problemas críticos da Bacia, com o objetivo de proporcionar experiências de gestão local do presente ADT e do PAE, catalisando iniciativas existentes nos países envolvidos.

### ***Causas e recomendações***

Entre as principais causas dos eventos hidrológicos extremos, destacam-se: a falta de planejamento urbano e territorial; a escassa coordenação de informações sobre eventos extremos; a falta de políticas regionais de prevenção de desastres e a de processos de educação e conscientização. Levando em consideração estes pontos, recomenda-se consolidar, ampliar e melhorar a coordenação entre os diversos sistemas de monitoramento, informação, previsão climática e alerta precoce; melhorar o planejamento urbano e territorial para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade a eventos extremos; promover o desenvolvimento de políticas regionais e o fortalecimento do marco legal para a prevenção e gestão de tais eventos e desenvolver e intercambiar experiências sobre programas de pesquisa, conscientização e educação ambiental relacionados com eles, entre outras questões.

No que diz respeito a perda da qualidade da água, foram detectados como principais causas: o tratamento inadequado dos esgotos; a falta de capacitação de gestores ambientais; a falta de políticas de desenvolvimento que estimulem o empre-

go de tecnologias limpas e a minimização de resíduos; e a deficiência no cumprimento das normativas existentes. Para atenuar estes impactos, recomenda-se principalmente, buscar fontes de financiamento para a construção e operação de estações de tratamento de esgoto doméstico e industrial; promover a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e o uso racional de agrotóxicos; e desenvolver programas de capacitação de gestores ambientais.

Quanto a sedimentação dos corpos e cursos de água, foram detectados como principais causadores deste problema, o uso e manejo inadequados dos solos (atividade agrícola em expansão, uso dos solos marginais, eliminação de pastagens naturais, sobrepastoreio); a falta de estímulos, políticas de extensão e capacitação para aplicar técnicas agrícolas sustentáveis; e a debilidade técnico-econômica por parte os órgãos estatais. Portanto, recomenda-se promover o desenvolvimento e a harmonização de normas de proteção e uso dos recursos naturais; desenvolver planos de ordenamento territorial e zoneamento agroecológico; fortalecer as capacidades institucionais para a gestão do uso do solo; implantar programas de recuperação de solos e controle de erosão em áreas prioritárias e desenvolver programas de capacitação e extensão de técnicas de gestão e conservação dos solos.

As principais causas detectadas para a alteração e perda da biodiversidade foram a substituição de ecossistemas naturais por atividades produtivas; a falta de incentivos para o cuidado e conservação dos sistemas naturais; a falta de protocolos para o controle de espécies invasoras e a falta de consciência social sobre o valor dos recursos hídricos e a biodiversidade. Frente a esta problemática, recomenda-se, fundamentalmente, estabelecer os mecanismos de cooperação entre os países em matéria de

conservação da biodiversidade; desenvolver corredores ecológicos fluviais e costeiros e outras formas de conservação participativa; impulsionar o desenvolvimento de áreas transfronteiriças protegidas e promover a adoção de orçamentos mínimos regionais para a conservação da biodiversidade.

Com relação ao uso sustentável de recursos pesqueiros, aparecem como principais causas a exploração excessiva das espécies de interesse comercial objetivo; a falta de coerência técnica e política no planejamento e implantação de políticas de pesca; a falta de políticas harmônicas e integradas para a proteção da vida aquática na Bacia e o uso de técnicas não sustentáveis e dificuldades na aceitação de novas tecnologias. Como recomendação, sugere-se, em especial, a promoção de políticas integradas, normas e critérios compatíveis para a proteção e uso sustentável do recurso pesqueiro; o fortalecimento de ferramentas e mecanismos de gestão e controle; a realização de estudos de vulnerabilidade de habitats ribeirinhos e a implementação de programas de conscientização e capacitação em técnicas sustentáveis de produção.

No que diz respeito a utilização não sustentável de aquíferos em regiões críticas, foram detectadas como causas principais a existência de focos contaminantes por usos agrícolas e por descargas domiciliares e industriais; a falta de gerenciamento do uso de águas subterrâneas; a falta de coordenação institucional transfronteiriça para o controle e gestão compartilhada e a escassa participação da sociedade. As recomendações principais neste caso são: desenvolver instrumentos de gestão integral e participativa; realizar estudos de vulnerabilidade para a identificação de áreas de risco, em escala regional e local; desenvolver inventários e bancos de dados regionais e incentivar a participação mais ativa da sociedade.

Quanto aos conflitos gerados pelo uso da água e o impacto ambiental dos cultivos irrigados, as principais causas detectadas são a escassa ou deficiente informação disponível sobre os recursos hídricos compartilhados (inventário de usos e disponibilidade); a falta de órgãos de gestão conjunta dos recursos hídricos compartilhados; as assimetrias nas estruturas jurídico-institucionais para a gestão integrada do recurso compartilhado e o desconhecimento dos atores sociais sobre o valor dos recursos e sua disponibilidade limitada. Para este caso, recomenda-se promover acordos e desenvolver marcos legais comuns para a gestão do uso das águas; fortalecer a capacidade de gestão e coordenação institucional de órgãos competentes dos cinco países; gerar informação e facilitar o acesso público aos dados de interesse para a gestão da oferta e demanda e estabelecer estratégias de comunicação, difusão e sensibilização da opinião pública sobre a gestão.

Devido a falta de planos de contingência frente a desastres, detectou-se como causas principais, os riscos de rupturas por erros de operação das barragens; a falta de revisão dos critérios de segurança das barragens, considerando as incidências das mudanças do clima; a inexistência de normativas nacionais e transnacionais que regulem a segurança das barragens e a falta de consciência acerca dos riscos das populações localizadas a jusante de este tipo de obras e das próprias empresas operadoras. Portanto, as principais recomendações são estabelecer normas e critérios comuns de segurança, considerando a incidência da variabilidade e da mudança climática; elaborar e adotar normas e nacionais e transnacionais de segurança e de operação em caso de emergência; desenvolver ou atualizar planos de contingência frente a ruptura de barragens; e desenvolver medidas de

conscientização cidadã acerca da prevenção e redução de riscos.

No que diz respeito a insalubridade das águas e a degradação da sanidade ambiental, foram detectadas como principais causas a falta de informação sobre as doenças de origem hídrica; a ineficiência do controle sobre derramamento industrial e de agrotóxicos; a assimetria dos critérios legais e técnicas para a gestão dos recursos hídricos e da saúde pública e a resistência à mudança de hábitos. Como sugestão, recomenda-se fortalecer a investigação e a geração e difusão de dados acerca de doenças de origem hídrica; promover políticas e programas para o tratamento de resíduos sólidos, resíduos industriais e manejo de agroquímicos; fortalecer a capacidade de gestores locais, a articulação e coordenação institucional de órgãos e instituições do setor hídrico e de saneamento dos países; e impulsionar programas de educação e conscientização cidadã sobre higiene ambiental e saúde.

Com relação às limitações à navegação, considera-se causas principais a falta ou insuficiência de infraestrutura para superar os pontos críticos naturais; a inadequada gestão institucional conjunta; as assimetrias e debilidades nas normativas dos países e a preferência pelo transporte terrestre. Para uma melhoria destes pontos, recomenda-se compatibilizar as políticas regionais para o transporte fluvial; adequar o marco legal e institucional para navegação fluvial; desenvolver planos transfronteiriços para a manutenção e desobstrução das vias navegáveis e impulsionar um sistema integral de transporte.

Para o tema do desenvolvimento do potencial hidroenergético, não foi realizada a análise respectiva de suas causas. Entretanto, destacam-se como recomendações: rea-

lização de acordos para a integração energética entre os países da Bacia; integração das redes de monitoramento hidrometeorológico dos aproveitamentos hidráulicos aos demais sistemas de informação; planejamento de ações para o aproveitamento das comunicações do sistema interconectado regional a fim de melhorar a transmissão de informações para os sistemas hidrológicos de alerta precoce.

## Conclusões do ADT como aporte ao PAE

O desenvolvimento de cada um dos Temas Críticos Transfronteiriços permite entender o comportamento hidroambiental da Bacia do Prata, tanto do ponto de vista histórico como do projetado para o futuro. À compreensão dos fenômenos naturais, deve-se acrescentar um melhor conhecimento das atividades antrópicas que afetaram este comportamento, particularmente, a mudança no uso do solo, impulsionada pelo desenvolvimento das atividades agrícola e pecuária e a crescente urbanização. O comportamento hidroambiental, modificado pela ação do ser humano, é a base direta ou relativamente mais indireta para a análise de cada um dos TCT.

Tendo como base a análise das principais causas identificadas para os TCT e das recomendações originadas a partir do desenvolvimento desta fase do projeto, foram levantadas as seguintes recomendações gerais para o Programa de Ações Estratégicas (PAE), agrupadas em aspectos técnicos, econômico-gerenciais, político-institucionais e socioculturais:

### Aspectos técnicos:

- Promover o monitoramento conjunto em quantidade e qualidade dos recursos hídricos compartilhados;



- Impulsionar a coordenação entre os sistemas de observação e de alerta frente a eventos extremos (inundações e secas) dos países da Bacia;
- Melhorar o planejamento urbano e territorial para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade frente a eventos extremos;
- Intercambiar experiências sobre a gestão de risco entre os órgãos nacionais, bilaterais e multilaterais;
- Desenvolver ou atualizar planos e programas de contingência frente a ruptura de barragens e outros acidentes;
- Promover melhorias estruturais, de manutenção e de operação de portos;
- Promover ações para a redução da vulnerabilidade do transporte fluvial;
- Desenvolver planos transfronteiriços para a manutenção e a desobstrução das vias navegáveis.

#### **Aspectos econômico-gerenciais:**

- Desenvolver corredores ecológicos fluviais e costeiros e outras formas de conservação participativa;
- Estabelecer mecanismos de cooperação entre os países em matéria de conservação da biodiversidade;
- Estabelecer normas e critérios comuns de segurança, considerando a incidência da variabilidade e das mudanças do clima;
- Promover o intercâmbio de informação e experiências acerca da operação de reservatórios e segurança das obras.
- Aspectos político institucionais:
- Promover a cooperação e coordenação institucional no âmbito da Bacia, incluindo a

consolidação do CIC como órgão de coordenação e articulação institucional;

- Harmonizar os marcos jurídicos para a gestão dos recursos hídricos transfronteiriços;
- Promover a adoção de orçamentos mínimos regionais para a conservação da biodiversidade;
- Desenvolver e aplicar protocolos para o controle e manejo de espécies invasoras;
- Compatibilizar as políticas regionais e adaptar o marco legal e institucional para a navegação fluvial;
- Compatibilizar políticas regionais para o desenvolvimento hidrelétrico.

#### **Aspectos socioculturais:**

- Promover a adoção de orçamentos mínimos regionais para a conservação da biodiversidade;
- Desenvolver e aplicar protocolos para o controle e manejo de espécies invasoras;
- Compatibilizar as políticas regionais e adaptar o marco legal e institucional para a navegação fluvial;
- Compatibilizar políticas regionais para o desenvolvimento hidrelétrico.

#### **Aspectos socioculturais:**

- Impulsionar uma maior participação da sociedade nas ações que tendem a solucionar os problemas da Bacia;
- Desenvolver e intercambiar experiências sobre programas de pesquisa, educação e conscientização cidadã no que diz respeito a recursos hídricos e respectivas considerações ambientais;
- Impulsionar programas de educação e conscientização cidadã acerca de problemas ambientais específicos da Bacia.





# Capítulo 1:

## Caracterização da Bacia do Prata

### 1.1 Localização

A Bacia do Prata, geograficamente localizada entre os graus 14 e 37 de latitude sul e entre os graus 43 e 67 de longitude oeste, é uma das mais extensas do mundo, com uma área de aproximadamente 3,1

milhões de km<sup>2</sup>. Ocupa o segundo lugar na América do Sul e o quinto na escala mundial. Abrange quase todo o centro-sul do Brasil, o sudeste da Bolívia, uma grande parte do Uruguai, todo o território do Paraguai e uma extensa região do centro e norte da Argentina. Cerca de 25% da área



As cataratas sobre o rio Iguaçu, fronteira entre Argentina e Brasil, em plena Selva Missioneira Paranaense, é uma das paisagens mais representativas da Bacia.

total dos cinco países corresponde a Bacia do Prata.

A Bacia é formada por três sistemas hídricos principais, os dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai, drenando aproximadamente um

quinto do território do continente sul-americano. Os dois últimos fazem parte do Rio da Prata, que desemboca no Oceano Atlântico Sul (**Figura 1.1.1**). A **Tabela 1.1.1** apresenta a distribuição da área da Bacia por países e seus devidos sistemas hídricos.

**Figura 1.1.1**

### Mapa geral da Bacia do Prata



Tabela 1.1.1

## Distribuição da área da Bacia do Prata por países e por sistemas hídricos

| País                                     | Área sistemas hídricos (km <sup>2</sup> ) |                  |                |                             | Área total por país (km <sup>2</sup> ) |
|--|---|------------------|----------------|-----------------------------|--|
|  | Paraná                                    | Paraguai         | Uruguai        | Próprio do Rio da Prata (*) |  |
| <b>Argentina</b>                         | 583.885                                   | 186.051          | 63.584         | 150.535                     | <b>984.056</b>                         |
|  | 38,7%                                     | 16,6%            | 18,0%          | 79,2%                       | <b>30,9%</b>                           |
| <b>Bolívia</b>                           | –   | 221.994          | –              | –                           | <b>221.994</b>                         |
|  |   | 19,8%            |                |                             | <b>7,0%</b>                            |
| <b>Brasil</b>                            | 877.385                                   | 362.434          | 174.199        | –                           | <b>1.414.018</b>                       |
|  | 58,1%                                     | 32,4%            | 49,3%          |                             | <b>45,6%</b>                           |
| <b>Paraguai</b>                          | 53.000                                    | 353.752          | –              | –                           | <b>406.752</b>                         |
|  | 3,5%                                      | 31,5%            |                |                             | <b>12,8%</b>                           |
| <b>Uruguai</b>                           | –   | –                | 115.668        | 39.577                      | <b>155.245</b>                         |
|  |   |                  | 32,7%          | 20,8%                       | <b>4,9%</b>                            |
| <b>Área total por sistema hídrico</b>    | <b>1.510.513</b>                          | <b>1.120.154</b> | <b>353.451</b> | <b>190.113</b>              | <b>3.182.064</b>                       |
| <b>% da Bacia do Prata</b>               | <b>47,6%</b>                              | <b>35,3%</b>     | <b>11,1%</b>   | <b>6,0%</b>                 | <b>100,0%</b>                          |
| <b>Extensão dos principais rios (km)</b> | <b>4.800</b>                              | <b>2.600</b>     | <b>1.800</b>   | <b>700</b>                  |  |

(\*) A área total inclui a superfície do Rio da Prata, de 30.325 km<sup>2</sup>, compartilhada entre Argentina e Uruguai.



## 1.2 Aspectos socioeconômicos

### 1.2.1 Demografia

Na Bacia do Prata, onde a população atual supera os 110 milhões de habitantes, existem ao menos 20 cidades com mais de 500.000, incluindo entre elas as capitais de quatro dos cinco países que a compõem: Buenos Aires, Brasília, Assunção e Montevideu. Na Bacia, também está localizada a cidade de Sucre, capital constitucional da Bolívia, e sobre um dos afluentes do rio Paraná encontra-se uma das maiores megalópoles com concentração industrial do mundo, a cidade de São Paulo (Brasil), que possui mais de 20 milhões de habitantes.

A **Tabela 1.2.1.1** mostra os indicadores de população e de densidade dos países da Bacia em sua totalidade. A densidade é de 20,2 hab./km<sup>2</sup>. A população urbana é de 86,3%, sendo Argentina, Uruguai e Brasil os países com mais porcentagem de população urbana.

A respeito dos dados relativos à Bacia, foi realizada uma estimativa de população com informação dos censos realizados entre 2010 e 2012. Os resultados indicam uma população total de 111.400.482 habitantes, correspondendo 26,1% à Argentina, 1,8% à Bolívia, 63,3% ao Brasil, 6,0% ao Paraguai e 2,8% ao Uruguai. Informações mais detalhadas podem ser visualizadas na **Tabela A.1** do *Anexo*.



A cidade de São Paulo, na cabeceira do rio Tietê, possui mais de 20 milhões de habitantes.

Tabela 1.2.1.1

**Área, população e população urbana por país**

| <b>País (*)</b>  | <b>Área</b><br>(em milhões de km <sup>2</sup> ) | <b>População</b><br>(em milhões de habitantes) | <b>Densidade</b><br>(hab/km <sup>2</sup> ) | <b>% População urbana</b> |
|------------------|---|--|--|---------------------------|
| <b>Argentina</b> | 2,780   | 41,775   | 15,0                                       | 94,0                      |
| <b>Bolívia</b>   | 1,099   | 10,598   | 9,6  | 68,3                      |
| <b>Brasil</b>    | 8,616   | 201,497  | 23,4                                       | 86,3                      |
| <b>Paraguai</b>  | 0,407   | 6,888  | 16,9                                       | 64,1                      |
| <b>Uruguai</b>   | 0,176   | 3,418  | 19,4                                       | 92,8                      |
| <b>Total</b>     | <b>13,078</b>                                   | <b>264,176</b>                                 | <b>20,2</b>                                | <b>86,3</b>               |

(\*) Os dados da tabela referem-se aos países da Bacia em sua totalidade e não somente a parcela correspondente a Bacia do Prata.

Fonte: Anuário estatístico da América Latina e Caribe. CEPAL, 2014.

**1.2.2 Indicadores socioeconômicos**

A riqueza dos recursos minerais, o valor dos bosques e a fertilidade dos solos fizeram da Bacia do Prata uma região de forte atração populacional, que favorecem, hoje, seu desenvolvimento econômico, traduzido numa concentração de 70% do PIB dos cinco países que a integram. A **Tabela 1.2.2.1** apresenta o Produto Interno Bruto de cada país e o valor correspondente per capita. Vale destacar, entretanto, que a renda per capita no Brasil é muito variável, sendo menor nos estados do norte e nordeste que nos do sul, sudeste e centro-oeste, onde está localizada a Bacia.

As economias da Argentina, Brasil e Uruguai, com um forte componente agrícola-pecuário, apresentam, ainda, uma significativa produção industrial e de serviços, enquanto que a da Bolívia está apoiada nos

recursos minerais e a do Paraguai mantém um desenvolvimento baseado nos setores agrícolas e de energia hidrelétrica.

A **Tabela 1.2.2.2** apresenta a distribuição da população ocupada por setor econômico no ano de 2011. Seguindo a tendência mundial, a maior quantidade de ofertas de emprego está concentrada nos serviços, ainda que a Bolívia e o Paraguai possuam uma parcela significativa da população direcionada à atividade agrícola.

Quanto à porção que representa cada setor da economia dentro do PIB, a agricultura tem um peso relativamente pequeno nas economias dos países, com exceção do Paraguai. O setor de água e energia representa entre 1 e 10% das economias, enquanto que o conjunto dos setores relacionados com a água (agricultura, transporte e energia) apresentam variações entre 16 e 35%

Tabela 1.2.2.1

## Produto Interno Bruto por país

| País (*)         | PIB<br>(em milhões<br>de dólares) | % sobre<br>PIB total<br>dos 5<br>países | PIB per<br>cápita<br>(**) (em<br>dólares) |
|------------------|-----------------------------------|---|---|
| <b>Argentina</b> | 477.028,3                         | 16,9                                    | 11.614,4                                  |
| <b>Bolívia</b>   | 27.035,1                          | 1,0                                     | 2.625,1                                   |
| <b>Brasil</b>    | 2.249.090,9                       | 79,5                                    | 11.334,8                                  |
| <b>Paraguai</b>  | 24.595,3                          | 0,9                                     | 3.684,7                                   |
| <b>Uruguai</b>   | 49.918,7                          | 1,8                                     | 14.703,3                                  |
| <b>Total</b>     | <b>2.827.668,3</b>                | <b>100</b>                              |   |

(\*) Os dados da tabela referem-se aos países da Bacia em sua totalidade e não somente à parcela correspondente a Bacia do Prata

(\*\*) De acordo com preços de mercado de 2012.

Fonte: Anuário estatístico da América Latina e Caribe. CEPAL, 2013.

Tabela 1.2.2.2

## População ocupada total, por setor

| País (*)         | Agropecuário | Industrial | Serviços |
|------------------|--------------|------------|----------|
| <b>Argentina</b> | 1,2          | 23,8       | 74,4     |
| <b>Bolívia</b>   | 31,6         | 18,9       | 44,1     |
| <b>Brasil</b>    | 15,3         | 21,9       | 62,7     |
| <b>Paraguai</b>  | 25,5         | 17,8       | 56,6     |
| <b>Uruguai</b>   | 10,1         | 21,5       | 68,4     |

Em porcentagem, dados de 2011.

(\*) Os dados da tabela referem-se aos países da Bacia em sua totalidade e não somente à parcela correspondente a Bacia do Prata

Fonte: Anuário estatístico da América Latina e Caribe. CEPAL, 2013.



A pecuária, uma atividade de grande importância na Bacia do Prata.



das economias. A **Tabela A.2** do *Anexo* mostra um detalhe da participação dos setores como porcentagem do PIB.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) nos estados, províncias ou departamentos dos países da Bacia do Prata, varia entre 0,806 e 0,889 para a Argentina e entre 0,514 e 0,689 para Bolívia; entre 0,725 e 0,824 para o Brasil; e de 0,659 para o Paraguai e varia entre 0,706 e 0,841 para o Uruguai.

As porcentagens de analfabetismo para as mesmas jurisdições variam entre 3,6 e 11,0% para a Argentina; entre 6,2 e 11,9% para a Bolívia; entre 4,1 e 8,5% para o Brasil; é de 4,7% para todo o Paraguai; e entre 0,9 e 3,5% para o Uruguai. As **Tabelas A.3 e A.4** do *Anexo* mostram os detalhes correspondentes aos últimos índices mencionados.

### 1.2.3 Saúde

A situação relacionada da saúde nos países da Bacia do Prata pode ser analisada, em termos gerais, através de indicadores tais como expectativa de vida ao nascer e taxa de mortalidade infantil. Tais indicadores não apenas fornecem informação sobre a saúde, mas também, indiretamente, sobre as condições de vida da população e seu acesso aos serviços de saúde e à qualidade destes.

A expectativa de vida ao nascer, nos respectivos departamentos, estados ou províncias, varia entre 70,9 e 77,2 anos para a Argentina; 62,0 e 69,5 anos para a Bolívia; 74,2 e 76,2 para o Brasil; 72,5 anos para todo o Paraguai; e entre 75,1 e 77,2 anos para o Uruguai.

Por outro lado, as taxas de mortalidade infantil variam entre 8,9 e 14,9% para a Argentina; 37,2 e 65,5% para a Bolívia; 9,8 e



Colocação de redes de água.

17,7% para o Brasil; 15,2% para todo o Paraguai; e entre 5,4 e 11,4% para o Uruguai. As **Tabelas A.5 e A.6** do *Anexo*, mostram estes dois últimos índices de maneira detalhada.

Vale destacar a grave situação nos assentamentos urbanos e rurais da Bacia, ocasionada pela contaminação biológica relacionada a ausência de instalações de saneamento e de serviços de tratamento de esgoto adequados. Os episódios de doenças transmitidas pela água, como a diarreia, a cólera, a malária e a dengue, são habituais em determinadas regiões. A **Tabela 1.2.3.1** mostra as porcentagens da população com acesso a água potável e saneamento básico dos países da Bacia. Ainda que as cifras pareçam indicar uma boa situação, deve-se lembrar que o conceito “acesso a fontes melhoradas” envolve sistemas de diversas qualidades diversificada no que diz respeito à disponibilidade de serviços.

Com relação aos potenciais riscos para a saúde nas fontes de água potável, nos últimos anos registrou-se uma série de florações de algas verde-azuladas ou cianobactérias tóxicas em diferentes sistemas fluviais. Estes organismos crescem desproporcionalmente, produzem cianotoxinas que podem afetar a saúde da população, já que os sistemas de tratamento de água potável não estão adaptados para sua remoção, além de afetar a saúde de animais domésticos e silvestres (mortalidade de peixes) e do gado, ao contaminar bebedouros de abastecimento pecuário.

É, portanto, um problema de saúde pública que requer ações para minimizar seu efeito negativo sobre as populações de risco.

Também é importante considerar a esquistossomose (em especial no Brasil),

uma doença parasitária de origem hídrica transmitida por caracóis de água doce. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é a segunda doença parasitária mais importante, depois da malária, pelos danos que causa à saúde e a economia dos países que a padecem.

Quanto a cenários hídricos particulares, destaca-se que, em diversas regiões da Argentina, a população deve utilizar água com um nível elevado de arsênico –um elemento natural que se encontra na crosta terrestre– acima dos limites aceitáveis para os padrões de água potável. Ainda que realizados importantes esforços para minimizar ou eliminar esta contaminação na água potável através de procedimentos físico-químicos, o problema subsiste em muitas localidades, especialmente em zonas que não contam com o serviço de rede de água potável.

### Tabela 1.2.3.1

#### Acesso a fontes melhoradas de água potável e saneamento

| País (*)         | Água potável |        |       | Saneamento |        |       |
|------------------|--------------|--------|-------|------------|--------|-------|
|                  | Total país   | Urbano | Rural | Total país | Urbano | Rural |
| <b>Argentina</b> | 99           | 99     | 98    | 97         | 97     | 99    |
| <b>Bolívia</b>   | 88           | 96     | 72    | 46         | 57     | 24    |
| <b>Brasil</b>    | 98           | 100    | 76    | 81         | 87     | 49    |
| <b>Paraguai</b>  | 94           | 100    | 83    | 80         | 96     | 53    |
| <b>Uruguai</b>   | 99           | 100    | 95    | 96         | 96     | 96    |

Em porcentagem. Dados de 2012.

(\*)Os dados da tabela referem-se aos países da Bacia em sua totalidade e não somente à parcela correspondente a Bacia do Prata.

Fonte: Anuário Estatístico da América Latina e Caribe, CEPAL, 2014.



## 1.3 Descrição geral

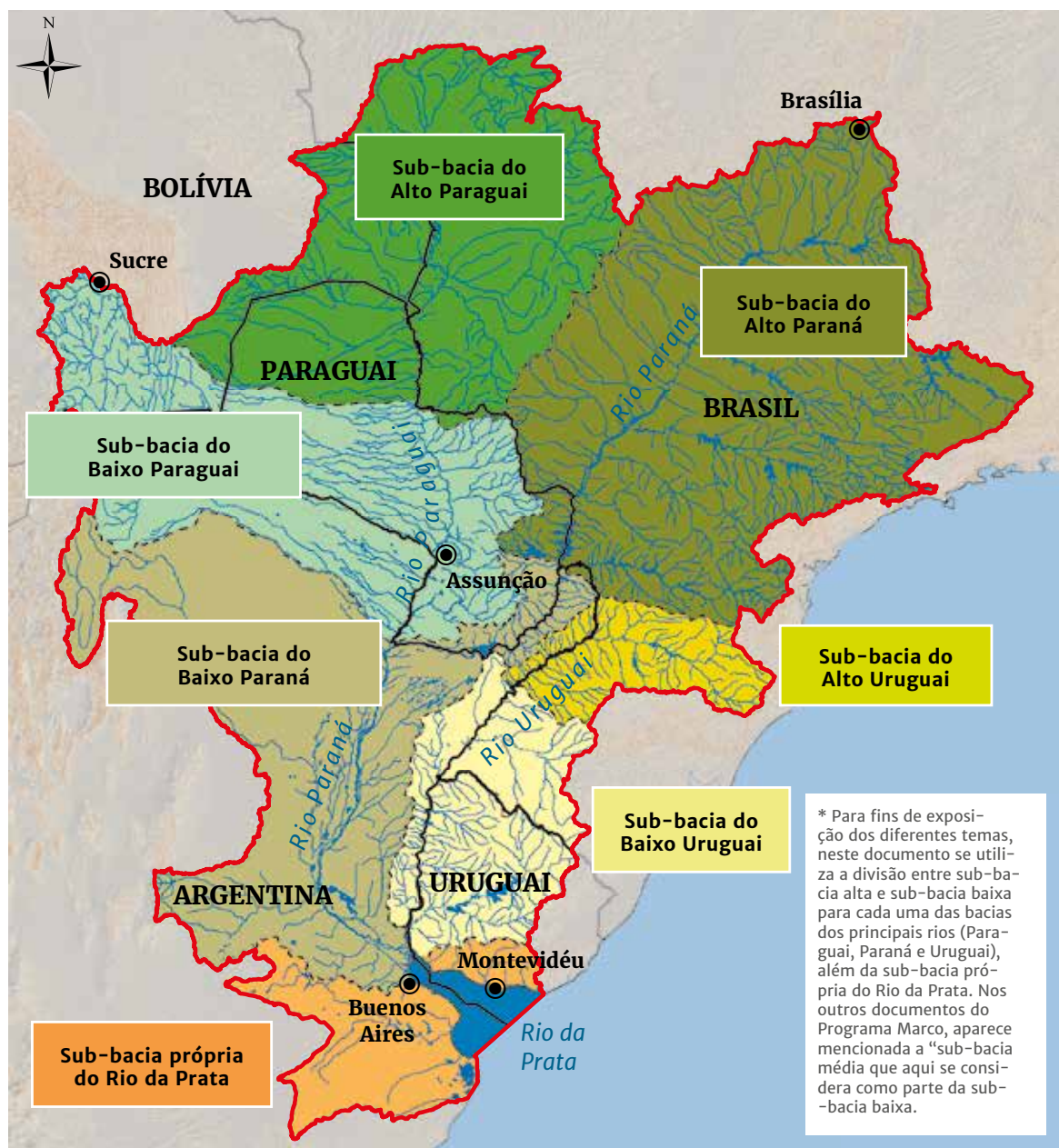
### 1.3.1 Caracterização de sub-bacias

A Bacia do Prata poder subdividir-se em 7 sub-bacias, que se identificam e cujas

principais características geográficas estão detalhadas, respectivamente, nas Figuras 1.3.1.1 e 1.3.1.2

Figura 1.3.1.1

#### Mapa de sub-bacias (\*)



**Alto Paraguai** (até a confluência com o rio Apa): Inclui dois grandes ambientes, o Planalto e a grande região úmida do Pantanal. A formação do Pantanal atua como o grande reservatório de água na cabeceira dos sistemas do Prata que, igualmente, retém grande quantidade de sedimentos originados pela agricul-

tura do Planalto. A sedimentação é uma forte ameaça para o ecossistema devido a variedade de espécies que se sustenta desta região. Manter o escoamento lento do Pantanal é um ponto chave para evitar uma maior incidência de inundações a jusante do rio Paraguai e Paraná, este último já fortemente afetado.

Figura 1.3.1.2

## Características geográficas das sub-bacias





**Baixo Paraguai** (desde a confluência com o rio Apa até a confluência com o rio Paraná): O rio Paraguai, apesar dos aportes que recebe na parte alta da sua bacia, ao leste do trecho, apresentaria um balanço hídrico negativo se apenas fossem considerados seus afluentes de margem direita –como indica a **Tabela 1.4.1.1.1**– já que seus transbordamentos não retornam à calha principal, recarregando depressões laterais nas quais a água é retida até evaporar-se. Entretanto, seus afluentes de margem esquerda –Aquidaban, Jejui, Aguaray y Tebicuary– geram importantes aportes. Ao longo do curso principal do Paraguai está localizada a cidade de Assunção, afetada por frequentes inundações. Este trecho é parte importante da Hidrovia Paraguai-Paraná e recebe, através da margem direita, dois afluentes: os rios Pilcomayo inferior e Bermejo.

A bacia do rio Pilcomayo é particularmente crítica pela contaminação durante séculos de atividade de mineração na parte alta da bacia, com a presença de importantes passivos ambientais. Cabe assinalar que a forte carga de sedimentos ocasionou, no seu trecho médio, a extinção da calha por assoreamento, pelo que suas águas transbordam em direção às margens direita e esquerda, formando banhados. A jusante, o chamado Pilcomayo inferior –que parece hidrológicamente desconectado do rio superior– é um dos numerosos riachos que drenam o Chaco e desembocam no rio Paraguai, com uma vazão muito inferior àquela do seu trecho superior, a montante do assoreamento.

A bacia do rio Bermejo conta com características similares em relação aos níveis de produção de sedimentos. O rio Berme-



O Pantanal, na parte Alta da Bacia do rio Paraguai.

jo é responsável por mais de 70% dos sedimentos transportados pelo rio Paraná em Corrientes (Argentina) o que afeta os canais da hidrovia e os Portos de Buenos Aires e de Montevideu. A oeste da Bacia, localiza-se a região do Gran Chaco Americano, com a presença de uma importante área de terras semiáridas, onde constata-se a presença de aquíferos de água doce, de boa qualidade, com interferências de aquíferos de águas salobras, denominado Sistema Aquífero Yrendá- Toba-Tarijeño (SAYTT).

**Alto Paraná** (até a confluência com o rio Iguaçu). Nesse trecho são detectados impactos antrópicos de natureza urbana e rural, em toda a sua extensão. É a Bacia mais influenciada pela construção de barragens, pelo desmatamento e pela presença de grandes cidades. Como se observa mais adiante (ver 1.4.2.6), este trecho do rio Paraná é navegável a montante da barragem de Itaipu, junto com o seu afluente, o rio Tietê.

**Baixo Paraná** (desde o rio Iguaçu até a desembocadura no rio da Prata): As características desta região são as grandes planícies de inundação e os corredores de áreas úmidas, alguns de grandes dimensões como Ñambucú, Iberá e o delta do Paraná. Existem áreas de terras úmidas que estão sob proteção como os Esteros do Iberá, na Argentina, mas não há uma política de gestão comum e integrada entre os países, sendo fortemente dependentes do sistema hídrico superficial e, eventualmente, subterrâneo. A barragem de Yacyretá constitui uma interferência parcial para a migração de peixes em sua jornada reprodutiva a montante, já que conta com um elevador de peixes que permite trasladá-los até o seu reservatório. A parte baixa é a principal via para a navegação através da Hidrovia Paraguai-Paraná. Em suas margens, localizam-se importantes cidades,

periodicamente afetadas pelas destrutivas cheias do Paraná, o que motivou a implantação de sistemas de alerta, particularmente na Argentina.

**Alto Uruguai** (até a seção prevista para a barragem Garabi): A bacia passa de uma cobertura de extrato basáltico, representado pelo Planalto do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, até os Campos Sulinos, onde predominam declividades suaves com mudanças no uso do solo. Na parte superior, predominam os cultivos de milho, soja e trigo, enquanto que, no trecho inferior, predomina a plantação do arroz por inundação. Nessa parte da bacia, há uma importante produção de porcos e de aves que geram problemas significativos de contaminação.

**Baixo Uruguai** (desde Garabi até a foz do Rio da Prata): Nessa parte inferior da bacia do rio Uruguai, existem alguns conflitos pelo uso alternativo da água entre a irrigação de arroz, o abastecimento das cidades e a manutenção de vazões ecológicas dos rios. Dessa maneira, pelo caráter transfronteiriço das águas, a bacia do rio Cuareim-Quaraí, fronteira entre o Brasil e Uruguai, merece atenção. Os aproveitamentos hidroelétricos no rio Negro e no rio Uruguai (o binacional de Salto Grande) também causam algumas alterações no sistema hídrico e na biodiversidade aquática, ainda que Salto Grande conte com sistemas de passagem de peixes. O baixo Uruguai apresenta uma série de ilhas e áreas úmidas costeiras que merecem atenção para o seu manejo. Por suas riquezas naturais e culturais apresentam um importante potencial para o ecoturismo e o turismo náutico, o que valoriza a sua conservação.

**Rio da Prata** (sub-bacia própria): O Rio da Prata constitui o último trecho da Bacia, para o qual confluem os rios Paraná e

Uruguai para desembocar, em seguida, no Atlântico Sul. Caracteriza-se pela intrusão das águas oceânicas salgadas e pelo alto nível de nutrientes e de espécies da ictiofauna, algumas de alto valor comercial. Em suas margens, encontram-se: a cidade de Buenos Aires –que concentra o maior polo industrial da Argentina, com um porto caracterizado por uma forte acumulação de sedimentos transportados pelo rio Paraná-, a cidade-porto de Montevideu e os balneários costeiros do Uruguai.

### 1.3.2 Clima

Do ponto de vista hidroclimático, a Bacia do Prata conta com uma importante diversidade de climas, que incluem, desde os secos e muito quentes do oeste de Chaco, com menos de 600 mm/ano de precipitação, até as úmidas regiões do sul do Brasil e sudeste do Paraguai, com mais de 2.000 mm/ano. Estes climas apresentam uma variabilidade inter-sazonal ou interanual que, com frequência, se manifestam em eventos extremos de secas ou inundações de grande magnitude.

Na Bacia do Prata também se desenvolvem importantes e interessantes sistemas meteorológicos causadores do mau tempo, sendo uma das regiões com maior frequência de tormentas elétricas do mundo. Inclusive, grande parte da Bacia integra a zona de tornados da América do Sul.

O clima da Bacia apresenta características significativas que determinam seu comportamento hidrológico. O norte da Bacia está sob influência de um regime de chuvas monçônico, com um máximo pronunciado no verão.

A grande região úmida do Pantanal possui um papel fundamental no armazenamento das vazões causadas pelas chuvas no Alto Paraguai, atrasando em quase seis

meses seus aportes maiores ao rio Paraná. Na zona central e leste da Bacia do Prata, a variação sazonal é pequena, sendo a região de maior concentração de chuvas e, consequentemente, aportes aos grandes rios. Ao oeste do eixo Paraguai-Paraná (Gran Chaco Americano), as precipitações diminuem progressivamente, o que define, junto com as temperaturas elevadas que determinam altos níveis de evaporação, um clima em grande parte semiárido e árido, em algumas regiões. Como consequência, o escoamento é pouco expressivo e os aportes dos tributários desta região ao sistema do Prata, mínimos. A parcela sul da Bacia, apresenta um clima temperado, ainda que com verões quentes e com chuva, que diminuem na direção oeste.

A Bacia do Prata apresenta uma alta taxa de variabilidade climática na escala de tempo anual. Em particular, suas precipitações estão condicionadas pelo El Niño – Oscilação do Sul (ENSO) em suas etapas frias (La Niña) e quentes (El Niño), sendo uma das regiões do mundo mais afetadas por este fenômeno. Por exemplo, durante El Niño é comum o registro de altas precipitações na região leste e central da Bacia, o que determina a ocorrência de expressivas inundações nos rios Paraguai, Paraná e Uruguai, levando a um prejuízo econômico e social. Além disso, certas condutas sociais, como o avanço não planejado da urbanização e do uso do solo nas planícies de inundação dos rios, produziram uma amplificação da escala dos impactos destas inundações.

As precipitações sobre a Bacia aumentaram, nos últimos 30 anos, uma média entre 10 e 15%, resultando em aumentos de até 30% nas vazões dos rios, o que gerou benefícios para a hidroeletricidade. Esta mudança nas vazões pode ter sido influenciada pela alteração no uso do solo nestas épocas.

### 1.3.3 Geologia

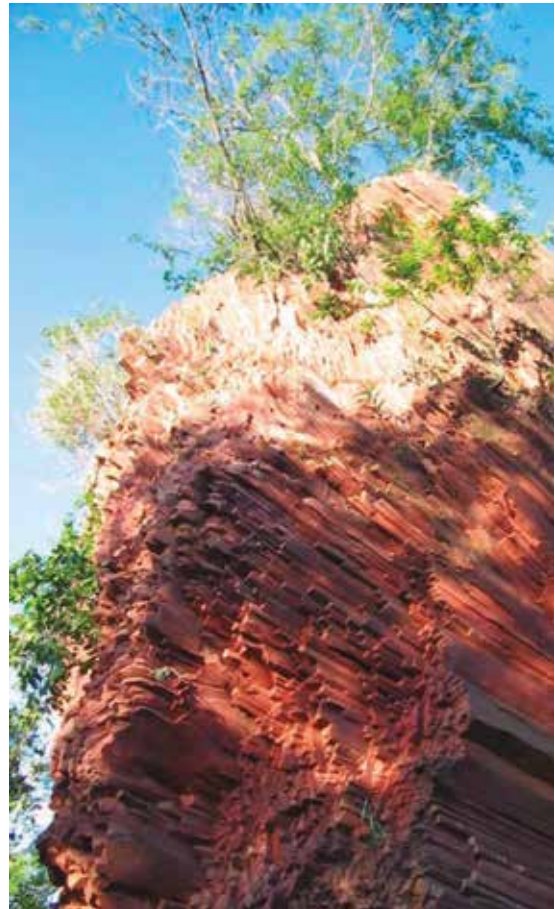
A geologia da Bacia do Prata é constituída por altas estruturas e bacias sedimentares, resultado de eventos tectono-magmáticos e sedimentares que formam uma diversidade de rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares de idades que variam do Pré-Cambriano ao Quaternário.

O comportamento tectônico teve forte influência na geologia da região, inclusive na conformação do atual sistema de drenagem, como o dos grandes afluentes hídricos: Paraná, Paraguai e Uruguai.

As bacias do Paraná e do Gran Chaco Sudamericano são duas grandes bacias geológicas de origem tectônica que se encontram na Bacia do Prata, as quais formaram, até o período Mesozoico, parte de uma só bacia, a do Chaco-Paranaense. Estas duas bacias abrangem os sistemas aquíferos mais importantes da região, o Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) e o Sistema Aquífero Guaraní (SAG).

A Formação Serra Geral é uma das maiores manifestações vulcânicas do planeta. As rochas produzidas podem ser encontradas na forma de derrame de lavas, cujo volume se estima em aproximadamente 780.000 km<sup>3</sup>, cobrindo grande parte do sul e sudeste do Brasil. Os sedimentos pós-basalto de arenito e conglomerados dos grupos Bauru e Caiuá foram depositados num ambiente continental semiárido ou desértico: o chamado deserto de Caiuá.

A **Figura 1.3.3.1** apresenta um esquema geomorfológico da Bacia do Prata onde se observa um predomínio das formações basálticas, do Jurássico-Cretáceo, na parte alta do rio Paraná e na margem leste do rio Uruguai. Ao leste do rio Paraná predominam as



Arenito colunar da Formação Patiño, Terciário. Cerro Koi, Aregua, Paraguai.

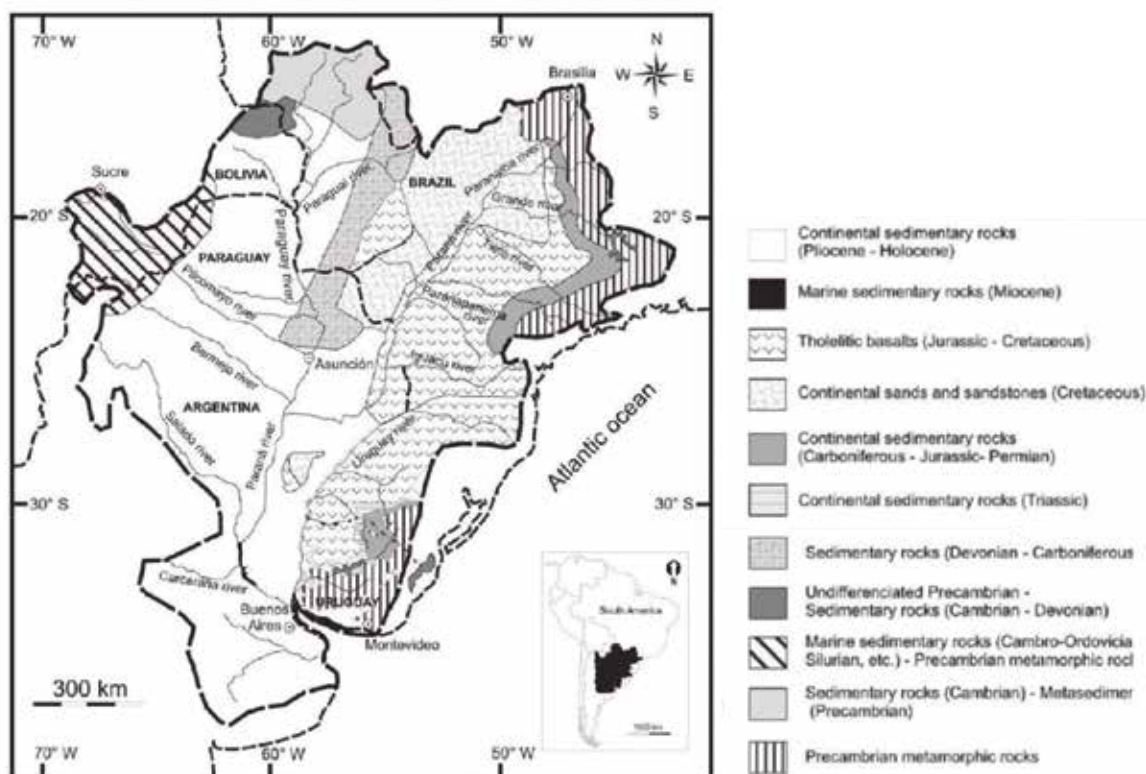
rochas sedimentares de origem continental do Paleoceno-Holoceno.

No setor sudeste (ao leste do rio Uruguai) e noroeste da bacia (no Brasil), existem intrusões de rochas metamórficas do Pré-Cambriano. No setor oeste dos rios Paraná e Uruguai, existe uma formação mais recente, principalmente de rochas sedimentares do Cenozoico, devido a incursão do Atlântico Sul no período do Paleoceno.

Na sub-bacia do Alto Paraguai predominam as rochas sedimentares do Cambriano e meta-sedimentarias do Pré-Cambriano.



Figura 1.3.3.1

**Esquema geomorfológico da Bacia do Prata (\*)**

(\*) Esta figura está em revisão por parte do respectivo GT.

**1.3.4 Solos**

Na Bacia do Prata se desenvolve uma grande variedade de solos, resultado da evolução geológica e climática. Assim como a grande maioria dos solos da América Latina, os da região são escassos em nutrientes (característicos de zonas tropicais), ácidos (produto do uso intenso da terra em atividades agropecuárias), afetados por processos de erosão, lavagem superficial e altas concentrações de óxidos de ferro e alumínio na sub-superfície.

Também foram identificadas grandes áreas com solos influenciados por sais, principalmente bacias endorreicas onde a

água não possui saída fluvial direta para o mar (Gran Chaco Americano do Paraguai, Bolívia e Argentina). A origem destes sais é o produto da meteorização das rochas com altos níveis de sal depositados como resultado da erosão hídrica, de antigos sedimentos marinhos e depósitos de evaporação de água subterrânea salina. As regiões áridas estão concentradas próximas à pré-cordilheira andina caracterizadas por solos com pouca profundidade e relevo acidentado.

Os solos desta região encontram-se caracterizados conforme a classificação FAO apresentada, para a totalidade da Bacia do Prata, na **Figura 1.3.4.1**.

Figura 1.3.4.1

## Solos da Bacia do Prata



## Referências: Tipos de Solos FAO

|              |                |                |             |                |                |           |                |              |                     |
|--------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|-----------|----------------|--------------|---------------------|
| ACcr         | CL-AR          | CM-RG-FL-PH-LX | FL-RG-AR-CM | GL-VR-FL       | LP-CM-RG-AR-FL | Lvab      | NTeu-LPcu      | PHvr-VReu    | RGeu-PHha-SR        |
| ACcr-FRha    | CL-CM          | CM-RG-LP       | FL-SC       | GLdy           | LP-FL          | Lvcr      | NTeu-LPcu-dy   | PHvr-VReu-ca | RGeu-RGei           |
| ACcr-FRro    | CL-FL          | CM-RG-LP-AR-LX | Fleu        | GLEu-GLha      | LP-FL-AR       | Lvcr-LVha | NTro           | PHvr-VReu    | RGeu-SR             |
| ACcr-LPcu    | CL-GR          | CM-SC          | Fleu-FLgl   | GLEu-LPcu      | LP-LX          | Lvct      | NTro-ACpl      | PLal         | Roca                |
| ACcr-NTeu    | CL-LP          | CM-VR          | Fleu-PHV    | GLEu-SNha      | LP-LX-CM       | Lvcr-LPcu | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SC-FL               |
| ACcr-PHV     | CL-LX          | CM-VR-LV       | FLha        | GLEu-VReu      | LP-LX          | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SN-RGeu             |
| ACpl         | CL-PH          | CMdy           | FR-CM       | GLha           | LP-PH          | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNcc-SNmo           |
| ACpl-Arha    | CL-RG          | CMdy-FRha      | FR-CM       | GLha           | LP-PH-CM-FL    | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNgl                |
| ACpl-Gleu    | CM             | CMdy-LXcr      | FR-CM-AC    | GLha-FLha      | LP-RG          | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNgl-Gleu-SNst-SNha |
| ACro-ACpl    | CM-AR          | CMdy-PHV       | FR-CM-LP    | GLmo-Arha      | LP-RG-CM       | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNgl-Gleu           |
| ACro-AR      | CM-AR-LP       | CMeu           | FR-CM-LP-AC | Gleu           | LP-RG-CM-PH-LX | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNgl-SNst           |
| ACro-GLmo    | CM-CL          | CMeu-FRro-LPcu | FR-CM-LV    | GR             | LP-RG-LX-FL-PH | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNgl-VReu           |
| AR-CM        | CM-CL-SC       | CMeu-LPcu      | FR-CM-RG    | GR             | LPdy           | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha                |
| AR-CM-RG     | CM-FL          | CMeu-LPcu-LPcu | FR-CM-RG    | GR-CM          | LPdy-eu        | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl           |
| AR-FL-LP     | CM-FR          | CMeu-RGe-LVha  | FRha        | GR-FL          | LPcu           | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNgl-SGco |
| AR-RG        | CM-FR-FL       | CMeu-RGeu      | FRha-ACr    | GR-LX          | LPcu-FRro      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARca-Arha    | CM-GL          | CMle           | FRha-CMdy   | HSf            | LPcu-NTeu-dy   | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARca-Arbr    | CM-LP          | CMle-PHV       | FRha-FRcr   | HSsh           | LPcu-NTeu-ARbr | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy         | CM-LP-FL       | CMle-SR        | FRha-FRdy   | KS-LV-CM       | LPli           | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy-FRdy-ha | CM-LP-PH-RG-LX | Cidade         | FRha-FRro   | KSsha          | LPli-ACpl      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy-FRha    | CM-LP-RG       | Complexos      | FRha-LPdy   | LP             | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy-FRha-dy | CM-LV          | Dunas          | FRha-NTeu   | LP-AR          | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy-FRro    | CM-LV-FL       | Barragem       | FRha-PLlv   | LP-AR-LX       | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| ARdy-GLdy    | CM-LV-GL       | Esteros        | FRha-PLlv   | LP-CL          | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| Arha         | CM-LX          | Ferreu         | FRro-CMcu   | LP-CM          | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| Arha-RGca    | CM-PH          | FL-CM          | FRro-FRha   | LP-CM-FL-LX-PH | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| Água         | CM-PH-FL       | FL-CM-LV       | FRro-NTeu   | LP-CM-LV       | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| CHcc-VReu    | CM-RG          | FL-CM-RG       | FRum        | LP-CM-PH       | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |
| CL           | CM-RG-FL       | GL-FL-CM       | GL-FL-CM    | LP-CM-RG       | LPli-LPcu      | Lvcr-LVha | NTro-LPcu-LPcu | PLlv-VRpe    | SNha-SNgl-SNha-Gleu |



De maneira geral, a Bacia é responsável por uma grande variedade de produção em diversos setores agropecuários e florestais, entre eles soja, milho, trigo, café, carne (bovina) e outros produtos alimentícios, cultivados preferentemente em solos lateríticos –produto do basalto– e solos arenosos.

Os problemas atuais relacionados com o recurso solo devem-se a sistemas inadequados de habilitação e mudanças do uso do mesmo, os quais permitiram o constante desmatamento e a sobreexploração dos recursos naturais.

A Bacia do Prata possui uma das maiores taxas de transporte de sólidos em suspensão do mundo, em sua maioria provenientes do rio Bermejo, afluente do rio Paraguai. Também no Alto Paraguai-Pantanal se apresentam problemas de conservação de áreas úmidas, relacionados com o incremento dos sedimentos. Outra zona crítica é a do Gran Chaco, onde a degradação do solo é o eixo principal de análise para a gestão integrada dos recursos naturais.

A degradação da terra está associada, também, com a ocorrência periódica de efeitos da mudança climática sobre as atividades socioeconômicas, gerando, em muitos casos, a migração da população e o aumento da pobreza. No entanto, vale destacar que, nas últimas décadas, houve um aumento na conscientização da adoção de boas práticas agrícolas e adequado manejo, conservação e restauração deste recurso.

### 1.3.5 Principais áreas úmidas

A Bacia do Prata abrange o sistema de áreas úmidas mais extenso do planeta, com quase 3.500 km<sup>2</sup>, conectadas através do eixo dos grandes rios Paraguai, Paraná e rio da Prata (**Figura 1.3.5.1**).

A planície de inundação do rio Paraguai e sua continuação no rio Paraná determina um contínuo hidrológico de áreas úmidas e um corredor biológico que se estende do norte ao sul desde o grande Pantanal no Alto Paraguai, passando pelos banhados



Os Esteros do Iberá, em Corrientes, Argentina.

do Baixo Chaco, as áreas úmidas de San Pedro, Ypacaraí, Ypoá e Ñeembucú no Paraguai Oriental, a larga planície inundável do rio Paraná, os Estuários do Iberá (Argentina), até o Delta do Paraná e o estuário do Rio da Prata (Samborombón, na Argentina e Santa Lucía, no Uruguai).

Ao eixo principal do corredor de áreas úmidas, se adiciona um sistema secundário transversal, destacando as regiões úmidas do Chaco associadas aos rios Pilcomayo e Bermejo, no Baixo Paraguai; aos do Alto Paraná; aos transversais ao rio Uruguai, como o Negro; e aos da pampa úmida.

Figura 1.3.5.1

### Principais regiões úmidas da Bacia do Prata



### 1.3.6 Biodiversidade aquática: ictiofauna

A quantidade, variedade e endemismo de espécies de peixes é o que faz a Bacia do Prata ser reconhecida como uma das mais importantes do mundo. Sua rica ictiofauna alcança as 908 espécies, sendo Siluriformes (42%) e Characiformes (34%) as ordens mais importantes, seguidos pelos Perciformes (9%) e Cyprinodontiformes (8%).

As sub-bacias do Paraná (Alto e Baixo) e do Paraguai (Alto e Baixo) apresentam a maior riqueza de espécies, tendendo a uma diminuição em direção às sub-bacias do sudeste (Baixo Uruguai e a própria do Rio da Prata).

Cerca de 53% das espécies de peixes existentes (480) são endêmicas, habitando de forma exclusiva alguma das 7 sub-bacias. O nível de endemismo é máximo no Alto Paraná, intermediário nas sub-bacias do oeste da Bacia do Prata, enquanto que os menores níveis estão na parte baixa (Baixo Uruguai e Rio da Prata).

Se considerado o total das 908 espécies existentes, o nível de ameaça de extinção é de apenas 2,4%, mas que é provável que este esteja subestimado. No Paraná (Alto e Baixo) e Baixo Uruguai, existe o maior número de espécies ameaçadas, enquanto que no Alto Uruguai existe apenas uma espécie ameaçada e, nas restantes sub-bacias, os valores são intermediários.

Foi registrada a presença de 13 espécies de peixes exóticos na Bacia, vários destes identificados como invasores. As principais são: a carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*); a carpa asiática (*Cyprinus carpio*); a carpa cabeçuda (*Hypophthalmichthys nobilis*); a tilápia (*Tilapia rendalli*); a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e o bagre africano (*Clarias gariepinus*).

Além de peixes, foram identificados anfíbios, répteis e vários invertebrados exóticos, principalmente moluscos e crustáceos. Existem 392 registros de espécies exóticas distribuídas em 146 localidades, situadas em sua maioria no Paraná (Alto e Baixo) e no Rio da Prata.

### 1.3.7 Pesca na Bacia do Prata

A rica ictiofauna representa um recurso essencial para a região. Cerca de 40% das espécies de peixes (367) possuem relevância socioeconômica como recurso para a pesca comercial, artesanal, de subsistência, recreativa/desportiva e para o aquarismo, que sustentam atividades turísticas de grande desenvolvimento na Bacia. O uso e valorização da ictiofauna tem maior transcendência nas sub-bacias do Paraguai (Alto e Baixo) e do Paraná (Baixo).

Algumas delas (sábalo, surubí e dorado) estão sendo submetidas a uma intensa exploração em alguns trechos. Além disso, a ação antrópica, através da contaminação por efluentes de diferentes tipos, a construção de obras de infraestrutura e o ressecamento de regiões úmidas –para conversão em áreas agrícolas e produtoras de gado–; impactam de forma negativa sobre as populações de peixes.

A aquicultura é realizada em reservatórios e *raceways*, seguidos por cultivos em gaiolas flutuantes. Na primeira categoria, se destaca o cultivo de sábalo e esturjão (*Acipenser baerii*), enquanto que na segunda prevalece amplamente o de esturjão. São cultivadas, também, espécies exóticas como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) e madrecita (*Cnesterodon holopteros*). Nas instalações da Direção Nacional de Recursos Aquáticos, são produzidas sementes juvenis e adultas de bagre negro (*Rhamdia quelen*), pejerrey, ti-





Cultivo de peixes no reservatório de Itaipu.

lapia, esturjão, carpa herbívora e carpa comum (*Cyprinus carpio*).

Existem, ao menos, 1338 unidades de cultivo ou confinamento de espécies exóticas na Bacia do Prata, o que constitui uma forte ameaça devido a probabilidade de escape de espécimes que eventualmente poderiam converter-se em invasores. A maior concentração de unidades de cultivo está no Baixo e no Alto Paraná (941 e 358, respectivamente). No resto da Bacia, o número de cultivos é baixo ou muito baixo: 11 e 14 nas sub-bacias do Paraguai; 6 e 7 nas do Uruguai e apenas um na sub-bacia própria do Rio da Prata (Figura 1.3.7.1).

### 1.3.8 Ecossistemas e pressão antrópica

A Bacia do Prata apresenta uma transformação considerável no uso do solo já que cerca de 40% da cobertura original foi substituída por áreas de uso humano. A agricultura e a pecuária ocasionam os maiores mudanças, seguidas pelo desmatamento e a urbanização. Aos impactos gerados por estes, cabe adicionar os provenientes da pesca, da mineração, das obras hidráulicas de

múltiplas finalidades, e do aumento dos fenômenos meteorológicos extremos. Todas estas atividades podem afetar os ecossistemas fluviais terrestres da Bacia.

Como resultado do desenvolvimento da agricultura e das agroindústrias, cerca de metade da vegetação natural da Bacia do Prata foi trocada por pasto. O desmatamento causado pela agricultura, reduziu a capacidade da terra de capturar e armazenar carbono e água para fixar os solos, levando a aumentos nas taxas de erosão em algumas áreas e de sedimentação em outras, provocando alterações na disponibilidade da água.

As práticas agrícolas em grande escala – dadas pela intensificação da produção de soja desde princípios dos anos 90 e o desenvolvimento de uma das maiores indústrias de criação de gado do mundo –, também deram lugar à compactação do solo, à redução na infiltração de água, ao aumento do escoamento superficial e a problemas de sedimentação.

Na Bacia, a maior quantidade de habitantes e o assentamento de grandes cidades dá-se

Figura 1.3.7.1

### Número de unidades de cultivo de peixes implantados nas sub-bacias



#### Nº de centros de cultivo por sub-bacia

Alto Paraná: 358  
 Baixo Paraná: 941  
 Alto Paraguai: 14  
 Baixo Paraguai: 11  
 Alto Uruguai: 6  
 Baixo Uruguai: 7  
 Própria do Rio da Prata: 1  
 TOTAL: 1.338

#### Descritores de ameaças por sub-bacia

Nº de centros de cultivo de espécies exóticas de peixes

1 - 7  
 8 - 357  
 358 - 941

no Alto Paraná (61,8 milhões de pessoas e 6 grandes cidades), seguido pela sub-bacia própria do Rio da Prata (24,9 milhões e 5 grandes cidades). O Baixo Paraná e o Uruguai apresentam valores intermediários, enquanto que os números mais baixos estão concentrados nas demais sub-bacias. O crescimento do desenvolvimento urbano, a indústria, a agricultura e o transporte provocaram a degradação da qualidade da água e a diminuição de peixes.

O desenvolvimento de barragens e seus respectivos reservatórios transformou alguns trechos dos rios em lagoas, ampliou outros corpos de água e inundou alguns ecossistemas terrestres. Os resultados incluem variações na velocidade de escoamento de vários rios da Bacia, modificações nas comunidades de peixes, perdas de biodiversidade e habitats de vida silvestre, e degradação de outras funções ambientais em várias regiões. A maior concentração de reservatórios está localizada no Alto Paraná, enquanto que não se registram no Alto Paraguai nem na sub-bacia própria do Rio da Prata; nas restantes sub-bacias, o número é expressivamente inferior.

Há planos para a construção de novas barragens e para o aumento da cota de alguns aproveitamentos, o que indica que a alteração dos ecossistemas fluviais será incrementada no futuro.

### 1.3.9 Áreas protegidas

Foram criadas 601 áreas protegidas na Bacia, que abrangem 22,8 milhões de hectares, o que representa um nível de proteção

de 7,2% sobre sua superfície total. Considerando-se que as Metas 2010 do Convênio sobre Diversidade Biológica (CDB) estabelecem cerca de 10% das áreas de conservação com relação à cobertura territorial, e que as atuais metas Aichi 2011- 2020<sup>1</sup> fixam cerca de 17%, a atual porcentagem de áreas sob proteção é baixa, menos da metade da meta para 2020.

A grande maioria das áreas protegidas são de administração pública (347 áreas que correspondem a 51% da superfície protegida), ainda que exista uma fração considerável de áreas de gestão privada (194 áreas com 8% de superfície protegida) (**Figura 1.3.9.1**). As áreas protegidas privadas contam com um desenvolvimento satisfatório nos sistemas nacionais da Argentina, Brasil e Paraguai, mais reduzido na Bolívia e inexistente no Uruguai.

Além disso, existem 29 Sítios RAMSAR que abrangem quase 85.000 km<sup>2</sup> e 18 reservas de Biosfera ((MAB-Unesco) que cobrem quase 361.000 km<sup>2</sup>. As sub-bacias do Paraguai (Alto e Baixo) apresentam a maior quantidade de sítios RAMSAR e Reservas de Biosfera, enquanto que as menores em termos de quantidade e superfície, são as do Alto Paraná e Alto Uruguai.

Também foram identificadas 264 regiões para a conservação de aves (IBA), o que ressalta sua relevância para a preservação deste grupo biológico. A maior concentração destas áreas está localizada no Baixo Paraguai e Baixo Paraná, enquanto que no Alto Uruguai e na sub-bacia própria do Rio da Prata, encontram-se os valores mais baixos.

<sup>1</sup> As metas Aichi (nome da cidade japonesa onde foram estabelecidas) fazem parte do Plano Estratégico para a Diversidade Biológica 2011-2020 do Convenio da Diversidade Biológica. A meta 11 expressa: para 2020, ao menos 17% das zonas terrestres e de águas continentais e 10% das zonas marinhas e costeiras, especialmente aquelas de particular importância para a diversidade biológica e os serviços dos ecossistemas, conservam-se por meio de sistemas de áreas protegidas administrados de maneira eficaz e equitativa, ecologicamente representativos e bem conectados e outras medidas de conservação eficazes baseadas em áreas, e estão integradas nas paisagens terrestres e marinhas mais amplas”.



Figura 1.3.9.1

## Áreas protegidas da Bacia do Prata



**Nº de áreas protegidas por sub-bacia**  
(Inventário 2012)

Alto Paraná: 313  
Baixo Paraná: 82  
Alto Paraguai: 61  
Baixo Paraguai: 66  
Alto Uruguai: 29  
Baixo Uruguai: 39  
Própria do Rio da Prata: 11  
TOTAL: 601

**Nº de áreas protegidas por sub-bacia**  
(Inventário 2012)

11 – 39  
40 – 81  
82 – 313  
1,8% Superfície protegida sobre superfície total da sub-bacia (em %)

### 1.3.10 Produção e transporte de sedimentos

O estudo e a compreensão do componente sedimentos, dentro do contexto do ciclo hidrológico de uma bacia, é relevante para a gestão do uso sustentável dos recursos naturais. Para isso, é necessário o estudo da sua produção, transporte e deposição. Os sedimentos intervêm de forma relevante na dinâmica morfológica das calhas, impactando no fornecimento de água potável e de irrigação, na navegação, na manutenção de vias navegáveis ou hidrovias, em obras de cruzamento dos rios e na vida útil das barragens. A escala destes processos é continental ou subcontinental, portanto o componente sedimentos é um tema transfronteiriço, especialmente onde os limites encontram-se em zonas de pleno desenvolvimento morfológico (Figura 1.3.10.1).

A maior produção de sedimentos na Bacia do Prata provem do setor andino, que abrange o leste da Bolívia, a Puna da Argentina e as Serras Subandinas, correspondente às altas bacias dos rios Bermejo e Pilcomayo. Esta região aporta sedimentos finos, na sua maioria limo quartzoso e ílita, que são transportados à planície da região do Chaco pelos rios Bermejo, Pilcomayo e outros rios de menor vazão.

A bacia do rio Bermejo é a fonte de sedimentos que fornecem sua cor ou turbidez característica às águas do rio Paraná e do Rio da Prata, e são a causa principal da necessidade do clareamento da água para o consumo das cidades ribeirinhas. O aporte de sólidos em suspensão do rio Bermejo constitui aproximadamente 70% da carga sólida do rio Paraná em Corrientes e pode-se considerar que a magnitude anual de tal aporte ao sistema Paraguai-Paraná-Rio da Prata

é de aproximadamente 123.000.000 ton./ano (considerando os registros de 1969–1989). Esta carga sólida é a responsável pelos sedimentos depositados nos canais navegáveis e uma das principais causas do avanço progressivo do delta do rio Paraná no Rio da Prata.

O rio Pilcomayo produz maior quantidade de sedimentos que o rio Bermejo. Com uma vazão média anual de 210 m³/s e um aporte anual de sedimento de mesma ordem de grandeza que o Bermejo, este não dispõe de suficiente energia para transportar sua carga sólida até o rio Paraguai, portanto deposita os sedimentos nos banhados da planície do Chaco, nas proximidades da fronteira entre Argentina e Paraguai. Este aporte sólido 110 milhões de toneladas anuais causa mudanças morfológicas nas calhas, nos corpos de água e na altimetria da planície de inundação, na escala anual.

Outro processo determinante nos fenômenos de produção e transporte de sedimentos na Bacia do Prata, é o que diz respeito às atividades antrópicas de uso do solo. As agrícolas, pecuárias e florestais necessitam grandes espaços, por este motivo o ser humano recorre ao desmatamento do bosque nativo.

As práticas agrícolas tradicionais de lavoura realizadas em solos outrora ocupados por bosques, sem considerar os declives do terreno, facilitam a perda do solo devido às chuvas e ventos. Esta situação é agravada pelo aumento da frequência ou intensidade destes últimos fatores, estabelecendo uma relação entre a variabilidade, e as mudanças do clima e a perda de cobertura natural. Na Figura 1.3.10.2 apresenta-se um mapa tentativo de isoerodentes, como representação da erosividade da chuva na Bacia.



Figura 1.3.10.1

Áreas críticas associadas com a degradação do solo



### 1.3.11 Biomas críticos

A Selva Missioneira Paranaense (SMP) forma parte do complexo de ecorregiões da Mata Atlântica que cobria, originalmente, uma superfície de 47.000.000 ha. (Figura 1.3.11.1). Desde a metade do século XX, produziu-se uma perda gradual da massa florestal com o objetivo de substituí-la por pastagens, cultivos agrícolas e plantações florestais, conduzindo a uma expressiva degradação dos solos, alterações dos ciclos hidrológicos e flutuações climáticas locais. No Brasil e no Paraguai, permanecem, unicamente, fragmentos isolados que representam cerca de 7% da superfície original. Na Argentina ainda persistem 1.000.000 ha (30% da superfície original), dos quais 450.000 ha correspondem a áreas naturais protegidas.

Esta ecorregião continua sendo um dos ecossistemas biológicos mais diversificados do planeta. A importância ecológica dos remanescentes da SMP foi reconhecida internacionalmente, considerando de alta prioridade para a conservação.

Nas últimas décadas, os governos empreenderam uma série de ações destinadas a regularizar as atividades e o uso que se pode fazer do território ocupado pela SMP. Desta forma, surgiram políticas de ordenamento territorial dos bosques nativos, as quais constituem uma ferramenta fundamental para controlar o desmatamento e regularizar os usos que podem ser feitos. Embora as iniciativas realizadas por cada país com relação a conservação da SMP sejam muito valiosas e constituam a base para todas as ações de conservação dentro da ecorregião, seria de fundamental importância gerar iniciativas de trabalho conjunto e reforçar as em curso. No marco dos recursos compartilhados, esta seria a única forma de assegurar sua conservação.

Figura 1.3.10.2

### Mapa tentativo de isoerodentes para a Bacia do Prata

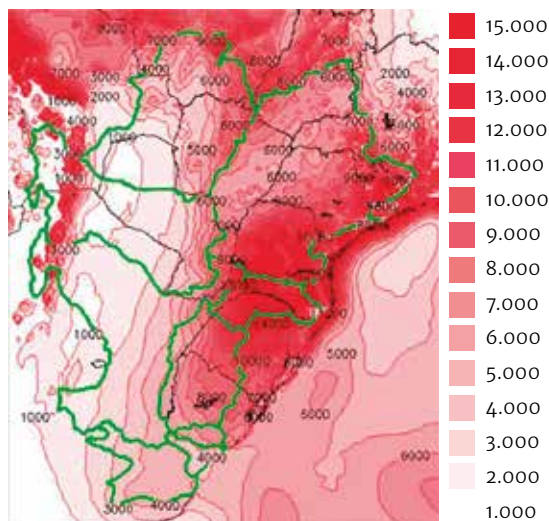


Figura 1.3.11.1

### Ecorregião da Mata Atlântica do Alto Paraná



## 1.4 Recursos hídricos

### 1.4.1 Disponibilidade dos recursos hídricos

O conceito de disponibilidade hídrica em um determinado território está associado com as atividades produtivas e de serviços da região e seus respectivos usos da água, tanto consuntivos como não consuntivos.

Dada a extensão e a variabilidade fisiográfica e climática da Bacia do Prata, apresenta-se todo tipo de atividades e usos, portanto a disponibilidade hídrica está representada pela água meteórica para a atividade agropecuária em condições de seca, pelas águas superficiais disponíveis para satisfazer diferentes usos consuntivos (consumo humano, animal, industrial e irrigação, entre outros) e não consuntivos (geração de energia hidrelétrica, navegação, recreação) e pelas águas subterrâneas que também satisfazem os diferentes tipos de uso consuntivo, especialmente a irrigação.

A disponibilidade hídrica meteórica está representada pelos termos do balanço hidrometeorológico entre precipitação e evapotranspiração.

A disponibilidade hídrica superficial está representada pelas vazões dos rios, distribuídos nas sub-bacias. Algumas das variáveis hidrológicas que podem ser utilizadas para sua caracterização são a vazão média (vazão específica) e as vazões de referência, como a  $Q_{95}^2$  para disponibilidade em épocas de seca, os 60% da vazão média para a capacidade de regulação anual e outros.

Finalmente, a disponibilidade de água subterrânea é o potencial de bombeamen-

to dos aquíferos, limitado pela sua recarga e, ao mesmo tempo, a recarga subterrânea é a quantidade de água média que entra no aquífero.

#### 1.4.1.1 Águas meteóricas

O balanço hidrometeorológico expressado de forma simples pela diferença entre a precipitação mensal média (P) e a evapotranspiração potencial mensal média (ETP) é um primeiro indicador das regiões que apresentam condições médias de déficit ou excesso de água, o que está relacionado de forma direta com a possibilidade de realizar atividade de agricultura de sequeiro. A **Tabela 1.4.1.1.1** apresenta estes termos de balanço no que diz respeito a bacias-tipo selecionadas para cada uma das sub-bacias definidas.

O Alto Paraguai apresenta alternância de valores médios de excessos no verão e no outono e de déficit no inverno e na primavera. Na região do Baixo Paraguai, as zonas de aporte da margem direita apresentam balanços deficitários na direção oeste, enquanto que as zonas de aporte da margem esquerda apresentam balanços com excesso.

Já na região do Alto Paraná, o déficit é manifestado no inverno e parte da primavera, porém o balanço é equilibrado anualmente. Também para o Baixo Paraná, podem ser diferentes as áreas de aporte da margem direita, que na direção oeste apresenta balanços deficitários e da margem esquerda, onde estes são positivos.

Em toda a bacia do rio Uruguai, os balanços, em geral, são positivos, ainda que haja meses com déficits.

<sup>2</sup>  $Q_{95}$  é a vazão com 95% de probabilidades de extrapolação na curva de duração de vazões diárias.

Tabela 1.4.1.1.1

**Precipitação média mensal (P), Evapotranspiração Potencial média mensal (ETP) e sua diferença**

|          |                        |  | SET    | OCT    | NOV    | DIC   |
|----------|------------------------|--|--------|--------|--------|-------|
| Paraguai | Alto Paraguai          | <b>Rio Paraguai em Cáceres (24.141 km<sup>2</sup>)</b>                                     |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 61,0   | 147,4  | 197,3  | 262,7 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 173,6  | 181,7  | 157,6  | 152,9 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | -112,6 | -34,3  | 39,7   | 109,8 |
|          | Medio e Baixo Paraguai | <b>Rios e arroios de Salta e Formosa afluentes do rio Paraguai (28.010 km<sup>2</sup>)</b> |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 13,8   | 42,3   | 76,7   | 128,3 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 146,2  | 181,2  | 190,3  | 207,1 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | -132,4 | -138,9 | -113,6 | -78,8 |
|          |                        | <b>Rio Tebicuary (27.325 km<sup>2</sup>)</b>   |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 101,9  | 170,5  | 175,0  | 140,5 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 99,4   | 131,0  | 149,3  | 170,3 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | 2,5    | 39,5   | 25,8   | -29,8 |
| Paraná   | Alto Paraná            | <b>Rio Grande em Furnas (52.100 km<sup>2</sup>)</b>  |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 64,2   | 109,6  | 179,0  | 269,5 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 132,5  | 131,9  | 130,4  | 126,8 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | -68,3  | -22,3  | 48,6   | 142,7 |
|          |                        | <b>Rio Iguaçu na UHE Baixo Iguaçu (61.947 km<sup>2</sup>)</b>                              |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 160,1  | 232,8  | 171,1  | 174,1 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 91,4   | 123,0  | 144,0  | 155,7 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | 68,7   | 109,8  | 27,1   | 18,4  |
|          | Medio e Baixo Paraná   | <b>Região hídrica do Impenetrável (35.094 km<sup>2</sup>)</b>                              |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 17,4   | 49,7   | 84,9   | 121,9 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 122,9  | 153,9  | 160,7  | 170,6 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | -105,5 | -104,2 | -75,8  | -48,7 |
|          |                        | <b>Rio Corrientes (23.583 km<sup>2</sup>)</b>  |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 82,3   | 149,1  | 146,6  | 122,3 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 90,5   | 120,1  | 138,1  | 157,9 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | -8,2   | 29,0   | 8,5    | -35,6 |
| Uruguai  | Alto e Baixo Uruguai   | <b>Rio Negro Alto (24.652 km<sup>2</sup>)</b>  |        |        |        |       |
|          |                        | Precipitação bacia (mm)  | 106,3  | 115,9  | 106,9  | 106,3 |
|          |                        | ETP Bacia (mm)   | 69,3   | 100,8  | 127,3  | 156,2 |
|          |                        | P-ETP (mm)   | 37,0   | 15,1   | -20,4  | -49,9 |



| ENE  | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN    | JUL    | AGO    | ANUAL          |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|----------------|
| <b>Rio Paraguai em Cáceres (24.141 km<sup>2</sup>)</b>                                     |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 280,4  | 254,3 | 232,3 | 127,9 | 50,8  | 11,5   | 7,9    | 16,1   | <b>1.650,0</b> |
| 145,3  | 126,6 | 136,9 | 124,2 | 123,7 | 131,3  | 157,3  | 193,3  | <b>1.804,0</b> |
| 135,1  | 127,7 | 95,4  | 3,7   | -72,9 | -119,8 | -149,4 | -177,2 | <b>-155,0</b>  |
| <b>Rios e arroios de Salta e Formosa afluentes do rio Paraguai (28.010 km<sup>2</sup>)</b> |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 151,8  | 116,4 | 108,9 | 48,9  | 17,9  | 7,3    | 3,7    | 6,1    | <b>722,0</b>   |
| 208,8  | 168,6 | 153,9 | 105,7 | 84,5  | 65,8   | 83,7   | 116,7  | <b>1.713,0</b> |
| -57,0  | -52,2 | -45,0 | -56,8 | -66,6 | -58,5  | -80,0  | -110,6 | <b>-991,0</b>  |
| <b>Rio Tebicuary (27.325 km<sup>2</sup>)</b>   |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 154,2  | 140,3 | 124,6 | 172,4 | 143,8 | 98,7   | 80,5   | 66,2   | <b>1.569,0</b> |
| 160,4  | 129,9 | 128,5 | 94,0  | 65,8  | 47,5   | 65,4   | 86,3   | <b>1.328,0</b> |
| -6,2   | 10,5  | -3,9  | 78,4  | 78,0  | 51,2   | 15,0   | -20,1  | <b>241</b>     |
| <b>Rio Grande em Furnas (52.100 km<sup>2</sup>)</b>  |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 266,6  | 170,1 | 158,6 | 72,0  | 45,2  | 21,3   | 17,4   | 18,1   | <b>1.391,6</b> |
| 132,4  | 124,7 | 124,3 | 106,5 | 92,4  | 81,0   | 96,2   | 124,0  | <b>1.403,0</b> |
| 134,2  | 45,4  | 34,3  | -34,5 | -47,2 | -59,7  | -78,8  | -105,9 | <b>-11,4</b>   |
| <b>Rio Iguaçu na UHE Baixo Iguaçu (61.947 km<sup>2</sup>)</b>                              |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 183,6  | 165,4 | 132,3 | 155,3 | 181,0 | 159,0  | 126,3  | 114,4  | <b>1.955,5</b> |
| 150,4  | 122,9 | 112,4 | 84,3  | 62,3  | 50,2   | 57,1   | 74,9   | <b>1.228,5</b> |
| 33,2   | 42,5  | 19,9  | 71,0  | 118,7 | 108,8  | 69,2   | 39,5   | <b>727,0</b>   |
| <b>Região hídrica do Impenetrável (35.094 km<sup>2</sup>)</b>                              |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 128,0  | 97,7  | 104,1 | 59,0  | 24,2  | 10,4   | 4,2    | 6,8    | <b>708,0</b>   |
| 173,9  | 147,0 | 136,7 | 95,7  | 72,4  | 56,5   | 71,4   | 97,7   | <b>1.459,0</b> |
| -45,9  | -49,3 | -32,6 | -36,7 | -48,2 | -46,1  | -67,2  | -90,9  | <b>-751,0</b>  |
| <b>Rio Corrientes (23.583 km<sup>2</sup>)</b>  |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 123,5  | 145,3 | 139,6 | 173,4 | 92,6  | 84,6   | 65,1   | 56,1   | <b>1.380,0</b> |
| 160,0  | 131,4 | 120,0 | 83,8  | 62,0  | 46,8   | 54,5   | 72,8   | <b>1.238,0</b> |
| -36,5  | 13,9  | 19,6  | 89,6  | 30,6  | 37,8   | 10,6   | -16,7  | <b>142,0</b>   |
| <b>Rio Negro Alto (24.652 km<sup>2</sup>)</b>  |       |       |       |       |        |        |        |                |
| 113,5  | 134,4 | 110,9 | 122,1 | 125,5 | 105,6  | 110,7  | 91,8   | <b>1.258,0</b> |
| 158,7  | 118,0 | 102,5 | 64,2  | 40,2  | 28,5   | 32,8   | 49,4   | <b>999,0</b>   |
| -45,2  | 16,4  | 8,4   | 57,9  | 85,3  | 77,1   | 77,9   | 42,4   | <b>260,0</b>   |

### 1.4.1.2 Águas superficiais

Os balanços hídricos desenvolvidos na Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai foram elaborados com base no modelo Témez CHAC, de medição de tempo em intervalos mensais. No Brasil, foi utilizado o modelo hidrológico distribuído MGB-IPH, com intervalo diário. Os modelos permitem determinar as relações entre precipitação, evapotranspiração e vazão para cada uma das bacias.

Os resultados obtidos do Balanço Hídrico mensal por sub-bacias foram integrados no âmbito da Bacia do Prata em locais característicos, comparando-os com dados de vazões observadas, o que permitiu a estimativa de erros de vazão média anual para o período 1971-2010. Na **Figura 1.4.1.2.1** apresentam-se os locais considerados e, na **Tabela 1.4.1.2.1**, os valores correspondentes, junto com a indicação de relevância do local em termos de percentual da sua vazão média em relação à vazão média total do Rio da Prata.

Por outro lado, a variabilidade temporal desta disponibilidade hídrica superficial pode ser caracterizada pela sequência cronológica das vazões anuais nos locais característicos indicados.

#### **Vazões anuais**

As curvas cronológicas de vazões médias anuais observadas nos rios Paraná e Paraguai no período 1970-71/2011-12 mostram claramente a importância dos aportes do ano hidrológico 1982/1983 em primeiro lugar, e do ano 1997/98 em segundo lugar, onde as vazões anuais foram da ordem de 2 vezes o módulo (**Figura 1.4.1.2.2**).

Para se ter uma ideia da representatividade do período analisado com relação aos registros históricos disponíveis, apresentam-se também as curvas cronológicas de vazões anuais na estação Puerto Pilcomayo sobre o rio Paraguai (**Figura 1.4.1.2.3**) e na estação Corrientes após a confluência do Paraná com o Paraguai (**Figura 1.4.1.2.4**). Em am-



O rio Uruguai na altura da fronteira entre Brasil e Argentina.

Tabela 1.4.1.2.1

## Resumo das vazões anuais médias (período 1971-2010)

| Rio de la Plata  | Vazão simulada (m³/seg) | Vazão observada (m³/seg) | % de erro | % da vazão simulada com relação a vazão do Rio da Prata |
|--|-------------------------|--------------------------|-----------|---|
| <b>Rio Paraná</b>                                      |                         |                          |           |   |
| <b>Rio Paraná até a confluência com o Rio Paraguai</b> |                         |                          |           |   |
| Rio Paraná em Porto Primavera                          | 7.913                   | 7.938                    | -0,3      | 29,1  |
| Rio Paraná em Guaira                                   | 11.725                  |                          |           | 43,1  |
| Rio Paraná em Itaipu                                   | 12.886                  | 11.746                   | 9,7       | 47,3  |
| Rio Paraná a jusante da confluência Iguazú             | 14.871                  |                          |           | 54,6  |
| Rio Paraná em Itatí                                    | 14.404                  | 13.916                   | 3,5       | 52,9  |
| <b>Rio Paraguai até a confluência com o rio Paraná</b> |                         |                          |           |   |
| Rio Paraguai em Puerto Pilcomayo (*)                   | 3.805                   | 3.964                    | -4,0      | 14,0  |
| Rio Paraguai em Puerto Bermejo (**)                    | 5.091                   | 4.696                    | 8,4       | 18,7  |
| <b>Rio Paraná desde Corrientes até o Rio da Prata</b>  |                         |                          |           |   |
| Rio Paraná em Corrientes                               |                         | 18.989                   | 0,5       | 70,1  |
| Rio Paraná em Santa Fe - Paraná                        |                         | 19.041                   | 4,5       | 73,1  |
| <b>Total rio Paraná</b>                                | <b>19.706</b>           |                          |           | <b>72,4</b>   |
| <b>Rio Uruguai</b>                                     |                         |                          |           |   |
| Rio Uruguai em El Soberbio                             |                         | 2.384                    | 1,6       | 8,9   |
| Rio Uruguai em Paso de Los Libres                      |                         | 4.789                    | -4,1      | 16,9  |
| Rio Uruguai em Concordia (***)                         |                         | 5.725                    | -1,8      | 20,7  |
| <b>Total rio Uruguai</b>                               | <b>7.058</b>            |                          |           | <b>25,9</b>   |
| <b>Aportes margem direita do Rio da Prata</b>          | <b>203</b>              |                          |           | <b>0,7</b>  |
| <b>Aportes margem esquerda do Rio da Prata</b>         | <b>259</b>              |                          |           | <b>1,0</b>  |
| <b>Total Rio da Prata</b>                              | <b>27.225</b>           |                          |           | <b>100</b>  |

(\*) Não inclui enchentes do Pilcomayo.

(\*\*) Vazão observada 1983/84.

(\*\*\*) Vazão observada até 2003/04.

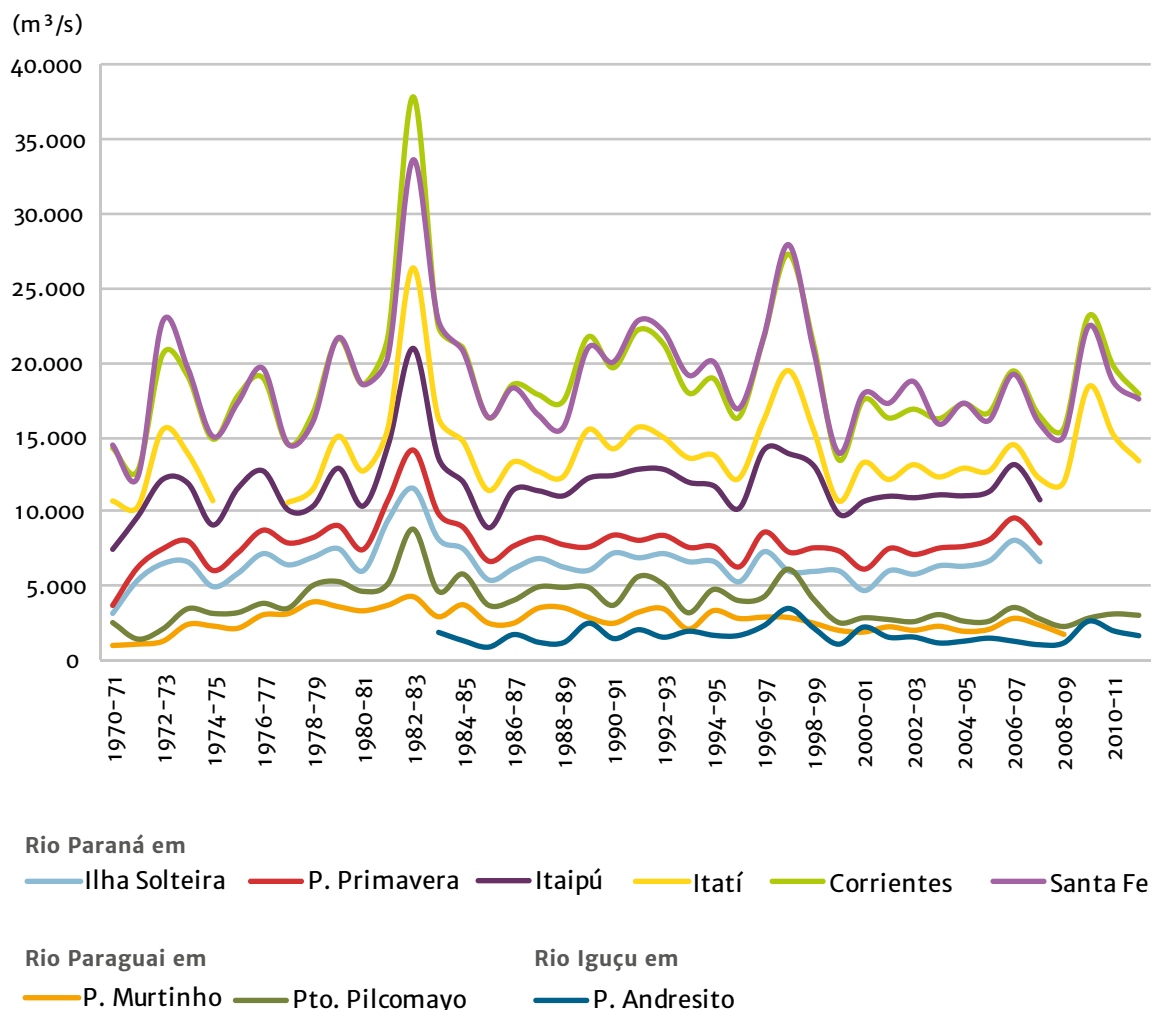
Figura 1.4.1.2.1

### Balço hídrico superficial Bacia do Prata – Locais característicos





Figura 1.4.1.2.2

**Rios Paraná, Paraguai e Iguaçu – Vazões anuais**

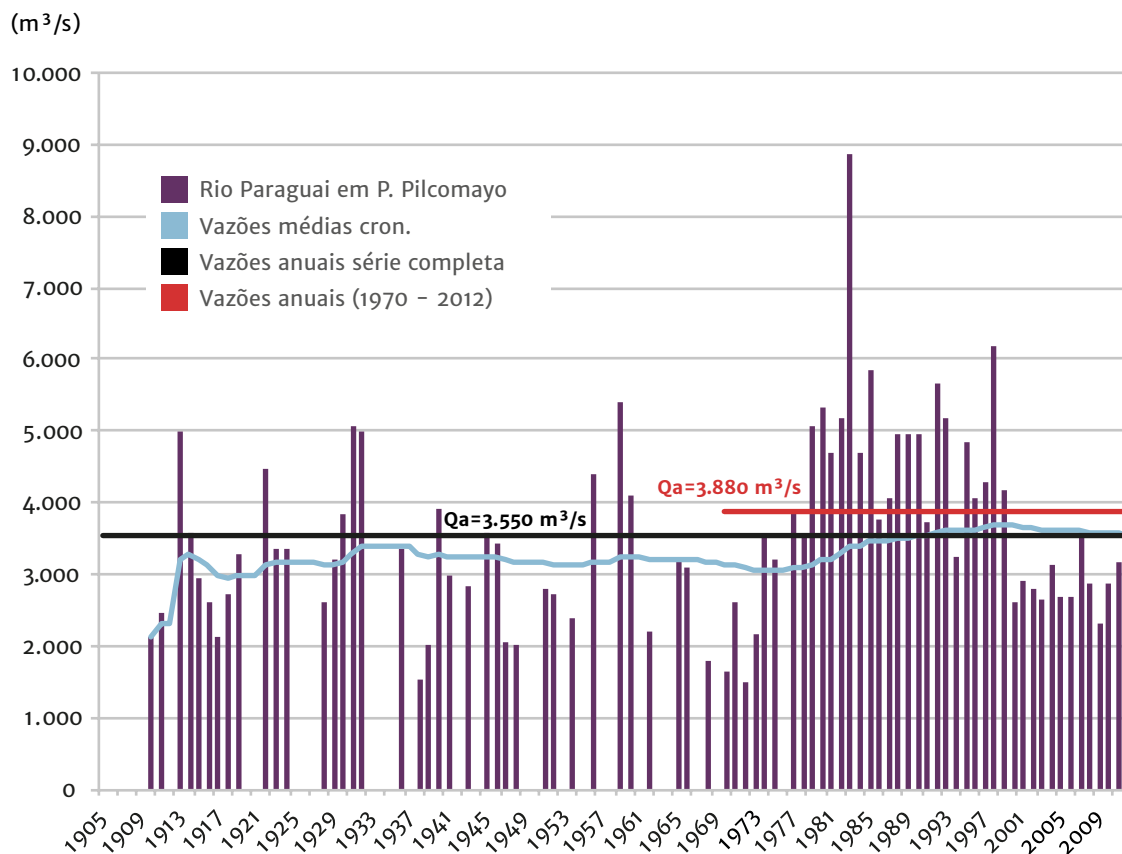
Em alguns casos o módulo calculado para o período 1970–2012 é entre 9 e 10% maior que o cálculo do módulo para todo o registro de 1905–2012.

As curvas cronológicas de vazões anuais médias observadas no rio Uruguai no período 1970/71–2011/12 confirmam a situação de anos extremos dos períodos 1982/83 y

1997/98 que foram observadas nos rios Paraná e Paraguai (Figura 1.4.1.2.5).

A sequência das vazões anuais em Paso de Los Libres para todo o período de registros (1910–2012), mostra que o módulo do período 1970–2012 é 11,5% maior que o que seria calculado para o registro completo (Figura 1.4.1.2.6).

**Figura 1.4.1.2.3 Rio Paraguai em Puerto Pilcomayo – Vazões anuais**



**Figura 1.4.1.2.4 Rio Paraná em Corrientes – Vazões anuais**

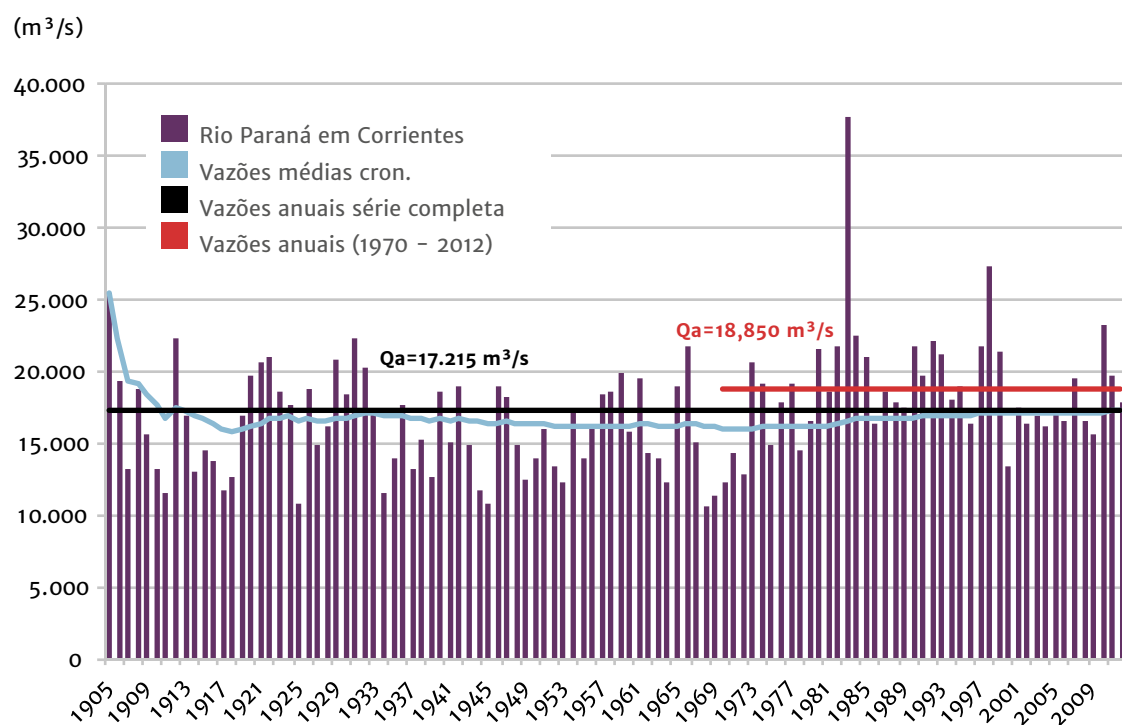


Figura 1.4.1.2.5

### Rio Uruguai – Vazões anuais

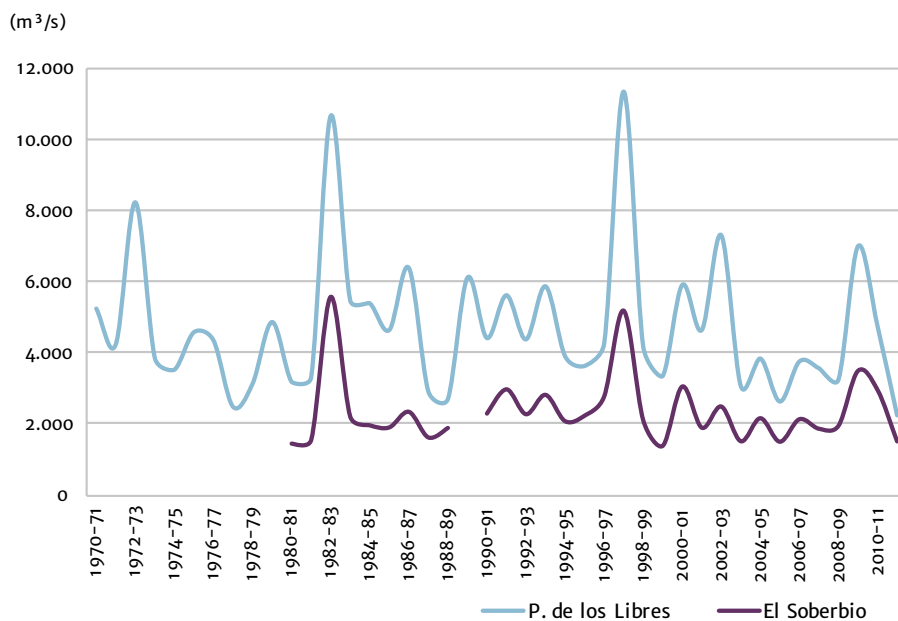
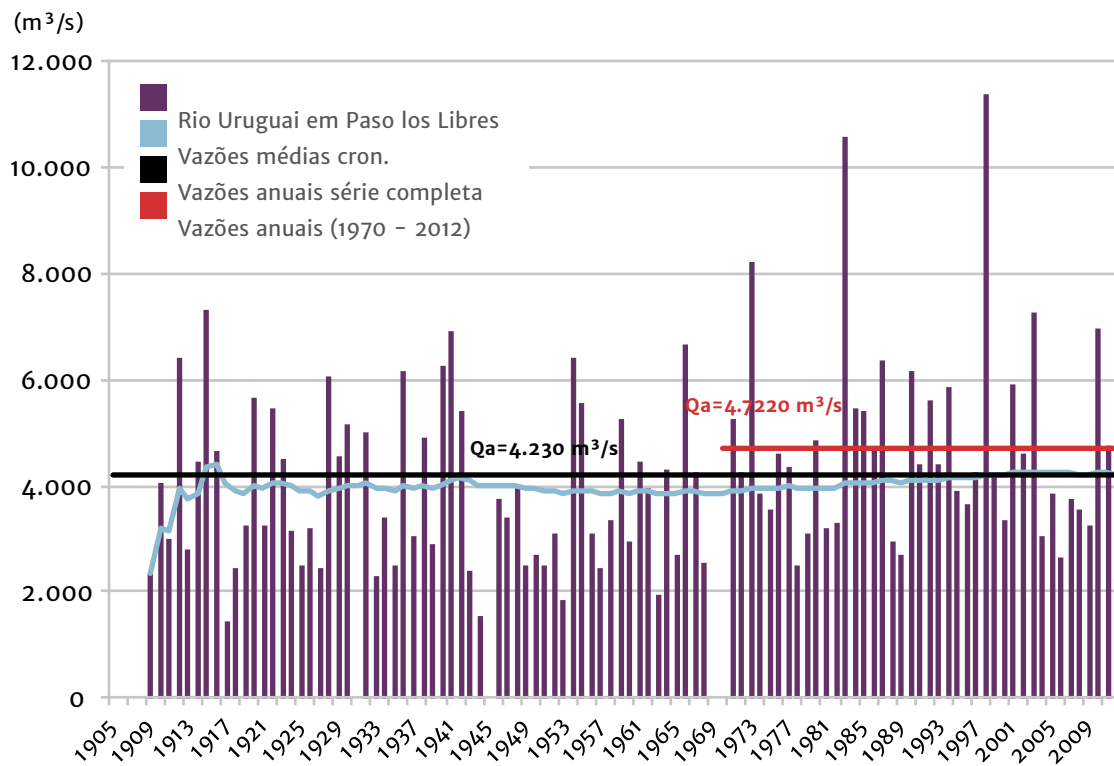


Figura 1.4.1.2.6

### Rio Uruguai em Paso de Los Libres – Vazões anuais



### Vazões mensais

Os gráficos das vazões mensais médias observadas nos rios Paraná e Paraguai, no período 1970/71–2011/12, mostram uma diferença entre ambos os rios (Figura 1.4.1.2.7). No rio Paraná, antes da confluência com o Paraguai, nota-se claramente a situação das águas altas para o verão e o outono e o crescimento das vazões no inverno e parte da primavera, distribuição esta que é mantida após a confluência, porém de forma mais discreta. No rio Paraguai, o regime é mais uniforme na distribuição das vazões no ano, com um máximo relativo no início do inverno, o que mostra a influência do Pantanal como regulador e retardador das enchentes.

A distribuição das vazões no rio Uruguai durante o ano mostra que as vazões mensais aumentam até meados e final do inver-

no e durante a primavera, e diminuem no verão e no outono (Figura 1.4.1.2.8).

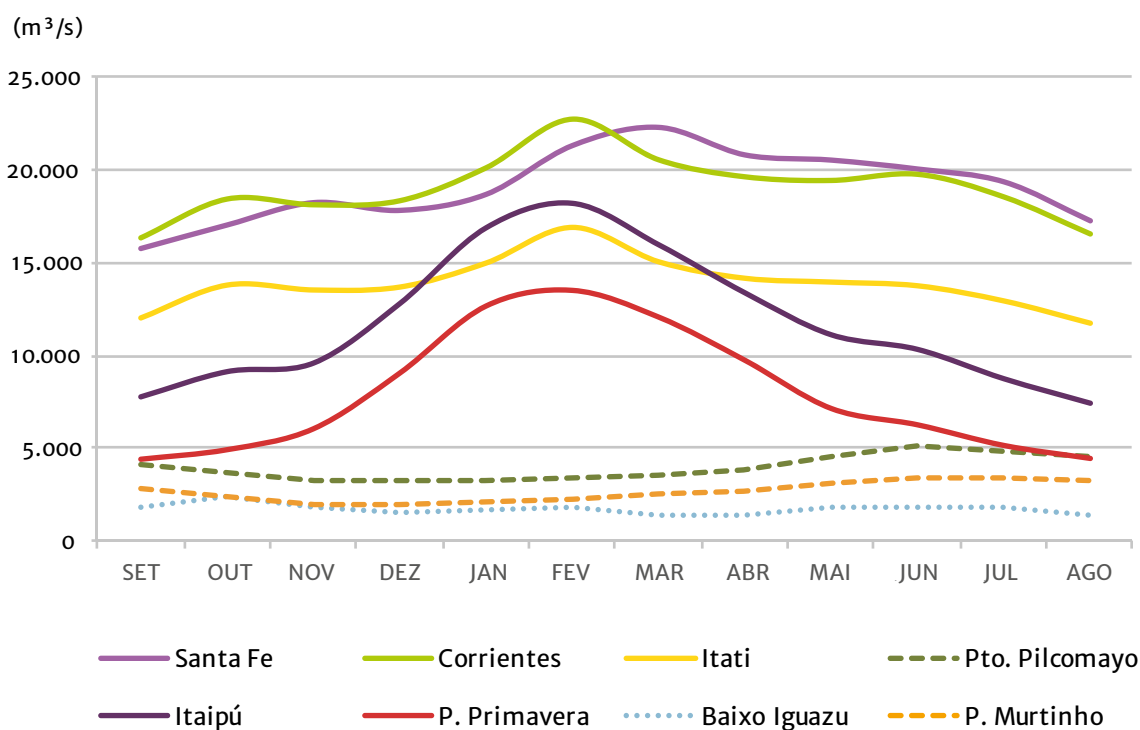
### Caudales específicos y característicos

Como síntese da disponibilidade hídrica de águas superficiais, na Tabela 1.4.1.2.2 observa-se que o intervalo de valores indicados é muito amplo, o que indica a heterogeneidade hidrológica que é encontrada devido à extensão das sub-bacias consideradas. Estes intervalos são maiores nas sub-bacias do Baixo Paraguai e Baixo Paraná, correspondendo diretamente com os balanços hidrometeorológicos deficitários que são identificados no oeste das bacias de aporte, como foi detalhado anteriormente.

Ainda assim, estes indicadores variam quando calculados sobre bacias de aporte de pequena, média ou grande extensão, dis-

Figura 1.4.1.2.7

### Rios Paraná, Paraguai e Iguaçu – Vazões médias mensais



pondo-se dos mesmos para todas as bacias e sub-bacias em que foi modelado o balanço hídrico superficial.

Vale mencionar que esta disponibilidade pode ser afetada pelas mudanças do clima, como também demonstram as projeções apresentadas mais adiante neste documento.

#### **Projeções de vazões para determinados cenários climáticos**

Como será apresentado no *Capítulo 2*, o modelo MGB-IPH foi ajustado para a simulação de diferentes rios da Bacia do Prata. Em seguida, este modelo foi utilizado para a série de projeções climáticas, a partir de dados do modelo ETA, modelo regional de alta resolução utilizado pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Investigações Espaciais (CPTE-

C-INPE) do Brasil. As projeções climáticas com o modelo ETA a 10 km de resolução horizontal foram baseadas nas condições de contorno obtidas do modelo global Hadley Center Global Environmental Model-HadGEM2-ES, considerando uma emissão de gases do cenário intermediário entre os cenários considerados no AR5 (Quinto Informe) do Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre a Mudança Climática (IPCC).

As mudanças nas vazões médias mensais e na estacionalidade hidrológica foram avaliadas através do cálculo de vazões médias mensais no período de referência atual (1960-1990) e três subperíodos de clima futuro (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2099).

Os resultados dos impactos das projeções da mudança climática sobre a vazão dos rios da Bacia do Prata indicam que pode ha-

**Figura 1.4.1.2.8**

#### **Rio Uruguai – Vazões médias mensais**

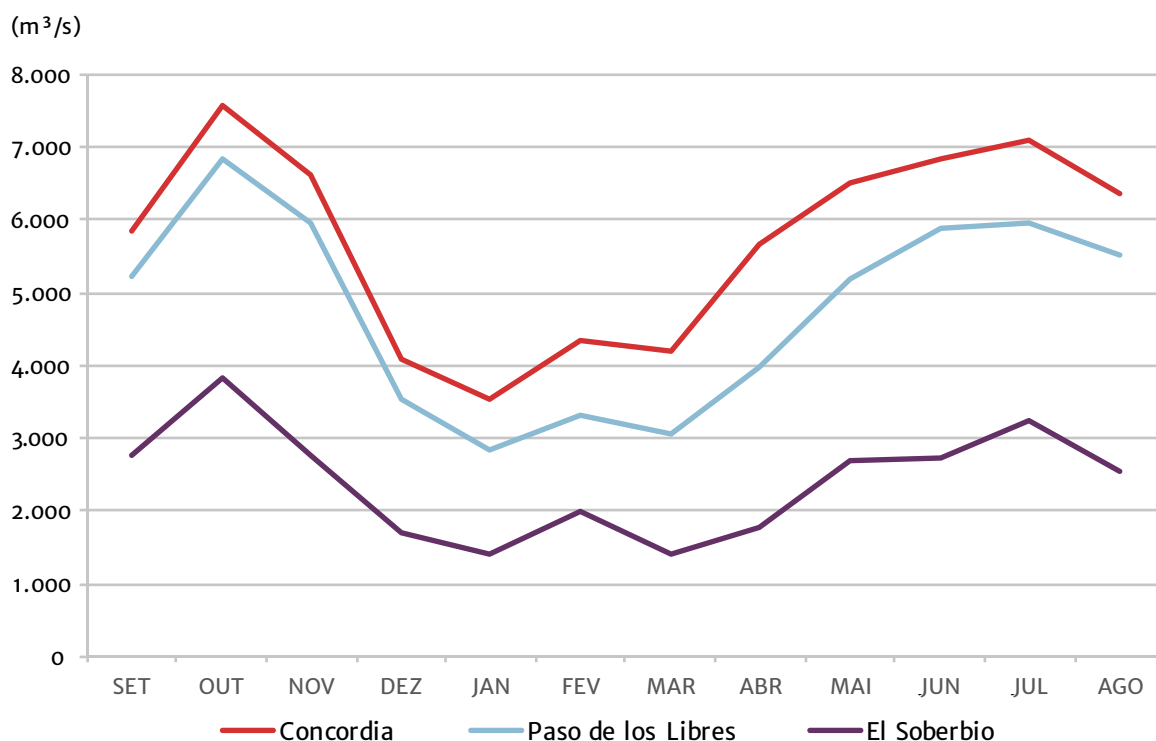


Tabela 1.4.1.2.2

Valores de vazões específicas ( $q_{me}$ ) e do  $Q_{95}$  em relação com a vazão média ( $Q_{me}$ )

| Sub-bacia      | $q_{me}^1$<br>L.s <sup>-1</sup> .km <sup>2</sup> | $Q_{95}/Q_{me}^2$ |
|----------------|--|-------------------|
| Alto Paraguai  | 3 - 21   | 0,37 - 0,41       |
| Baixo Paraguai | 2 - 15   | 0,09 - 0,27       |
| Alto Paraná    | 13 - 25  | 0,24 - 0,58       |
| Baixo Paraná   | 1 - 14   | 0,0 - 0,17        |
| Alto Uruguai   | 23 - 28  | 0,20 - 0,28       |
| Baixo Uruguai  | 7 - 23   | 0,05 - 0,20       |

Período 1971-2010, de forma resumida para cada sub-bacia.

 $q_{me}$  = vazão média específica =  $Q_{me}/A$ , A= área da bacia, $Q_{me}$  = vazão média;  $Q_{95}$  = vazão com 95% de curva de duração.

ver aumento ou diminuição das vazões médias e mínimas, dependendo da região e do período analisado.

No rio Uruguai, as projeções indicam um aumento de vazões medias e mínimas. Na região norte da bacia do Paraná –sobretudo na bacia do rio Paranaíba– e na região do Alto Paraguai, as projeções indicam que haverá uma redução inicial das vazões médias para os cenários mais próximos, seguida de um posterior aumento para os cenários mais distantes no tempo. As projeções das vazões mínimas, por outro lado, indicam uma redução.

Na região do Chaco, representada pelos rios Bermejo e Pilcomayo, as projeções indicam um aumento das vazões médias e mínimas. No rio Paraná, em Itaipu, as projeções indicam uma redução inicial –com relação à situação de referência– das vazões médias

para os cenários mais próximos, seguido por um aumento para os mais distantes. O mesmo acontece para as vazões mínimas. Já nos trechos médio e inferior do rio Paraná, as projeções indicam que tanto as vazões médias como as mínimas inicialmente diminuem para depois aumentar no futuro.

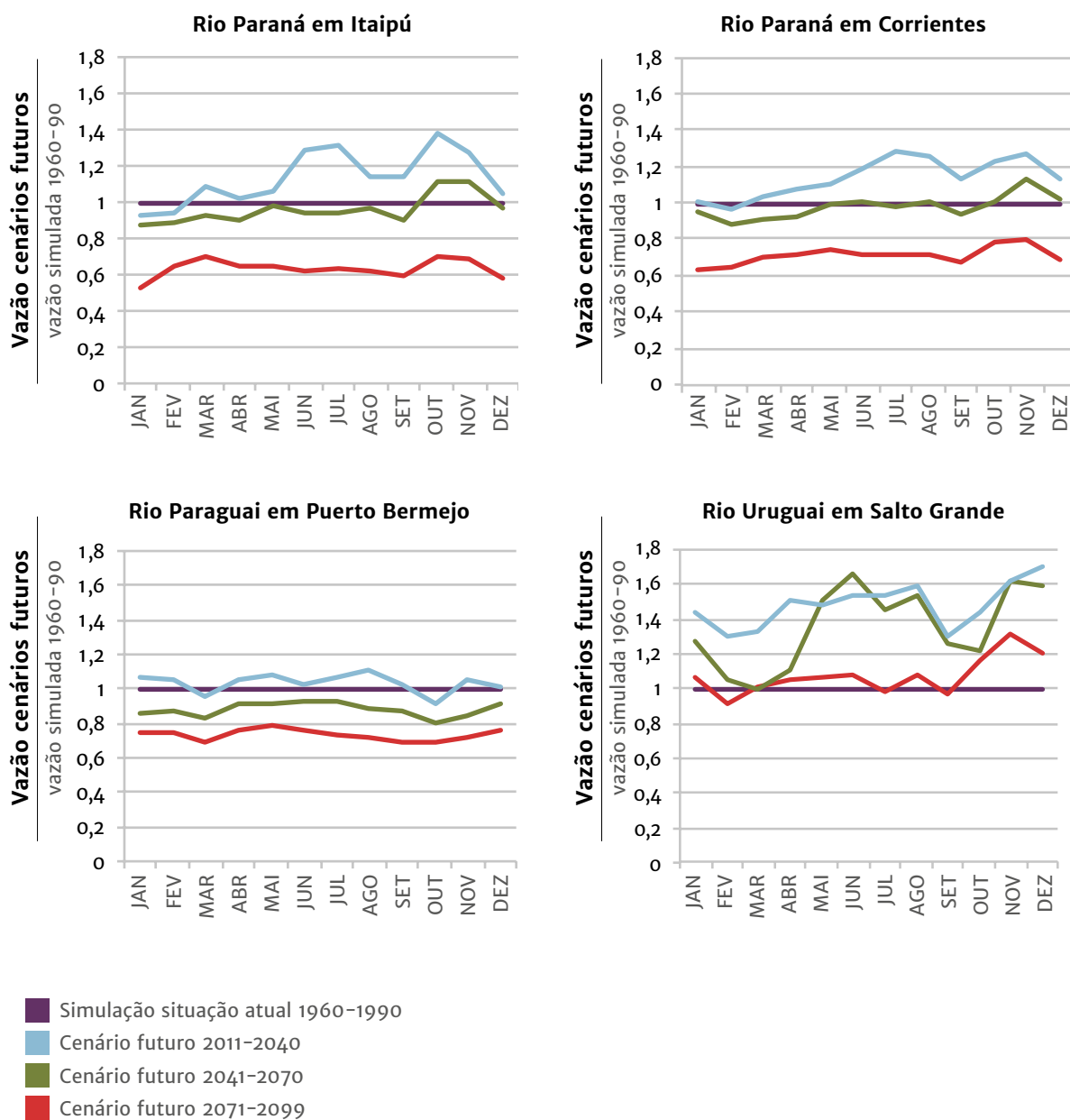
A **Figura 1.4.1.2.9** apresenta as relações entre vazões médias mensais simuladas e algumas estações representativas para os três cenários futuros e o atual (1960-1990).

Cabe recordar que o estudo foi baseado nos cenários climáticos do IPCC AR5 (Modelo HadGEM2-ES do Hadley Center), regionalizados –reduzindo a escala (“ling”)–, mediante o modelo regional ETA a 10 km de resolução horizontal (ETA-10 km). Portanto, não está sendo levado em consideração a incerteza das previsões climáticas relacionadas com



Figura 1.4.1.2.9

### Relação entre as vazões médias mensais simuladas correspondentes a três cenários futuros e a situação atual



o modelo global que é utilizado para realizar as projeções. As diferenças entre os modelos globais são reconhecidas como uma das principais fontes de incerteza nas projeções de mudanças climáticas.

No *Capítulo 2.1.1 Variabilidade climática*, se realizam algumas observações complementares sobre este assunto.

### 1.4.1.3 Águas subterrâneas

A Bacia do Prata é, ainda, rica em recursos hídricos subterrâneos. Coincide em grande parte com o Sistema Aquífero Guaraní (SAG), um dos maiores reservatórios de águas subterrâneas do mundo, com uma superfície de 1.190.000 km<sup>2</sup>. Ao oeste da Bacia, está localizado o Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) que equipara-se, na sua maioria, com a região semiárida da Bacia, o bioma do Gran Chaco Americano.

O SAYTT possui uma extensão de aproximadamente 410.000 km<sup>2</sup> (200.000 km<sup>2</sup> na Argentina, 30.000 km<sup>2</sup> na Bolívia e 180.000 km<sup>2</sup> no Paraguai) e representa uma das reservas de águas subterrâneas transfronteiriças mais importantes da América do Sul. Constitui-se de um sistema aquífero de grande importância regional, já que se encontra em uma região com clima semiárido, escassez de água e na qual os demais aquíferos são de águas salobras ou salgadas, não aptas para o consumo humano ou para a produção agropecuária.

Destaca-se a presença de povos originários em toda a região, com problemas sociais similares. Numerosas vezes suas comunidades estão radicadas nos três países sem considerar as fronteiras político-administrativas. A atividade produtiva básica da área é a agricultura e a pecuária, com uma grande potencialidade em regiões úmidas. A barreira para o desenvol-

vimento econômico da região, que afeta especialmente aos setores rurais camponeses, é o acesso à água em quantidade e qualidade necessária para a subsistência e a produção.

Existem também outros aquíferos transfronteiriços (compartilhados por dois ou mais países), muitas vezes com uma superfície tão pequena em relação à área da Bacia, que não aparecem nos mapas regionais por escalas utilizadas. No entanto, devido à sua localização geográfica e suas características hidrogeológicas, são considerados estratégicos para o desenvolvimento socioeconômico interno do país ou região que os contém.

Os principais aquíferos transfronteiriços são (**Figura 1.4.13.1**):

- Sistema Aquífero Guaraní: compartilhado entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Suas vazões variam entre 60 e 200 m<sup>3</sup>/h nas áreas próximas às zonas aflorantes e de 200 a 400 m<sup>3</sup>/h nas zonas confinadas.
- Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño: compartilhado entre Argentina, Bolívia e Paraguai. Suas vazões máximas chegam a 10 m<sup>3</sup>/h.
- Sistema Aquífero Serra Geral: compartilhado entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, com vazões que variam de 10 a 100 m<sup>3</sup>/h.
- Sistema Aquífero Pantanal: compartilhado entre Bolívia, Brasil e Paraguai.
- Sistema Aquífero Bauru-Caiuá-Acaray: compartilhado entre Brasil e Paraguai. A unidade Caiuá possui vazões entre 40 e 60 m<sup>3</sup>/h e a unidade Bauru, vazões moderadas que variam entre 10 e 20 m<sup>3</sup>/h.

Figura 1.4.1.3.1

### Aquíferos transfronteiriços da Bacia do Prata



#### Aquíferos transfronteiriços

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Aquidaban - Aquidauana                                     |  | Sistema Permo Carbonífero                         |
|  | Palermo - Estrada Nova - Río Bonito                        |  | Serra Geral                                       |
|  | Agua Dulce   |  | Pantanal  |
|  | Bauru - Caiuá - Acaray                                     |  | Sistema Aquífero Yrenda - Toba - Tarijeño (SAYTT) |
|  | Botucatu - Tacuarembó - Misiones - Piramboia - Buena Vista |  | Sistema Aquífero Guaraní (SAG)                    |

- Sistema Aquífero Água Dulce: compartilhado entre Bolívia e Paraguai, com vazões de até 18 m<sup>3</sup>/h nos aquíferos carboníferos e de 36 m<sup>3</sup>/h nos aquíferos cretáceos.

Com o trabalho conjunto dos cinco países da Bacia do Prata, entre 2011 e 2015, avançou-se na elaboração de um mapa hidrogeológico de síntese da Bacia em escala de 1:2.500.000 (**Figura 1.4.1.3.2**).

Vale destacar que, na Bacia do Prata, o desenvolvimento natural das populações urbanas e rurais, associado ao crescimento significativo das atividades agrícolas e industriais, incrementou o uso dos recursos hídricos de maneira expressiva, particularmente aqueles de origem subterrânea. Este crescimento, como esperado, além de parâmetros demográficos, obedece às características intrínsecas dos aquíferos, como a ocorrência de unidades potencialmente produtivas e a qualidade das águas subterrâneas.

Com relação ao uso do recurso subterrâneo em cada país, observa-se:

- Na Argentina, as zonas de maior utilização da água subterrânea para satisfazer usos humanos estão localizadas nas proximidades das áreas urbanas e rurais com agricultura de baixo nível de irrigação.
- Na Bolívia, os principais usos das águas subterrâneas estão destinados ao abastecimento público e à agricultura.
- No Brasil, este recurso tem importância fundamental para o abastecimento humano e o uso industrial em toda a região sudeste e sul. Nesta região, é realizada a maior exploração de águas subterrâneas de toda a Bacia do Prata.
- Também no Paraguai, o uso das águas subterrâneas para abastecimento huma-



Perfuração no Aquífero Guaraní.

no e industrial é bastante amplo como, por exemplo, na periferia da sua capital, Assunção. Em outras regiões apresenta um uso principalmente pecuário e de abastecimento público de localidades dispersas.

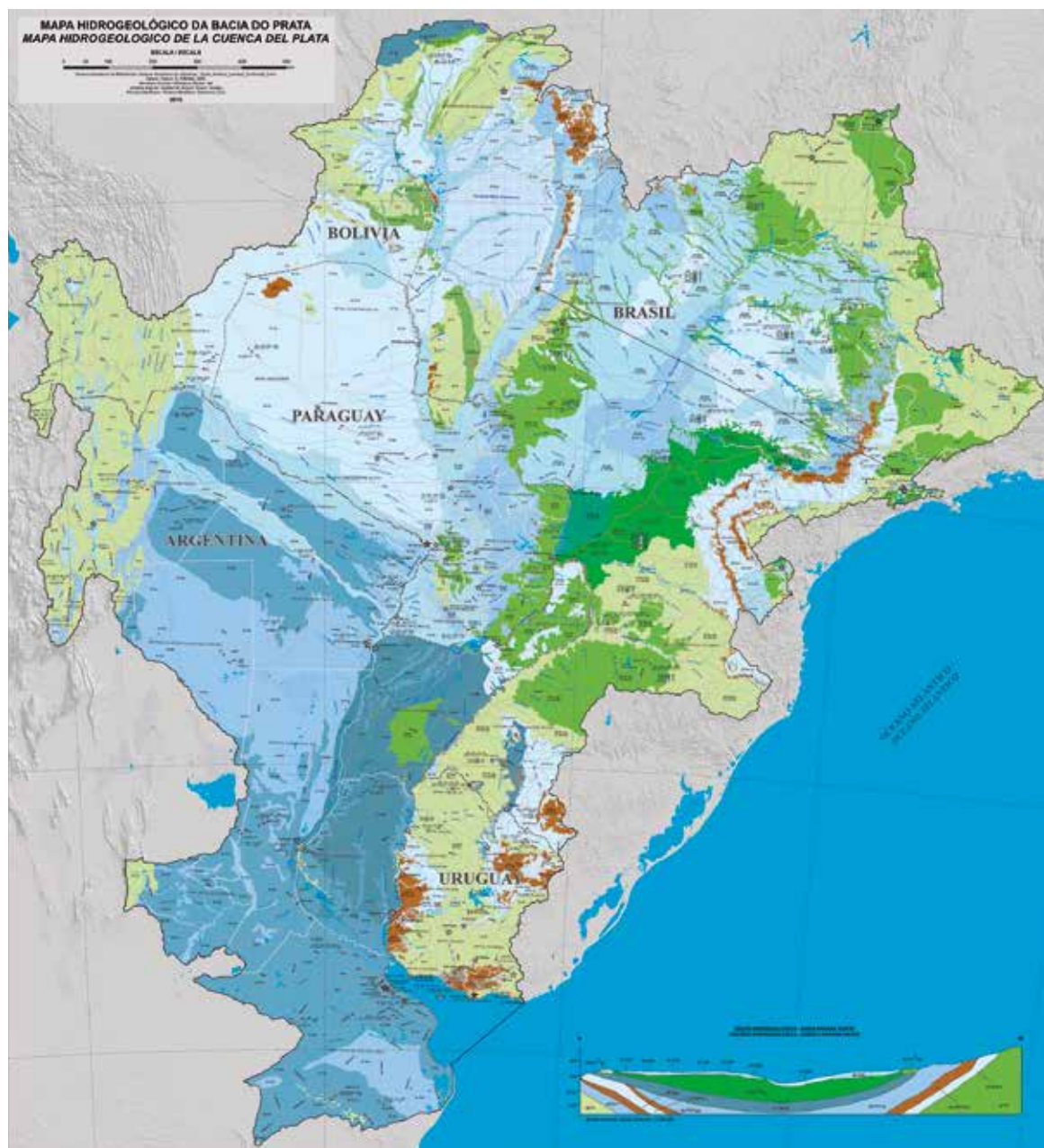
- Ainda que no Uruguai o volume de água subterrânea utilizado seja relativamente baixo, cerca de 28% do consumo total, deve-se destacar sua importância já que em muitos povoados do interior, o abastecimento é de 100% por águas subterrâneas, englobando 73% dos serviços de abastecimento, enquanto que 12% é misto, onde a água subterrânea é parte do abastecimento.

Na **Figura 1.4.1.3.3** apresentam-se os volumes anuais de água subterrânea explorados na Bacia.



Figura 1.4.1.3.2

### Mapa hidrogeológico da Bacia do Prata



## 1.4.2 Usuários de recursos hídricos

As principais atividades relacionadas com o uso da água na Bacia são os serviços urbanos, as do setor agropecuário e as das indústrias, mineração, energia (geração hidrelétrica), transporte (navegação) e proteção dos ecossistemas.

### 1.4.2.1 Serviços urbanos

Os serviços urbanos relacionados com a água, comumente denominados águas urbanas, envolvem os serviços de água potável e saneamento, a drenagem urbana e a gestão de resíduos sólidos, os quais devem atender os desenvolvimentos e planos de urbanização como uma ferramenta fundamental para a melhora da qualidade ambiental e de vida dos seus habitantes.

#### ***Serviços de água potável e saneamento***

A demanda de abastecimento de água potável –dependendo da localização da área urbana em questão– é atendida pelos gran-

des rios da Bacia, pelas pequenas fontes superficiais próximas às cidades ou através de águas subterrâneas. Com o crescimento das cidades, as fontes de abastecimento de água tornam-se, muitas vezes, sobreexploradas –em particular, os aquíferos– ou contaminadas, com o consequente risco para a saúde da população. As cidades que apresentam os principais problemas são aquelas que possuem grande população e estão localizadas nas cabeceiras dos rios, como é o caso de São Paulo, Curitiba, Brasília, Goiânia e Campo Grande, entre outras.

Existem outras situações particulares, como na bacia do rio Uruguai onde, ainda que geralmente a disponibilidade de água seja suficiente para cobrir a demanda da população, durante os períodos escassos de água nas cabeceiras dos cursos pequenos, podem existir conflitos específicos, principalmente considerando que a disponibilidade de água subterrânea é baixa na região, devido a que a bacia do Uruguai está localizada quase completamente numa formação basáltica (unidade hidrogeológica Planalto)

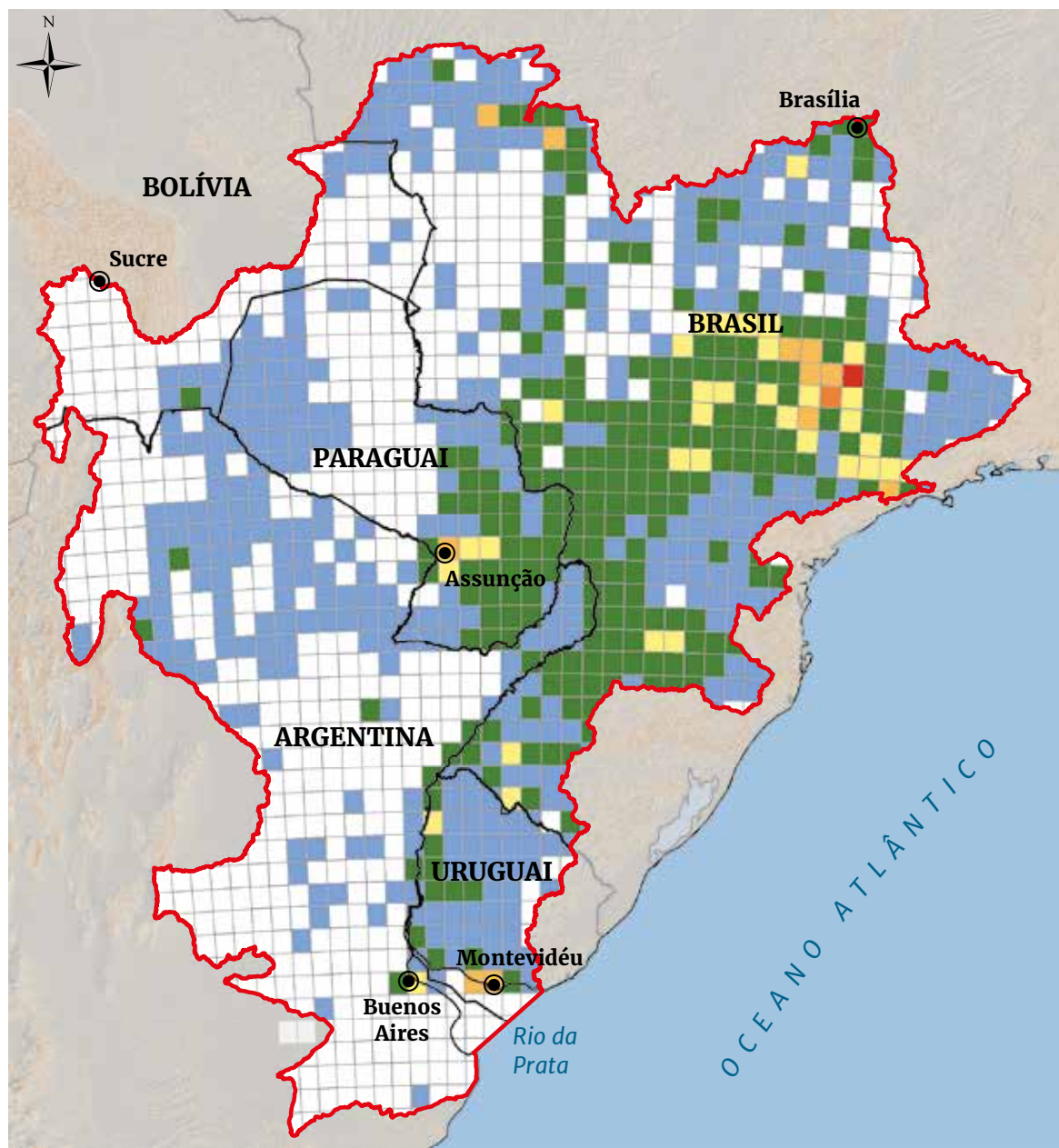


Instalação de redes de água potável.

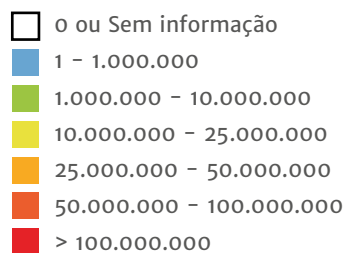


Figura 1.4.1.3.3

Volumes de água subterrânea explorados anualmente



Volumes anuais explorados (m<sup>3</sup>/ano)



onde os poços possuem uma baixa capacidade de produção (entre 3 e 5 m<sup>3</sup>/h).

A porcentagem da população que utiliza fontes melhoradas de abastecimento de água potável e de instalações de saneamento, no que diz respeito à população urbana e rural total, é variável entre os países que constituem a Bacia do Prata.

A qualidade da água potável nas áreas urbanas da Argentina, Brasil e Uruguai é apropriada para o consumo humano, dado que foram realizados tratamentos da água nos três países, o que permite a provisão de água segura àqueles habitantes conectados com as redes correspondentes.

Os dados disponíveis para o Paraguai não são suficientes para avaliar a qualidade física, química e bacteriológica da água. No entanto, é um fato que 100% dos usuários que contam com o serviço de água potável recebem água tratada. Por outro lado, na Bolívia, a situação é mais heterogênea, visto que as capitais departamentais possuem uma cobertura superior comparada com as cidades intermédias, ainda que isto não seja uma garantia suficiente da qualidade do serviço.

As instalações de saneamento compreendem a disposição local (poços negros) e a rede pública de sistema de esgotos. O nível de tratamento dos esgotos em muitos casos está limitado a um pré-tratamento ou tratamento primário.

**Drenagem Urbana.** Trata-se de um serviço que muitas vezes não acompanha o acelerado ritmo do desenvolvimento urbano, com os correspondentes impactos negativos para o ambiente e a qualidade de vida da população.

O sistema de drenagem pluvial é um componente da infraestrutura urbana constru-

ído durante o desenvolvimento da cidade, geralmente com uma visão sanitária de transferir as vazões de água de má qualidade o mais rápido possível a jusante. Com a urbanização, as vazões aumentam, principalmente devido ao aumento das áreas impermeáveis, pela importação de água (seja pela extração de água subterrânea ou de água superficial proveniente de outras bacias) e pela execução de dutos e canais, que gera a transferência dos impactos da urbanização à montante para jusante.

Como é esperado, as redes de drenagem pluvial representam uma fonte de contaminação com resíduos sólidos de origem urbana, metais pesados e outras substâncias nocivas que finalmente são derramadas nos rios e arroios urbanos. Na maioria dos casos, não existe um controle sistemático da qualidade e da vazão de água pluvial, por isso não se conta com uma estimativa precisa acerca dos impactos que os sistemas de drenagem têm sobre a qualidade da água destes cursos.

Até o presente, são muito poucas as cidades da Bacia que desenvolveram mecanismos reguladores para o controle do impacto urbano da drenagem pluvial. Entre as principais, encontram-se: Porto Alegre e Brasília, no Brasil e Resistência, Santa Fé e Rosário, na Argentina.

### **Resíduos sólidos urbanos.**

Os serviços de coleta e tratamento dos resíduos sólidos urbanos representam um problema ambiental que afeta a qualidade e o fluxo da água de drenagem e dos rios e arroios urbanos. Os principais resíduos são produto da erosão e da sedimentação dentro das cidades –produzidos pelo aumento da velocidade de escoamento– e pelo inadequado manejo dos resíduos produzidos pela população, gerando áreas urba-

nas e periurbanas degradadas. Com relação à drenagem, um dos principais problemas é o manejo de volumes significativos de resíduos e sedimentos que reduzem a capacidade das calhas urbanas produzindo inundações. Grande parte das cidades da Bacia não possui ainda uma capacidade de manejo sustentável dos resíduos urbanos.

#### 1.4.2.2 Setor agropecuário

A agricultura é a atividade econômica da Bacia do Prata que gera as maiores alterações no uso da terra. Os principais cultivos na Bacia correspondem a ciclos anuais de: soja, trigo, milho e arroz. O arroz é produzido com irrigação por inundação e é um dos grandes consumidores de água da Bacia.

A Argentina possui uma porcentagem de 12,8% de terra cultivável, o que represen-

ta 35 milhões de hectares de seu território nacional. Esse é o maior percentual da Bacia, seguido pelo Brasil, Paraguai e Uruguai, respectivamente. As províncias argentinas que a integram produzem 90% dos cereais do país (soja, milho e girassol), azeites de sementes e mantém cerca de 70% de seu estoque bovino, gerando 60% do PIB. Também existem cultivos de algodão, tabaco, feijão, cana de açúcar, cítricos e arroz.

No setor brasileiro da macro sub-bacia do rio Uruguai, os cultivos de subsistência e a pecuária, com práticas domésticas, são alternados com a produção de soja, milho e arroz, dependendo das características do solo. No sistema do rio Paraguai, no território brasileiro, o uso da terra está sendo modificado rapidamente, levando à abertura ou extensão da fronteira agrícola pecuária, devido ao cultivo de soja e à explo-



Colheita de arroz na mesopotâmia argentina.

ração da criação de gado. Esses processos ocorrem no Planalto e no Pantanal ainda que, neste último, as áreas de conservação o mantenham como fronteira para o futuro. Finalmente, a parcela brasileira do rio Paraná é utilizada para fins de pasto de gado e terras agrícolas em 57% de sua extensão, correspondendo a área remanescente aos bosques nativos. As principais atividades agropecuárias são a criação de gado e os cultivos de laranja, soja, cana de açúcar e café. É importante destacar que 10% dos bovinos criados no Brasil nasce, dentro da Bacia do Prata.

No Paraguai, a agricultura ocupa a região oriental do país, com significativa participação de atividades mecanizadas, devido a predominância do cultivo de soja. As áreas de cultivo de pasto experimentaram uma considerável variação nos últimos anos, fruto da alteração no uso do solo. As pastagens, no geral, ocupam solos profundos, bem drenados nas colinas, e estão destinadas ao engorde do gado, enquanto que, nas áreas baixas inundáveis, existe concentração de cria de gado. Na margem direita do rio Paraguai, na região do Chaco, a área agrícola manteve-se estável, ainda que nos últimos anos foi observada uma diminuição na área ocupada por esta atividade devido à grande expansão do gado no Chaco central e às frequentes secas.

O uso agropecuário no Uruguai está expresso na coexistência de cultivos, estoque pecuário, plantações e campos naturais com uma distribuição por regiões que apresentem diferenças ao longo do tempo. Podem ser identificadas, no país, numerosas regiões, dependendo das diferentes combinações ou arranjos de atividades –predominantemente a agricultura, ordenha e gado, gado em campos naturais, cria de gado com práticas intensivas (feed lot), horticultura e cultivo de frutas e setor leiteiro-. O milho,

cevada, arroz e aveia são os principais cultivos. 80% do gado bovino uruguaio é criado dentro da Bacia do Prata.

As principais demandas de água correspondem às regiões de irrigação de arroz por inundação, são elas: a bacia do rio Tebicuary no Paraguai e o sul do Brasil, norte do Uruguai e leste da Argentina, próximo aos rios Uruguai, Cuareim-Quaraí e Ibicuí. Nestas regiões, existe um número expressivo de pequenas barragens para o acúmulo de água para irrigação, o que implica um potencial conflito com o abastecimento das cidades nos anos de seca.

É possível verificar, na região centro-oeste do Brasil, uma grande expansão da agricultura de irrigação com semeadura e colheita até quatro vezes ao ano, devido a grande disponibilidade hídrica, resultando numa rentabilidade econômica satisfatória. Nesta mesma região, existem conflitos associados a expansão da produção de cana de açúcar para a geração de combustível.

As economias da Argentina, Brasil e Uruguai apresentam também um forte componente pecuário. O território mais baixo da Bacia do Prata foi tradicionalmente uma região de produção de gado. Na região da Pampa, junto ao Rio da Prata, Argentina e Uruguai possuem explorações bovinas e ovinas de alta qualidade. Os produtos de origem animal predominam dentro das exportações de ambos os países.

No Alto Paraguai, particularmente na região do Planalto, encontra-se atualmente um dos maiores rebanhos de gado do mundo. Essa atividade sofreu uma grande expansão, com impactos na produção de sedimentos nas cabeceiras do rio Tacuarí. No Pantanal, existe um certo equilíbrio entre a preservação ambiental das áreas úmidas e a criação de gado.



### 1.4.2.3 Indústria

Na Bacia do Prata, a atividade industrial é diversificada e está vinculada particularmente com os principais centros urbanos na Argentina e no Brasil, como as regiões metropolitanas de São Paulo e Buenos Aires. Nestas regiões, a produção industrial mais importante está relacionada com o desenvolvimento automotor e os derivados do petróleo.

Na Argentina, os centros industriais mais importantes estão localizados, além da região metropolitana de Buenos Aires, nas províncias de Santa Fé e Buenos Aires. Nestas, destacam-se as indústrias relacionadas com matérias primas agropecuárias, como curtumes e indústrias alimentícias.

No Brasil, o setor industrial é diversificado, principalmente em tecnologia, alimentos, têxteis, automotores, aviões e petróleo. Os sistemas do Paraná, Uruguai e Paraguai possuem a maior parte da produção industrial do país.

No Uruguai, a indústria alimentícia está localizada nas áreas rurais, enquanto que o resto está concentrado na zona metropolitana de Montevideu.

Vale destacar que o processamento industrial de transformação dos produtos agrícolas e materiais orgânicos em produtos finais não é homogêneo em todos os países.

Os resíduos industriais possuem tanta importância como os domésticos para a Bacia do Prata. As grandes regiões metropolitanas de São Paulo, Curitiba e Buenos Aires são as mais industrializadas, onde os efluentes industriais são tratados mais intensamente que os domésticos.

No entanto, a quantidade de efluentes não tratados põe em risco os cursos de água, já que várias destas áreas mais industrializadas estão localizadas nas nascentes dos rios, como são os casos de São Paulo, localizada no Alto Tietê, e de Curitiba, nas nascentes do rio Iguaçu. Além disso, os efluentes não tratados, derramados diretamente nos rios contaminam os aquíferos.

### 1.4.2.4 Mineração

A produção da indústria de mineração ocupa um lugar importante entre as atividades econômicas dos países da Bacia do Prata, ainda que não seja uma área altamente produtora de minerais.



Parques industriais da província de Buenos Aires, Argentina.



A Bolívia, ainda que com pouca expansão territorial dentro da Bacia, possui depósitos de ferro e manganês muito próximos ao Puerto Suárez. Nas bordas da faixa andina, existem reservas importantes de gás e petróleo. A Bolívia e a Argentina produzem a maior quantidade de petróleo da região.

Na sub-bacia do Alto Paraguai, em frente ao morro Mutún (Bolívia), está localizado o morro Urucum, onde o Brasil explora minas de ferro que exporta para a Argentina, para a Europa e China.

Um dos aspectos ambientais mais importantes da mineração são os produtos utilizados na atividade, os quais são depositados nos sedimentos dos rios da Bacia e geram efeitos acumulados historicamente a montante das zonas de produção.

Em maior escala, a contaminação gerada pela mineração é observada principalmente no sistema do rio Paraguai, em particular em duas principais sub-bacias tributárias, as do rio Bermejo e Pilcomayo. Na Bolívia, a atividade de mineração é realizada nas bacias altas deste rios, o que gera contaminação pelas águas residuais originadas pelas atividades de extração e processamento, assim como pela erosão mineira. A drena-

gem ácida foi estimada em 4 milhões de m<sup>3</sup>, aproximadamente, e está vinculada ao deramamento de 643.000 toneladas de resíduos sólidos no total. Os maiores problemas de contaminação surgem no Departamento de Oruro, onde a mineração possui uma história de centenas de anos.

No Brasil, a mineração no Planalto do rio Paraguai provoca contaminação por depósitos de mercúrio nos sedimentos do rio.

#### 1.4.2.5 Hidroeletricidade

A Bacia do Prata possui uma capacidade de geração hidrelétrica muito importante. Seu aproveitamento significa uma porção relevante da geração de energia nos países envolvidos. Para o Paraguai, em particular, representa a maior porcentagem do seu PIB.

As sub-bacias que possuem maior potencial hidrelétrico são as do Alto Paraná, Alto Uruguai e, em menor escala, a do Baixo Paraná.

As principais usinas hidrelétricas nacionais em cada país da Bacia (de mais de 100 MW de potência) são apresentadas na **Tabela e Figura 1.4.2.5.1**, correspondendo a Bacia do Alto Paraná a maior quantidade de usinas em operação.



Barragem de rejeitos na bacia do Pilcomayo, Bolívia.

Nas Tabelas 1.4.2.5.2 e 1.4.2.5.3, apresentam-se, respectivamente, as usinas hidrelétricas existentes e projetadas nos trechos transfronteiriços dos rios indicados. Com relação a estes trechos, cabe indicar que o total da potência que pode ser aproveitada é de 29.950 MW, estando quase dois terços em exploração.

Na matriz elétrica dos cinco países, a hidroenergia representa mais de 75% da capacidade instalada no Brasil, Paraguai e Uruguai. Na Argentina, representa algo mais que 30%.

A tendência atual é a integração do setor elétrico entre os países com o objetivo de aumentar as sinergias para satisfazer as demandas.

Figura 1.4.2.5.1

### Centrais hidroelétricas de mais de 100 MW de potência

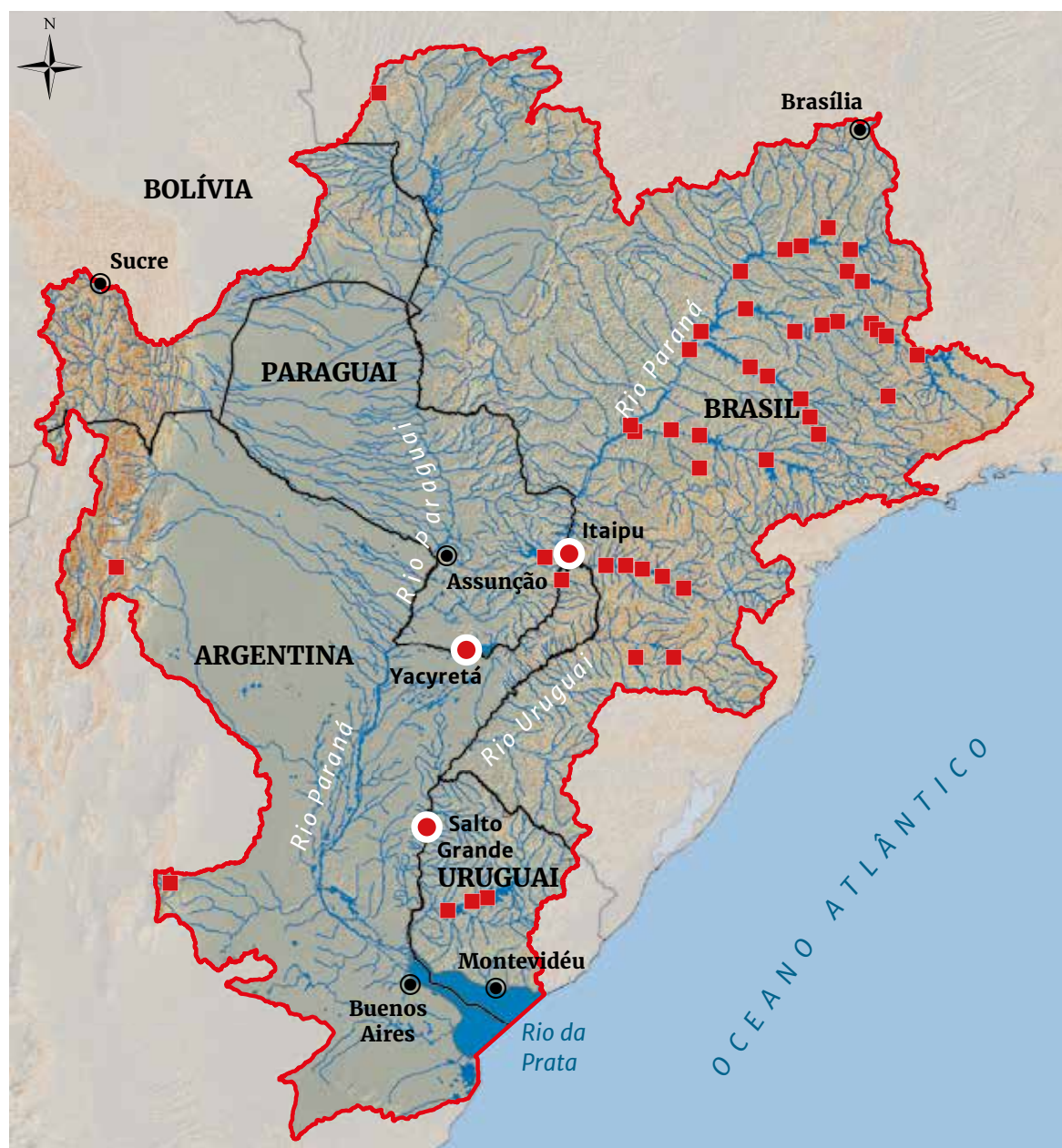


Tabela 1.4.2.5.1

**Principais usinas hidrelétricas nos trechos nacionais dos rios da Bacia do Prata**

| Usina            | Rio       | Potência (MW) |
|------------------|-----------|---------------|
| <b>Argentina</b> |           |               |
| Cabra Corral     | Juramento | 102           |
| <b>Brasil</b>    |           |               |
| Ilha Solteira    | Paraná    | 3.444         |
| Foz do Areia     | Iguazú    | 1.676         |
| Jupia            | Paraná    | 1.551         |
| Salto Osório     | Iguazú    | 1.078         |
| Emborcação       | Paranaíba | 1.192         |
| Furnas           | Grande    | 1.216         |
| Itá              | Uruguai   | 1.450         |
| Marimbondo       | Grande    | 1.440         |
| Porto Primavera  | Paraná    | 1.430         |
| Salto Santiago   | Iguazú    | 1.420         |
| Água Vermelha    | Grande    | 1.396         |
| Segredo          | Iguazú    | 1.260         |
| Salto Caxias     | Iguazú    | 1.240         |
| Estreito         | Grande    | 1.050         |
| <b>Paraguai</b>  |           |               |
| Iguaçu           | Iguazú    | 103           |
| Acaray           | Acaray    | 210           |
| <b>Uruguai</b>   |           |               |
| G Terra          | Negro     | 140           |
| Palmar           | Negro     | 330           |
| Baygorria        | Negro     | 100           |

Tabela 1.4.2.5.2

**Usinas hidrelétricas existentes nos trechos transfronteiriços da Bacia do Prata**

| Usina                           | Rio     | Potência (MW) |
|---------------------------------|---------|---------------|
| <b>Brasil e Paraguai</b>        |         |               |
| Itaipu                          | Paraná  | 14.000        |
| <b>Argentina e Uruguai</b>      |         |               |
| Salto Grande                    | Uruguai | 1.890         |
| <b>Argentina e Paraguai</b>     |         |               |
| Yacyretá (*)                    | Paraná  | 3.200         |
| <b>Potencia total existente</b> |         | <b>18.990</b> |

(\*) Está projetado o aproveitamento do braço Aña Cuá, o que somaria potência a este aproveitamento binacional.

Tabela 1.4.2.5.3

**Principais usinas hidrelétricas projetadas nos trechos transfronteiriços da Bacia do Prata**

| Usina                       | Rio     | Potência (MW) (*) |
|-----------------------------|---------|-------------------|
| <b>Brasil e Argentina</b>   |         |                   |
| Garabi                      | Uruguai | 1.152             |
| Panambi                     | Uruguai | 1.048             |
| <b>Argentina e Paraguai</b> |         |                   |
| Corpus Christi              | Paraná  | 2.880             |

(\*) Estes projetos estão em etapa de estudos, portanto a potencia poderia variar em função do desenho final adotado.

### 1.4.2.6 Navegação

A navegação a partir do Rio da Prata foi o mecanismo de ocupação da Bacia pelos espanhóis durante a colonização. A navegação na Bacia do Prata apresenta as seguintes hidroviáveis (Figura 1.4.2.6.1):

- Hidrovia Paraguai-Paraná: principal rota que conecta os países da Bacia, sendo uma importante via pela capacidade de transporte de grandes cargas. Representa a maior quantidade de carga transportada.
- Hidrovia Uruguai: no trecho a jusante da barragem de Salto Grande.
- Hidrovia Tietê-Paraná: onde a navegação se desenvolve nos trechos dentro do Brasil devido à falta de sistema de transposição na barragem de Itaipu. Tem importância no transporte interno deste país.

### 1.4.2.7 Proteção dos ecossistemas

A Bacia do Prata inclui vários ecossistemas chaves: o Gran Chaco Americano, com uma

superfície aproximada de 1.000.000 km<sup>2</sup>, o segundo maior ecossistema da América do Sul depois do Amazonas; os de Pradeiras; o Pantanal, de mais de 496.000 km<sup>2</sup>; o sistema de estuários, lagoas e banhados do Ibeirá (Argentina) e do lago Ypoá (Paraguai); a Mata Atlântica, zona declarada como reserva da biosfera (UNESCO); o Cerrado e o Delta do Paraná, constituindo um sistema hídrico com uma notável diversidade e produtividade em matéria biológica.

Vale destacar que a existência de um corredor de grandes áreas úmidas constitui uma reserva de água doce importante, com rica diversidade biológica e cultural, sumamente apropriada para a implementação de estratégias de desenvolvimento sustentável, que contemplem programas e projetos de ecoturismo, os quais podem ser uma fonte de renda para proteger o ambiente e melhorar a vida das comunidades ribeirinhas.

### 1.4.2.8 Ecoturismo

Algumas destas zonas úmidas foram designadas como de Importância Interna-



A binacional Itaipu, ainda hoje é a maior usina hidrelétrica do mundo.



Transporte de mercadorias pela Hidrovia Paraguai-Paraná



Figura 1.4.2.6.1

### Hidrovias da Bacia do Prata



cional ou Sitios RAMSAR, o que concede um maior grau de proteção. Com relação a este tema, desde 2007 e no âmbito da Convenção RAMSAR sobre zonas úmidas, os países avançaram na construção da Estratégia Regional para as Zonas Úmidas da Bacia do Prata e, em 2012, a Convenção abordou formalmente o turismo como um dos muitos serviços ecossistêmicos que favorecem as zonas úmidas no âmbito da sua 11ª Conferência das Partes (COP11). Neste evento, foram identificados os aspectos que os países devem levar em conta, no âmbito nacional e local, para garantir que o turismo das zonas úmidas seja sustentável em conformidade com o princípio do “uso racional” que estabelece a Convenção.

No âmbito da COP11, a Secretaria da Convenção do RAMSAR e a Organização Mundial de Turismo (OMT) apresentaram uma publicação que destaca o valor das zonas úmidas para o turismo, assim como os benefícios econômicos que esta atividade pode adotar para a gestão das zonas úmidas. Nesta publicação, denominada Destino Zonas Úmidas, apoiando o turismo sustentável, foram selecionados 14 estudos de caso, um dos quais se encontra na Bacia do Prata, as Lagoas e Estuários de Iberá (Corrientes, Argentina) que descreve os processos de manejo estabelecidos.

Ainda assim, existem 38 Parques Nacionais no território da Bacia do Prata (detalhados na **Tabela A.7** do *Anexo*) e estão localizados os 10 Sítios Patrimônios da Humanidade (UNESCO):

- O Parque Nacional Iguazu (Argentina e Brasil).
- As Missões Jesuíticas Guaranis San Ignacio Miní, Santa Ana, Nuestra Señora de Loreto e Santa María la Mayor (Ar-

gentina) e las Ruínas de São Miguel das Missões (Brasil)

- A Quebrada de Humahuaca (Argentina)
- As Missões Jesuíticas de Chiquitos (Bolívia)
- A cidade de Potosí (Bolívia)
- A cidade Histórica de Sucre (Bolívia)
- A cidade de Brasília (Brasil)
- A Zona de conservação do Pantanal (Brasil)
- Duas das sete antigas Missões Jesuíticas Guaranis: Santísima Trinidad de Paraná e Jesús de Tavarangüe (Paraguai).
- O Bairro Histórico da cidade de Colônia do Sacramento (Uruguai).

Neste sentido, cada vez mais se considera o ecoturismo como uma estratégia de



As Missões Jesuíticas, reconhecidas mundialmente, são um atrativo turístico da Bacia.



gestão para as áreas protegidas que, implementado de maneira apropriada, constitui uma atividade de caráter sustentável desenhada para obter um mínimo impacto no ecossistema, contribuir economicamente com as comunidades locais; respeitar as culturas, desenvolver-se utilizando um processo participativo que envolve a todos os atores e ser monitorada com o fim de identificar impactos positivos e negativos.

Na **Tabela 1.4.2.8.1** estão sintetizados os dados de empreendimentos, programas e projetos vinculados com o ecoturismo nos cinco países da Bacia, onde pode ser evidenciada uma grande diversidade de tipologias, que contemplam diferentes nichos de mercado.

Além disso, existem programas e projetos de caráter transfronteiriço (PM, 2016a):

- Projeto piloto para a Conservação da Biodiversidade no rio Paraná regulado.
- Projeto piloto para a resolução de conflitos de Usos da Água – Bacia do Rio Cuareim – Quaraí.
- Projeto Freplata – Proteção Ambiental do Rio da Prata e sua Frente Marítima: prevenção e controle da contaminação e restauração de habitats.
- Projeto para a Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani.
- Projeto Gran Chaco Manejo Sustentável de Terras no Ecossistema Transfronteiriço do Gran Chaco Americano.
- Programa Estratégico de Ação para a Bacia do Rio Bermejo. Promoção do Ecoturismo nas Yungas.

**Tabela 1.4.2.8.1**

### Emprendimientos de ecoturismo por país

| País             | Tipologia  | Quantidade |
|------------------|--|------------|
| <b>Argentina</b> | 52% ecoturismo, 19% turismo comunitário, 17% turismo rural e 12% turismo náutico | 42         |
| <b>Bolívia</b>   | 50% turismo comunitário, 31% ecoturismo, 19% turismo rural                       | 16         |
| <b>Brasil</b>    | 80% turismo rural, 20% turismo comunitário                                       | 10         |
| <b>Paraguai</b>  | 46% turismo rural, 42% ecoturismo, 8% turismo náutico, 4% turismo comunitário    | 24         |
| <b>Uruguai</b>   | 85% turismo rural, 7,5% ecoturismo, 7,5% turismo náutico                         | 41         |
| <b>Total</b>     |  | <b>133</b> |

Fonte: PM, 2016m.

### 1.4.3 Estimativa quantitativa das demandas

Com o propósito de contar com os balanços hídricos integrados, ferramentas indispensáveis para a gestão dos recursos hídricos, foi desenvolvida a quantificação das demandas de água para diferentes usos no território da Bacia, seguindo uma metodologia acordada em 2012 pelos cinco países, tendo sido feitas as estimativas para o ano de 2010.

Os usos considerados na estimativa foram o doméstico (uso da água potável rural e urbana), agrícola (irrigação de cultivos), pecuário (usos de água na produção de gado), industrial (produção manufatureira, refrigeração, etc.) e mineiro (volume total para a produção, discriminando os processos intermediários).

A integração das estimativas realizadas em cada país permite dispor dos resultados apresentados na **Tabela 1.4.3.1**, que fornece as demandas dos diferentes usos da água para toda a Bacia.

#### 1.4.3.1 Considerações sobre as demandas na Bacia do Prata

A irrigação é a principal atividade que se expande continuamente com duas características contrapostas: mitiga as deficiências da água e estimula a competência com outros usos nos períodos de maior escassez. O caso mais relevante é o cultivo de arroz que, devido grande consumo de água, gera conflitos com outros setores de demanda, como o urbano, pecuário e industrial, além da proteção dos ecossistemas.

O uso urbano representa a segunda maior demanda, existindo conflitos gerados pelo abastecimento deficiente em quantidade e qualidade em algumas sub-bacias dos rios Paraguai, Paraná e Uruguai. Esta situação se agrava nas populações urbanas marginais, que estão em constante aumento devido à forte urbanização ocorrida nas últimas décadas.

A demanda industrial ocupa o terceiro lugar pelo volume consumido, que possui um valor quantitativo similar a demanda pecu-



Encontro da equipe de direção do projeto, novembro de 2014.

Tabela 1.4.3.1.1

**Demanda de água na Bacia do Prata**

a) Integração de dados por país

| País             | Demanda em hm³/ano |               |              |              |            |               | %            |
|------------------|--------------------|---------------|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|
|                  | Populacional       | Agrícola      | Pecuária     | Industrial   | Mineração  | Total         |              |
| <b>Argentina</b> | 4.787              | 7.304         | 1.066        | 2.138        | 124        | <b>15.419</b> | <b>31,5</b>  |
| <b>Bolívia</b>   | 125                | s/d           | s/d          | s/d          | s/d        | <b>125</b>    | <b>0,0</b>   |
| <b>Brasil</b>    | 6.250              | 14.128        | 1.911        | 6.771        | s/d        | <b>29.060</b> | <b>59,3</b>  |
| <b>Paraguai</b>  | 443                | 552           | 484          | 17           | s/d        | <b>1.496</b>  | <b>3,1</b>   |
| <b>Uruguai</b>   | 397                | 2.011         | 342          | 132          | 47         | <b>2.929</b>  | <b>6,0</b>   |
| <b>Total</b>     | <b>12.002</b>      | <b>23.995</b> | <b>3.803</b> | <b>9.058</b> | <b>171</b> | <b>49.029</b> |              |
| <b>%</b>         | <b>24,5</b>        | <b>48,9</b>   | <b>7,8</b>   | <b>18,4</b>  | <b>0,0</b> |               | <b>100,0</b> |

b) Integração de dados por sistemas hídricos

| Sub-bacia           | Demanda em hm³/ano |               |              |              |            |               | %            |
|---------------------|--------------------|---------------|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|
|                     | Populacional       | Agrícola      | Pecuária     | Industrial   | Mineração  | Total         |              |
| <b>Paraná</b>       | 8.119              | 15.067        | 2.269        | 7.726        | 68         | <b>33.250</b> | <b>68,0</b>  |
| <b>Paraguai</b>     | 625                | 1.831         | 527          | 156          | 7          | <b>3.146</b>  | <b>6,4</b>   |
| <b>Uruguai</b>      | 588                | 6.598         | 594          | 427          | 20         | <b>8.227</b>  | <b>16,8</b>  |
| <b>Río da Prata</b> | 2.545              | 499           | 413          | 742          | 76         | <b>4.275</b>  | <b>8,7</b>   |
| <b>Total</b>        | <b>11.877</b>      | <b>23.995</b> | <b>3.803</b> | <b>9.051</b> | <b>171</b> | <b>48.897</b> |              |
| <b>%</b>            | <b>24,3</b>        | <b>49,1</b>   | <b>7,8</b>   | <b>18,5</b>  | <b>0,5</b> |               | <b>100,0</b> |

Fonte: PM, 2016j.



Tratamento de água, comunidade Filadélfia, Paraguai.

ária, e possui uma grande importância pelo alto valor econômico e social da atividade e pelo impacto ambiental negativo resultante da emissão pontual de efluentes que contaminam e afetam a oferta de água.

O consumo humano e animal são prioritários, e de grande transcendência econômica, já que a Bacia do Prata está sendo consolidada como a principal região produtora e exportadora de carne no âmbito mundial. Esta demanda –difícil de ser avaliada por estar distribuída de forma difusa em todo o território– é afetada permanentemente, agravando-se o problema nos períodos de seca, já que a escassez de água impacta mais que a restrição de alimentos. Existe a necessidade de aperfeiçoar os sistemas de suprimento para garantir o abastecimento e minimizar a contaminação difusa ocorrida quando os animais tem acesso direto aos corpos de água.

A demanda de mineração é de importância em parte da região, porém a informação disponível é parcial.

## 1.4.4 Relação Disponibilidade-Demanda

### 1.4.4.1 Avaliação geral qualitativa

Os usos de recursos hídricos podem acarretar conflitos quando não existe equilíbrio entre a disponibilidade e a demanda para usos consuntivos ou ainda, quando os usos não consuntivos alteram as condições do sistema hídrico, com sua variabilidade no tempo e no espaço. A **Tabela 1.4.4.1.1** apresenta uma visão global dos usos dos recursos hídricos nas sub-bacias da Bacia do Prata, indicando se não existem problemas dominantes, se existem somente alguns problemas ou se existem problemas.

Por outro lado, a **Tabela 1.4.4.1.2** identifica as áreas da Bacia com conflitos existentes ou potenciais entre a disponibilidade e a demanda, ou com limitações por usos consuntivos de água.

**Tabela 1.4.4.1.1 Avaliação geral qualitativa dos usos da água**

| Usos da água                | Paraguai |       | Paraná |       | Uruguai |       | Rio da Prata |
|-----------------------------|----------|-------|--------|-------|---------|-------|--------------|
|                             | Alto     | Baixo | Alto   | Baixo | Alto    | Baixo |              |
| <b>Abastecimento humano</b> |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Irrigação</b>            |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Energia hidrelétrica</b> |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Navegação</b>            |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Lazer / Turismo</b>      |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Aquicultura / Pesca</b>  |          |       |        |       |         |       |              |
| <b>Conflito de usos</b>     |          |       |        |       |         |       |              |

- Não existem problemas dominantes
- Existem apenas alguns problemas
- Existem problemas

Fonte: Atualizado de PM (2004).

Tabela 1.4.4.1.2

### Áreas da Bacia do Prata com conflitos existentes ou potenciais entre disponibilidade e demanda, ou com limitações por usos consuntivos de água

| Local  | Problema(*)  | Tipo     |
|--|--|----------|
| <b>Sub-bacia Alto Paraguai</b>                             |  |          |
| Região metropolitana de Cuiabá (rio Cuiabá)                | Redução da disponibilidade pela contaminação por efluentes urbanos.  | Local    |
| Planalto e Pantanal  | Depósito de sedimentos na zona do Pantanal devido aos processos erosivos no Planalto.  | Regional |
| Mato Grosso e Mato Grosso do Sul                           | Baixa cobertura de saneamento. Apenas 10% da água captada é tratada.<br>Disposição desordenada de resíduos sólidos e lançamentos diretos de efluentes nos cursos da água (Cuiabá, Várzea Grande e Rondonópolis). | Local    |
| <b>Sub-bacia Baixo Paraguai</b>                            |  |          |
| Chaco  | Possui restrições de água por falta de oferta e demanda difusa.  | Regional |
| Bacia do rio Tebicuary                                     | Conflito de usos da água entre serviços urbanos, irrigação, pesca artesanal e ecossistemas.  | Regional |
| Rios Bermejo e Pilcomayo                                   | Efeito dos sedimentos sobre a captação de água para abastecimento.<br>Contaminação difusa da água proveniente dos cultivos (Paraguai e Argentina) e do solo desnudo e da atividade agropecuária (Bolívia).       | Regional |
| <b>Sub-bacia Alto Paraná</b>                               |  |          |
| Rio Tietê, região Metropolitana de São Paulo               | Alta demanda de água e mananciais contaminados.<br>Alta demanda na bacia de cabeceira.   | Local    |
| São Paulo e Curitiba (rios Tietê e Iguaçu respectivamente) | Vazões baixas e, portanto, baixa capacidade de assimilação da contaminação urbana nas cabeceiras da bacia.<br>Baixa cobertura de saneamento e baixo grau de tratamento.  | Local    |
| Sistemas hídricos próximos a Brasília – Distrito Federal   | forte expansão urbana com áreas de agricultura de irrigação.<br>Alta demanda, contaminação e conflitos com o uso da irrigação. Cabeceira das bacias.   | Local    |
| Região metropolitana de Goiânia                            | Forte expansão urbana e efluentes sem tratamento com redução de qualidade.   | Local    |
| Região metropolitana de Campo Grande                       | Expansão urbana e contaminação de efluentes.<br>Cabeceira dos rios.  | Local    |

Tabela 1.4.4.1.2 – Continuação

### Áreas da Bacia do Prata com conflitos existentes ou potenciais entre disponibilidade e demanda, ou com limitações por usos consuntivos de água

| Local  | Problema(*)  | Tipo                         |
|--|--|------------------------------|
| Sub-bacias do rio Paranaíba                                  | Forte expansão da irrigação na bacia, conflitos com pequenas usinas hidrelétricas e processamento industrial de álcool.  | Local                        |
| <b>Sub-bacia Baixo Paraná</b>                                |  |                              |
| Rio Paraná à jusante da confluência com o Bermejo – Paraguai | Vazão de sólidos afetando a navegação.<br>Deterioração da qualidade da água.   | Regional                     |
| <b>Sub-bacia Uruguai</b>                                     |  |                              |
| Rio do Peixe   | Contaminação industrial com produção e processamento de aves e porcos com perda de oferta de água para as cidades.   | Local                        |
| Afluentes do Uruguai   | Disponibilidade de água limitada durante os períodos de seca devido a falta de regulação.  | Local                        |
| Ibicuí y Cuaráí  | Alta demanda de água para irrigação da plantação de arroz no Brasil, Uruguai e Argentina. Conflito com os usos urbanos.  | Transfronteiriço             |
| Trecho do rio Uruguai situado em território brasileiro       | Efluentes residuais domésticos com baixo nível de tratamento.<br>Agroindústria, principalmente suinocultura e avicultura, sem adequado ou nenhum tratamento dos efluentes ou resíduos gerados.<br>Agricultura com ausência de práticas de conservação de solos e com uso de agroquímicos.<br>Erosão devido à exploração madeireira e da agricultura.<br>Contaminação industrial e devido à atividade de mineração. | Regional<br>Transfronteiriço |
| <b>Acuífero Guaraní</b>                                      |  |                              |
| Zona sul do aquífero, fronteira entre Brasil e Uruguai       | Investimento do fluxo local em direção à cidade de Santana do Livramento devido à exploração da água subterrânea para a cobertura de 100% da cidade.   | Local<br>Transfronteiriço    |
| Zona sul do aquífero, fronteira entre Brasil e Uruguai       | Depleção dos níveis de água subterrânea devido ao crescimento das cidades, com o consequente aumento do uso deste recurso.   | Transfronteiriço             |
| Zona termal, fronteira entre Argentina e Uruguai             | Possibilidade de diminuição de vazões e de temperaturas, com grandes perdas do comércio termal.  | Transfronteiriço             |

(\*) Los problemas son en zonas específicas y no en toda la subcuenca



## 1.5 Sistemas de monitoramento, alerta e previsão hidroclimática

### 1.5.1 Sistemas de monitoramento hidrometeorológico

#### 1.5.1.1 Observações meteorológicas

As observações e previsões meteorológicas, em geral, são algumas das principais atividades dos serviços meteorológicos de cada país; na Bacia do Prata, cada um dos 5 países conta com uma instituição deste tipo:

- Argentina: Serviço Meteorológico Nacional (SMN)
- Bolívia: Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI)
- Brasil: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
- Paraguai: Direção de Meteorologia e Hidrologia (DMH)
- Uruguai: Instituto Uruguaio de Meteorologia (INUMET)

Estas instituições são o vínculo de cada país com a Organização Meteorológica Mundial (OMM) que, desde 1950, é o organismo das Nações Unidas especializado na meteorologia (tempo e clima), na hidrologia operacional e nas ciências geofísicas conexas.

Em alguns países, as observações meteorológicas também são realizadas através de outros órgãos, entre eles:

- Argentina: Instituto de Tecnología Agropecuária (INTA)
- Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres

Naturais (CEMADEN) e Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR)

- Paraguai: Instituto Paraguayo de Tecnología Agrária (IPTA)
- Uruguai: Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA)

Vale ressaltar que na Bacia do Prata, o setor privado e organizações não governamentais também possuem participação nas observações meteorológicas. Assim, as associações de produtores agropecuários têm participação ativa neste tema. Por exemplo, a Federação de Cooperativas de Produção (FECOPROD), no Paraguai, administra a Rede de Estações Meteorológicas e Agrícolas, com transmissão telemétrica e disponível online; na Argentina, as Bolsas de Cereais de Rosario e Entre Rios também dispõem de sistemas de observação meteorológica semelhantes.

#### 1.5.1.2 Observações hidrológicas

Os serviços meteorológicos também podem incluir as observações hidrológicas, como é o caso do SENAMHI da Bolívia, onde ambos os tipos de observações oficiais estão a cargo de uma mesma instituição. Porém, no resto dos países da Bacia do Prata, as observações hidrológicas são realizadas por outras instituições nacionais:

- Argentina: Subsecretaria de Recursos Hídricos (SSRH), Instituto Nacional da Água (INA) e Direção Nacional de Vias Navegáveis (DNVN)
- Brasil: Agência Nacional de Águas (ANA)
- Paraguai: Administração Nacional de Navegação e Portos (ANNP) e Direção Geral de Proteção e Conservação dos Recursos Hídricos da Secretaria de Ambiente.

- Uruguai: Direção Nacional de Águas (DI-NAGUA)

Além destas instituições, existem entidades regionais ou provinciais que realizam o monitoramento hidrológico e entes nacionais que requerem a informação para fins específicos, como o setor energético:

- Paraguai: Administração Nacional de Eletricidade (ANDE)
- Uruguai: Administração Nacional de Usinas e Transmissões Elétricas (UTE)

No setor hídrico também destacam-se as entidades que operam usinas hidrelétricas nos rios internacionais e internos da bacia, as quais são operadoras de estações hidrometeorológicas:

- Brasil-Paraguai: Itaipu Binacional (IB)
- Argentina-Paraguai: Entidade Binacional Yacyretá (EBY)
- Argentina-Uruguai: Comissão Técnica Mista de Salto Grande (CTM)

Como pode ser observado no exposto, a informação hidrometeorológica é gerada por redes operadas por diferentes atores –públicos ou privados, nacionais ou binacionais– o que representa um desafio no momento de integrar a informação.

### 1.5.1.3 Redes de observação

A Bacia do Prata conta com uma rede de monitoramento de parâmetros hidrológicos e de qualidade de água com

uma marcada assimetria, tanto no que diz respeito a seus aspectos qualitativos, como quantitativos. A quantidade de estações, suas características, distribuição e densi-

dade da rede apresentam diferenças importantes.

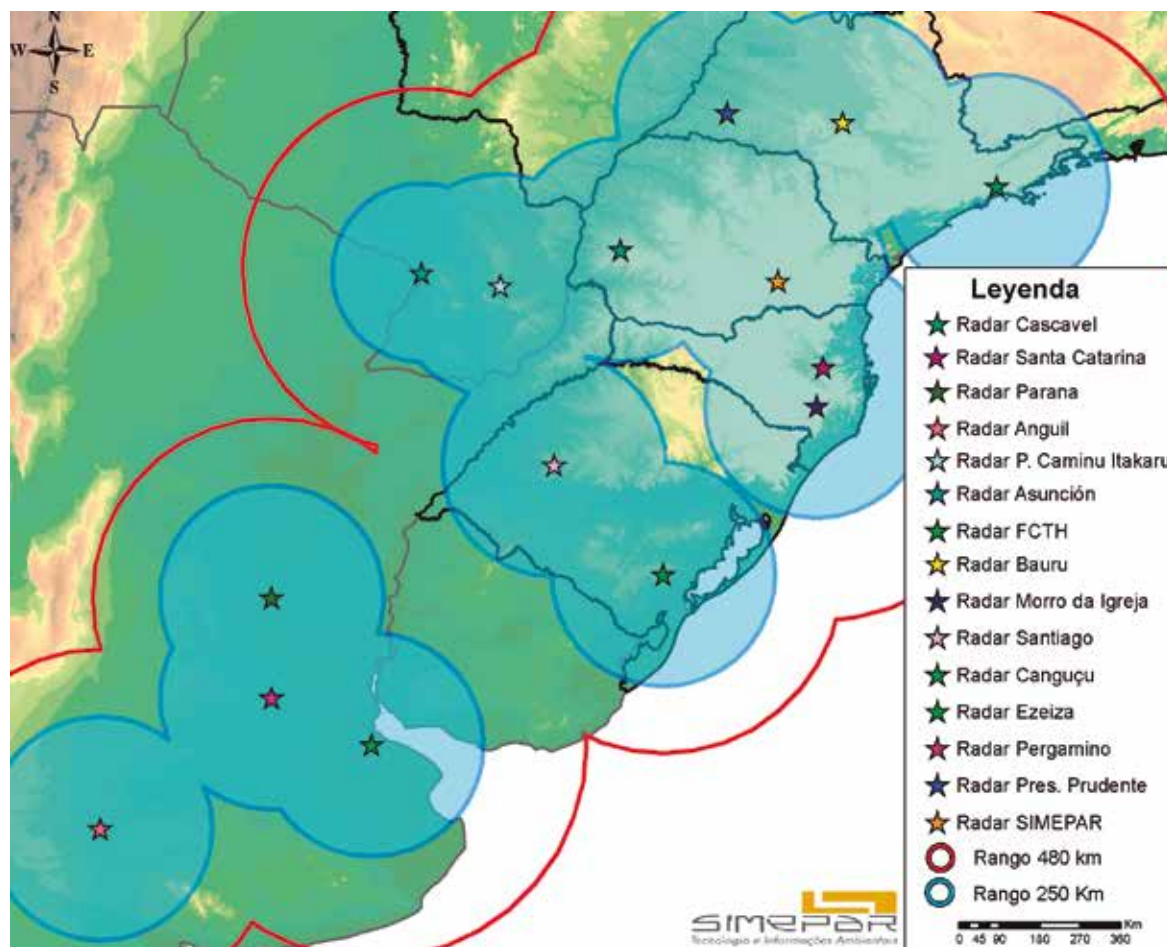
No geral, observa-se uma quantidade significativa de estações, basicamente de medições pluviométricas e hidrométricas, com séries de registros de longitude variada, que permitiriam avaliar a disponibilidade do recurso e planificar seu uso com fins múltiplos. No entanto, quando são consideradas estas redes no âmbito de sub-bacias, são observadas diferenças marcantes, sendo as sub-bacias do Paraná as que possuem a rede com melhores características, enquanto que as do rio Uruguai e, fundamentalmente, as do rio Paraguai, apresentam as maiores diferenças.

### 1.5.1.4 Radares meteorológicos na Bacia do Prata

O processo de colocação de radares na Bacia do Prata está sendo executado. Há alguns anos, países como Argentina, Brasil e Paraguai, contam com estes sistemas de observação hidrometeorológica que representam uma ferramenta poderosa para a previsão e alerta hidrometeorológico com ampla aplicação, como é o caso da gestão de riscos de desastres naturais, entre outros (**Figura 1.5.1.4.1**).

Na Argentina, entre 2007 e 2010, foram iniciados acordos entre a SSRH e a SMN para a criação de um sistema de radares que cubra todo o território argentino. Para isso, foi pensado um aumento da quantidade de sensores integrando os radares existentes com outros novos de fabricação nacional. Em 2011, foi lançado o Sistema Nacional de Radares Meteorológicos (SINARAME), desenvolvido em conjunto pelo Ministério de Planejamento Federal, Investimento Público e Serviços e o Ministério de Defesa, com a participação da empresa pública INVAP S.E.

Figura 1.5.1.4.1

**Radares meteorológicos da Bacia do Prata**

O projeto, coordenado e supervisionado pela SSRH, tem como objetivo o desenvolvimento e a construção de Radares Meteorológicos Argentinos (RMA) Doppler em Banda C e dupla polarização, no planejamento e implantação de um Centro de Operações (COP) com capacidade para receber, processar e analisar os dados da Rede Nacional de Radares Meteorológicos e informação relacionada e a integração dos radares existentes no território nacional e os novos radares nacionais, otimizando, assim, os recursos disponíveis e seus usos. Esta rede de radares meteorológicos está sob a operação do Serviço Meteorológico Nacional.

Até o presente momento, Argentina conta com os seguintes radares meteorológicos (RM) que envolvem áreas da Bacia do Prata: SMN 1 RM em Ezeiza (Buenos Aires), INTA 1 RM Doppler em Pergamino (Buenos Aires), INTA 2 RM Doppler em Paraná (Entre Ríos) e Tabacalera Jujuy 1 RM.

As instituições que integram o SINARAME são: como sócios-fundadores, SMN, INA, INTA E SSRH. Atualmente, também formam parte do projeto o Serviço de Hidrografia Naval (SHN), a Universidade de Buenos Aires (UBA), o Centro de Investigação do Mar e da Atmosfera (CIMA), a Universidade Nacional de Córdoba (UNC), a Arma-

da Argentina, a Administração Nacional de Aviação civil (ANAC), a Direção de Agricultura e Contingências Climáticas de Mendoza (DACC) e a empresa LATSER, de serviços agrícolas da província de Jujuy.

No Brasil, destaca-se como um dos objetivos estratégicos do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres Naturais, a ampliação da rede de observação de condições de tempo e clima no território nacional, que tem como objetivo o melhor acompanhamento possível para os 821 municípios considerados prioritários, por possuírem registros de ocorrência de desastres naturais, como deslizamentos e inundações.

Antes do lançamento do Plano, em agosto de 2012, a rede instalada de radares meteorológicos possuía 23 unidades em operação. Esta rede está sendo ampliada com a aquisição –por parte do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação– de nove radares com tecnologia de última geração, que serão instalados em regiões que atualmente não são monitoradas por estes sistemas.

A operação e manutenção dos radares será realizada pelo CEMADEN em cooperação com o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), o Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), a Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e outras instituições.

Na parte brasileira da Bacia do Prata, a cobertura de radares meteorológicos tende a ser completa e os mesmos são operados por várias instituições como o CEMADEN, DECEA, DAAE, Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e a Universidade de São Paulo (USP).

Já no Paraguai, a Direção Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC) opera, através da Direção de Meteorologia e Hidrologia, um radar meteorológico localizado em Assunção. Existem planos para ampliar a rede com um radar no centro da região oriental do país, a fim de obter uma melhor cobertura regional. Esta iniciativa ajudaria a melhorar a cobertura de radares meteorológicos na Bacia do Prata, visando uma integração regional de radares da Argentina, Brasil e Paraguai.

A DINAC mantém uma fluída comunicação com a SSRH da Argentina e o SIMEPAR



Inundações sobre o rio Paraguai.

do Brasil, no que diz respeito aos sistemas de observação hidrológica e meteorológica, assentando as bases para um cenário futuro de ampliação e integração regional da rede de radares.

Entre 2012 e 2015, foram realizadas na Bacia do Prata, no âmbito do Programa Marco, workshops sobre Sistemas de Alerta, Integração de Redes de Monitoramento e de Instalação de Radares, buscando a integração dos radares da Argentina, do Brasil e do Paraguai.

A possibilidade de ampliar a rede de radares da Bacia do Prata e de sua interconexão, é um desafio que presume enormes benefícios para a melhoria dos sistemas de alerta hidrometeorológico regional. A possibilidade de um radar meteorológico funcionando no Uruguai, e integrado regionalmente, ajudaria a fechar as lacunas nas observações de radares meteorológicos da Bacia.

### 1.5.1.5 Satélites meteorológicos

Com o objetivo de contar com dados atualizados das condições meteorológicas que afetam a grandes áreas e realizar o seguimento e desenvolvimento de sistemas meteorológicos de escala sinóptica –precipitantes ou não– que possam trazer informações para previsões e alertas, está-se recorrendo, na Bacia, a informações obtidas de satélites meteorológicos.

Na Bacia do Prata, são várias as fontes de informação que atualizam dados e imagens a cada 30 minutos. Os serviços meteorológicos da região processam informação do GOES-13, que está disponível em tempo real. Vários são os tipos de imagens disponíveis de forma operativa durante todo o dia (imagem infravermelho, imagem visível, topos das nuvens e vapor da água), todas elas forne-

cendo informações úteis para definir o estado e a situação da previsão climática.

Produtos provenientes de outros satélites, em geral de órbita polar, estão disponíveis com o aporte de informação complementar, como chuvas e índices de instabilidade.

### 1.5.1.6 Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observação da OMM (WIGOS)

WIGOS (Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observação OMM/*WMO Integrated Global Observing System*) é uma proposta integrada para melhorar e desenvolver o sistema de observação da OMM. WIGOS impulsionará a evolução ordenada dos atuais sistemas de observação (GOS, GAW, WHYCOS), operados pelos seus países membros, num sistema de observação integrado, inteligente e coordenado. Isso cobrirá os crescentes requerimentos de observação dos membros da OMM de forma sustentável, melhorando a coordenação dos sistemas de observação do órgão com aqueles de organizações internacionais associadas.

WIGOS, apoiado pelo Sistema de Informação da OMM (SIO), será a base para fornecer observações e produtos seguros, confiáveis e em tempo real, relacionados com o tempo, o clima, a água e o meio ambiente para todos os seus membros e programas.

As autoridades de órgãos de gestão de questões meteorológicas e hidrológicas da Bacia acordaram, na XVI Reunião da AR-III, OMM (Assunção, setembro de 2014), desenvolver na Bacia do Prata o programa WIGOS – SA/CP, cujo principal objetivo “é servir-se do WIGOS para criar uma rede hidrometeorológica homogênea no sul da América do Sul, na qual participem os cinco países da Bacia e seus respectivos serviços meteorológicos



e hidrológicos e órgãos que se ocupam das questões hídricas, o CIC e a OMM”.

WIGOS-SA-CP possui, entre outros objetivos, os de ajustar as redes existentes, otimizar sua distribuição, expandir a rede de radares, introduzir processos de controle de qualidade comuns e intercambiar melhores práticas de observações.

Em Setembro de 2015 foi realizado, em Brasília, o Terceiro Workshop sobre Redes Hidrometeorológicas da Bacia do Prata, no qual participaram autoridades e técnicos dos serviços meteorológicos e hidrológicos e de órgãos de gestão dos recursos hídricos da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, com o fim de estabelecer propostas para o Programa de Ações Estratégicas (PAE) e dar seguimento ao Programa WIGOS. Dentre as conclusões do Workshop vale mencionar, entre outras, as seguintes propostas para o PAE: definir redes hidrometeorológicas estratégicas básicas para a Bacia do Prata com visão regional; coletar a experiência positiva do antecedente do Projeto Sistema Aquífero Guaraní e outros projetos regionais; intensificar a rede de radares; promover o desenvolvimento de satélites geoestacionários próprios para aplicações hidrometeorológicas; criar Centros Regionais (virtuais) Hidrometeorológicos Aplicados, como fatores de integração; definir protocolos unificados de intercâmbio de dados e promover instâncias participativas de gestão integrada de recursos hídricos no que diz respeito a sub-bacias.

## 1.5.2 Sistemas de alerta e previsão hidroclimática

### 1.5.2.1 Por país e sistemas da Bacia do Prata

Como descrito anteriormente, são várias as fontes de informação hidrometeorológica

disponíveis na Bacia do Prata. Além disso, são diversas as instituições que realizam o processamento dos dados em tempo real, a fim de gerar informação a partir dos dados básicos e, assim, obter uma sequência hidroclimática, uma previsão ou uma alerta.

Dado que os exemplos neste terreno são múltiplos, por questões de praticidade serão detalhados a seguir somente alguns exemplos de produtos que são gerados por órgãos de diferentes países da Bacia do Prata.

#### • Argentina

##### **Serviço Meteorológico Nacional (SMN)**

Entre as funções do SMN, encontra-se a de “realizar e difundir alertas meteorológicos que coloquem em risco a vida ou o patrimônio dos habitantes”. Na atualidade são produzidos, para o território nacional, quatro tipos de alertas: (1) Pré-aviso de alerta, (2) Avisos a curto prazo, (3) Alerta e (4) Alertas por fenômenos persistentes.

O SMN fornece uma gama de produtos e serviços, entre eles:

- *Monitoramento de precipitação por satélite:* são elaborados mapas de precipitações acumuladas em 10 dias para o último mês e mensais para os últimos 12 meses, derivados das estimativas orbitais de precipitação fornecidas pela missão Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), um esforço conjunto entre a NASA e a Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).
- *Análise da precipitação acumulada e anomalias na Bacia do Prata:* realiza-se um monitoramento e análise dos componentes hidrometeorológicos para a Bacia do Prata no seu conjunto. Os produtos elaborados correspondem a mapas de precipi-

tação acumulada e anomalias de precipitação em 10 dias para o último mês, assim como mensais para os últimos 12 meses, a partir de medições realizadas nas estações meteorológicas da superfície.

- *Análise de precipitação estimada e prevista para sub-bacias da Bacia do Prata:* O SMN também produz gráficos com a frequência relativa porcentual da precipitação estimada mediante informação via satélite (TRMM) nas diferentes sub-bacias da Bacia do Prata.

Para cada sub-bacia são elaborados gráficos e representados os valores de precipitação em forma de intervalos é indicada a frequência relativa em termos de quantidade de pontos dentro do domínio da sub-bacia mencionada em relação ao total da mesma, nos quais registra-se um valor de precipitação num intervalo determinado. Este produto permite realizar, diariamente, um monitoramento do comportamento da precipitação acumulada nos últimos 10 dias (década) para cada sub-bacia. Dessa maneira, é representada, de forma resumida, a distribuição dos valores de precipitação par aos últimos dez dias, focada na área de interesse.

Para complementar a informação fornecida através dos dados via satélite sobre a situação hídrica atual de cada sub-bacia (do ponto de vista da precipitação) foram elaborados, também, histogramas da quantidade de chuva prevista pelo Modelo ETA do SMN para os seguintes seis dias (começando em um determinado dia), para cada sub-bacia. Neste caso, o histograma representa a distribuição da frequência relativa em percentual de precipitação prevista nas diferentes sub-bacias.

### ***Instituto Nacional de Água (INA)***

O INA é um órgão descentralizado dependente da Subsecretaria de Recursos Hídricos

da Nação. É o responsável pelo desenvolvimento e operação do sistema de Informação e Alerta Hidrológico da Bacia do Prata (SiyAH).

Os objetivos do SiyAH são: (1) Prever, com a maior antecipação possível, eventos de inundação ou de vazão mínima pronunciados; (2) Conhecer em todo momento o estado da bacia e (3) Produzir regularmente previsões hidrológicas em pontos de interesse.

O SiyAH apoia-se na Rede Hidrométrica Nacional (42 estações) e numa Rede Hidrométrica Internacional (30 estações). Em 2013, coincidindo com o Ano Internacional da Cooperação na Esfera da Água, a Argentina encarou um projeto de integração de redes, com a participação de entidades nacionais, provinciais, municipais, organizações da bacia, universidades e empresas, somando um total de 3.067 estações hidrometeorológicas.

Os produtos gerados são públicos e disponíveis através da internet, e incluem:

- Informação hidrológica diária do Sistema Bacia do Prata.
- Possíveis cenários hidrológicos na Bacia do Prata para o próximo trimestre.
- Previsão, a curto prazo, da precipitação.
- Modelo e previsão hidrológica de alturas do rio Paraná.
- Produtos derivados de sensores remotos

As previsões de altura do rio Paraná em diferentes pontos do setor argentino, que em situações normais se realizam a cada 5 ou 10 dias, em crescentes ou baixas significativas, são previstas máximas ou mínimas, respectivamente, com maior frequência.

## **Programa ALERT.AR**

O programa ALERT.AR, financiado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Produção do Ministério de Defesa, está sendo implementado desde o ano 2014 pelo SMN, o INTA e o Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas (CONICET), com a finalidade de gerar previsões meteorológicas capazes de determinar as condições ambientais para o desenvolvimento de eventos extremos com um alto impacto na população e em seus bens.

O objetivo geral do programa é desenvolver e implementar no âmbito operacional, múltiplas ferramentas de análise da informação proveniente de sensores remotos e modelos numéricos, a fim de permitir tomar decisões em tempo real, que possibilitem melhorar o tempo de resposta das alertas meteorológicas com o objetivo de enfrentar as perdas humanas, econômicas e sociais que geram as tormentas.

## **Outros sistemas**

A Bacia do Prata, na altura da Argentina, conta com outros sistemas de alerta para sub-bacias específicas, como o Sistema de Alerta do rio Salado e o sistema de alerta conta com outros sistemas de alerta precoce da cidade de Santa Fe.

### **• Bolívia**

#### **Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI)**

É o órgão regulador das atividades meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas e afins no âmbito nacional, com representação internacional em sua atividade. Como instituição de ciência e tecnologia, presta serviços especializados para contribuir com o desenvolvimento sustentável

do Estado Boliviano, atendendo aos requerimentos de informação no âmbito nacional e internacional, participa na vigilância atmosférica mundial e presta auxílio ao sistema de Defesa Civil para prevenção de desastres.

Atualmente, a base de dados do SENAMHI conta com a informação de aproximadamente 1.000 estações meteorológicas distribuídas em todo o país, incluídas as pluviométricas. O tratamento de dados foi realizado de forma manual até 1984; posteriormente, foram utilizadas planilhas eletrônicas até que, em 1994, foi implementado o programa CICLOM e, desde 2002, utiliza-se o SISMET, um sistema de processamento de dados meteorológicos desenvolvidos localmente.

Com relação a hidrologia, tem-se informações de 319 estações hidrológicas. Em 1983, foi introduzido o programa HYDROM para o tratamento e armazenamento da informação hidrométrica e o PLUVIOM para a informação pluviométrica, ambos programas facilitados pelo ORSTOM. Atualmente, IRD 2002 HYDRACCES é o utilizado para o tratamento de dados hidrológicos no SENAMHI.

A rede de estações hidrometeorológicas da Bolívia na Bacia do Prata conta atualmente com 165 estações, das quais 142 são meteorológicas e 23 são hidrológicas.

A Bolívia tem experiência em sistemas de alerta precoce, especialmente nos rios da Bacia Amazônica, como o Beni, o Madre de Dios e em outros arroios. O Programa de Gestão de Riscos de Inundação no Beni fornece a geração de um sistema para previsões hidrológicas, o fortalecimento da rede hidrométrica e o fortalecimento do equipamento técnico para o suporte de manejo de dados e do modelo.

### ***Sistema Nacional Integrado de Informação para a Gestão do Risco de Desastres***

O Vice Ministério de Defesa Civil (VIDECI) é a entidade que está a cargo do sistema de gestão de riscos, e tem como suporte o Sistema Nacional de Alerta Precoce de Desastres (SNATD) o qual, por sua vez, tem como suporte técnico a plataforma DEWETRA.

- **Brasil**

#### ***Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)***

Evolução mensal e sazonal das chuvas no Brasil: o conhecimento histórico das chuvas mensais ou sazonais é um dos produtos mais requeridos e importantes para caracterizar a distribuição espacial e temporal das chuvas observadas, de grande aplicação em setores como emergências, energia, agricultura ou turismo, e é também a base

para a previsão climática. O CPTEC disponibiliza gráficos tipo boxplot ou digrama de caixa como um produto de monitoramento climático de chuvas mensais e sazonais para 124 regiões do Brasil. Estes produtos são gerados utilizando uma série histórica de 30 anos de dados de precipitação sobre o Brasil (1981-2010).

Por outro lado, utilizando um modelo de cooperação entre várias instituições do país, realiza-se uma análise sobre a precipitação ocorrida na sub-bacia do rio Grande, no Alto Paraná, durante um ano hidrológico.

#### ***Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)***

O INMET, na sua página web, fornece informações sobre a precipitação acumulada nos últimos dias, apresentando mapas para todo o Brasil, para períodos específicos recentes, com atualização diária.



Inundações na Bolívia.

Entre outros produtos climáticos, o INMET também disponibiliza produtos probabilísticos da precipitação acumulada trimestralmente, com atualização em tempo real para uma quantidade de estações meteorológicas, incluindo várias localizadas na Bacia do Prata.

### **Agência Nacional de Águas (ANA)**

A Agência Nacional de Águas (ANA) é a instituição que implementa, controla e examina os instrumentos de gestão criados pela Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil. Dessa forma, seu espectro de regulação ultrapassa os limites das bacias hidrográficas pois alcança aspectos institucionais relacionados com a regulação dos recursos hídricos no âmbito nacional.

A ANA é, também, o órgão que opera o Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (SNIRH), onde está disponível o Sistema de Monitoramento Hidrológico (telemétrico) entre outras fontes de informação. Alguns produtos hidroclimáticos são gerados pela ANA em conjunto com outras agências. Um exemplo é a colaboração com o *Climate Prediction Center* (CPC) da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dos Estados Unidos, em particular uma análise de precipitação para as 12 regiões hidrológicas do Brasil.

### **• Paraguai**

#### **Direção Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC)**

A Direção de Meteorologia e Hidrologia, dependentes da DINAC, é a encarregada da emissão de alertas de origem meteorológica, particularmente aqueles produzidos por tormentas severas que geram situações de risco por chuvas intensas, fortes ventos e queda de granizo. Uma comunicação dire-

ta com a Secretaria de Emergência Nacional (SEN) permite ativar um sistema de alerta no âmbito nacional.

A DMH conta com uma rede de estações meteorológicas convencionais e automáticas, um sistema de captura de imagens de satélites meteorológicos e um radar meteorológico; além disso, foram retomadas as observações de rádiosondagem em Assunção implementando o sistema LEAS (*Leading Environmental Analysis and Display System*), que facilita o desenrolar de dados e imagens de sistemas de observação automáticos, de radar e de satélites.

Entre os desafios e projetos a curto prazo, encontram-se: a modernização da rede nacional de vigilância da atmosfera através da implementação de estações meteorológicas e hidrológicas automáticas com transmissão via satélite e GPRS; a implementação de um novo Radar Meteorológico ao oeste da Região Oriental; a implementação de um sistema de Rádiosondagem em Mariscal Estigarribia; a implementação dos serviços climáticos; e a incorporação de recursos humanos qualificados.

Outro desafio para a DMH é fortalecer a hidrologia operativa no Paraguai já que atualmente apresenta deficiências tais como uma rede hidrométrica de baixa densidade e distribuída de forma heterogênea; carência de medições de vazão e deficiência na coordenação das atividades no campo da hidrologia operativa, as quais são, atualmente, setoriais. Consequentemente, está planejado o avanço no conhecimento e previsão de inundações e secas; o estudo da disponibilidade e qualidade da água em diferentes bacias para os distintos usos; administração de operações de dragagem para navegação e participação do país nos programas regionais e internacionais de ambiente e mudanças do clima.



A DMH disponibiliza, na sua página web, o comportamento diário do rio Paraguai comparando com situações extremas de inundações e secas.

### ***Administração Nacional de Navegação e Portos (ANNP)***

No Paraguai, as observações hidrológicas, particularmente as de altura hidrométrica diária, são realizadas por este órgão em coordenação com a Direção de Hidrografia e Navegação da Armada Paraguaia, o qual dispõe de vários pontos de medição sobre o trecho paraguaio do rio Paraguai e também o trecho fronteiriço. Estas observações permanentemente comparadas com o comportamento médio e com os extremos observados no passado, são ferramentas muito úteis para a emissão dos alertas hidrológicos. A ANNP também coordena atividades com a DINAC para emissão de alertas hidroclimáticos de maneira conjunta. Um caso particular acontece em situações de inundação do rio Paraguai, que afetam várias cidades ribeirinhas, requerendo acompanhamento permanente acerca da evolução dos fenômenos, como o do El Niño, normalmente associado aos extremos de precipitação sazonal. Operativamente, a DINAC processa a informação diária do nível do rio Paraguai conjuntamente com a ANNP, e desenvolve uma análise hidroclimática do Rio Paraguai em situações de fases definidas do ENOS.

## **• Uruguai**

### ***Instituto Uruguaio de Meteorologia (INUMET)***

Os serviços climáticos no Uruguai são diversos. Como exemplo, o INUMET elabora valores mensais de precipitação acumulada e sua anomalia correspondente, utilizando todos os pluviômetros que constituem a Rede Pluviométrica Nacional.

### ***Instituto Nacional de Investigación Agropecuária (INIA)***

Utilizando como base os dados de 75 estações meteorológicas do INUMET e 5 estações próprias, O INIA também realiza análises pluviométricos para fins agrícolas, representando a precipitação sazonal e suas correspondentes anomalias.

O INIA difunde um balanço hídrico dos solos, calculado com base na precipitação, evapotranspiração e o estado de umidade do solo obtendo, assim, o índice de bem-estar hídrico para 10 e 30 dias, através da informação recolhida de 84 estações meteorológicas.

### ***UdelaR-DINAGUA-SINAE***

O Uruguai conta com um Sistema Nacional de Emergências (SINAE), que é a instância específica e permanente de coordenação das instituições públicas para a gestão integral do risco de desastres. Intervém, entre outras, a Direção Nacional de Águas (DINAGUA), o INUMET e a Universidade da República (UDELAR). No que diz respeito aos departamentos, foram constituídos Comitês Departamentais para Emergências.

O Departamento Durazno implementou um Sistema de Alerta Precoce de Inundação (SAT), que se baseia no modelo hidrológico-hidrodinâmico numa área de 8.750 km<sup>2</sup>, utilizando dados de precipitação em tempo real e previsões de precipitação e vento, assim como dados de topografia, solos, geologia e usos do solo. Os resultados do modelo dão o nível de alerta de inundação para a cidade de Durazno na escala de Alto, Médio e Baixo, com gráficos de 20 dias (10 passados e 10 futuros) de níveis diários do rio Yí em frente a cidade.

A XII Reunião do Grupo de Trabalho sobre Hidrologia e Recursos Hídricos da AR-III

da OMM, realizada no Uruguai em março de 2014, resolveu apoiar a proposta do país para estender este sistema às cidades de Artigas e Quaraí, localizadas de ambos lados do rio binacional Cuareim/Quaraí, compartilhado com o Brasil, e a cidade de Treinta y Tres, na bacia do rio Olimar, sub-bacia da, também binacional uruguaio-brasileira lagoa Merín.

### 1.5.2.2 Fóruns e serviços climáticos no âmbito da OMM

- **Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul (CRC-SAS)**

O Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul é uma organização virtual, constituída em rede, segundo os princípios definidos pela OMM. Encontra-se em sua etapa inicial de implementação e oferece serviços climáticos, em apoio aos serviços meteorológicos hidrológicos nacionais, e outros usuários dos países localizados na região sul do continente.

O CRC-SAS está estruturado da seguinte maneira: Argentina e Brasil são os países responsáveis; Paraguai e Uruguai são membros, enquanto Bolívia e Chile são países associados. As instituições colaboradoras são: na Argentina, o Departamento de Ciências da Atmosfera e Oceanos da Universidade de Buenos Aires, o Centro Nacional Patagônico, o CIMA do CONICET e o INTA; no Brasil, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e o SIMEPAR.

O Comitê Executivo é formado pelos diretores dos serviços meteorológicos e conta com os seguintes Grupos de Trabalho: Gestão de dados, desenvolvimento e produção de produtos; Infraestrutura de tecnologias da informação, desenho e manutenção web; Treinamento e desenvolvimento de capacidades; Atividades de pesquisa as-

sociadas, incluindo mecanismos de interface com usuários.

Com relação à Rede de Estações Meteorológicas do CRC-SAS, os países se comprometem a contribuir com dados de um número de estações convencionais definidas, totalizando 313 estações meteorológicas (Tabela 1.5.2.2.1). O controle de qualidade conta com um *superset* de controles na literatura e utilizados na região, implementados em R (software aberto e livre), e estão previstos fundos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para treinar a equipe de serviços dos países-membro do CRC-SAS.

- **Marco Mundial para os Serviços Climáticos (MMSC)**

Os participantes da Terceira Conferência Mundial sobre o clima, realizada em 2009 na cidade de Genebra, decidiram por unanimidade estabelecer o Marco Mundial para

Tabela 1.5.2.2.1

### Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul (CRC-SAS)

#### Rede de estações meteorológicas CRC-SAS

| País         | Estações meteorológicas |
|--------------|-------------------------|
| Argentina    | 164 (*)                 |
| Bolívia      | 31                      |
| Brasil       | 83                      |
| Paraguai     | 23                      |
| Uruguai      | 10                      |
| Chile        | 16                      |
| <b>Total</b> | <b>313</b>              |

(\*) 124 SMN, 40 INTA.

os Serviços Climáticos (MMSC), uma iniciativa das Nações Unidas encabeçada pela OMM, com o objetivo de orientar a elaboração e aplicação da informação e dos serviços climáticos, baseados em conhecimentos científicos, para apoiar as decisões em setores sensíveis ao clima. As áreas prioritárias para o MMSC são quatro: agricultura e segurança alimentar, redução de riscos de desastres, saúde e água.

A visão do MMSC consiste em permitir à sociedade uma melhor gestão dos riscos; o desenvolvimento e a incorporação da informação e a previsão climática com bases científicas no planejamento, decisão e práticas em escala global, regional e local, que ofereçam oportunidades de adaptação às mudanças e a variabilidade do clima. A plataforma de interface de usuário é o pilar do Marco que proporciona aos usuários (Governo, setor privado, etc.), climatólogos e provedores de dados e informação climática, uma estrutura para interagir em todos níveis.

No âmbito regional será possível estabelecer sinergias para o desenvolvimento e a criação de capacidades que, possivelmente, não estejam ao alcance dos recursos individuais de alguns países. Na Bacia do Prata, o CRC-SAS poderia ajudar no fortalecimento das capacidades de colaboração regional e sub-regional, detectar as necessidades dos usuários, identificar unidades pesquisa e geração de produtos que colaborem nas atividades e oferecer suporte aos projetos em

execução. A prestação de serviços de climáticos é realizada em âmbito nacional, sub-nacional/local, como também supranacional. Neste sentido, talvez seja necessário reforçar a capacidade dos serviços meteorológicos e hidrológicos nacionais e de outros órgãos que possam colaborar no estabelecimento destes serviços, aproveitando ao máximo as capacidades existentes e evitando duplicidades.

### 1.5.2.3 Previsões numéricas climáticas com fins hidrológicos

A estimativa de precipitação que pode ocorrer a curto ou médio prazo é de interesse para fins hidrológicos. Além do mais, o resultado dos modelos da Previsão Numérica de Tempo pode ser muito

útil, mais ainda em situações particulares extremas de inundações ou secas. Portanto, são vários os órgãos na Bacia do Prata que contam com modelos operacionais, como por exemplo:

- O INMET do Brasil executa modelos de alta resolução como o MBAR 10 km, COSMO 2,8 km e COSMO 7km.
- O CPTEC do Brasil executa vários modelos meteorológicos de maneira operacional, entre eles o BRMS 5 km, ETA 15 km, ETA Ensemble 40 km.
- O SMN da Argentina executa o modelo ETA 40 km.

## 1.6. Marco legal-institucional

### 1.6.1 Sistema da Bacia do Prata

O Sistema da Bacia do Prata é formado pelo Tratado da Bacia do Prata, a Reunião de Ministro de Relações Exteriores dos países da Bacia do Prata e pelos órgãos permanentes: o Comitê Intergovernamental Coordenador dos países da Bacia do Prata (CIC); o Comitê Intergovernamental da Hidrovia Paraguai-Paraná (CIH) e o Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Prata (FONPLATA).

O Tratado da Bacia do Prata (TBP), composto por 8 artigos, entrou em vigor em 1970. No preâmbulo são definidos os objetivos do Tratado, entre outros: (i) permitir o desenvolvimento harmônico e equilibrado, assim como o aproveitamento dos recursos da região e assegurar sua preservação para gerações futuras através da utilização racional destes recursos; (ii) afiançar a institucionalização do Sistema da Bacia do Prata.

Vale ressaltar o Artigo 1 do TBP, onde destaca-se a busca de um melhor e mais racional aproveitamento dos recursos hídricos e de seu desenvolvimento sustentável, segundo o seguinte detalhe:

“As partes contratantes estão de acordo em unir esforços com o objetivo de promover o desenvolvimento harmônico e a integração física da Bacia do Prata e de suas áreas de influência direta e ponderável. Com este fim, promoverão, no âmbito da Bacia, a identificação de áreas de interesse comum e a realização de estudos, programas e obras, assim como a formulação de entendimentos operacionais e instrumentos jurídicos que julguem necessárias e que tendam a:

a. A facilitação e assistência na navegação;

- b. A utilização racional da água, especialmente através da regulação dos cursos de água e seu aproveitamento múltiplo e equitativo;
- c. A preservação e o desenvolvimento da vida animal e vegetal;
- d. O aperfeiçoamento das interconexões terrestres, ferroviárias, fluviais, aéreas, elétricas e de telecomunicações;
- e. A complementação regional mediante a promoção e criação de indústrias de interesse para o desenvolvimento da Bacia;
- f. A complementação econômica da área limítrofe;
- g. A cooperação mútua em matéria de educação, saúde e luta contra as doenças;
- h. A promoção de outros projetos de interesse comum – e em especial aqueles que tenham relação com o inventário, avaliação e aproveitamento dos recursos naturais da região;
- i. O conhecimento integral da Bacia do Prata”.

O TCP Estabeleceu as bases da estrutura de gestão da Bacia. Determinou a Reunião Anual de Ministros de Relações Exteriores (Artigo 2), que foi sugerido pelo CIC com o objetivo de criar diretrizes básicas comuns para revisão e avaliação dos resultados, promover consultas sobre as ações de seus governos no desenvolvimento integrado de ações multinationais na Bacia e na ação direta do CIC.

#### **Comitê Intergovernamental Coordenador dos países da Bacia do Prata**

O CIC foi criado em fevereiro de 1967 durante a Primeira Reunião de Chanceleres da

Bacia do Prata, oportunidade na qual os governos participantes acordaram efetuar um estúdio conjunto e integral da região visando a realização de obras multinacionais bilaterais e nacionais destinadas ao progresso e desenvolvimento da região.

De acordo com os TCP (Artigo 3), o CIC passou a ser o órgão permanente da Bacia, “... encarregado de promover, coordenar e dar seguimento às associações multinacionais que tenham como objetivo o desenvolvimento integrado da Bacia do Prata, a assistência técnica e financeira que organize com o apoio dos órgãos internacionais que julgue conveniente e de executar as decisões adotadas pelos Ministérios de Relações Exteriores”. Desde a sua criação, o CIC concentrou-se em áreas de interesse comum dos cinco países, facilitando a realização de estudos, programas e obras de infraestrutura, nos temas relacionados com hidrologia, recursos naturais, transporte e navegação, solos e energia. Em particu-

lar, foi de grande importância o estudo compreensivo dos recursos naturais da Bacia do Prata realizado pela Organização dos Estados Americanos (OEA), na década de 70, que permitiu direcionar as ações dos países para o aproveitamento de potencialidade de energia e transporte e, pelos quais, foram registradas zonas ambientalmente críticas como as sub-bacias dos rios Pilcomayo e Bermejo – caracterizadas pelos maiores índices mundiais de erosão e transporte de sedimentos– e a sub-bacia do Alto Paraguai–Pantanal pelo valor do seu ecossistema de zonas húmidas e pelo papel chave que exerce na regulação hídrica do conjunto da Bacia do Prata.

A necessidade de contar com uma capacidade técnica de gestão na Bacia do Prata foi reconhecida em dezembro de 2001, nos acordos da reunião de Chanceleres da Bacia, realizada em Montevidéu, que aprovou um novo estatuto para o CIC. Este incorpora dois representantes de cada país, um po-



Reunião Técnica com especialistas dos 5 países. São Jose dos Campos 2011.



lítico com autoridade plenipotenciária, e um segundo representante de caráter técnico. Os representantes técnicos dos países constituem a Unidade de Projetos do Sistema da Bacia do Prata. A esta unidade de projetos foi encarregada a preparação de um Plano de Ação, o qual foi aprovado pelo CIC, e que tomou para si a iniciativa de preparar, com o apoio do GEF-PNUMA-SG/OEA, o *Programa Marco para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata, relacionado aos efeitos da variabilidade e das mudanças do clima*. Neste âmbito, consolida-se em 2016 este Análise Diagnóstico Transfronteiriço (ADT) atualizado e o Programa de Ações Estratégicas (PAE) da Bacia do Prata, visando a sua implementação como uma etapa futura.

Paralelamente ao CIC, foram sendo inscritos convênios de colaboração com diversas instituições. Entre elas, cabe mencionar o acordo assinado em 2000 com a OMM em matéria de Alerta Hidrológica e Qualidade da Água.

### ***Outros órgãos e projetos na Bacia do Prata***

Além do CIC, no âmbito do TCP, foram sendo integrados uma série de acordos complementares que levaram à criação de diferentes instituições e agências com competências específicas na Bacia, tais como o FONPLATA, seu instrumento financeiro, e o CIH, encarregado da hidrovía Paraguai-Paraná. O Tratado reconhece, ainda, a possibilidade de outros acordos binacionais ou trinacionais independentes que possam atender temas de interesse específico de seus membros, dando lugar ao estabelecimento dos órgãos que estão detalhados no *Capítulo 3*.

Também, a institucionalidade para integração regional fortaleceu-se após o Tratado de Assunção que, em 1995, criou o Mercosul, destinado a incentivar o comércio intraregional e internacional dos países que o integram.



# Capítulo 2:

## Variabilidade e mudanças do clima na Bacia do Prata

### 2.1 Sistemas e processos dominantes

Com o objetivo de considerar os efeitos da variabilidade das mudanças do clima associadas com a gestão integrada dos recursos hídricos na Bacia do Prata, foram estabelecidos cenários de variabilidade climática (situação atual e tendência imediata) e foram considerados também os cenários de mudanças do clima do Painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC).

#### 2.1.1 Variabilidade climática

A parte tropical e subtropical da América do Sul está caracterizada pelo Monzón Sudamericano. O Monzón trata-se de um sistema de circulação atmosférica sazonal na América do Sul e oceanos adjacentes, condicionado pela radiação solar sazonal, com uma marcada influência no regime hidroclimático da Bacia do Prata, sendo uma de suas características principais o bem definido ciclo anual de precipitação na maior parte da Bacia, com máximas no verão e mínimas no inverno.

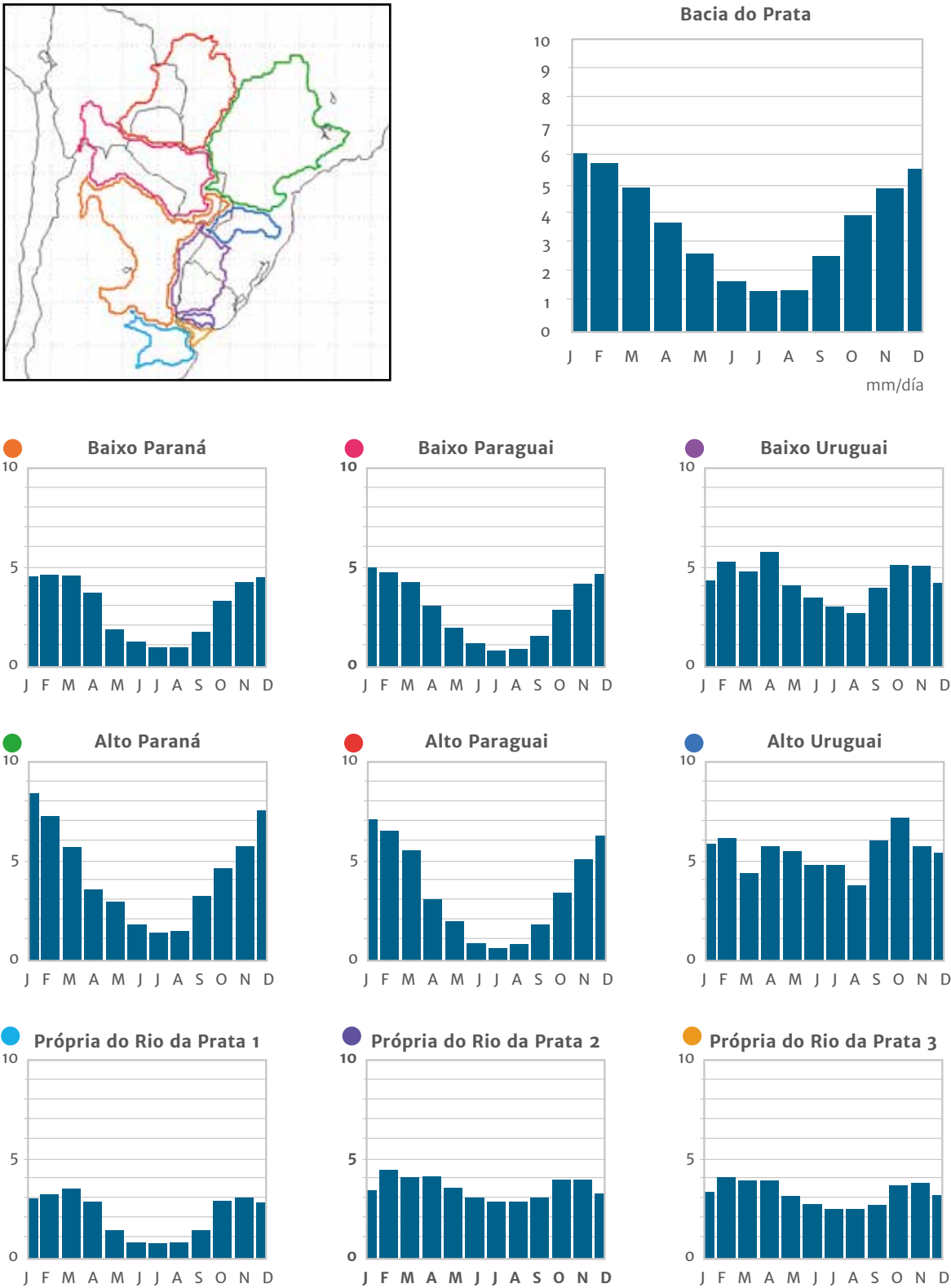
No entanto, esta sazonalidade é mais acentuada nas sub-bacias do Paraguai e do Pa-

raná, atenuando-se um pouco nas sub-bacias do Uruguai e na própria do Rio da Prata (**Figura 2.1.1.1**). A precipitação total anual é muito variável na Bacia, aumentando de oeste a leste, com maior precipitação nas sub-bacias do Uruguai e Alto Paraná, com núcleos que ultrapassam os 250 mm, enquanto que a zona mais seca é a parte do Gran Chaco Americano, com núcleos inferiores a 600 mm.

Durante a primavera e o verão austral, as chuvas do sudeste da América do Sul estão controladas pela atividade na Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) – uma faixa de intensa atividade convectiva que estende-se desde o sul do Amazonas até o sudeste do Brasil e o Oceano Atlântico – assim como pela variabilidade na posição dos Ventos das Camadas Baixas da América do Sul (SALLJ, sua sigla em inglês).

A sua origem está associada aos ventos alísios carregados de umidade que sopram desde o Oceano Atlântico Tropical e invadem o Amazonas, depositando a umidade que é devolvida a atmosfera através da evapotranspiração e, assim, transportada ao sul pelo SALLJ. Este vento está localizado nas camadas mais baixas da atmos-

Figura 2.1.1.1  
Precipitação climatológica na Bacia do Prata (1973-2013)



fera e estende-se até uma altitude de 3 km; viaja com uma velocidade que pode alcançar 50 km/h, com o ar carregado de umidade que ao ingressar a Bacia do Prata interage com outras massas de ar ou frentes frias que provêm do sul do continente, produzindo frontogênese ou Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM), que produzem chuvas importantes na região (**Figura 2.1.1.2**).

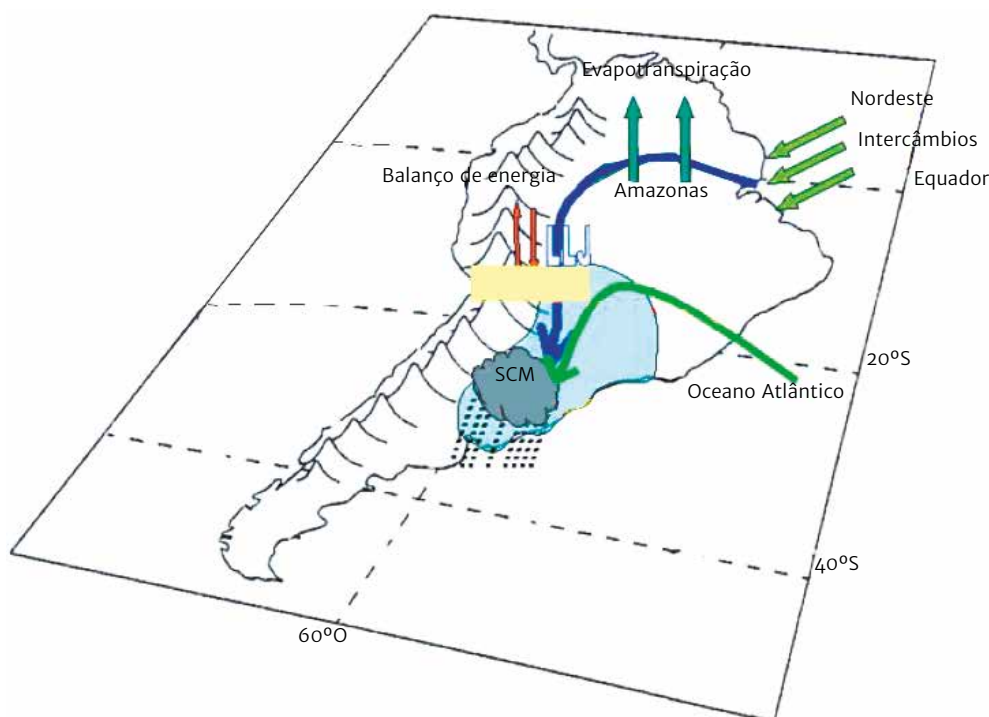
Os aumentos sistemáticos de precipitação e escoamento desde meados da década de 70 são consistentes com o aumento da intensidade e a frequência dos eventos SALLJ, o que aparentemente é confirmado pelas observações que indicam eventos extremos mais frequentes de chuva na Bacia do Prata, que vem aumentando nos últimos 30 anos.

O desenvolvimento dos eventos El Niño e La Niña, associados às variações na temperatura superficial do Oceano Pacífico equatorial, possui efeitos marcados no clima de grande parte da Bacia, especialmente na escala de tempo anual, afetando a variabilidade da chuva. Em anos Niño, foram observadas precipitações e escoamentos intensos como em 1982-1983 e 1997-1998. Também foram observadas precipitações intensas durante anos Niño neutros, associados com outros fatores, como situações de bloqueio, intensificação de sistemas sinópticos ou sistemas de mesoescala. Em anos Niña, observou-se uma tendência a situações de déficit pluviométrico ou seca.

A relação da precipitação com eventos Niño e Niña é um indicador do regime de chu-

**Figura 2.1.1.2**

### **Modelo conceitual de Vento de Nível Baixo ao leste dos Andes**





vas para os próximos meses, dado que sua evolução pode ser prevista com meses de antecipação.

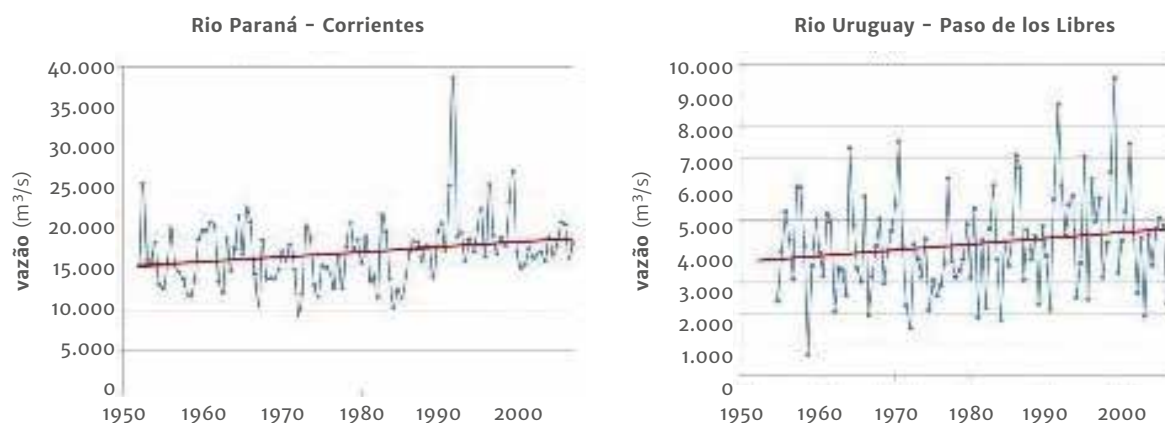
Alguns dos estudos realizados durante a etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016b e PM, 2016c), evidenciaram mudanças e tendências significativas na precipitação e nas vazões na Bacia do Prata. No item 1.4.1.2, *Águas superficiais/ Projeções de vazões para cenários climáticos determinados*, deste documento, estão descritas as tendências nas vazões dos principais rios da Bacia. Na **Figura 2.1.1.3**, é possível observar a tendência positiva nas vazões médias anuais para os rios Uruguai e Paraná desde a década de 1950. O desmatamento e as mudanças na utilização do solo como resultado das atividades humanas na Bacia, aumentaram rapidamente nos últimos 60 anos e existem evidências que estas ações antrópicas modificam as características termodinâmicas da baixa atmosfera. Estas mudanças são o resultado das interações complexas entre a atmosfera, a hidrologia, a vegetação e o manejo dos recursos água e solo.

Entre as mudanças detectadas encontram-se os aumentos nas precipitações e na va-

zão dos rios, além de modificações na circulação atmosférica da superfície e nas temperaturas extremas que poderiam estar vinculadas com as mudanças do clima. Existem evidências que comprovam que as mudanças no uso do solo possam ter contribuído para o aumento da vazão média do Rio Paraná desde 1970, que está relacionado a mudanças que aconteceram no uso do solo em grandes extensões. Se por um lado a Bacia do Prata experimentou eventos de precipitação cada vez com maior frequência e intensidade, por outro observou-se no centro e no norte da Bacia, uma tendência ao atraso no início da primavera austral ou um aumento na duração da estação seca. Vale ressaltar que ao longo da segunda metade do século XX, os meses secos aumentaram cerca de 1 a 2 meses como reflete o diagrama de Hovmöller sobre uma área na região norte da Bacia (**Figura 2.1.1.4**).

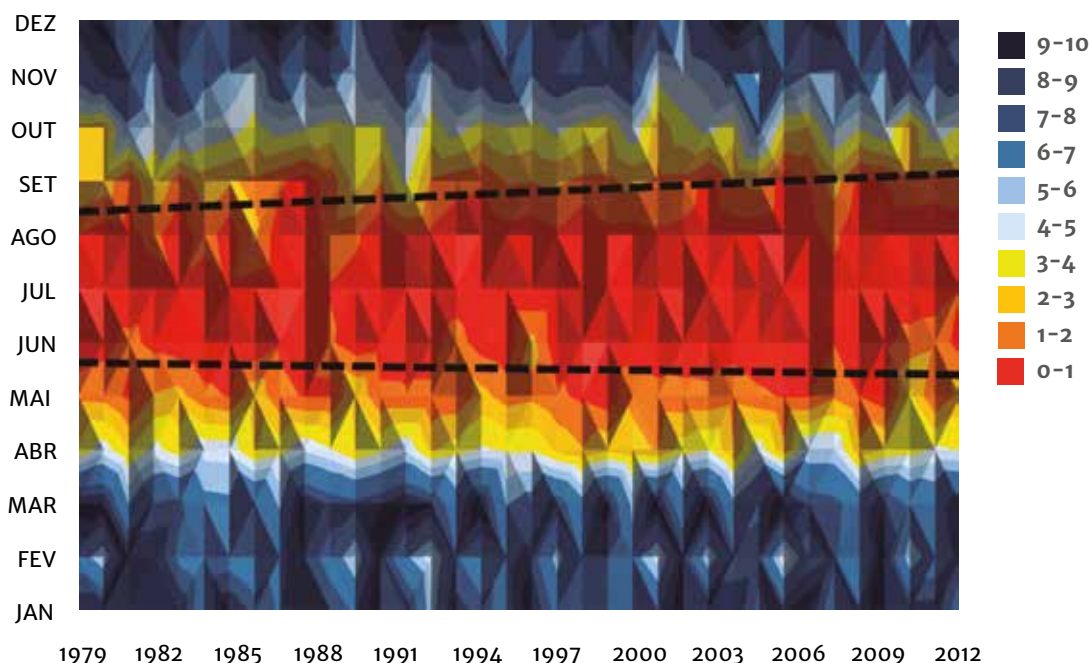
Na época compreendida entre o outono e a primavera na Bacia do Prata, é frequente a incursão de ciclones extratropicais responsáveis por grande parte da precipitação. Em particular durante o inverno, são causadores das chuvas na parte oriental da Bacia,

**Figura 2.1.1.3 Vazões Médias anuais para os rios Uruguai e Paraná**



Rio Paraná em Corrientes (1904–2013) e rio Uruguai em Paso de los Libres (1909–2013).

Figura 2.1.1.4

**Diagrama de Hovmöller para uma área da região norte da Bacia**

nas sub-bacias do Uruguai e do Baixo Paraná e na sub-bacia própria do Rio da Prata, coincidindo ainda com a redução de precipitação na sub-bacia do Paraguai

Esses sistemas meteorológicos de latitudes médias transportam as massas de ar com baixas temperatura e porcentagem de umidade, produzindo uma diminuição marcante na temperatura sobre a Bacia e ocasionando geadas nas regiões central e sul nos meses de junho e julho. Esta característica clima de inverno pode ser observada no ciclo anual do progresso da temperatura do ar. Na **Figura 2.1.1.5** Observa-se a característica típica de uma onda simples com marcada amplitude térmica anual nas quais as sub-bacias do Alto Paraguai e Alto Paraná são mais quentes em comparação com a sub-bacia própria do Rio da Prata.

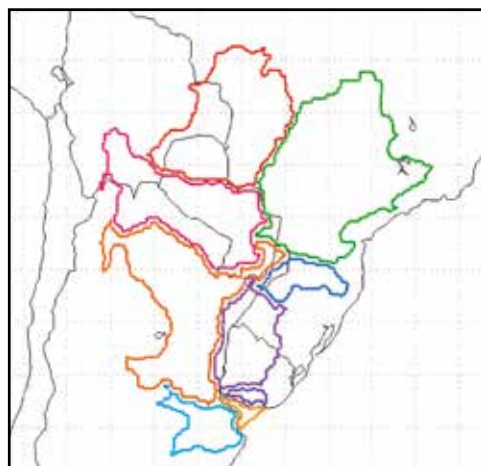
**2.1.2 Mudanças do clima**

A OMM confirmou que 2015 foi o ano mais quente desde meados do século XIX, desde que estão disponíveis as medições de temperatura. Efetivamente, em 2015, a temperatura média global na superfície bateu todos os recordes anteriores por uma margem surpreendentemente alta, com  $0,76 \pm 0,1^\circ\text{C}$  acima da média do período 1961-1990. Pela primeira vez foram alcançadas temperaturas que superavam aproximadamente em  $1^\circ\text{C}$  as da era pré-industrial, segundo análise consolidada da OMM.

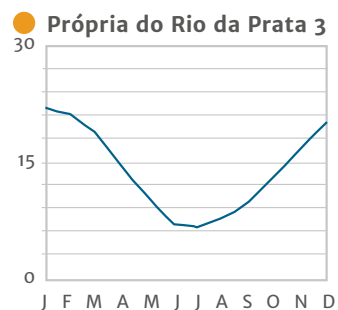
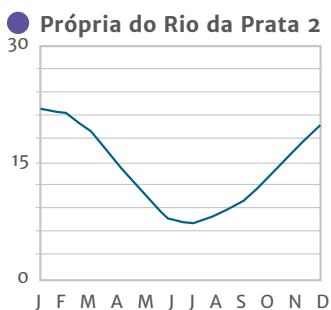
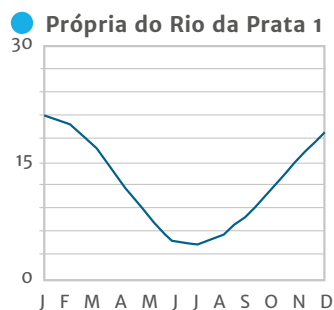
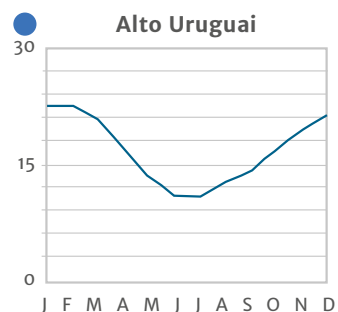
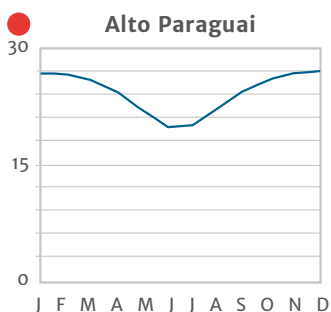
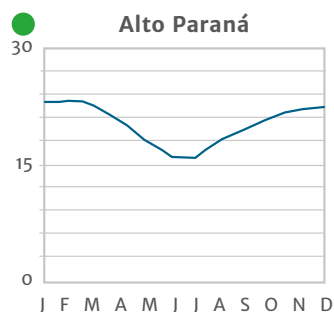
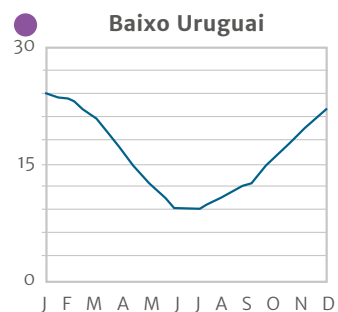
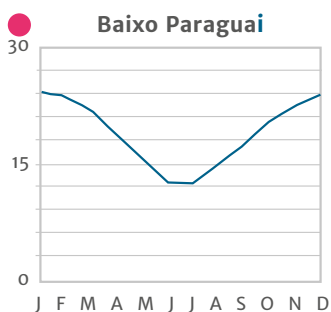
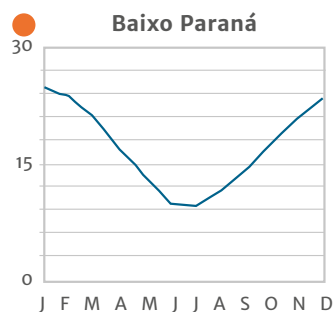
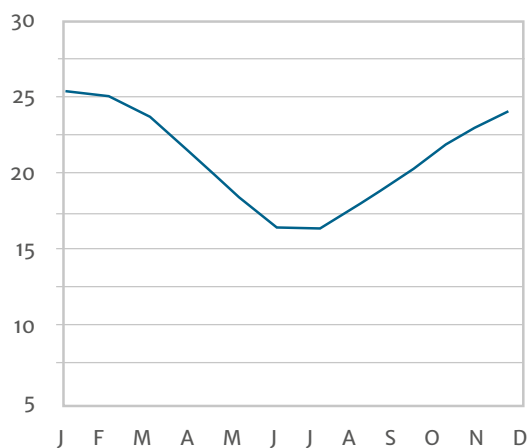
De acordo com os cientistas da: *National Oceanic and Atmospheric Administration / U.S. Department of Commerce - NOAA (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional)*, no ano de 2015, a temperatura média global sobre as superfícies terrestres e oceâ-

Figura 2.1.1.5

## Temperatura média climatológica da Bacia do Prata e de suas sub-bacias (1961-1990)



Bacia do Prata



nicas foi a mais alta desde o começo dos registros em 1880. O desvio da temperatura global da superfície da terra e do oceano, em dezembro de 2015, foi a mais alta no registro de 136 anos. A temperatura global de 2015 foi extremamente influenciada pelas condições de um forte Niño desenvolvido neste ano e que continua em 2016, com a alta probabilidade de fazer deste último ano o mais quente da história superando inclusive 2015. Segundo a NOAA, a temperatura de 2015 foi 0,90 °C superior à média de 1850-2015, superando muito o recorde anterior registrado em 2014.

Durante o ano de 2015, foi observado na Bacia do Prata, uma temperatura maior que a média de 1961-90, entre 0,5°C e 1,5°C, ultrapassando a média global da OMM. Esta anormalidade observada não é um fato isolado, já que há algumas décadas, as observações meteorológicas na bacia mostram um aumento constante da temperatura do ar em muitas localidades da região.

O IPCC, no seu último relatório, menciona que a temperatura média da atmosfera aumentou 0,85°C no século XX e nos primeiros anos do século XXI. Os modelos globais do IPCC mostraram que entre 1900 e 2100 a temperatura global poderia aumentar entre 1,8°C e 5,3°C, o que representa um aquecimento muito mais rápido que o detectado no século XX e que, aparentemente, não possui antecedentes pelo menos nos últimos 10.000 anos.

As ferramentas comumente utilizadas para avaliar o clima atual e realizar projeções climáticas são os Modelos do Clima Globais Atmosféricos (GCM) ou Globais Acoplados Oceano-Atmosfera (AOGCM). No entanto, a resolução horizontal atmosférica utilizada por estes modelos não é suficiente para descrever o clima nas regiões dominadas pelos fenômenos que ocorrem em menor escala.

Por este motivo a técnica de regionalização é útil para melhorar a informação dos modelos globais. O *downscaling* utilizando modelos climáticos regionais (*Regional Climatic Models - RCM*), é uma ferramenta muito útil na geração de cenários de mudanças do clima em alta resolução, com fins de utilização nos estudos de impactos climáticos e adaptação às mudanças do clima. O *downscaling* dinâmico faz refere-se a um modelo RCM alinhado com o AOGCM. Este último fornece as condições iniciais e de contorno meteorológico e o RCM gera simulações de alta resolução.

Entretanto, existem fontes de incerteza na modelagem do clima, como por exemplo:

1. Emissões futuras dos gases de efeito estufa (GEI) e os aerossóis, sobre as atividades vulcânica e solar que afetam o forçamento radioativo do sistema climático;
2. Efeitos diretos do aumento da concentração dos GEI nas plantas e, destas, no clima futuro;
3. Conhecimento incompleto do funcionamento do clima, o qual se reflete nas aproximações utilizadas nos modelos climáticos para representar processos físicos;
4. Variabilidade natural do clima.

Portanto, a resposta de um modelo raramente considera a grande variedade de incertezas nas projeções do clima. Uma escolha inadequada dos cenários pode comprometer a interpretação dos resultados dos estudos de impacto.

Ou seja, as projeções de eventos extremos dos modelos climáticos possuem ainda um forte componente de incerteza. Ainda assim, o conhecimento da variabilidade ob-

servada no clima nas escalas de tempo mais extensas possíveis, serve de base para analisar o clima futuro, na tentativa de separar a variabilidade natural observada daquela que é consequência da ação antrópica.

### 2.1.2.1 Projeções com modelos climáticos

#### *Cenários de mudanças climáticas*

Para a região, o CPTEC realizou simulações com modelo climático regional ETA, com resoluções de 10km e 20km, para o cenário RCP 4.5 (*Representative Concentration Pathways 4.5*) (moderado), no período entre 1960– 2100, com o objetivo de avaliar situações de possíveis mudanças climáticas (PM, 2016b).

O CPTEC realizou duas simulações, a primeira do ETA-20km e a segunda com resolução de 10 km integradas com as condições iniciais e de contorno do modelo ETA-20km que utilizou as condições de contorno do modelo global HadGEM2-ES.

Para as emissões de CO<sub>2</sub> foram utilizados novos cenários RCP, definidos pelo nível de estabilidade que atinge no século XXI o valor da forçante radioativa (RF) dos gases de efeito estufa. Na **Figura 2.1.2.1.1** podem ser observados os quatro cenários RCP.

A metodologia utilizada consiste na integração do modelo ETA para os períodos 1960–1990, 2006–2040, 2040–2070 e 2070–2099, e os períodos analisados foram 1960–1990, considerado como “clima atual” e 2011–2040, 2041–2070 e 2071–2099, considerados como “climas futuros”. A escala temporal utilizada foi a sazonal (DEF, MAM, JJA e SON). A verificação das características climatológicas do modelo para o clima atual foi realizada com base nos dados da CRU (*Climate Research Unit*) enquanto que os cli-

mas futuros resultados da simulação foram comparados com clima atual.

É importante ressaltar que os estudos realizados (PM, 2016c) levaram em conta os resultados de um único modelo –o modelo regional ETA– adaptado para simulações climáticas pelo CPTEC-INPE do Brasil. Isto permitiu contar com resultados regionais a partir dos cenários de estabelecidos pelo IPCC e transportá-los a outros indicadores tais como risco, vazões, umidade do solo e erodibilidade. Apesar disso, este enfoque possui limitações já que, em função das incertezas atuais dos modelos climáticos globais, o mais aconselhável para o manejo de cenários futuros é um emprego de um conjunto de modelos para logo considerar a “montagem” dos resultados. Esta alternativa mais elaborada levaria a conclusões mais representativas, considerando o desenvolvimento atual do conhecimento em matéria de GCM.

#### **Síntese dos resultados do ETA na Bacia do Prata**

*Análise do clima atual:* Um indicador importante é que o clima atual (1961–1990) do modelo reproduza climatologicamente a distribuição espacial e temporal das variáveis climatológicas e esteja de acordo com os resultados das observações utilizadas.

As precipitações mensais do período 1961–1990 para diferentes áreas da Bacia do Prata são o resultado do modelo e dos dados CRU. As precipitações sazonais em geral foram reproduzidas aceitavelmente com uma tendência a subestimar a precipitação no verão na zona da ZCAS (Alto Paraguai e Alto Paraná), enquanto que no inverno e na primavera a tendência é superestimar a precipitação no sudeste da bacia (Alto Paraná e Alto Uruguai).

Com relação a temperatura do clima atual, é possível observar uma boa reprodução, em-



bora subestime a temperatura no verão e no outono no sudeste (Alto Uruguai) e no inverno no centro-oeste da Bacia (Baixo Paraguai e Baixo Paraná), enquanto que superestima um tanto a temperatura na zona ZCAS (Alto Paraguai e Alto Paraná).

O modelo ETA oferece um clima atual que reproduz campos estacionais de precipitação e temperatura do ar que poderiam ser considerados aceitáveis em comparação com os dados observados para o mesmo período.

*Análise de climas futuros:* Em relação aos climas futuros apresentam-se os resultados dos campos médios sazonais de precipitação e temperatura do ar para os períodos

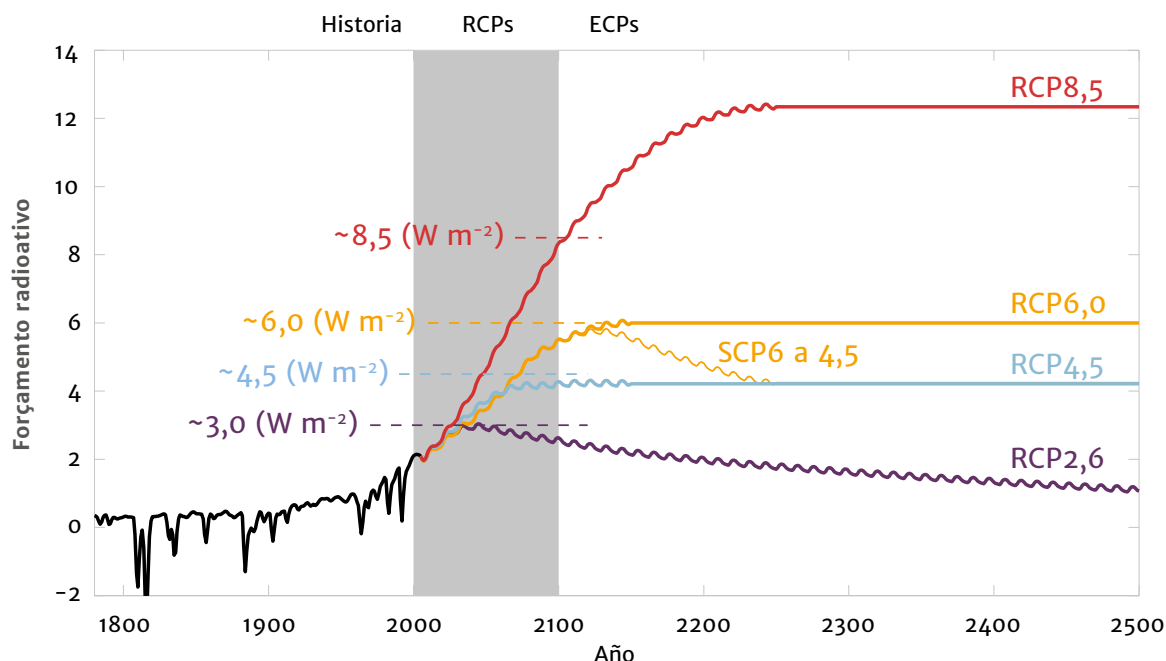
201-2040, 2041-2070 e 2071-2100, que são comparados com o clima atual. Na **Tabela 2.1.2.1.1** estão sintetizados os resultados do modelo ETA-10km para períodos climáticos do futuro e relação ao clima de 1961-1990.

*Análise da precipitação:* A precipitação segundo o modelo Regional ETA 10km apresenta diferenças ou anomalias futuras da precipitação sazonal para os períodos 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2099 em relação ao período de referência do clima atual, 1961-1990 (esta diferença é chamada aqui de anomalia).

Em 2011-2040 é possível observar uma tendência de anomalia negativa da precipitação em boa parte da Bacia do Prata prin-

Figura 2.1.2.1.1

### Cenários RCP (*Representative Concentration Pathways* / Trajetórias de concentração representativas)



RF total (antropogênico mais natural) para RCPs e ECP (*Extended Concentration Pathways*), para RCP2.6, RCP4.5, RCP6 e RCP8.5, assim como uma extensão complementar de RCP6 a RCP4.5 com ajuste de emissões após 2100 para atingir o nível de concentração de RCP4.5 no ano de 2250.

Fonte: Adaptado do IPCC (2013) (página 89).

Tabela 2.1.2.1.1

## Resultados do modelo climático regional ETA 10 km

| Macro<br>Bacias       | Precipitação       |                     |                     | Temperatura                          |                           |                                    |
|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|
|                       | Períodos           |                     |                     | Períodos                             |                           |                                    |
|                       | 2011-2040          | 2041-2070           | 2071-2100           | 2011-2040                            | 2041-2070                 | 2071-2100                          |
| <b>Alto Paraguai</b>  | Diminui o ano todo | Disminui DEF        | Disminui DEF        | Aumenta o ano todo >2°C<br>DEF>3,5°C | Aumenta o ano todo >3°C   | Aumenta o ano todo >3°C<br>DEF>4°C |
| <b>Baixo Paraguai</b> | Disminuye SON-DEF  | Aumenta MAM         | Aumenta MAM-SON     | Aumenta o ano todo >2°C              | Aumenta o ano todo >2,5°C | Aumenta o ano todo >2,5°C          |
| <b>Alto Paraná</b>    | Diminui o ano todo | Disminui DEF        | Aumenta MAM-JJA-SON | Aumenta o ano todo >2°C              | Aumenta o ano todo >2,5°C | Aumenta o ano todo >2,5°C          |
| <b>Baixo Paraná</b>   | Aumenta MAM-DEF    | Aumenta MAM-DEF     | Aumenta MAM-DEF     | Aumenta o ano todo >2°C              | Aumenta o ano todo >2°C   | Aumenta o ano todo >2,5°C          |
| <b>Alto Uruguai</b>   | Aumenta MAM-SON    | Aumenta MAM-JJA-SON | Aumenta o ano todo  | Aumenta o ano todo >2°C              | Aumenta o ano todo >2,5°C | Aumenta o ano todo >2,5°C          |
| <b>Baixo Uruguai</b>  | Aumenta DEF        | Aumenta JJA-DEF     | Aumenta MAM-DEF     | Aumenta o ano todo >1°C              | Aumenta o ano todo >2°C   | Aumenta o ano todo >2,5°C          |
| <b>Rio da Prata</b>   | Aumenta DEF        | Aumenta DEF         | Aumenta MAM-DEF     | Aumenta o ano todo >1°C              | Aumenta o ano todo >2°C   | Aumenta o ano todo >2,5°C          |

Para períodos climáticos futuros em relação ao clima de 1961-1990.

Nota: Vale destacar que os resultados apresentados são produtos de um único modelo climático e um único cenário; o modelo climático Regional ETA 10 km para o cenário RCP 4.5 (moderado). Por conseguinte, estes cenários de mudança climática deveriam ser considerados com as limitações próprias que esta situação impõe.

principalmente durante o verão (DEF) e, em menor escala, no outono (MAM) e na primavera (SON). Esta anomalia negativa é estendida por toda a região conhecida como ZCAS, desde a costa atlântica da região sudeste até região centro-oeste onde termina o domínio analisado. Vale destacar as fortes anomalias negativas do verão na sub-bacia do Alto Paraná. A diminuição da precipitação é também observada no inverno (JJA), sobre a região sudeste do Brasil ainda que em menor escala. Ao mesmo tempo que observa-se uma tendência de aumento da precipitação na sub-bacia do Alto Uruguai durante a primavera (SON) e o outono (MAM) com extensões até ao Rio da Prata.

Em 2041-2070 é atenuada a tendência da anomalia negativa de precipitação na região ZCAS, persistindo ligeiramente durante a primavera (SON) e o verão (DJF). Destaca-se neste período uma mudança nas anomalias de precipitação sobre o sudeste da América do Sul, observam-se anomalias positivas em grande parte da sub-bacia do Alto Paraná e do Uruguai, de outono à primavera e, no Baixo Paraná, no verão.

No período de 2071-2100, são evidenciadas as anomalias negativas do verão na região ZCAS, Alto Paraguai e Alto Paraná, enquanto que observa-se uma tendência positiva marcante sobre o Alto Paraná e o rio Uruguai no ano inteiro, e no Baixo Paraná e Rio da Prata no verão e outono.

*Análise da temperatura:* segundo o modelo utilizado, a temperatura do clima futuro para os períodos analisados 2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100, mostra uma tendência persistente de aquecimento com relação ao período de referência 1961-1990 em toda a Bacia do Prata.

Observam-se as maiores anomalias no período 2011-2040 na sub-bacia do Alto Pa-

raguai (Pantanal), especialmente no verão, quando atingem até 3,5°C. Na mesma região, são constatadas máximas também no outono e na primavera, sendo o inverno a estação que apresenta anomalias mais suaves, ainda que com valores significativos de 2°C ou mais.

Em 2041-2070 o aquecimento do clima continua em ascendência progressiva, observando-se anomalias entre 2,5°C a 4,0°C na primavera e no verão, com aumentos mais suaves no outono e no inverno, de 2,5°C a 3,0°C para toda a Bacia, sendo as regiões mais quentes as do Pantanal no Alto Paraguai, como no outro cenário.

No período 2071-2100 o aquecimento persiste, podendo ser observadas anomalias positivas de 2,5°C a 4,0°C entre o verão e o outono. Um regime quase similar é produzido no inverno e na primavera, com aumento generalizado da temperatura em toda a Bacia, ainda que a zona setentrional é a que apresenta maior aumento.

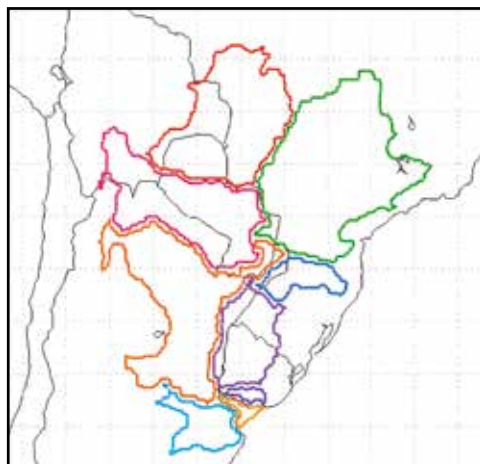
### Síntese

Em termos anuais, é possível sintetizar (Figura 2.1.2.1.2) o comportamento da precipitação e da temperatura para toda a Bacia do Prata como também para cada sub-bacia. As barras azuis mostram a variação da precipitação anual em porcentagem, enquanto que a linha vermelha mostra a anomalia da temperatura anual média que em todos os casos evidencia um aquecimento futuro. Vale destacar que nesta síntese a integração foi realizada para cada uma das bacias (sem diferenciar Alta, Média ou Baixa) e em períodos anuais.

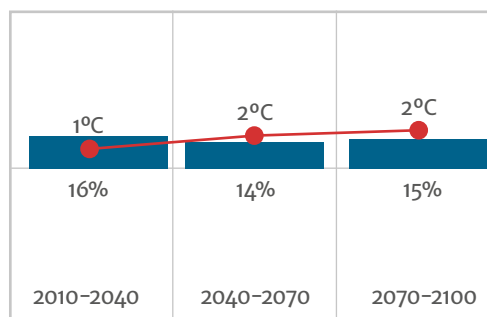
Ao reconhecer as limitações que implicam em tirar conclusões sobre o clima do futuro observando um só modelo e um só cenário, considerou-se conveniente atender à evolu-

Figura 2.1.2.1.2

## Projeções da anomalia de precipitação anual média (%) e a anomalia da temperatura anual média (°C)

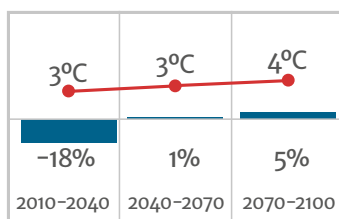


Bacia do Prata

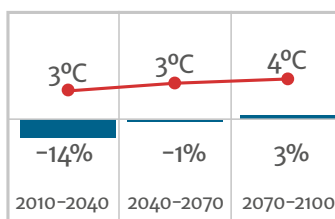


■ Projeção de anomalia da temperatura (°C)  
■ Projeção de anomalia de precipitações (%)

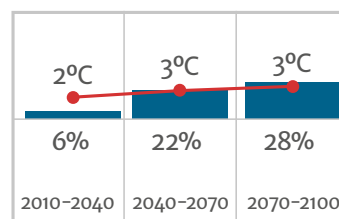
Alto Paraná



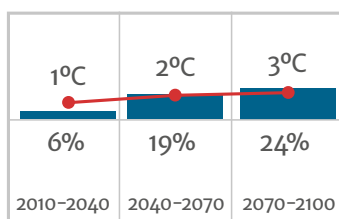
Alto Paraguai



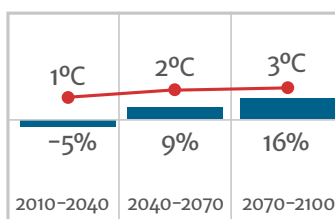
Alto Uruguai



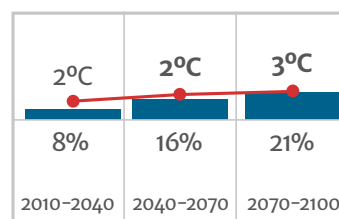
Baixo Paraná



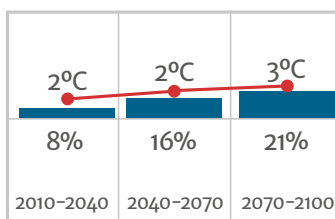
Baixo Paraguai



Baixo Uruguai



Desembocadura da bacia



ção temporal de vários outros modelos climáticos, com o simples objetivo de compará-los com as projeções do modelo regional ETA. Em particular, são comparados os resultados de 7 modelos do CMIP-5 (*Couple Model Intercomparison Project Phase 5*): CCSM4, CSIRO-Mk-3-6-0, GFDL-ES-M2M, GISS-E2-R, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, NorESM1-M e o modelo regional ETA. Para o cálculo da anomalia, utilizou-se o período histórico (1961-1990). Em todos os casos, corresponde à totalidade da área da Bacia do Prata.

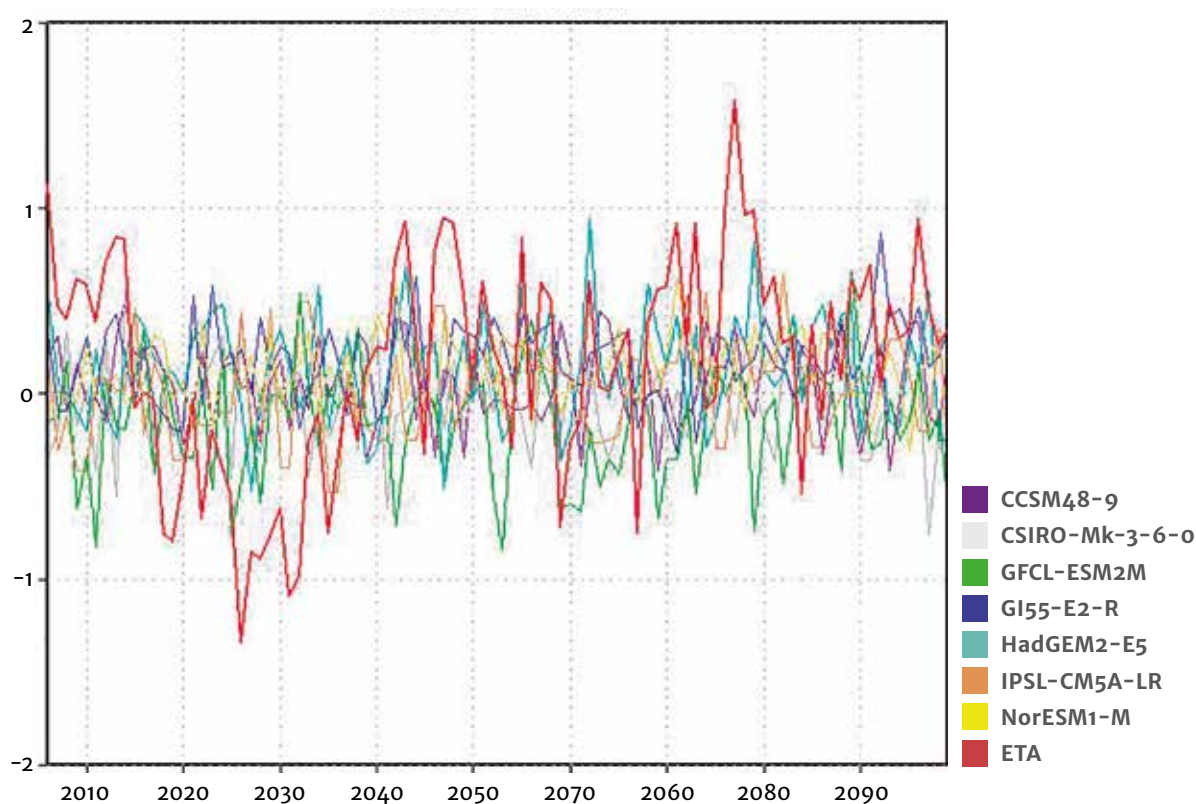
A **Figura 2.1.2.1.3** resume a evolução da anomalia de precipitação que é integrada e representada para toda a área da bacia dos modelos mencionados e o ETA, onde pode-se observar que o seu modelo regional

mostra uma tendência negativa de precipitação muito mais acentuada que os outros modelos no período compreendido entre finais da presente década e o ano de 2040; após 2040, o ETA acompanha bem os outros modelos no aumento da precipitação até o final do século, ainda que apresente uma maior variabilidade.

Com relação a evolução da temperatura do ar, integrada para toda a Bacia, o modelo ETA apresenta uma tendência de anomalias positivas de temperatura mais elevadas em relação aos outros modelos ao longo de todo o período de integração. De qualquer maneira, é possível observar um bom acompanhamento da tendência, marcada pelos outros modelos (**Figura 2.1.2.1.4**).

**Figura 2.1.2.1.3**

### **Evolução da anomalia de precipitação (mm/d) para a Bacia do Prata segundo vários modelos**





Dadas estas observações e admitindo as limitações que os modelos climáticos ainda apresentam para reproduzir o clima do futuro, somado à dispersão dos resultados, poderíamos pensar que o modelo ETA/CPTEC/INPE pode ser considerado como um guia para analisar os cenários climáticos do futuro.

#### **Breve discussão sobre o clima no futuro próximo (2011-2040)**

Considera-se que os cenários climáticos são ferramentas úteis para avaliar impactos hidrológicos em vários setores e traçar estratégias de adaptação ao clima futuro

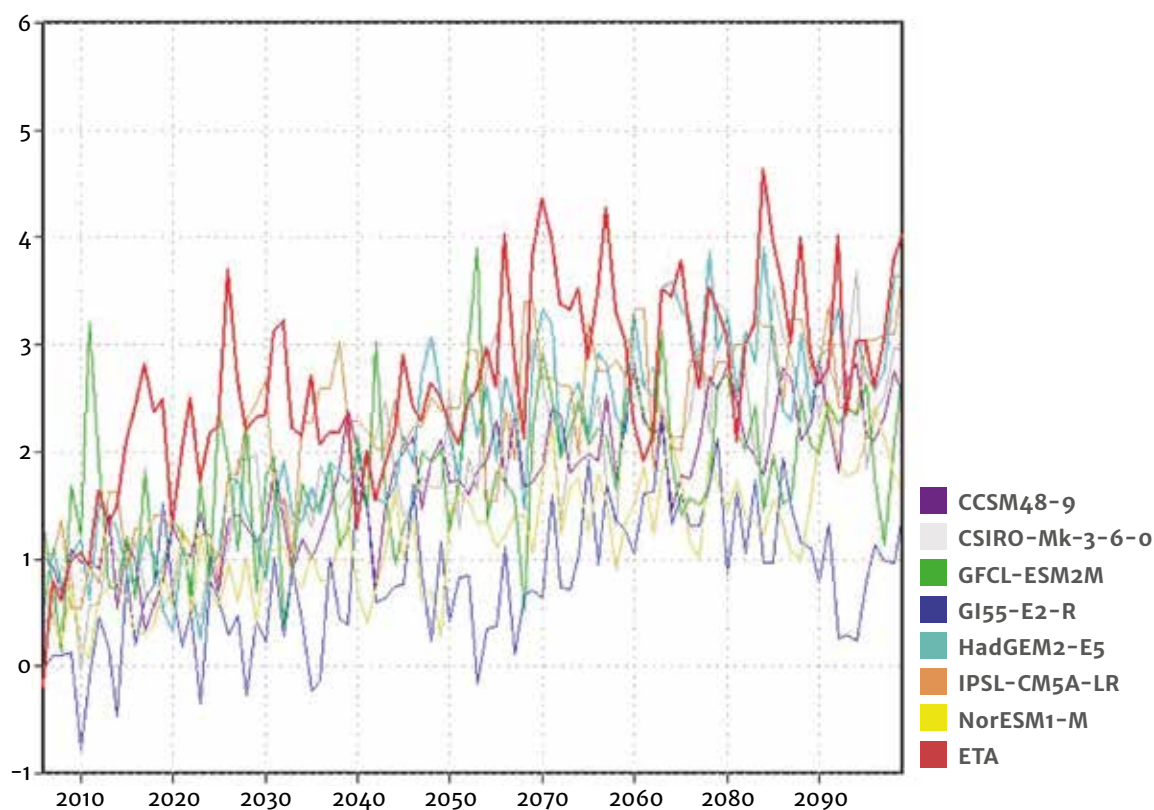
Ao considerar cenários climáticos imediatos, o período de 2011-2041 apresenta si-

tuações tais como a diminuição da precipitação em grande parte da Bacia e um aumento considerável da temperatura. Este cenário poderia afetar os recursos hídricos na Bacia do Prata.

Em um cenário com menor precipitação e maior temperatura, o balanço hidrológico regional poderia conduzir a vazões médias e decréscimo, facilitando a ocorrência de eventos extremos, como a maior possibilidade de secas e incêndios florestais. Este tipo de cenário poderia afetar sensivelmente a navegação nos rios, como o Paraguai, que por sua vez poderia acarretar sérias consequências econômicas, levando em conta que a economia regional depende, em grande parte, do transporte fluvial.

**Figura 2.1.2.1.4**

#### **Evolução da anomalia da temperatura (°C) para a Bacia do Prata segundo vários modelos**





Encontro Nacional pelo PAE, na Argentina, em março de 2016.

Um cenário em que a umidade do solo está em declínio ou em déficit permanente, poderia implicar em um forte impacto sobre a produção agrícola e pecuária e, consequentemente, gerar um prejuízo socioeconômico.

A redução dos recursos de águas superficiais e subterrâneas comprometeriam o abastecimento de água potável para o consumo humano, criando, por um lado, conflitos sociais pela água, e, por outro, problemas de saúde por enfermidades de origem hídrica.

A diminuição das vazões médias também poderia afetar a qualidade das águas dos rios transfronteiriços. O avanço da fronteira agrícola poderia aumentar a concentração de contaminantes nos cursos de água, bem como o transporte de sedimentos.

### 2.1.3 Extremos climáticos

No relatório especial sobre extremos climáticos foi elaborado por uma comissão especial do IPCC em resposta a uma reconhecida

necessidade de oferecer conselhos específicos sobre as mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos (extremos climáticos). As principais conclusões do relatório são:

1. Ainda sem considerar as mudanças climáticas, o risco de desastres continuará aumentando em muitos países, sempre que um maior número de pessoas e bens em condições vulneráveis estejam expostos a extremos climáticos.
2. Nas próximas duas ou três décadas, o aumento esperado na frequência de extremos climáticos será provavelmente pequeno quando comparado com as variações anuais normais de tais extremos.
3. No entanto, à medida em que os impactos das mudanças climáticas se tornem mais dramáticos, seus efeitos numa faixa de extremos climáticos tornar-se-ão mais importantes e terão um papel mais significativo nos impactos de desastres.

4. Qualquer demora na mitigação de emissões de gases de efeito estufa, possivelmente levará a extremos climáticos mais graves e frequentes no futuro, e pode chegar a contribuir com maiores perdas por desastres.

A seguir, são apresentados alguns resultados de extremos climáticos do modelo regional ETA-CPTEC. A respeito da precipitação total anual, observa-se um aumento ao longo do século. Embora no período 2011-2040 a precipitação total anual seja inferior ao observado no norte da Bacia na atualidade, posteriormente a propensão é aumentar. Por outro lado, no centro e no sul da Bacia a tendência é aumentar em relação ao presente. O número de dias com chuva tende a aumentar ao longo do século, sugerindo uma maior atividade dos sistemas precipitantes (**Figura 2.13.1**).

Outros resultados do ETA indicam que os dias secos consecutivos iriam diminuindo durante o século XXI, enquanto que os dias úmidos consecutivos iriam aumentando no mesmo período, mostrando consistência com a tendência da precipitação anual. Chama atenção uma intensificação de dias secos ao oeste da bacia, sugerindo uma estação seca mais prolongada. De todas as maneiras, as chuvas durante o período chuvoso tendem a ser potencialmente mais frequentes e intensas.

A ocorrência de eventos extremos também tende a manifestar-se na intensidade das chuvas, já que a quantidade de dias com chuvas fortes subiria neste século, especialmente no sudeste da Bacia, bem como os dias com chuva muito forte.

Com relação à temperatura, observa-se que os dias quentes têm uma tendência de aumento, especialmente na região central e norte da bacia, e que os dias frios diminui-

riam; isso não evita que possam suceder eventos esporádicos ou individuais.

Cabe ainda esclarecer que os resultados obtidos para mudanças nos fenômenos extremos devem ser vistos com precaução, já que não foram validados com os observados.

### ***Consequências de extremos climáticos***

A base científica mostra como impactos incrementais relacionados com o clima, mais que os eventos extremos em si, podem trazer consequências desastrosas onde existe alta vulnerabilidade.

As inundações –sejam elas provocadas pelas mudanças climáticas, pela degradação ambiental ou por fatores sociais– pode levar a uma mudança geográfica. O estresse por calor pode causar mortes mesmo em países tropicais, onde as pessoas estão adaptadas a um clima quente.

A elevação do nível do mar pode agravar as inundações, a erosão e outros riscos costeiros, ameaçando a infraestrutura e as populações, colocando em risco o bem-estar socioeconômico.

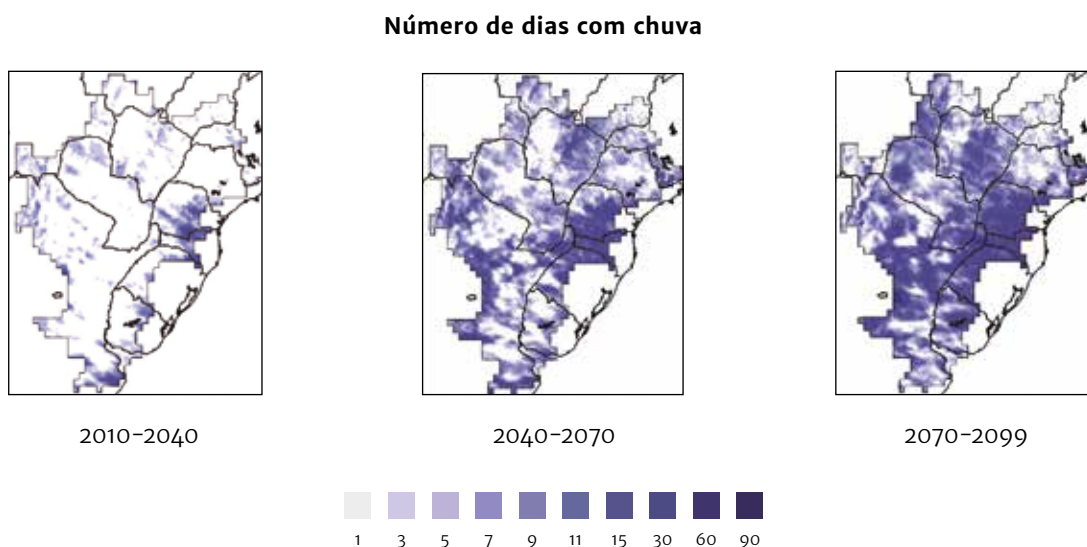
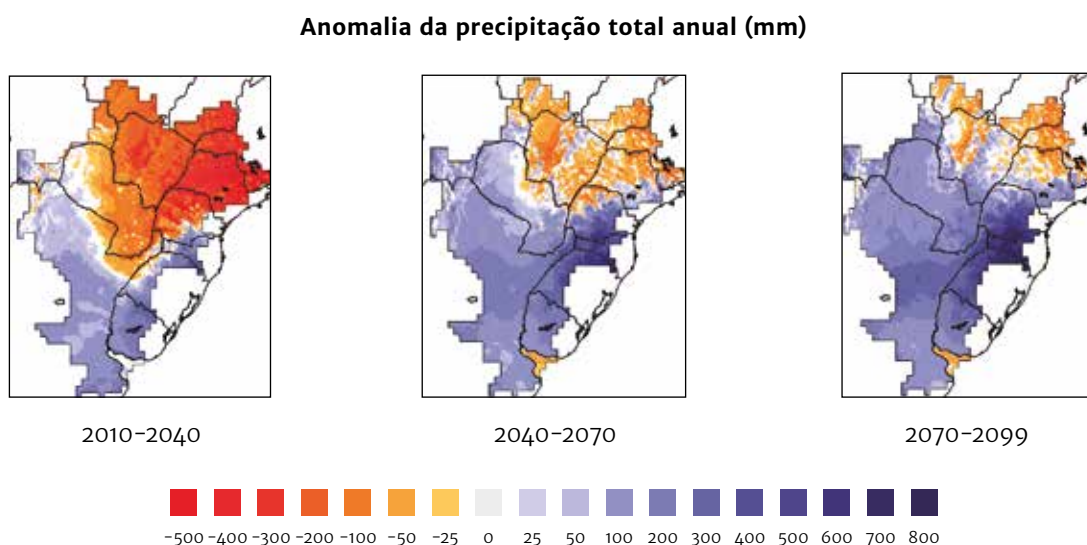
Os extremos climáticos podem resultar numa ampla gama de impactos, tanto em sistemas humanos ou ecossistemas, incluindo perdas econômicas, impactos na agricultura, turismo ou nas populações urbanas. A gravidade desses impactos vai depender muito do nível de exposição e vulnerabilidade aos extremos climáticos. Estes eventos têm maior impacto sobre os setores que estão estreitamente relacionadas com o clima, como o acesso à água potável, a segurança alimentar e a saúde pública, entre outros. Existe um grande consenso a respeito de que as mudanças climáticas podem afetar a gestão dos recursos hídricos.

A adaptação e a antecipação aos eventos extremos pode ajudar a reduzir os impactos dos desastres futuros. A capacidade de adaptação inclui, a longo prazo, os mecanismos de gestão sustentável como, por exemplo, melhores técnicas para captação da água da chuva, a rotação de cultivos ou construções habitacionais em áreas mais elevadas.

A transformação pode envolver a necessidade de mudanças no hábito ou comportamentos arraigados, criando uma sensação de desequilíbrio e incerteza. Porém, as transformações estão acontecendo numa velocidade e escala sem precedentes, influenciadas pela globalização, pelo desenvolvimento social e tecnológico e pe-

Figura 2.13.1

### Anomalia da precipitação total anual



Modelo ETA-CPTEC.

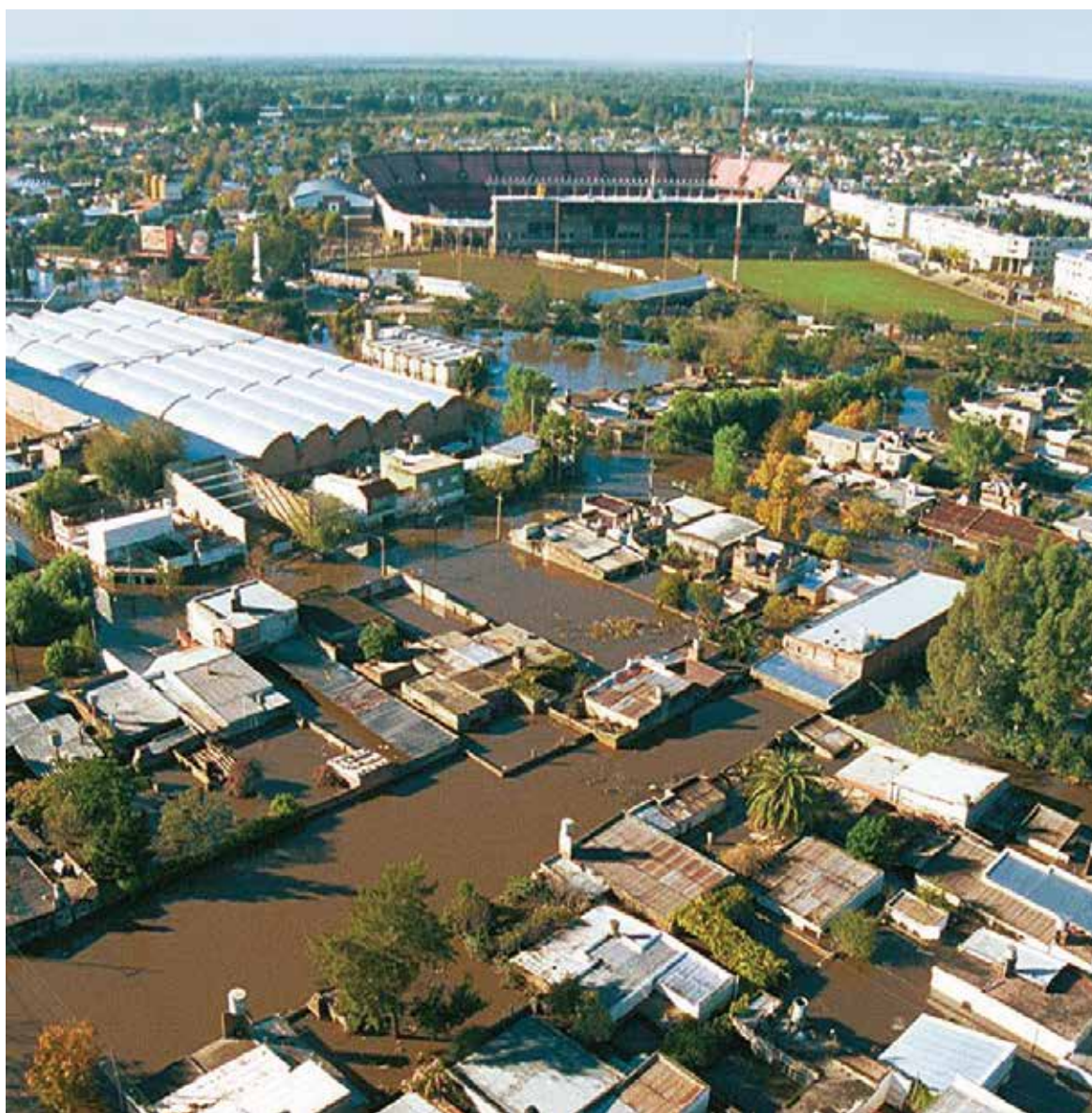
las alterações ambientais, e requerem uma adaptação às novas condições. A própria mudança climática é uma transformação em grande escala do sistema, que terá grandes consequências sobre a ecologia e a sociedade, inclusive sobre os extremos climáticos. Respostas às mudanças climáticas e no risco de desastres pode ser tanto incrementais como transformacionais. A transformação exige liderança, seja de autoridades políticas que possuem o poder como indivíduos ou grupos que conectam as ações atuais com a construção de um futuro sustentável, resiliente e adaptável.

#### 2.1.4 Conclusões e recomendações

1. A quantidade e a qualidade das informações disponíveis sobre os recursos hídricos na Bacia do Prata é atualmente muito importante, com uma significativa rede de acompanhamento hidrometeorológico. No entanto, ela poderia ser melhorada em algumas sub-bacias (1.5.1.3) que apresentam uma densidade de observações insuficiente, especialmente as pluviométricas e hidrométricas, o que permitiria melhorar o conhecimento sobre os recursos hídricos.
2. A possibilidade de estabelecer um Sistema de Previsão e Alerta Hidrometeorológico Integrado na Bacia do Prata geraria mais oportunidades de sucesso se eles pudessem melhorar e integrar-se às redes de monitoramento, especialmente as estações hidrometeorológicas de superfície e os radares meteorológicos. Com relação a estes últimos, a possibilidade de ampliar a cobertura de radares no Paraguai e instalar um radar meteorológico no Uruguai seria um grande avanço com vista à uma integração regional.
3. As medições da qualidade da água constituem um caso particular, já que em algumas partes da Bacia deveriam ser melhoradas, especialmente na sub-bacia do Baixo Paraguai.
4. O rápido progresso da instalação e operação de radares meteorológicos na Bacia é um ponto forte a considerar, bem como os planos existentes de melhorias na densidade dos mesmos, especialmente na Argentina, Brasil e Paraguai, o que favorece a oportunidade de integrá-los dentro do âmbito da Bacia.
5. Os avanços observados na consolidação do CRC-SAS e na implementação do WIGOS-SAS-CP poderia ser muito benéficos para os projetos que o MMSU possa implementar na América do Sul, e todas estas instâncias poderiam tornar-se ferramentas úteis para as iniciativas para melhorar os Sistemas de Monitoramento e Alertas Hidrometeorológicos e Hidroclimáticos da Bacia do Prata.
6. A visão da Bacia do Prata deveria ser consolidada como um espaço comum. A maioria dos produtos e serviços hidroclimáticos expostos possuem um domínio que naturalmente corresponde a um país. Uma visão da Bacia como uma unidade poderia ser estabelecida a partir da perspectiva de uma gestão sustentável dos recursos hídricos perante os efeitos da variabilidade e das mudanças climáticas.
7. Nota-se uma grande capacidade técnica e operacional por parte de várias instituições nacionais da região que podem melhorar os conhecimentos atuais e que, integrados, podem melhorar o conhecimento sobre os cenários hidroclimáticos futuros na Bacia do Prata a fim de estabelecer medidas de adaptação bem orientadas.



8. Nos últimos anos a chuva aumentou sobre a Bacia, bem como os eventos extremos. Os cenários climáticos apresentam um aumento da precipitação até o final do século em relação à climatologia de 1961-1990. A temperatura também tende a aumentar ao longo do século XXI. As consequências destes cenários potencializam a possibilidade de danos, que poderão ser profundos na agricultura, pecuária, recursos hídricos, saúde e nas áreas urbanas devido às inundações e deslizamentos de terra.
9. No entanto, esses cenários possuem um alto grau de incerteza, sendo necessário aprofundar o estudo da variabilidade climática observada em escalas de tempo, as mais extensas possíveis e a padronização de metodologias que permi-



Inundações na cidade de Santa Fe, Argentina.

tam estudos integrados que favoreçam a comparação.

10. Os resultados obtidos para mudanças nos fenômenos extremos devem ser tomados com maiores precauções, já que não foram validados com os observados.
11. A integração dos recursos disponíveis nos países que abrangem a Bacia é uma alternativa para facilitar a tomada de decisões em tempo real que permita melhorar os tempos de resposta aos alertas hidroclimáticos, objetivando a redução de perdas humanas e econômicas geradas pelos eventos hidrometeorológicos extremos. As áreas em que se deveria colocar maiores esforços de integração para fortalecer os sistemas

existentes de alerta precoce são: monitoramento, identificação e conhecimento do risco, comunicação e difusão, e capacidade de resposta.

12. O CIC, como organismo intergovernamental, tem como função integrar as informações ambientais. Sua ação estratégica potencializa os estudos, promove a pesquisa e o desenvolvimento e incentiva a inovação tecnológica em todos os países que compõem a Bacia do Prata, através da integração de dados e sua devolução aos países com o valor agregado de seu tratamento. Como resultado direto deste esforço, poderia ser aprofundado o conhecimento regional e, consequentemente, a possibilidade de melhorar as previsões a curto, médio e longo prazo.

## 2.2 Previsão de Impactos Socioeconômicos

Características das chuvas e das vazões:

- Nos próximos 30 anos que são os mais importantes considerando a vida útil dos projetos –as precipitações e as vazões diminuiriam nas bacias altas dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.
- As chuvas e vazões nas bacias baixas destes rios tenderiam a aumentar

### **Efeitos nos sistemas hídricos:**

*Desenvolvimento urbano:* O principal impacto é observado na redução da segurança hídrica: (a) risco de disponibilidade hídrica nas cidades que estão localizadas nas cabeceiras dos rios e com população muito grande, como São Paulo, Curitiba e Brasília; (b) aumento do risco na cabeceira do rio Uruguai, onde já existem limitações de qualidade e quantidade; (c) riscos de falta de água são também por falta de tratamento dos efluentes. Neste cenário, a diminuição das vazões agrava a capacidade de diluição dos efluentes sem tratamento. As áreas que sofrem os impactos mais importantes são as bacias altas dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai.

O desenvolvimento industrial está relacionado com o desenvolvimento urbano; as cidades de cabeceiras podem ser afetadas pela redução das chuvas e necessitarão expandir a capacidade de resistência com a reutilização da água. Em alguns setores, o conflito pode aumentar, como no centro-oeste, entre irrigadores, a indústria do álcool e as comunidades.

*Desenvolvimento Rural:* Os países da região são peças importantes dentro da comunidade mundial de commodities agrícolas. O

maior consumidor de água na bacia é a atividade agrícola, com 70% dos usos consuntivos. No cenário de redução de precipitação e de vazão nas bacias altas, são afetadas as produções de grãos, principalmente no centro-oeste do Brasil, que é atualmente a região com a maior produção agropecuária. Por outro lado, melhora a disponibilidade hídrica para a produção agrícola nas bacias baixas na Argentina e no Uruguai.

*Energia:* A redução de precipitação e de vazão nas bacias altas afetam diretamente a produção hidrelétrica, considerando que no Sudeste do Brasil concentra-se 60% da geração hidrelétrica do país e, por sua vez, que grande parte das vazões que alimentam os aproveitamentos hidrelétricos nos trechos internacionais tem sua origem nas bacias altas. Neste cenário, é necessário avaliar o impacto setorial das mudanças e da variabilidade climática. O setor ainda não levou em consideração o aumento da vazão devido ao aumento do escoamento pelo desmatamento na bacia. Isto requer a revisão das séries hidrológicas removendo o efeito de áreas florestais do passado.

*Navegação:* As principais vias de navegação são os rios Paraná e Paraguai. A hidrovia depende das vazões das bacias altas para permitir a navegação, com a profundidade adequada ao longo do tempo. Na década de 60 houve 13 anos de vazões muito baixas que, se repetir no futuro, aumentaria o custo do transporte de mercadorias por estes rios. Estima-se que o aumento do custo será de 3 vezes em relação ao cenário da década de 60. Considerando os cenários de mudanças climáticas apresentados no estudo, o impacto sobre a navegação pode representar um aumento significativo de custos, principalmente nos trechos médio e alto do rio Paraguai.

*Eventos extremos:* As condições mais críticas são o aumento das secas nas bacias altas

através da diminuição das precipitações, enquanto que nas bacias baixas tem-se uma previsão de aumento das precipitações. Neste contexto, foram observados recentemente casos de precipitações intensas sem precedentes que poderiam significar aumento de episódios de chuvas intensas, ainda que sem resultados sobre os eventos extremos, uma vez que constituem um cenário em que os modelos climáticos não têm condições de prevê-los.

*Meio Ambiente:* Os principais impactos ambientais, tendo como base as mudanças climáticas dentro de uma avaliação ampla são: (a) aumento dos impactos na qualidade da água dos rios de cabeceira, através da redução de vazões e da diminuição da diluição dos efluentes; (b) impacto sobre a fauna devido a redução das vazões nas bacias altas; (c) elevação do lençol freático no Pampa pelo aumento das chuvas, com impactos sobre a população e o meio ambiente.



## 2.3 Conferência das partes

### 2.3.1 Convenção das Nações Unidas na Luta contra a Desertificação

#### 12º Conferência das Partes (COP 12)

A COP12 foi realizada em Ankara, Turquia (de 12 a 23 de outubro de 2015). Embora os resultados não sejam vinculativos, são fundamentais para alcançar a Neutralidade da Degradação da Terra (*Land Degradation Neutrality* – LDN, sua sigla em Inglês). Este conceito –que faz parte do item 15.3 da Agenda do Desenvolvimento Sustentável para 2030– tem como objetivo neutralizar a degradação das terras erodidas no mundo para garantir alimentos para as gerações futuras.

O âmbito da Convenção atinge os cinco continentes, sendo assim, por consenso, os países presentes na reunião acordaram e definiram que o tema da LDN deve entrar de forma global na agenda dos governos. Além disso, concordaram que a LDN é uma ma-

neira fundamental de combate às mudanças climáticas e deve monitorar a sua implementação, cujo financiamento estará disponível e será fornecido pela Convenção, sob a égide do que tem sido chamado de “Iniciativa de Ankara”.

Decidiu-se também que os resultados da COP12 fossem levados a 21ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, que seria realizada em Paris, no mês de dezembro, para sua inclusão na respectiva agenda de trabalhos.

### 2.3.2 Convenção Marco das Nações Unidas sobre a Mudanças Climáticas

#### 21º Conferência das Partes (COP 21)

O objetivo da COP 21, realizada em Paris (de 30 de novembro a 11 de dezembro de 2015) era o de concluir um acordo mundial sobre métodos para reduzir as alterações climáticas. O Acordo de Paris, aprovado por aclamação por quase todos os estados, se



A cúpula do clima de Paris, em dezembro de 2015.



tornará juridicamente vinculativo, se pelo menos 55 países, que representem 55% das emissões globais de gases de efeito estufa, aderirem a ele através da assinatura, seguida da sua ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.

O Acordo, que será aplicado a partir de 2020, tem como objetivo “fortalecer a resposta mundial à ameaça das mudanças climáticas no contexto do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza, e para isso, será necessário:

- a. Manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais, e prosseguir com os esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais, reconhecendo que isso iria reduzir significativamente os riscos e efeitos das mudanças climáticas;
- b. Aumentar a capacidade de adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas e promover a resiliência ao clima e um desenvolvimento com baixas emissões de gases de efeito estufa, de forma que não comprometa a produção de alimentos; e
- c. Situar os fluxos financeiros em um nível compatível com uma trajetória que leva a um desenvolvimento resiliente ao clima e com baixas emissões de gases de efeito estufa.”

Em relação à adaptação, o Acordo estabelece que as Partes deveriam reforçar a sua cooperação para potencializar este trabalho mediante, em outros aspectos, troca de informações, melhores práticas, experiências

e lições aprendidas, no que se refere à ciência, ao planejamento, às políticas e implementação de medidas de adaptação; o fortalecimento dos mecanismos institucionais; o fortalecimento dos conhecimentos científicos sobre o clima, incluindo a pesquisa, observações sistemáticas do sistema climático e sistemas de alerta precoce, de forma que forneça informação aos serviços de clima e apoie a tomada de decisões.

Antes da Conferência, 146 painéis climáticos nacionais apresentaram publicamente os projetos de Contribuições Determinadas de Abrangência Nacional (*Intended Nationally Determined Contributions, INDC*) sobre o clima.

AS INCD são compromissos que os países fizeram para reduzir os gases de efeito estufa (GEI), de acordo com suas realidades, através da mitigação e adaptação, condicionadas em alguns casos, ao apoio internacional (**Figura 2.3.1**).

Entre as ações de adaptação previstas pelos países da Bacia, podem ser mencionados a expansão dos sistemas de alerta precoce e de resposta e recuperação frente a desastres; conservação, restauração e manejo sustentável de florestas nativas; a diversificação da matriz energética para reduzir a vulnerabilidade e custos excessivos do sistema elétrico ante episódios de déficit de geração hidrelétrica; a implementação de medidas de ordenamento territorial para reduzir o risco de inundações; a restauração e manutenção dos ecossistemas costeiros que fornecem serviços de proteção ante eventos extremos e dos ecossistemas que fornecem proteção de fontes de água potável.

3 Acordo de Paris. [http://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)

Figura 2.3.1

## Contribuições nacionais determinadas dos países da Bacia do Prata

### Principais medidas

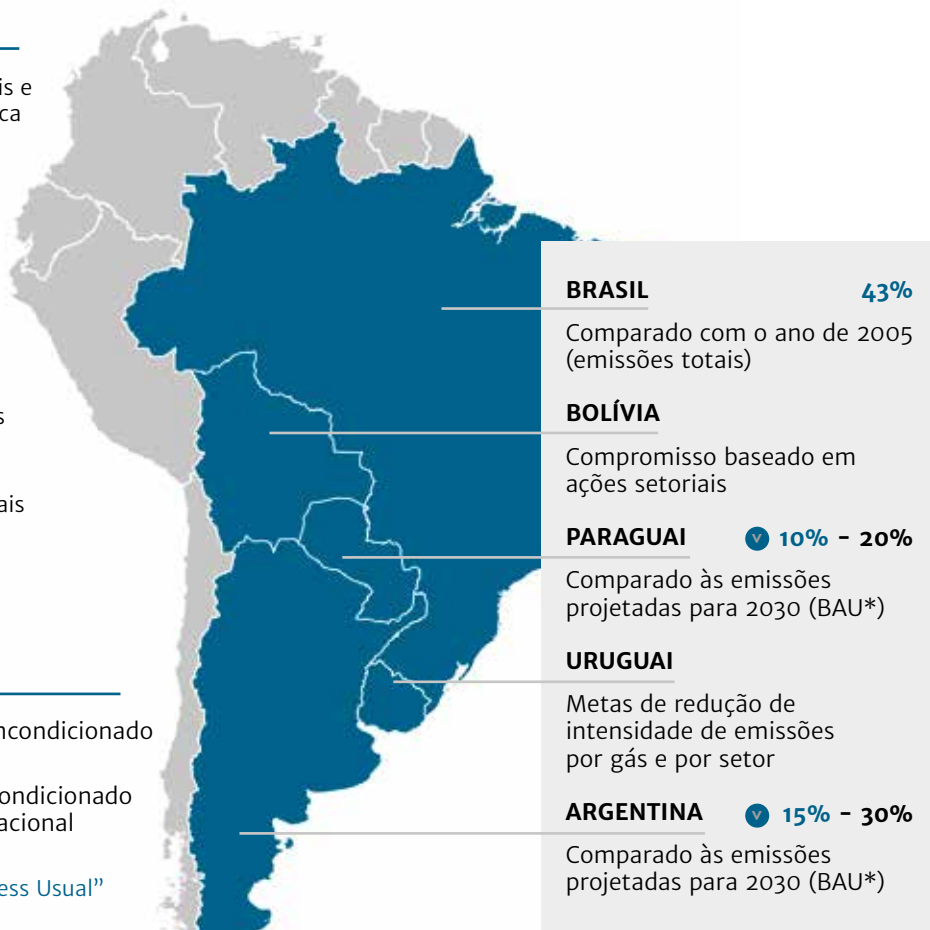
- Energias renováveis e eficiência energética
- Proteção de florestas
- Boas práticas agrícolas
- Transporte limpo
- Gestão de resíduos
- Melhoria nos processos industriais

### Legenda

- Ⓢ Compromisso incondicionado
- Ⓢ Compromisso condicionado ao apoio internacional

\*BAU: Cenário "Business Usual"  
(tudo segue igual)

A redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) no país se realizará em comparação com o nível de emissões projetado para 2030 sob um cenário de crescimento no qual não foram implementadas ações de mitigação.



Inclui as Contribuições Nacionais apresentadas até 23 de outubro de 2015



# Capítulo 3:

## Marco Legal-Institucional

### 3.1 Estado de conhecimento legal e institucional da Bacia do Prata

Nos cinco países membros da Bacia do Prata, existe um marco jurídico suficiente para a gestão e proteção dos recursos naturais e, especialmente, dos recursos hídricos, que é integrado com as disposições constitucionais, legais e regulamentares de caráter nacional, provincial, estadual ou municipal. No entanto, verificou-se que, em vários casos, seria necessário reforçar as ferramentas de implementação, assim como a capacidade institucional, para colocá-las em prática e vigiar seu cumprimento.

Cada um dos países possui condições particulares, do ponto de vista legal e institucional, que constituem a plataforma sobre a qual se desenvolverá a coordenação que eles julguem necessária. Cada país revisará e ajustará os marcos legais nacionais, com base nas suas características e necessidades específicas, objetivando alcançar sua harmonização dentro da região.

Ainda que existam certos princípios e ferramentas que a análise de direito comparado indique como desejável em um quadro legal e institucional para a proteção do

meio ambiente, esta legislação não necessita ser perfeita, apenas *implementável*.

Existe uma diferença entre o marco jurídico e sua aplicação prática. Em geral, os países têm desenvolvido um corpo normativo importante e, seguindo as tendências regionais e internacionais, incorporado princípios e ferramentas de acordo com as necessidades de gestão e proteção dos recursos naturais, levando em consideração, em alguns deles, as mudanças climáticas. Mas, com exceção de casos específicos, estes avanços não têm sido acompanhados, em igual escala, por uma implementação eficaz dos instrumentos de gestão que requerem a correspondente atribuição dos recursos financeiros, humanos e logísticos.

A princípio, evocam-se motivos de origem institucional, como a escassez de recursos humanos e financeiros, falta de capacitação, organizações centralizadas e distanciadas dos problemas locais, mas também pesam, entre outras causas, a falta de regulamentação baseada numa melhor compreensão científica, o desconhecimento da lei pelos usuários, usos e costumes em matéria de uso da água e falta de difusão e participação.



Reunião ADT em Foz do Iguaçu, Brasil, em 2015.

Do ponto de vista legal-institucional, o propósito da ADT é proporcionar uma visão global de um processo que, ao ser legitimado mediante a participação dos países, estes podem “apropriar-se” dos resultados.

Na *Apresentação* foram mencionados os TCT que aborda esse ADT, que serão tratados em detalhe no *Capítulo 4*.

No que diz respeito ao Marco Legal-Institucional, no próximo *Capítulo 3.2*, have-

rá uma revisão dos acordos no âmbito regional e mundial, de normas nacionais<sup>4</sup>, de instituições regionais, nacionais e interjurisdicionais e de planos nacionais, aplicáveis a todos ou vários dos TCT. No *Capítulo 3.3* serão incluídos aqueles que tenham uma relação mais específica com cada um dos TCT considerados e no *Capítulo 4* serão realizados, para cada tema, considerações sobre os aspectos legais e institucionais, a fim de complementar o diagnóstico.

---

<sup>4</sup> Somente as normas nacionais são consideradas. Tanto a Argentina como o Brasil – países de organização federal – contam também com normas em âmbito provincial ou estadual, respectivamente.



## 3.2 Aspectos gerais

### 3.2.1 Acordos no âmbito mundial

- Convenção de RAMSAR sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (1971), ratificada pelos 5 países.
- Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural (1975), ratificada pelos 5 países.
- Convenção da Basileia sobre Movimentos Transfronteiriços e Depósito de Resíduos Perigosos (1989), ratificada pelos cinco países.
- Convenção Marco das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (1992), ratificada pelos cinco países.
- Convenção sobre a Diversidade Biológica (1992), ratificada pelos cinco países.
- Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (1994), ratificada pelos cinco países.

### 3.2.2 Acordos no âmbito regional

- Convênio relativo ao aproveitamento dos rápidos do rio Uruguai na zona de Salto Grande (Argentina-Uruguai) (1946).
- Tratado da Bacia do Prata (assinado pelos 5 países) (1969).
- Convênio para o estudo do aproveitamento dos recursos do rio Paraná (Argentina-Paraguai) (1971).
- Tratado de Itaipu para o desenvolvimento hidrelétrico dos recursos hidráulicos do rio Paraná (Brasil – Paraguai) (1973).

- Tratado de Yacyretá (Argentina-Paraguai) (1973).
- Tratado do Rio da Prata e seu Frente Marítimo (Argentina-Uruguai) (1973).
- Estatuto do Rio Uruguai (Argentina-Uruguai) (1975).
- Acordo para a regularização, canalização, dragagem, balizamento e manutenção do Rio Paraguai (Argentina-Paraguai) (1979).
- Aproveitamento dos recursos hídricos compartilhados no Rio Uruguai e Pepirí-Guazú (Argentina-Brasil) (1980).
- Aproveitamento e desenvolvimento da Bacia do Rio Cuareim-Quaraí (Brasil – Uruguai) (1991).
- Acordo sobre Transporte Fluvial através da Hidrovia Paraguai-Paraná (assinado pelos 5 países) (1992).
- Tratado sobre Meio Ambiente entre Argentina e Bolívia (1994).
- Estatuto da Comissão Binacional Administradora da Bacia Inferior do Rio Pilcomayo (Argentina-Paraguai) (1994).
- Acordo constitutivo da Comissão Trinacional para o Desenvolvimento da Bacia do Rio Pilcomayo (Argentina-Bolívia-Paraguai) (1995).
- Aproveitamento da Bacia Alta do Rio Bermejo e do Rio Grande de Tarija (Argentina-Bolívia) (1995).
- Acordo entre Bolívia e Paraguai sobre os recursos naturais e o meio ambiente (1995).

- Acordo de Cooperação Ambiental entre Argentina e Brasil (1996).
- Acordo sobre Meio Ambiente do Mercosul (Argentina-Brasil-Paraguai-Uruguai) (2001).
- Acordo de Cooperação entre Brasil e Paraguai para o Desenvolvimento Sustentável e a Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Apa (2006).
- Programa de Ação Subregional para o Desenvolvimento Sustentável do Gran Chaco Americano (Argentina-Bolívia-Paraguai) (2007).

### 3.2.3 Normas nacionais

| Argentina   | Bolívia  | Brasil   | Paraguai  | Uruguai   |
|---|--|--|---|---|
| Lei N° 25675 (2002). Lei Geral do Ambiente                | Lei N° 1333 (1992). Lei de Meio Ambiente                                   | Lei N° 6938 (1981). Política Nacional do Meio Ambiente. Criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente | Lei N° 294 (1993). Avaliação do Impacto Ambiental (EIA) (modificada pela Lei N° 345/94 e regulamentada pelo Decreto 453/13) | Lei N° 16466 (1994). Avaliação do Impacto Ambiental (EIA) |
| Lei N° 25688 (2002). Regime de gestão ambiental das águas | Lei N° 300 (2012). Madre Terra (incorpora Marco sobre Mudanças Climáticas) | Lei Federal N° 9433 (1997). Lei de Águas   | Lei N° 3239 (2007). Lei de Recursos Hídricos  | Lei N° 17.283 (2000). Proteção do Ambiente                |
|   |  | Lei N° 9985 (2000). Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza                          |   | Lei N° 18.610 (2009). Política Nacional de Águas          |
|   |  | Lei N° 12187 (2009). Política Nacional sobre Mudança Climática                                       |   | Código de Águas   |

### 3.2.4 Instituições regionais

A Tabela 3.2.4.1 detalha os órgãos multilaterais que atuam no âmbito da Bacia do Prata.

Tabela 3.2.4.1

#### Órgãos multilaterais na Bacia do Prata

| Ano de criação | Nome   | AR | BO | BR | PI | UI |
|----------------|--|----|----|----|----|----|
| 1946           | Comissão Técnica Mista de Salto Grande (CTM)   | X  |    |    |    | X  |
| 1967           | Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata (CIC)   | X  | X  | X  | X  | X  |
| 1971           | Comissão Mista Argentino-Paraguaia do Rio Paraná (COMIP)   | X  |    |    | X  |    |
| 1973           | Itaipu Binacional  |    |    | X  | X  |    |
| 1973           | Comissão Administradora do Rio da Prata (CARP)   | X  |    |    |    | X  |
| 1973           | Comissão Técnica Mista do Frente Marítimo (CTMFM)  | X  |    |    |    | X  |
| 1973           | Entidade Binacional Yacyretá (EBY)   | X  |    |    | X  |    |
| 1975           | Comissão Administradora do Rio Uruguai (CARU)  | X  |    |    |    | X  |
| 1976           | Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Prata (FONPLATA)   | X  | X  | X  | X  | X  |
| 1989           | Comitê Intergovernamental da Hidrovia Paraguai-Paraná (CIH)  | X  | X  | X  | X  | X  |
| 1991           | Mercado Comum do Sul (MERCOSUR/MERCOSUL)   | X  |    | X  | X  | X  |
| 1991           | Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o desenvolvimento da Bacia do Rio Cuareim-Quaraí (CRC)                                  |    |    | X  |    | X  |
| 1993           | Comissão Binacional Administradora da Bacia Inferior do Rio Pilcomayo  | X  |    |    | X  |    |
| 1995           | Comissão Trinacional para o Desenvolvimento da Bacia do Rio Pilcomayo  | X  | X  |    | X  |    |
| 1995           | Comissão Binacional para o Desenvolvimento da Bacia Alta do Rio Bermejo e do Rio Grande de Tarija (COBINABE)                     | X  | X  |    |    |    |
| 2006           | Comissão Mista Brasileiro-Paraguaia para o Desenvolvimento Sustentável e Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Apa (CRA) |    |    | X  | X  |    |

### 3.2.5 Instituições nacionais e interjurisdicionais

| Argentina  | Bolívia   | Brasil  | Paraguai   | Uruguai  |
|--|---|---|--|--|
| Ministério de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (MAyDS)                                 | Ministério de Meio Ambiente e Água (MMAyA)  | Ministério do Meio Ambiente (MMA)   | Secretaria de Ambiente (SEAM)  | Direção Nacional de Águas (DINAGUA) (Ministério de Vivenda, Ordenamento Territorial e Meio ambiente-MVOTMA)        |
| Secretaria de Política Ambiental, Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável (MAyDS)    | Vice Ministério de Meio Ambiente, Biodiversidade, Mudanças Climáticas e Gestão do Desenvolvimento Florestal (MMAyA) | Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) (MMA)                                  | Direção de Meteorologia e Hidrologia (DMH) (Direção Nacional de Aeronáutica Civil) |  |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos (SSRH) (Ministério do Interior, Obras Públicas e Vivenda) | Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (SENAMHI) (MMAyA)   | Agencia Nacional de Águas (ANA)   |  | Direção Nacional de Meio Ambiente (DINAMA) (MVOTMA)  |
| Conselho Hídrico Federal (COHIFE)  | Serviço Nacional de Hidrografia Naval (SNHN) (Ministério de Defesa)   | Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)   |  | Instituto Uruguio de Meteorologia (INUMET) (Ministério de Vivenda, Ordenamento Territorial e Meio ambiente-MVOTMA) |
| Conselho Federal de Meio Ambiente (COFEMA)   |   | Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)   |  |  |
| Instituto Nacional de Água (INA)   |   | Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)  |  |  |
| Serviço Meteorológico Nacional (SMN) (Ministério de Defesa)                                  |   | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação) |  |  |
| Serviço de Hidrografia Naval (SHN) (Ministério de Defesa)                                    |   | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)                    |  |  |

### 3.2.6 Planos nacionais

| Argentina  | Bolívia                         | Brasil                              | Paraguai  | Uruguai                 |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------|
| Plano Nacional Federal de Recursos Hídricos (2007) | Plano Nacional de Bacias (2006) | Plano Nacional de Recursos Hídricos | Plano Mestre Meio Ambiental para a Área de Influência da Entidade Binacional Yacyretá (EBY) | Plano Nacional de Águas |

### 3.3 Marco legal-institucional. Aspectos específicos

#### 3.3.1 Eventos hidrológicos extremos

##### **Acordos**

- Combate à desertificação nos países afetados por grande seca (1994).
- Cooperação na Bacia Alta do Rio Paraguai (Brasil-Bolívia). Objetivo: monitoramento hidrológico na região (2001).
- Protocolo adicional sobre emergências ambientais (2004) do Acordo sobre o Meio Ambiente do Mercosul (Argentina-Brasil-Paraguai-Uruguai) (2001).

##### **Normas nacionais**

###### **Argentina**

Lei N° 25675 (2002). Lei Geral do Ambiente. Art. 4. Mitigação de emergências ambientais de efeitos transfronteiriços

###### **Brasil**

Lei Federal N° 9433 (1997). Lei das Águas (estabelece Plano Nacional de Recursos Hídricos, que inclui “Prevenir e defender contra eventos hidrológicos críticos”)

Lei 12608 (2012). Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (cria o sistema de informação e monitoramento de desastres)

##### **Planos nacionais**

###### **Argentina**

Plano Nacional Federal de Controle de Inundações (relançado em 2003)



### 3.3.2 Perda de qualidade da água

#### Acordos

- Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (1989), ratificada pelos 5 países.
- Acordo de cooperação para prevenir e combater incidentes de poluição das águas causados por hidrocarbonetos e substâncias prejudiciais (Argentina-Uruguai) (1987).
- Protocolo Adicional de Emergências Ambientais (2004) do Acordo sobre Meio Ambiente do Mercosul (Argentina-Brasil-Paraguai-Uruguai) (2001).

#### Normas nacionais

| Argentina  | Bolívia   | Brasil  | Paraguai   | Uruguai  |
|--|---|---|--|--|
| Decreto 674(1989), incorpora o princípio quem contamina paga | Lei Nº 318 (2012), declara como prioridade nacional, o melhoramento da qualidade da água para consumo humano por meio de tecnologias apropriadas em todo o território | CONAMA 357 (2005). Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o derramamento de efluentes<br><br>Decreto Nº 440 (2005). Controle da qualidade da água dos sistemas de abastecimento<br><br>CONAMA 396 (2008). Enquadramento das águas subterrâneas, áreas de proteção de poços e controle de fontes de potencial poluição<br><br>CNRH 140 (2012). Concessão de direitos de derramamento de efluentes | Resolução SEAM Nº 222/05, define o padrão de qualidade da água<br><br>Lei Nº 1614/2000, Marco regulatório e tarifário do serviço público de abastecimento de água potável e esgoto sanitário | Decreto 253 (2009) e suas alterações. Proteção do Ambiente |

**Planos nacionais****Brasil**

ANA. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

**3.3.3 Sedimentação dos corpos e cursos de água****Normas nacionais**

| <b>Argentina</b>  | <b>Bolívia</b>                      | <b>Brasil</b>  | <b>Paraguai</b>  | <b>Uruguai</b>  |
|---|-------------------------------------|--|--|---|
| Lei Nº 13273 (1995).<br>Lei de Defesa da<br>Riqueza Florestal | Lei Nº1700 (1996).<br>Lei Florestal | LEi Nº 12651<br>(2012). Lei de<br>proteção de<br>florestas e<br>vegetação nativa<br>(modificada por<br>Lei ° 12727/12) | Lei Nº 4241<br>(2012). Lei de<br>reestabelecimento<br>de bosques<br>protetores dos<br>canais hídricos da<br>Região Oriental e<br>sua conservação.<br><br>Lei 3239/07 de<br>Recursos hídricos | Código de Águas<br><br>Lei Nº 15239 (1981).<br>Lei de Conservação<br>de Solos e Águas<br><br>Lei Florestal (1987) |

**Planos nacionais****Brasil**

Política Nacional de Agricultura – Pecuária-Florestas, A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Recuperação de pastagens degradadas com a adoção de sistemas de integração dessas atividades

**Instituições**

| <b>Argentina</b>   | <b>Bolívia</b>   | <b>Brasil</b>  | <b>Paraguai</b>  | <b>Uruguai</b>   |
|--|--|--|--|--|
| Observatório<br>Nacional de<br>Degradação<br>de Terras e<br>Desertificação<br>(ONDtyD) (MAyDS) | Vice Ministério<br>de Terras<br>(Ministério de<br>Desenvolvimento<br>Rural e Terras) | Secretaria de<br>Biodiversidade e<br>Florestas (MMA)<br><br>Empresa Brasileira<br>de Pesquisa<br>Agropecuária<br>(EMBRAPA) | Secretaria do<br>Ambiente (SEAM)<br><br>Instituto Florestal<br>Nacional (INFONA) | Direção Geral de<br>Recursos Naturais<br>Renováveis<br>(Ministério<br>de Pecuária,<br>Agricultura e<br>Pesca)<br><br>DINAMA<br>(MVOTMA)<br><br>DINAGUA<br>(MVOTMA) |

### 3.3.4 Alteração e perda da biodiversidade

#### Acordos

- Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Flora e Fauna Silvestre (1973), ratificada pelos 5 países.
- Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança (2003), ratificada por Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai.
- Convenção de RAMSAR sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (1971), ratificada pelos 5 países.

#### Normas nacionais

##### Brasil

Política Nacional de Biodiversidade

Lei Nº 6902 (1981). Criação de Estações Ecológicas e de Áreas de Proteção Ambiental

Lei Nº 9985 (2000). Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

CONAMA 303 (2002). Áreas protegidas

##### Paraguai

Lei Nº 96 de Vida Silvestre, Lei Nº 352 de Áreas silvestres protegidas

##### Uruguai

Lei Nº 16408. Diversidade Biológica

Lei Nº 19175. Recursos Hidrobiológicos

#### Instituições

##### Argentina

MAYDS  
COFEMA

##### Bolívia

Vice Ministério de Meio Ambiente, Biodiversidade, Mudanças Climáticas e Gestão do Desenvolvimento Florestal, Serviço Nacional de Áreas Protegidas (SER-NAP), entidade desconcentrada do MMAyA

##### Brasil

Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA)  
  
CONAMA  
  
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (MMA)

##### Paraguai

SEAM

##### Uruguai

DINAMA (MVOTMA)

### 3.3.5 Uso não sustentável de recursos pesqueiros

#### Acordos

- Estatuto do Rio Uruguai (Argentina-Uruguai) (1975).
- Convênio sobre a conservação e desenvolvimento dos recursos ícticos nos rios Paraná e Paraguai (Argentina-Paraguai) (1996).
- Acordos entre Brasil e Paraguai para a conservação da fauna aquática nos rios fronteiriços (1994 e 1999).

#### Normas nacionais

##### Uruguai

Lei N° 19175 (2013). Lei de Recursos Hidrobiológicos

#### Planos

##### Brasil

Plano SAFRA de Pesca e Aquicultura

##### Paraguai

Plano Nacional de Pesca

#### Instituições

##### Instituições regionais

Comissão Mista Argentino-Paraguai do Rio Paraná (COMIP)

##### Instituições nacionais

| Argentina  | Bolívia  | Brasil                                  | Paraguai | Uruguai  |
|--|--|---|----------|--|
| Subsecretaria de Pesca e Aquicultura (SPA) (Ministério de Agroindústria) | Instituição Pública Desconcentrada de Pesca e Aquicultura (PACU) (Ministério de Desenvolvimento Rural e Terras-MDRT) | Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) | SEAM     | Direção Nacional de Recursos Aquáticos (DINARA) (MGAP) |

### 3.3.6 Utilização não sustentável de aquíferos em zonas críticas

#### Acordos

- Acordo sobre o Aquífero Guarani (2010) (Argentina-Brasil-Paraguai-Uruguai) (ratificado por Argentina e Uruguai, ainda não entrou em vigor).

#### Normas nacionais

| Brasil   | Paraguai   | Uruguai  |
|--|--|--|
| CNRH 16 (2001). Concessão de águas subterrâneas.   | Resolução SEAM 2155 (2005). Especificações técnicas para a construção de poços tubulares destinados à captação de águas subterrâneas | Decreto N° 214 (2000). Plano de Gestão do Aquífero Guarani   |
| CNRH 22 (2002). Águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos   |  | Decreto 86 (2004). Norma Técnica de Construção de Poços Perfurados para Captação de Águas Subterrâneas |
| CONAMA 357 (2005). Classificação e enquadramento de corpos de água   |  |  |
| CNRH 92 (2008). Proteção e conservação das águas subterrâneas  |  |  |
| CONAMA 396 (2008). Enquadramento das águas subterrâneas, áreas de proteção de poços e controle de fontes de potencial poluição |  |  |
| CNRH 153 (2013). Recarga artificial de aquíferos   |  |  |

#### Planos

| Argentina   | Brasil   |
|---|--|
| Pano Nacional Federal de Águas Subterrâneas (PNFAS) (Primeira Fase de Execução) | Programa Nacional de Águas Subterrâneas (SRHU) |



**Instituições**

| <b>Argentina</b> | <b>Bolívia</b>                                      | <b>Brasil</b>  | <b>Paraguai</b> | <b>Uruguai</b>                                    |
|------------------|---|--|-----------------|---|
| SSRH             | MMAyA<br><br>Serviço Geológico de Minas (SERGEOMIN) | MMA-SRHU<br><br>ANA<br><br>Serviço Geológico do Brasil-CPRM) | SEAM            | DINAGUA (MVOTMA)<br><br>Comissão Aquífero Guarani |

**3.3.7 Conflitos pelo uso da água e o impacto ambiental dos cultivos irrigados****Normas nacionais**

| <b>Argentina</b>   | <b>Bolívia</b>                           | <b>Brasil</b>  | <b>Paraguai</b>   | <b>Uruguai</b>   |
|--|--|--|---|--|
| Lei N° 25688 (2002). Lei de Orçamentos Mínimos de Gestão Ambiental da Água | Lei N° 1333 (1992). Lei de Meio Ambiente | LEi Federal N° 9433 (1997). Lei de Águas<br><br>CNRH 16 (2001). Concessão de águas subterrâneas<br><br>ANA 135 (2002). Concessão de direito de uso<br><br>ANA 425 (2004). Medição do volume da água captada em corpos de água<br><br>CNRH 65 (2006). Articulação dos procedimentos de direitos de uso e licença ambiental<br><br>Lei N° 12787 (2013). Política Nacional de Irrigação | Resolução SEAM 170 (2006). Aprovação do Regulamento do Conselho de Águas por Bacia Hídrica<br><br>Lei N° 3239 (2007). Lei de Recursos Hídricos<br><br>Lei N° 294/93 de Avaliação de Impacto Ambiental | Decreto-Lei N° 14859 (1978)<br><br>Lei N° 15239 (1981). Conservação de Solos e Águas<br><br>Lei N° 16466 (1994). Regime de Avaliação de Impacto Ambiental<br><br>Lei N° 18610 (2009). Política Nacional de Águas<br><br>Código de Água |

## Planos

| Argentina  | Bolívia   | Brasil  | Uruguai                 |
|--|---|---|-------------------------|
| Plano Nacional Federal de Recursos Hídricos (2007) | Plano Nacional de Bacias (PNC) (2006)<br><br>Plano Nacional de Irrigação para Viver Bem (PNDR) (2007) | Política Nacional de recuperação de pastagens degradadas com a adoção de sistemas de integração cultivos-pecuária-florestas | Plano Nacional de Águas |

## Instituições

| Argentina  | Bolívia   | Brasil  | Paraguai                                | Uruguai  |
|--|---|---|---|--|
| SSRH<br><br>COHIFE<br><br>Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) | Vice Ministério de Bacias e Recursos Hídricos (MMAyA)<br><br>Vice Ministério de Recursos Hídricos e Irrigação (MMAyA)<br><br>Ministério de Desenvolvimento Rural e Terras (MDRT), Vice Ministério de Terras (VT)<br><br>Serviço Nacional de Irrigação (SENARI) (órgão descentralizado do MMAyA) | MMA-SRHU<br><br>ANA<br><br>CNRH<br><br>Comitês de Bacias Hidrográficas<br><br>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) | SEAM<br><br>Conselho de Água por Bacias | DINAGUA (MVOTMA)<br><br>MGAP – Direção Geral de Recursos Naturais Renováveis (DGRNR) |



Assinatura do Acordo sobre o Aquífero Guaraní. Reunião do Conselho de Ministros de Relações Exteriores do Mercosul e Estados Associados, San Juan, Argentina, 02 de agosto de 2010.

### 3.3.8 Falta de planos de contingência em situações de desastres

#### Normas nacionais

| Argentina  | Bolívia   | Brasil  | Paraguai  | Uruguai  |
|--|---|---|---|--|
| <p>Lei N° 25675 (2002). Lei Geral do Ambiente. Art. 4: mitigação das emergências ambientais de efeitos transfronteiriços</p> <p>Leis N° 23879 y N° 24539. Avaliação do impacto ambiental de represas hidrelétricas</p> | <p>Lei N° 13338 (1992). Lei de Meio Ambiente</p> <p>Lei N° 2140 (2000). Redução de riscos e assistência em desastres e emergências</p> <p>Lei N° 2335 (2002). Criação do Fundo de Fideicomisso para a redução de riscos e assistência de desastres (FORADE)</p> | <p>Lei Federal N° 9433 (1997). Lei de Águas</p> <p>Lei N° 12608 (2012). Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e Sistema de Informação e Monitoramento de Desastres</p> <p>Lei N° 12334 (2010). Política Nacional de Segurança de Barragens e criação do Sistema Nacional de Segurança de Barragens</p> <p>Resolução CNRH 143 (2012). Classificação de Barragens</p> <p>Resolução CNRH 144 (2012). Diretrizes para a execução da Política Nacional de Segurança de Barragens</p> | <p>Lei N° 2615, criação da Secretaria de Emergência Nacional (SEN)</p> <p>Decreto N° 11632 que a regula</p> | <p>Decreto-Lei N° 14.859 (1978)</p> <p>Lei N° 18621. Sistema Nacional de Emergências (SINAE)</p> |

#### Instituições

| Argentina  | Bolívia      | Brasil   | Paraguai                                       | Uruguai                              |
|--|--------------|--|--|--------------------------------------|
| <p>SSRH</p> <p>COHIFE</p> <p>Órgão Regulador de Segurança de Represas (ORSEP) (SSRH)</p> | <p>MMAYa</p> | <p>MMA-SRHU</p> <p>ANA</p> <p>Ministério da Integração</p> | <p>Secretaria de Emergência Nacional (SEN)</p> | <p>SINAE</p> <p>DINAGUA (MVOTMA)</p> |

### 3.3.9 Insalubridade das águas e deterioração da saúde ambiental

#### Acordos

- Convenção sobre Consentimento Prévio Informado para o Comércio Internacional de Substâncias Químicas e Agrotóxicos de Risco (2004), ratificada pelos 5 países.
- Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (2004), ratificada pelos 5 países.

#### Normas nacionais

| Argentina   | Bolívia   | Brasil  | Paraguai   | Uruguai  |
|---|---|---|--|--|
| Lei Nº 25675 (2002). Lei Geral do Ambiente            | Lei Nº 1333 (1992). Lei de Meio Ambiente                              | Lei Nº 6938 (1981). Criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente                  | Lei Nº 3239 (2007). Lei de Recursos Hídricos   | Decreto 253 (1979). Controle da poluição da água         |
| Lei Nº 25.688 (2002). Lei de Gestão Ambiental da Água | Lei Nº 300 (2012). Madre Tierra                                       | Lei Federal Nº 9433 (1997). Lei das Águas   | Lei Nº 294 (1993). Lei de Avaliação de Impacto Ambiental (EIA) (modificada pela Lei Nº 345/94 e regulamentada pelo Decreto 453/13) | Lei Nº 18610 (2009). Política Nacional de Águas          |
| Código Penal  | Lei Nº 318 (2012). Melhora da qualidade da água para o consumo humano | Decreto Nº 440 (2005). Controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento | Código Penal   | EIA: Lei Nº 16466 (1994). Avaliação de Impacto Ambiental |
|   |   | CONAMA 357 (2005). Classificação de corpos de água                                | Resolução Secretaria do Ambiente Nº 222  | Lei Nº 17283 (2000). Proteção do Ambiente                |
|   |   | CNRH 140 (2012). Concessão de direitos de derramamento de efluentes               | Lei Nº 2459/04, criação do Serviço de qualidade e saúde vegetal e de sementes (SENAVE)   | Código de Águas  |
|   |   |   | Lei Nº 3742, Controle dos fitossanitários de uso agrícola  | Código Penal   |

**Instituições**

| <b>Argentina</b>    | <b>Bolívia</b>      | <b>Brasil</b>          | <b>Paraguai</b>  | <b>Uruguai</b>  |
|---------------------|---------------------|------------------------|--|---|
| MAYDS               | Ministério de Saúde | Ministério de Saúde    | SEAM   | DINAGUA (MVOTMA)  |
| SSRH                |                     | Ministério das Cidades | Direção Nacional de Água Potável e Saneamento (DINAP) (Ministério de Obras Públicas e Comunicações)      | Administração das Obras Sanitárias do Estado (OSE) (serviço descentralizado que se relaciona com o Poder Executivo através do MVOTMA) |
| Ministério de Saúde |                     | IBAMA                  | Ente Regulador dos Serviços de Água Potável e Saneamento (ERSSAN)  | Ministério de Saúde Pública   |
|                     |                     |                        | Serviço Nacional de Saneamento Ambiental (SENASA) (Ministério de Saúde Pública e Bem-estar Social-MSPBS) |   |
|                     |                     |                        | Direção Nacional de Saúde Ambiental (DIGESA)   |   |
|                     |                     |                        | SENAVE   |   |

**3.3.10 Navegação****Acordos**

- Tratado de Yacyretá.
- Acordo para a regulação, canalização, dragagem, balizamento e manutenção do Rio Paraguai (Argentina-Paraguai) (1979).
- Acordo sobre Transporte Fluvial através da Hidrovia Paraguai-Paraná (assinado pelos cinco países) (1992).

**Normas nacionais**

| <b>Argentina</b>  | <b>Bolívia</b>   | <b>Brasil</b>   | <b>Paraguai</b>   | <b>Uruguai</b>   |
|---|--|---|---|--|
| Código Civil<br><br>Lei Nº 20094 (1973). Lei de Navegação | Decreto (17.01.1853) (Os rios da Bolívia podem ser navegados livremente por meio de barcos de todas as bandeiras | Lei Nº 9432 (1997). Transporte fluvial.<br><br>Lei Nº 9537 (1997). Segurança do tráfico fluvial<br><br>Lei Nº 9611 (1998). Transporte multimodal de carga | Código Civil<br><br>Lei Nº 475 (1957). Sanção do Código de Navegação Fluvial Marítima | Código de Águas, Lei Nº 12.091 (1954). Navegação e Comércio Cabotagem<br><br>Decreto-Lei Nº 14859 (1978) |

**Instituições****Instituições regionais**

Comité Intergovernamental da Hidrovia Paraguai-Paraná (CIH)

**Instituições nacionais**

| <b>Argentina</b>         | <b>Bolívia</b>       | <b>Brasil</b>   | <b>Paraguai</b>   | <b>Uruguai</b>  |
|--------------------------|----------------------|---|---|---|
| Ministério de Transporte | Ministério de Defesa | Ministério de Defesa-Comando da Marinha<br><br>Ministério dos Transportes | Administração Nacional de Navegação e Portos (ANNP)<br><br>Ministério de Relaciones Exteriores, Secretaria do Ambiente, Prefeitura Naval da Armada Paraguaia, Associação de Armadores do Paraguai, Comissão Nacional Hidrovia | Direção Nacional de Hidrografia (Ministério de Transporte e Obras Públicas-MTOP)<br><br>Direção Nacional de Transporte (MTOP) |



### 3.3.11 Desenvolvimento da Hidroenergia

#### **Acordos**

- Convênio sobre o aproveitamento dos rápidos do Rio Uruguai na região de Salto Grande (Argentina-Uruguai) (1946).
- Convênio para o estudo do aproveitamento dos recursos do rio Paraná (Argentina – Paraguai) (1971).
- Tratado de Itaipu para o aproveitamento hidrelétrico dos recursos hídricos do rio Paraná (Brasil-Paraguai) (1973).
- Tratado de Yacyretá (Argentina-Paraguai) (1973).
- Aproveitamento dos recursos hídricos compartilhados no Rio Uruguai e Pepirí-Guazú (Argentina-Brasil) (1980).
- Acordo constitutivo da Comissão Trinacional para o Desenvolvimento da Bacia do Rio Pilcomayo (Argentina-Bolívia-Paraguai) (1995).
- Aproveitamento da Bacia Alta do Rio Bermejo e do Rio Grande de Tarija (Argentina-Bolívia) (1995).

## Normas nacionais

| Argentina   | Bolívia                                 | Brasil  | Paraguai  | Uruguai   |
|---|---|---|---|---|
| Lei N° 24065 (1991). Energia Elétrica. Regime legal | Lei N° 1604 (1994). Lei de Eletricidade | <p>Lei N° 3890 (1961). Constituição da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS)</p> <p>Lei N° 7990 (1989). Instituição para os Estados, Distrito Federal e Municípios, de compensação financeira pelo resultado da utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, entre outros aspectos</p> <p>Lei N° 9427 (1996). Instituição da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e regulação do regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica</p> <p>ANEEL (2013). Regulação do Setor Elétrico</p> | Lei N° 3009 (2006). Lei de Produção e Transporte Independente de Energia Elétrica | Lei N°16832 (1997). Lei Marco Regulatório do Setor Elétrico |

## Instituições

### Instituições regionais

Comissão Técnica Mista de Salto Grande (CTM)

Comissão Mista Argentino-Paraguai do Rio Paraná (COMIP)

Itaipu Binacional

Entidade Binacional Yacyretá (EBY)

### Instituições nacionais

| Argentina   | Bolívia                                 | Brasil                                       | Paraguai                                      | Uruguai                                      |
|---|---|--|---|--|
| Ministério de Energia e Mineração                       | Ministério de Hidrocarbonetos e Energia | Ministério de Minas e Energia                | Administração Nacional de Eletricidade (ANDE) | Ministério de Energia, Indústria e Mineração |
| SSRH (Ministério do Interior, Obras Públicas e Vivenda) |   | Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) |   |  |



# Capítulo 4:

## Temas Críticos Transfronteiriços

### 4.1 Introdução

A Macro-Análise Diagnóstico Transfronteiriço (Macro ADT), desenvolvido durante o período de 2003-2005, identificou, com base científica e social, os temas críticos transfronteiriços (TCT) presentes e emergentes na Bacia do Prata e suas cadeias causais<sup>5</sup>. O processo de elaboração do Macro de ADT (como ADT Preliminar) foi desenvolvido através de workshops nacionais e regionais.

Os Temas críticos identificados foram os seguintes:

- Os **eventos hidrológicos extremos** relacionados com a variabilidade e com as mudanças do clima, em especial as mais prolongadas, recorrentes e intensas inundações e os longos períodos de secas que ciclicamente afetam partes da Bacia, com efeitos sociais, econômicos e ambientais devastadores. Foram identificadas lacunas na informação e no conhecimento do clima, com consequente incapacidade de evitar, com a uma maior eficácia, os efeitos da variabilidade e das mudanças do clima.
- A **perda da qualidade da água**, problema originado nos contaminantes orgânicos e químicos provenientes de fontes específicas, como atividades de mineração e industriais sem tratamento adequado; esgoto e resíduos sólidos dos centros urbanos; as fontes poluição difusa, principalmente culturas agrícolas com uso intensivo de agroquímicos. Além disso, foi identificada a falta de padrões e instrumentos comuns para determinar, mutuamente, os parâmetros de qualidade e as limitações da rede de controle e monitoramento dos cinco países, o que impossibilita a realização de diagnósticos

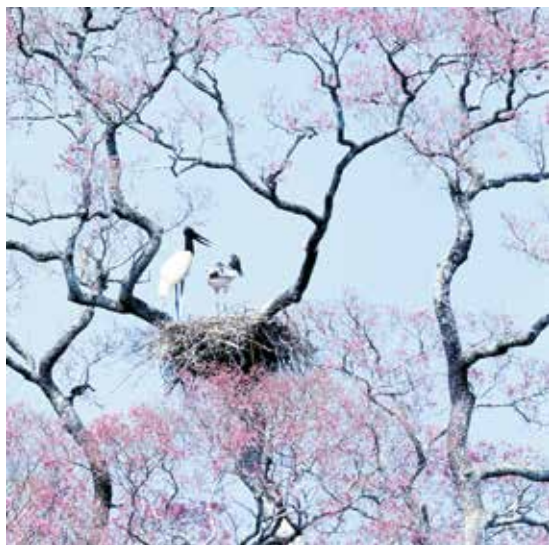
<sup>5</sup> A análise causal foi desenvolvida através de workshops nacionais e regionais, com a participação de peritos designados por cada país para os diferentes temas. As causas dos TCT foram classificadas da seguinte forma: i) Causas técnicas: causas relacionadas com o mau manejo dos recursos naturais escassos, como água e solo, o uso de tecnologias inadequadas, a falta de sistemas de monitoramento ou aplicação indevida dos mesmos; ii) Causas econômico-gerenciais: causas derivadas de visualizações econômicas inadequadas ou inadequação de abordagens gerenciais; iii) Causas político-institucionais: causas derivadas do entorno institucional, ou seja, o marco jurídico e organizacional de uma região ou país; e iv) Causas socioculturais: aquelas que são baseadas nos fundamentos sobre os quais está formada a sociedade, tais como os seus padrões de comportamento, ética, costumes, tradições, religião, etc.

consistentes e abrangentes sobre a qualidade das águas dos rios da Bacia.

- A **sedimentação dos corpos e cursos de água** da Bacia, que limita a capacidade das vias navegáveis e portos, com custos significativos de manutenção, que entope os reservatórios de barragens e modifica a qualidade de suas águas; estes processos causados pela crescente erosão e degradação a terra aumentaram devido às mudanças no uso do solo e a perda da cobertura vegetal.

Foram destacados, também, outros temas críticos de interesse:

- A **alteração e perda da biodiversidade**, em particular dos ecossistemas fluviais e costeiros, incluindo as zonas húmidas, problemas causados principalmente pela perda e fragmentação de habitats.
- O **uso não sustentável dos recursos pesqueiros**, seja pela pesca excessiva ou a falta de métodos de captura de proteção que altera a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas.



Ave do Pantanal, Jaburu Tuiuiu.

- O **uso não sustentável dos aquíferos em áreas críticas**, cuja conservação exige a gestão de maneira integrada com recursos hídricos superficiais e o clima, atendendo, de forma sustentável, as necessidades de desenvolvimento.
- Os **conflitos pelo uso da água e impacto ambiental das culturas irrigadas**, sem uma visão de conjunto e capacidade para gerar processos participativos das partes interessadas para uma resolução equilibrada.
- A **falta de planos de contingência frente a desastres**, incluindo a segurança de barragens, problemas associados com a prevenção de acidentes e catástrofes relacionadas, principalmente, com a navegação e o transporte de materiais perigosos e poluentes.
- A **insalubridade das águas e a deterioração da saúde ambiental e seus efeitos sobre a saúde humana**, decorrente da poluição e mudanças na qualidade água. Destacou-se a incidência do desenvolvimento urbano com serviços de saneamento insuficientes e o avanço das cianobactérias, entre outros, reconhecendo que é um problema que requer grandes investimentos, de caráter fundamentalmente nacional, mas que possui, ainda, uma magnitude que conduz a aspectos transfronteiriços.

Vale ressaltar que na Etapa 1, iniciada em março de 2011, decidiu-se incorporar como TCT as limitações à navegação e a hidroeletricidade, por serem dois setores socioeconômicos fundamentais para a integração regional.

Como parte das atividades iniciais desta Etapa, realizou-se um Workshop Regional de Grupos Temáticos (junho de 2011),



onde foi revisado e atualizado o documento do projeto, levando em consideração o tempo transcorrido desde a formulação da proposta (2005). Como resultado do processo de revisão, foi atualizado não só a Macro ADT e as cadeias causais de cada problema, mas também a linha de base e os elementos de trabalho (objetivos, produtos, resultados e atividades) dos componentes e subcomponentes do projeto.

A execução do projeto, durante o período de 2011-2016, incluiu o desenvolvimento de atividades destinadas a aprofundar o estado de conhecimento dos diferentes temas, permitindo a consolidação e atualização do diagnóstico. O processo foi desenvolvido com o envolvimento dos Grupos Temáticos (GT), através da participação de representantes de instituições governamentais e acadêmicas dos cinco países da Bacia, com a competência em cada um dos temas (qualidade da água, balanço hídrico, águas subterrâneas, degradação do solo, hidrometeorologia, ecossistemas, etc.).

Os trabalhos dos GT foram complementados com estudos específicos orientados à obtenção de conhecimentos sobre temas críticos e prioritários para a Bacia, não contemplados nos componentes do projeto. Entre eles, foram incluídos estudos para conhecer as limitações à navegação e medidas para superá-las; análise do potencial hidroenergético e o possível uso de fontes alternativas de energia, e os problemas ligados com o saneamento ambiental da Bacia, seu impacto sobre a saúde humana e os efeitos transfronteiriços.

Além disso, foram desenvolvidos Projetos Piloto Demonstrativos e projetos prioritários associados aos problemas críticos da Bacia, em áreas e sub-bacias selecionadas, realizados por atores locais e pelas principais organizações governamentais e

não-governamentais. Os projetos são executados com o fim de fornecer informação para a preparação do presente ADT, e para fornecer experiências de gestão local para sua replicação como parte do Programa de Ações Estratégicas (PAE), catalisando iniciativas existentes nos países envolvidos.

Os projetos-piloto demonstrativos são:

### ***Conservação da biodiversidade no rio Paraná regulado***

*Países envolvidos: Argentina, Brasil e Paraguai*

Seu objetivo é contribuir para a melhoria da capacidade de gestão dos recursos hídricos, no trecho do rio Paraná entre a confluência dos rios Paraná e Paraguai e os Saltos do Guayrá, região onde estão localizados dois dos reservatórios transfronteiriços mais importantes da Bacia, Itaipu e Yacyretá. Gerou-se uma linha base atualizada e foram formuladas orientações que possam contribuir para o desenvolvimento de um plano de manejo para a conservação dos recursos aquáticos e elaborou-se um conjunto de recomendações para harmonizar as legislações e para a capacitação de atores locais. Contribui para o conhecimento dos TCT relativos à alteração e perda de biodiversidade e uso insustentável dos recursos de pesca.

### ***Sistema de alerta hidro-ambiental. Inundações e secas na área de confluência dos rios Paraguai e Paraná***

*Países envolvidos: Argentina e Paraguai*

O seu objetivo é desenvolver um sistema de monitoramento e alerta hidroambiental para a gestão de riscos (prevenção, contingência e reabilitação) no eixo metropolitano de Resistencia-Corrientes (Argentina) e Pilar (Paraguai), contemplando ainda adapta-

ções ou ações para enfrentar os efeitos hidrológicos da variabilidade e mudanças do clima, para evitar desastres por inundações e secas e para colocar em prática as medidas de mitigação, em colaboração com as autoridades da Defesa Civil. O sistema de alerta fornece notificações de fenômenos hidrológicos extremos e de derramamentos de contaminantes e a preparação de planos de contingência. Contribui ao conhecimento dos TCT sobre eventos hidrológicos extremos, falta de planos contingência de desastres e perda da qualidade da água.

### ***Resolução de conflitos pelos usos da água – bacia do rio Cuareim/Quaraí***

*Países envolvidos: Brasil e Uruguai*

Sua finalidade é executar uma experiência local que ajude a melhorar as capacidades de gestão integrada dos recursos hídricos da Bacia, visando a sua utilização harmoniosa entre os usuários nacionais e transfronteiriços. Promove o envolvimento de atores locais e da Comissão Binacional existente para o desenvolvimento da Bacia e a conservação ou melhoria da qualidade ambiental, orientando os processos de tomadas de decisão no sentido do uso racional da água, buscando resolver os conflitos atuais, incluindo a questão das culturas irrigadas, particularmente a de arroz. Contribui para o conhecimento dos TCT a respeito dos “conflitos pelo uso da água e o impacto ambiental das culturas irrigadas”.

### ***Controle de poluição e erosão na bacia do rio Pilcomayo***

*Países envolvidos: Argentina, Bolívia e Paraguai*

Sua finalidade é criar uma experiência de gestão local, contribuindo para a redução tanto do risco por passivos ambientais e de poluição devido à mineração, como tam-

bém para o processo de erosão dos solos, sedimentação e assoreamento nos cursos de água do rio Pilcomayo, incluindo um conjunto de ações no âmbito local (Bacia de Cotagaita, na Bolívia). O objetivo é preservar e conservar a integridade do sistema de recursos hídricos da sub-bacia do Pilcomayo, melhorando a qualidade da água e o controle da erosão através de medidas não estruturais, a fim de ter uma experiência com possibilidades de replicar ações de controle e mitigação da poluição e da erosão. O projeto contribui para o conhecimento dos TCT sobre perda da qualidade da água e sedimentação dos corpos de água, considerando o efeito transfronteiriço da Argentina e Paraguai.

Enquanto isso, dois projetos prioritários estão dedicados a Selva Misionera Paranaense (SMP) que forma parte do complexo de ecorregiões da Mata Atlântica e ao Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) (ver *Capítulos 1.3.11 e 1.4.1.3*, respectivamente). Um terceiro projeto baseia-se na experiência do Programa Cultivando Água Boa (CAB), lançado em 2003 pela Itaipu Binacional, para mitigar passivos ambientais e trabalhar visando uma nova cultura, a da sustentabilidade socioambiental, incluindo implementação de tecnologias apropriadas e boas práticas, com a participação de diferentes atores sociais que têm influência sobre a qualidade do ambiente e de vida: empresas, governos, escolas e universidades, organizações da sociedade civil e meios de comunicação.

O CIC expandiu o universo do Programa CAB na Bacia do Prata, inicialmente nas zonas de influência das outras duas usinas hidrelétricas binacionais na região, operadas pela Entidade Binacional Yacyretá (EBY) e a Comissão Técnica Mista de Salto Grande (CTM-SG). A delegação boliviana do PM (sem usinas hidrelétricas binacionais no seu território) foi convidada a enviar representantes dos órgãos ou instituições considerados

adequados para que conheçam os métodos de trabalho visando a sua potencial réplica.

Os resultados dos diferentes trabalhos e estudos, incorporados de forma resumida nos capítulos anteriores e neste capítulo, fazem parte da base desta análise.

A seção seguinte apresenta uma síntese dos resultados para cada um dos TCT, a fim de compreender melhor os problemas encontrados e seus impactos sociais e econômicos. Será dada atenção especial aos efeitos prováveis da variabilidade e mudanças do clima, com base nos produtos descritos no *Capítulo 2*.

A síntese é apresentada abrangendo toda a Bacia e, de acordo com a informação disponível, para as sub-bacias mencionadas

no *Capítulo 1.3*. Cabe ressaltar que a identificação de um problema numa sub-bacia não é necessariamente um indicativo da sua ocorrência em toda sua extensão, podendo estar relacionado, na realidade, com problemas pontuais que se manifestam em uma determinada área da sub-bacia, aspecto que será esclarecido em cada caso.

A análise inclui algumas considerações sobre os aspectos legais e institucionais e identificação das principais causas (técnicas, econômico-gerenciais, político-institucionais e socioculturais) que foram detectadas para cada TCT ao elaborar a Macro ADT. Com base nestes elementos, serão fornecidas recomendações para o preparação do Programa de Ações Estratégicas (PAE).



Parque Nacional El Palmar – Argentina.



Porto de Montevideu, Uruguai.



## 4.2 Eventos hidrológicos extremos

### 4.2.1 Inundações

#### 4.2.1.1 Apresentação do tema

As inundações são o maior risco de origem natural na Bacia do Prata. Elas são causadas por três fatores principais, o aumento natural das vazões dos rios em temporada de chuvas, a expansão urbana desordenada, que ocupa as planícies de inundação e o aumento do nível das águas subterrâneas.

A maioria dos rios da bacia possui planícies de inundação extensas que foram ocupadas tanto pela população como pelas atividades agropecuárias. O rio Paraguai conta com grandes planícies com um regime de escoamento lento, quando ocorrem inundações em suas margens. Nas margens do rio Paraná e seus afluentes, como o rio Iguaçu, existem cidades importantes que são inundadas com bastante frequência. É o caso das cidades de Resistencia, Corrientes, Rosario e Santa Fe, que sofrem impactos significativos. O rio Uruguai também apresentou inundações significativas, principalmente em São Borja, Itaqui e Uruguaiana. Na seção inferior compartilhada entre Argentina e Uruguai, foram observados, já no final de 2015, inundações a jusante da barragem de Salto Grande, coincidindo, por sua vez, com a inundação histórica de Artigas e Quaraí, cidades no âmbito do projeto-piloto desenvolvido na bacia o rio Cuareim / Quaraí.

Desde 1970, as inundações se tornaram mais frequentes, ocorrendo em média a cada quatro anos. A maior frequência está associada com o fenômeno El Niño e o impacto do uso do solo nas bacias hidrográficas altas.

Por outro lado, nos últimos anos foi registrado um aumento no nível das águas sub-

terrâneas na região dos Pampas, na Argentina, associado a causas naturais e antrópicas. Em áreas urbanas e suburbanas, o aumento do nível do lençol freático gera danos à infraestrutura subterrânea e aumenta a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas. Nas zonas rurais, a reduzida profundidade e o afloramento da água causam inundações em grandes áreas destinadas para uso agropecuário.

Embora este problema esteja principalmente associado a causas naturais (em sua maioria, o aumento da precipitação desde 1970), existem causas antrópicas como o planejamento territorial inadequado, a construção de infraestruturas como estradas, obstruindo o escoamento superficial e aumentando a infiltração, como consequência do aumento da área irrigada.

#### 4.2.1.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos

Não foram identificados estudos sistemáticos na Bacia para valorizar as perdas ou danos devido às inundações. De acordo com estudos específicos (PM, 2016b), durante o evento El Niño 1982-83, as perdas estimadas na Bacia do Prata foram mais de um bilhão de dólares.

Enquanto isso na Argentina os danos diretos e intangíveis das inundações ocorridas entre 1987 e 1998 foram estimados em 2.640 milhões de dólares, com mais de 235.000 desabrigados. No período 1991-92, significou uma perda de 513 milhões de dólares, mais de 3 milhões de hectares inundados e 122.000 pessoas evacuadas.

Estudos recentes realizados no Paraguai, no âmbito do Programa de Apoio ao Planejamento Estratégico e Desenvolvimento Institucional do Setor de Drenagem de Águas Pluviais, estimaram que o custo de base de

uma inundação sobre uma cidade intermediária é de cerca de 5 milhões de dólares, valor que considera, entre outras variáveis, as perdas no PIB pelas horas de greve na jornada de trabalho, transporte de vítimas a abrigos temporários, fornecimento de suprimentos emergenciais, reconstrução de habitações de renda média, reconstrução de habitações sociais, obras de reabilitação de canais e operações de retorno das vítimas (PM, 2016b).

#### 4.2.1.3 Atividades desenvolvidas

Em 2005, foram identificadas lacunas de informação e conhecimento sobre o clima atual e futuro, por isso foi necessário melhorar a capacidade de modelar os fenômenos de variabilidade e mudanças do clima para identificar os riscos e vulnerabilidades, assim como planejar as medidas para a adaptação aos novos cenários climáticos e hidrológicos.

Em resposta, avançou-se no desenvolvimento de um diagnóstico detalhado dos sistemas de monitoramento hidrometeorológico (observações meteorológicas e hidrológicas e meteorológicos, assim como radares e satélites meteorológicos) e dos sistemas de alerta existentes em âmbito nacional e regional.

Por exemplo, na Argentina, o projeto SINARAME é implementado em duas etapas. Na primeira, foram desenvolvidos e fabricados os dois primeiros radares (o protótipo RMA0 e RMA1 operacional) e deu-se início ao projeto e execução do Centro de Operações (COP) e a integração ao COP dos radares existentes com transmissão. Em 2015, o RMA0 foi colocado em operação no aeroporto de San Carlos de Bariloche, enquanto o RAM1 encontra-se instalado na Universidade Nacional de Córdoba (UNC). Durante 2015-2016 seria desenvolvida a segunda

etapa do projeto com a instalação de 10 radares meteorológicos em diferentes lugares, 5 centros de processamento regionais e 55 estações meteorológicas automatizadas. Nesta segunda etapa, o setor argentino da Bacia do Prata, teria cinco novos radares meteorológicos: Las Lomitas (Formosa), Resistencia (Chaco), Bernardo de Irigoyen (Misiones), Chajarí (Entre Ríos) e Ezeiza (Buenos Aires).

Por outro lado, as atividades relacionadas com os modelos hidroclimáticos e cenários para adaptação, permitem dispor de cenários hidroclimáticos gerados por um modelo selecionado pelos países (ETA-INPE) e de um modelo hidrológico (MGB-IPH) instalado no âmbito dos cinco países, a fim de analisar a situação atual e cenários futuros.

Para visualizar os efeitos das inundações, foram realizados mapas de vulnerabilidade, ocorrência e impacto delas na escala de sub-bacias, incluindo uma análise regional dos resultados. Posteriormente, para cada uma das sub-bacias analisadas, foram identificadas áreas críticas urbanas e rurais. Sendo assim, dispõe-se de um mapa de vulnerabilidade frente a inundações (**Figura 4.2.1.3.1**), como também de avaliações de vulnerabilidade para os diferentes setores socioeconômicos.

Com ênfase especial, este tema está considerado no Projeto Piloto Demonstrativo *Sistema de Alerta Hidroambiental. Inundações e secas na zona de confluência dos rios Paraguai e Paraná*, mencionado no Capítulo 4.1.

#### 4.2.1.4 Expansão e atualização do conhecimento

Entre os principais resultados dos trabalhos realizados sobre as inundações destacam-se os seguintes:



Figura 4.2.1.3.1

**Bacia do Prata. Vulnerabilidade frente a inundações**



Vulnerabilidade diante de inundações

- Alta (danos significativos)
- Média (danos razoáveis)
- Baixa (danos localizados)

### Vulnerabilidade frente a inundações fluviais

Com base na cartografia SIG da Bacia do Prata e aplicando da metodologia proposta pela ANA (2011), foram estudados os principais cursos de água foram estudados e identificados aqueles com vulnerabilidade alta, média e baixa frente a inundações. Foram analisados 7,2% (67.820 km) dos cursos de água da Bacia. Vale ressaltar que, embora tenha sido utilizada a mesma metodologia para toda a Bacia, ao ser aplicada em cada país por diferentes especialistas, os resultados poderiam mostrar algumas diferenças entre países e sub-bacias, de tal forma que deveriam ser tomados como uma primeira abordagem do problema. A partir da metodologia aplicada, foram obtidos os seguintes resultados: dos cursos de água analisados em toda a bacia, 41% (27.806 km) apresentam alta vulnerabilidade a inun-

dações, 35% (23.737 km) vulnerabilidade média e 24% (16.276 km) vulnerabilidade baixa. O detalhe dessa informação por sub-bacia é apresentado na Tabela 4.2.1.4.1.

### Inundações urbanas

Os estudos anteriores indicam de forma generalizada que um dos principais problemas da Bacia do Prata é o de enchentes urbanas. Este aspecto foi analisado, em especial, identificando populações com potenciais problemas de inundação. Portanto, foram identificadas populações com mais de 50.000 habitantes e aquelas que tem entre 10.000 e 50.000 habitantes, com um curso de água próximo com alta vulnerabilidade de inundações ribeirinhas. Os resultados apresentados devem ser considerados como uma primeira abordagem do problema. Ao considerar a Bacia completa, foram identificadas

Tabela 4.2.1.4.1

### Vulnerabilidade a inundações ribeirinhas nas principais sub-bacias

| Sub-bacia               | Extensão analisada (km) | Vulnerabilidade diante de inundações |           |           |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|                         |                         | Alta (%)                             | Média (%) | Baixa (%) |
| <b>Alto Paraguai</b>    | 4.579                   | 65                                   | 25        | 10        |
| <b>Baixo Paraguai</b>   | 17.417                  | 38                                   | 41        | 21        |
| <b>Alto Paraná</b>      | 11.939                  | 23                                   | 40        | 37        |
| <b>Baixo Paraná</b>     | 12.946                  | 73                                   | 24        | 3         |
| <b>Alto Uruguai</b>     | 4.454                   | 55                                   | 19        | 26        |
| <b>Baixo Uruguai</b>    | 13.334                  | 27                                   | 39        | 34        |
| <b>Rio da Prata (*)</b> | 3.150                   | 6                                    | 45        | 49        |

(\*) A sub-bacia do Rio da Prata foi estudada parcialmente.

92 cidades com mais de 50.000 habitantes e 226 povoados entre 10.000 e 50.000 habitantes com alta probabilidade de inundação ribeirinha. O detalhe dessa informação por sub-bacia é apresentado na Tabela 4.2.1.4.2.

Foram gerados mapas de ocorrência de inundações mapas de impacto de inundações, tanto para a Bacia (Figuras 4.2.1.4.1 e 4.2.1.4.2) como também para as sub-bacias.

A análise de vulnerabilidade permitiu também identificar 87 cidades com mais de 50.000 habitantes e 226, entre 10.000 e 50.000 habitantes, com uma alta probabilidade de vulnerabilidade alta frente a inundações. Por outro lado, nas zonas rurais de cada sub-bacia concluiu-se que o uso do solo está associado à alta vulnerabilidade (menor período de retorno de 5 anos) contra as inundações (Tabela 4.2.1.4.3).

Tabela 4.2.1.4.2

**Número de populações por sub-bacia com probabilidade de apresentar problemas frente a inundações ribeirinhas**

| Sub-bacia               | Nº de populações |                      |
|-------------------------|------------------|----------------------|
|                         | > 50.000 hab.    | 10.000 - 50.000 hab. |
| <b>Alto Paraguai</b>    | 3                | 15                   |
| <b>Baixo Paraguai</b>   | 9                | 17                   |
| <b>Alto Paraná</b>      | 39               | 66                   |
| <b>Baixo Paraná</b>     | 22               | 77                   |
| <b>Alto Uruguai</b>     | 4                | 18                   |
| <b>Baixo Uruguai</b>    | 7                | 18                   |
| <b>Rio da Prata (*)</b> | 8                | 15                   |

(\*) A sub-bacia do Rio da Prata foi estudada parcialmente.

Tabela 4.2.1.4.3

**Número de cidades com vulnerabilidade alta e média a inundações**

| Sub-bacia             | Alta          |                    | Média         |                    |
|-----------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
|                       | > 50.000 hab. | 10.000-50.000 hab. | > 50.000 hab. | 10.000-50.000 hab. |
| <b>Alto Paraguai</b>  | 3             | 15                 | 3             | 19                 |
| <b>Baixo Paraguai</b> | 34            | 66                 | 42            | 98                 |
| <b>Alto Paraná</b>    | 4             | 18                 | 1             | 8                  |
| <b>Baixo Paraná</b>   | 9             | 17                 | 12            | 31                 |
| <b>Alto Uruguai</b>   | 22            | 77                 | 8             | 21                 |
| <b>Baixo Uruguai</b>  | 7             | 18                 | 5             | 9                  |
| <b>Rio da Prata</b>   | 8             | 15                 | 13            | 10                 |
| <b>Total</b>          | <b>87</b>     | <b>226</b>         | <b>84</b>     | <b>196</b>         |

Figura 4.2.1.4.1

**Bacia do Prata. Ocorrência de inundações**



**Ocorrência de inundações**

- Baixa: períodos de retorno maiores a 10 anos
- Média: períodos de retorno entre 5 e 10 anos
- Alta: períodos de retorno menores a 5 anos



Figura 4.2.1.4.2

## Bacia do Prata. Impacto de Inundações



### Impacto produzido por inundações

- Baixo
- Médio
- Alto

Impacto alto: alto risco de dano de vidas humanas, danos significativos essenciais, instalações e danos de infraestrutura pública e zonas residenciais.

Impacto médio: danos razoáveis a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residencial.

Impacto baixo: danos localizados.

#### 4.2.1.5 influência da variabilidade e das mudanças do clima

No geral, observa-se aumento da precipitação principalmente nas regiões sul e sudoeste da Bacia do Prata (embora na zona norte observa-se diminuição), aumento na frequência de chuvas intensas, aumento das vazões nos rios e aumento de períodos secos. Todos estes fatores indicam uma tendência atual a um aumento das inundações ribeirinhas na Bacia do Prata.

No que diz respeito à análise de possíveis cenários futuros, de acordo com estudos de precipitação variável (PM, 2016c) disponíveis, podemos tirar as seguintes conclusões:

- Para o período 2011-2040 observa-se um aumento de até 1 mm/dia na região sul e uma diminuição de até 3 mm/dia na região norte da bacia.

- Para o período 2041-2070, o aumento de até 1 mm/dia se estende nas regiões sul, sudoeste e oeste, enquanto no norte e noroeste, a diminuição é de até 1 mm/dia.
- No período 2071-2099 o aumento continua nas regiões sul, oeste e norte e observa-se diminuição na região leste para o trimestre dezembro-janeiro-fevereiro. Posteriormente, a previsão indica um aumento moderado ou neutro para os meses restantes do ano.

Se a tendência atual continuar, as regiões sul e sudoeste da Bacia poderiam ter maiores problemas de inundações ribeirinhas, enquanto que no noroeste, ainda que tenha menor incidência de precipitações, este problema dependerá de sua distribuição temporal se é homogênea ou se, pelo contrário, mantém a tendência atual, onde as chuvas se acumulam em menos dias.



Radar SINARAME, Argentina.



## 4.2.2 Secas

### 4.2.2.1 Apresentação do tema

A seca é um extremo hidrológico com baixas precipitações e vazões durante um período suficientemente longo a ponto de afetar populações e ambientes. Ao contrário das inundações, é lenta e progressiva. Os dados disponíveis sobre as secas e, em particular, sobre o seu impacto sobre o meio ambiente e a economia, muitas vezes são escassos.

Quando se trata de secas, vale distinguir o caso no qual a carência ou a diminuição das precipitações afeta zonas de diferentes graus de magnitudes – pela redução da disponibilidade da água, em quantidade e qualidade, a fim de satisfazer demandas para usos domésticos e agropecuários, entre outros – o caso em que tal falta ou diminuição se reflete na redução das vazões e níveis nos rios – daquele que as vezes é conhecido como “estiagem”, afetando especialmente a geração hidrelétrica e a navegação.

Em grande parte do seu território, a Bacia não apresenta deficiências significativas de água para os usos atuais. Em alguns dos maiores centros urbanos, são registrados baixos níveis de água nas fontes utilizadas para consumo humano. Isso ocorre devido a algumas dessas cidades estarem localizadas nas cabeceiras dos principais rios, o que limita a disponibilidade de fontes. São Paulo e Curitiba são dois bons exemplos disso.

A Argentina dedica grande parte de seu território para atividades agropecuárias e florestais, gerando uma forte pressão sobre os seus recursos naturais, especialmente o solo. Na província de Buenos Aires as secas mais graves ocorreram no início dos anos 70, com a redução de eventos extremos depois de 1972. Esta tendência de queda do risco de secas severas e aumento das

chuvas permitiu, no oeste das planícies dos Pampas, uma mudança do sistema agropecuário para um sistema somente agrícola.

Na região do Gran Chaco (compartilhada entre Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai) a zona semiárida está sujeita à erosão e perda de fertilidade, resultados da atividade pecuária em excesso e da agricultura não sustentável. Esta situação é agravada no oeste, onde a região do Chaco Árido apresenta condições mais extremas de aridez, observando-se, assim, um processo de desertificação.

### 4.2.2.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos

Existe um consenso geral sobre a existência de importantes consequências econômicas adversas pela recorrência das secas e que tais consequências se refletem na escala nacional, afetando importantes setores da economia dos países da Bacia do Prata, como a produção agrícola e pecuária, a agroindústria, a geração hidrelétrica e a navegação, entre outros. No entanto, é uma tarefa complexa poder quantificar economicamente o efeito da seca, levando em consideração todas as consequências diretas e indiretas. Como parte das atividades do Projeto, foi analisada a incidência de seca, relacionando a ocorrência de um ano seco com a variação do crescimento do PIB da sub-bacia afetada pela seca.

Ainda que o valor do crescimento do PIB em cada uma das sub-bacias hidrográficas dependa da economia dos países que a compõem e de muitos fatores que são independentes da seca, é também uma constante, na maioria das regiões, a grande influência no PIB dos sectores econômicos relacionados com a disponibilidade ou não dos recursos hídricos. Em média, os anos secos identificados presumem uma queda média de cerca de 5% do PIB (entre 3 e 7%).

### 4.2.2.3 Atividades desenvolvidas

Foi testada a vulnerabilidade frente a eventos de seca; realizou-se uma caracterização espaço-temporal dos períodos de déficit hídrico no âmbito da sub-bacia e com escala temporal anual.

Além disso, uma caracterização de períodos de deficiência hídrica foi feita nas sub-bacias, com base no cálculo do índice SPEI (*Standardised Precipitation-Evapotranspiration Index*), com passe mensal para diferentes escalas de tempo (1, 3, 6 e 12 meses) e análise das variáveis evapotranspiração potencial (ETP) e precipitação (P) para o cenário atual (1961-2005) e cenários futuros (2007-2040, 2041-2070, 2071-2099).

### 4.2.2.4 Expansão e atualização do conhecimento

Para o estudo da vulnerabilidade frente a eventos de seca, foram utilizadas séries mensais de precipitação de 46 estações pluviométricas. Foram identificados os anos secos nas séries com dados completos (período 1861-2014, em algumas estações) e a recorrência média de tais períodos. O tempo médio entre anos secos para a totalidade da Bacia do Prata resultou em 6 anos, variando de acordo com a sub-bacia analisada entre 5 e 9 anos.

Com o objetivo de avaliar uma possível mudança de tendência no clima atual com relação a série histórica completa, foram identificados os períodos de seca para 1961-2014. O tempo médio entre anos secos para total da Bacia do Prata resultou em 9 anos, variando de acordo com a sub-bacia analisada entre 6 e 16 anos.

Foi observado que naquelas regiões onde o tempo médio para a recorrência de anos secos é alta, a variação é mínima nos dois

períodos analisados enquanto que, em regiões em que o tempo médio de ocorrência de períodos de seca é baixo, na série reduzida, o tempo entre as secas aumenta consideravelmente.

Posteriormente, realizou-se uma avaliação inicial da distribuição espaço-temporal das secas. Observou-se que, para períodos com uma boa representatividade espacial da rede pluviométrica em operação, a superfície com déficit hídrico varia, anualmente, entre 5 e 20% da área total da bacia com alguns anos particulares como o ano de 1962 com 55%, os de 1968 e 1988, com 33%, e 2008, com 48%. Ao analisar a situação por sub-bacias, observou-se que existe uma variabilidade significativa entre elas, atingindo valores de 70 a 80% da superfície com ano seco, ainda que nestes mesmos anos a situação seja diferente para outras sub-bacias.

### 4.2.2.5 Influência da variabilidade e das mudanças do clima

Entre os principais resultados da caracterização dos períodos de déficit hídrico nas sub-bacias, com base no cálculo do índice SPEI para cada uma delas, destacam-se os seguintes:

**Alto Paraguai e Alto Paraná:** Observa-se um aumento de períodos de seca, tanto na sua duração como na sua magnitude e intensidade média. O mesmo se aplica à cobertura espacial de períodos secos. Em 2007-2040 é quando ocorre a pior situação, melhorando gradualmente, mas sem atingir os níveis do período de controle (1961-2005).

**Baixo Paraguai:** períodos secos aumentam consideravelmente em duração, magnitude e cobertura espacial para o período de 2007-2040, mas sem atingir os níveis das bacias do Alto Paraguai e Alto Paraná.

A partir de 2041-2070 a situação melhora, embora não seja alcançada a situação do período de controle. A cobertura espacial da seca também começa a diminuir, mesmo que mantida acima dos níveis do período de controle.

**Baixo Paraná:** No cenário de controle, a bacia apresenta um clima normal e ligeiramente úmido, com períodos secos ocasionais de baixa intensidade. Em cenários climáticos futuros tornar-se-á gradualmente mais úmido para os cenários mais distantes no tempo, reduzindo os períodos de seca e sua magnitude, intensidade e cobertura espacial. Portanto, os cenários futuros apresentariam maiores recursos hídricos que o cenário de controle.

**Alto Uruguai:** O clima no cenário 1961-2005 alterna entre períodos secos e húmidos. No cenário 2007-2040 são observados menos períodos secos, embora com maior duração e intensidade. A partir de 2041-2070 a fase predominante é a do clima húmido, diminuindo a quantidade de períodos de seca, sua duração, intensidade e cobertura.

**Baixo Uruguai:** O sinal é claro, indicando um aumento de recursos hídricos a medida em que são analisados os cenários mais distantes no tempo. Os períodos secos diminuem tanto em quantidade, duração, intensidade, como em cobertura espacial.

**Rio da Prata:** O cenário 1961-2005 foi caracterizado pela alternância de períodos secos e úmidos. Em 2007-2040 observa-se um declínio acentuado de períodos secos, sua duração e magnitude, assim como sua cobertura espacial. Nos outros cenários, mas com predominância de clima normal a úmido, destacam-se períodos de seca pontuais. Em todos os casos, os períodos secos são menores do que os observados no cenário de controle.

#### 4.2.3 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Ainda que o assunto seja pouco desenvolvido no âmbito nacional, existe uma vasta gama, tanto nacional como regional, constituída por diversos tratados –que incluem os cinco países ou alguns deles– que apoiam a adoção de um marco harmonizado que regule este TCT. No Paraguai existe uma política nacional de prevenção de desastres e gestão e redução de riscos, executada pela Secretaria de Emergência Nacional e através de uma Comissão Nacional composta por várias instituições.

O Tratado de San Ramon de la Nueva Orán (1995), entre Argentina e Bolívia, define um sistema de alerta hidrológica que poderia ser tomado como modelo. Existe um Acordo OMM-CIC (2000), que poderia estar relacionado ao projeto WIGOS em fase de desenvolvimento. É necessário harmonizar os regulamentos; os países poderiam partir de uma base comum e ajustar a sua legislação ao Protocolo adicional ao Acordo Marco sobre Meio Ambiente do Mercosul em matéria de cooperação e assistência frente a emergências ambientais.



Seca na região oeste do Chaco.

#### 4.2.4 Principais causas identificadas

Ao elaborar o Macro ADT, foram identificadas as seguintes causas para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmatamento e perda da cobertura vegetal.</li> <li>• Sistemas de monitoramento e previsão hidrometeorológica inadequados e insuficiente pesquisa de eventos extremos.</li> <li>• Falta de definição de áreas de risco.</li> <li>• Deficiências no planejamento urbano e territorial.</li> <li>• Mudanças no uso do solo.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A escassa coordenação de informações de eventos de extremos.</li> <li>• Insuficiência de recursos financeiros.</li> <li>• Falta de capacidade operacional para a gestão e divulgação de planos de ordenamento territorial associados a eventos extremos.</li> <li>• Falta de critérios econômicos regionais para lidar com eventos extremos.</li> <li>• Falta de manejo sustentável da bacia.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de coordenação entre os países para a implementação de uma gestão comum.</li> <li>• Falta de mecanismos de aplicação de normativas existentes.</li> <li>• Falta de um marco legal de gestão de recursos hídricos transfronteiriços.</li> <li>• Falta de políticas regionais de prevenção de desastres.</li> <li>• Insuficiência da capacidade técnica institucional nas áreas locais.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de processos de educação e conscientização.</li> <li>• Tendência histórica de ocupação de áreas inundáveis.</li> <li>• Falta de conscientização ambiental.</li> <li>• Falta de cultura para procurar soluções coletivas.</li> </ul>  |

#### 4.2.5 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016b e 2016c) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresenta-se as seguintes recomendações, como contribuição para a preparação do PAE:

- Consolidar, expandir e melhorar a coordenação entre os vários sistemas monitoramento, informação, previsão do clima e de alerta precoce.
- Desenvolver sistemas de apoio à tomada de decisões na bacia e sub-bacias.
- Melhorar o planejamento urbano e regional para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade à eventos extremos.
- Promover o zoneamento agroecológico para reduzir o impacto de eventos extremos.
- Promover o desenvolvimento de políticas regionais e fortalecimento do marco legal para a prevenção e gestão de eventos extremos.
- Implementar políticas de planejamento territorial e de gestão integrada dos recursos hídricos.
- Harmonizar os marcos jurídicos para a gestão de recursos hídricos transfronteiriços.
- Promover a cooperação e coordenação institucional no âmbito da bacia, incluindo a consolidação do CIC como órgão de coordenação e articulação institucional.
- Fortalecer e articular os órgãos de gestão dos recursos hídricos em conjunto com os serviços meteorológicos e geológicos dos países da Bacia.
- Promover o monitoramento conjunto dos recursos hídricos compartilhados.
- Procurar fontes de financiamento para atividades conjuntas.
- Intercambiar experiências sobre medidas de adaptação ante eventos extremos.
- Promover a integração das águas superficiais e subterrâneas.
- Desenvolver e implementar, no âmbito setorial e de sub-bacias, metodologias para quantificação dos prejuízos econômicos causados por eventos extremos.
- Fortalecer os órgãos nacionais para gestão de eventos extremos.
- Trocar experiências de gestão de risco entre os órgãos nacionais, bilaterais e multilaterais.
- Desenvolver planos de contingência regionais de áreas urbanas e rurais ante inundações e secas.
- Desenvolver e intercambiar experiências sobre programas de pesquisa, conscientização e educação ambiental relacionados a eventos extremos.

## 4.3 Perda da qualidade da água

### 4.3.1 Apresentação do tema

Em relação a perda ou ameaças à qualidade dos corpos de água da Bacia do Prata, observa-se uma problemática comum, consequência da contaminação de origem pontual e difusa de origem terrestre, além de fontes de contaminação originadas em atividades aquáticas, vinculadas com a navegação.

### 4.3.2 Atividades desenvolvidas

Um guia metodológico preliminar de qualidade e quantidade de água foi elaborado pelos cinco países que compõem a Bacia. Entre 2011 e 2015, foram desenvolvidos relatórios nacionais de qualidade de água como guia para o monitoramento e foram realizadas duas campanhas de monitoramento de qualidade e quantidade da água nos cinco países da Bacia de acordo com este guia. Elaborou-se um inventário de fontes (pontuais e difusas) de contaminação com estimativa das principais cargas poluidoras na Bacia do Prata. Deu-se ênfase particular aos Projetos Piloto Demonstrativos *Sistemas de alerta hidroambiental. Inundações e secas na zona de confluência dos rios Paraguai e Paraná e Controle da contaminação e da erosão na bacia do rio Pilcomayo*, mencionados no Capítulo 4.1.

### 4.3.3 Expansão e atualização do conhecimento

As principais ameaças à qualidade da água são a contaminação de origem pontual – consequência do derramamento de esgoto e efluentes industriais e, em algumas áreas específicas, proveniente da atividade de mineração e petróleo – e a de origem difusa, resultado da agropecuária, além dos resíduos sólidos urbanos que são derramados pelas redes drenagem nos principais canais

dos rios. Vale destacar que a contaminação da água através dos Resíduos Sólidos Urbanos é um tema que, em muitos corpos de água internacionais, é considerado crítico e transfronteiriço.

Além disso, o esgoto contribui com uma quantidade do que foi chamado de contaminantes emergentes como, por exemplo, antibióticos, tranquilizantes e outras drogas farmacêuticas que diariamente são ingeridas pela população e cujos metabolitos finalmente são derramados nas águas superficiais através das redes de saneamento, representando ameaça aos ecossistemas aquáticos.

No que diz respeito à contaminação como consequência de atividades aquáticas, um dos principais problemas é a contaminação biológica por espécies invasivas (por exemplo, o mexilhão dourado).

No âmbito da Bacia do Prata como um todo, observa-se, em termos gerais, que a poluição orgânica proveniente de fontes difusas –principalmente como resultado de atividades agropecuárias– predomina sobre fontes pontuais. No entanto, ambas possuem equivalência no caso da sub-bacia do Paraná e esta predominância é invertida para a sub-bacia própria do Rio da Prata. Este fenômeno se deve à presença, nessas sub-bacias, de grandes cidades, como São Paulo e Buenos Aires, respectivamente.

O impacto gerado pela matéria orgânica torna-se mais relevante no caso de fontes pontuais em cursos de vazões baixas, típicos das cabeceiras da bacia, ao contrário dos grandes rios, que são caracterizados pela alta capacidade de autopurificação.

Ainda assim, não podemos deixar de mencionar a ocorrência cada vez mais recorrente de floração de algas nocivas de cia-



nobactérias –por exemplo, nas águas do rio Uruguai, a margem uruguaia do Rio da Prata e na sub-bacia do rio Santa Lucía (Uruguai)– como resultado das contribuições de nutrientes provenientes da atividade agropecuária. Os criadouros de porcos e galinhas representam também outra importante fonte de aporte de matéria orgânica, dependendo dos impactos da sub-bacia ou área a ser considerada.

No que diz respeito aos metais pesados, os aportes são, principalmente, resultados das atividades industrial e de mineração. Por exemplo, a contaminação por metais pesados nos rios e Pilcomayo e Bermejo tem como origem a grande atividade mineradora nas cabeceiras das respectivas bacias no território boliviano. Este é um caso emblemático, considerando que é uma atividade desenvolvida desde os tempos pré-coloniais.

Além do acima exposto, dada a grande área da Bacia do Prata e as diversas atividades antrópicas e seu grau de desenvolvimento, cada sub-bacia apresenta suas peculiaridades em relação à perda ou ameaças à qualidade da água.

### **Rio Paraná**

O rio Paraná é caracterizado pela sua grande capacidade de diluição e poder de autopurificação. No entanto, observa-se a degradação ou perda da qualidade da água nas zonas ribeirinhas dos conglomerados urbano-industriais e em rios e córregos na bacia, tais como São Paulo, Brasília e Curitiba, com alta demanda de água e um correspondente aumento na descarga de poluentes.

Também mostra que os efluentes industriais provenientes das indústrias relacionadas às atividades agropecuárias, como pecuária, o cultivo de cana de açúcar e a criação de porcos e galinhas, representam

contribuições importantes de contaminação por matéria orgânica, com a consequente diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido nos corpos d'água.

Na bacia baixa do rio Paraná, são detectados problemas de contaminação, principalmente nos grandes centros urbanos, como as cidades de Rosario e Santa Fe, e regiões com maior desenvolvimento industrial como, por exemplo, a cidade Esperanza, que é caracterizada pela presença de curtumes que derramam seus efluentes no norte da bacia do rio Salado, um afluente do Paraná.

### **Rio Paraguai**

É importante levar em consideração especialmente a mineração na bacia alta do rio Paraguai, na Bolívia e no Brasil. Existem depósitos de estanho em forma de cassiterita e drenagem ácida, consequência da atividade de mineração e seus passivos ambientais. As descargas de água utilizadas na extração e processamento, bem como a erosão e dissolução de resíduos de extração, poluem rios e águas subterrâneas. A informação sobre a afetação dos aquíferos ainda é preliminar e aquela correspondente à contaminação de águas superficiais, como resultado da drenagem ácida de mineração a céu aberto, não é totalmente precisa. Daí a importância de medidas de prevenção e controle de contaminação após o encerramento de um empreendimento de mineração.

Enquanto isso, no setor brasileiro da bacia alta, os recursos hídricos também encontram-se contaminados resultado das atividades de mineração, principalmente no Estado de Mato Grosso, e devido a pesticidas utilizados nas culturas anuais na região do Planalto.

A jusante, no Paraguai, as maiores cargas de poluentes vêm da agricultura (cultu-

ras e pastagens) e, principalmente, da descarga de efluentes domésticos e industriais em áreas próximas dos grandes centros urbanos, como nas cidades de Concepción, Asunción e Pilar.

Foi observada uma alta concentração de fenóis, indicando provável contaminação proveniente de indústrias, incluindo a madeireira- no curso do rio Paraguai, em Humaitá, e um dos seus afluentes, o rio Apa. Os fenóis são compostos altamente tóxicos para as espécies aquáticas e não podem ser degradados biologicamente.

Num dos principais afluentes do rio Paraguai, o rio Bermejo, existe um certo grau de contaminação causado pelos resíduos de petróleo, provenientes da exploração de poços petrolíferos que descarregam, em diferentes afluentes da bacia, as águas utilizadas na exploração, que tem com salinidade elevada, alta temperatura e traços de hidrocarbonetos.

No rio Pilcomayo, que possui predominância de espécies de peixes detritívoros, foram detectados níveis elevados de metais pesados. Em Misión La Paz (província de Salta), foram encontradas altas concentrações de chumbo, arsênio, cobre, mercúrio, zinco e prata.

### **Rio Uruguai**

Na bacia alta do Rio Uruguai, as maiores fontes de contaminação industrial encontram-se nos afluentes, rios Peixe e Canoas, recebendo altas cargas de poluição de origem pontual e difusa, devido à atividade industrial no Estado de Santa Catarina.

Os efluentes originados por indústrias papeleras, alimentícias e curtumes das cidades de Caçador e Videira (bacia do rio Peixe) e Lages (bacia do rio Canoas) representam

uma importante fonte de contaminação por metais pesados e outras substâncias, além de matéria orgânica. Estas cargas aumentaram devido ao crescimento na produção, a terceirização da produção industrial e a dificuldade no tratamento de pequenas cargas, levando à produção de cargas difusas pela bacia.

A maior parte dos efluentes urbano-industriais são despejados nos sistemas fluviais, com pouco ou nenhum tratamento prévio, o que gera condições ambientais inadequadas, na maioria dos rios urbanos de drenagem dessas cidades.

Nesta sub-bacia observa-se um incremento da proliferação de algas nocivas (cianobactérias), consequência de processos de eutrofização associados ao derramamento de nutrientes. Em alguns casos, estas proliferações podem representar uma ameaça para as fontes de água potável, já que os tratamentos convencionais não removem as cianotoxinas. Estes eventos de proliferação de algas nocivas também são deslocados à margem uruguaia do Rio da Prata.

### **Rio da Prata**

Mais de 97% do ingresso de água doce no Rio da Prata provem dos rios Paraná e Uruguai, o restante corresponde aos inúmeros rios e riachos que despejam suas águas no litoral.

Três fontes foram identificadas como responsáveis pela contaminação litorânea do Rio da Prata, o derramamento de esgoto, de efluentes industriais e de resíduos sólidos urbanos. Os dois primeiros estão diminuindo devido à extensão da rede de esgotos e o maior controle de efluentes industriais. A presença de resíduos sólidos urbanos em vários córregos urbanos e suburbanos é um problema crescente, principalmente devido

a um aumento na geração de resíduos e à baixa da aceitação do sistema de coleta de resíduos, bem como a utilização dos cursos de água como recipientes de resíduos não reciclados e descartados por indivíduos coletores, que são arrastados, especialmente quando chove, pela rede de drenagem até os cursos de água que desaguam no litoral do Rio da Prata.

A assimetria no desenvolvimento urbano e industrial entre as duas zonas litorâneas (uruguaia e argentina), reflete na qualidade da água e dos sedimentos. A título de exemplo, enquanto na margem ocidental do Rio da Prata estão localizadas mais de 15.000 indústrias, na sua margem oriental estão localizadas em torno de 200. Portanto, o aumento da poluição de origem urbana-industrial vem das cidades de Buenos Aires, e seus subúrbios, La Plata e Grande La Plata. Estas destacam-se pelo seu alto grau de poluição das bacias hidrográficas Matanza-Riachuelo e Reconquista, além de inúmeros córregos e aquedutos.

No caso do Uruguai, os mais afetados são os cursos de água urbanos, Carrasco, Miguelete, Pantanoso, Colorado e Las Piedras e muitos de seus tributários, além da Baía de Montevideu e a sub-bacia do rio Santa Lucía, que é a fonte de água potável da cidade de Montevideu.

Em ambos os países, os mencionados rios e riachos apresentam, em muitos de seus trechos praticamente de forma permanente, níveis baixos de oxigênio (níveis de hipóxia ou anóxia). Estes baixos níveis oxigênio geram situações de anaerobiose, com a consequente emissão de odores desagradáveis e áreas ambientalmente degradadas.

Como em outros sistemas de transição, observa-se uma região de águas mais turvas ou de “turbidez máxima” onde ocorre a in-

teração entre a água doce do Rio da Prata e água salgada do Oceano Atlântico, se acumulam sedimentos (parte deles contaminada, por exemplo, com metais pesados e compostos orgânicos persistentes) e resíduos sólidos a partir de fontes litorâneas da Região Metropolitana de Buenos Aires e da Bacia do Prata. Isso é causado por dois processos simultâneos: i) certas substâncias naturais (orgânicas e inorgânicas) transportadas pela água doce do Rio da Prata (sejam elas dissolvidas ou adsorvidas pelo material em suspensão) são condensadas e precipitadas quando a salinidade aumenta repetidamente; e ii) a água salgada do mar ingressa em profundidade por sua maior densidade e peso e atua como uma cunha, forçando o material leve assentado no fundo a entrar novamente em suspensão, aumentando assim a biodisponibilidade de contaminantes “presos” nos sedimentos.

Uma vez que a área de “turbidez máxima” é uma área de grande atividade biológica, existe o perigo de que, se os níveis observados continuarem aumentando, os contaminantes acumulados possam entrar na cadeia alimentar, acarretando consequências nocivas. Nesta região, várias espécies de peixes demersais e pelágicos se reúnem para se alimentar, desovar e desenvolver suas fases iniciais de vida.

Finalmente, é importante considerar que os problemas da contaminação litorânea, exceto a altura da zona de máxima turbidez, não são refletidos no corpo principal do Rio da Prata. Portanto, o impacto das áreas urbanizadas na qualidade das águas costeiras e dos sedimentos, em geral, se restringe a uma variável de extensão transversal não superior a 2 km da costa. Isto é explicado pelo tipo de movimento no Rio da Prata, que define três corredores longitudinais ao eixo principal do mesmo (principalmente no Rio da Prata Interior e Médio), que im-

pede, em condições médias, a mistura e a difusão transversal.

### ***Estimativa das Cargas de Poluentes***

As principais fontes consideradas para estimar o volume de contaminação de fontes pontuais foram as de origem doméstica ou de esgotos. Supõe-se que os efluentes derramados na rede de esgotos recebem pelo menos um tratamento primário. Não foi considerada a existência de estações de tratamento secundário já que, se for o caso, essas estações tratariam uma porção muito reduzida do efluentes pelo que, na escala da Bacia do Prata, seus impactos seriam pouco significativos.

Além disso, considerou-se que os aportes decorrentes da atividade industrial não eram relevantes para a determinação das cargas contaminantes, uma vez que, a princípio, as indústrias deveriam cumprir com os regulamentos estabelecidos por cada um dos cinco países. No entanto, não devemos esquecer a detecção de substâncias, como os fenóis, mencionados anteriormente. No que diz respeito à mineração, não havia informação disponível para estimar os aportes pontuais decorrentes dessa atividade.

Por outro lado, destaca-se a importância da inclusão de empresas agropecuárias, criação de suínos, criação de gado, etc., as quais foram consideradas como aportes de nutrientes de origem animal devido ao número de cabeças de gado.

A metodologia utilizada apresenta restrições e é uma primeira aproximação no que diz respeito a quantificação de aportes de contaminantes de origens difusa e pontual. Além disso, foi aplicada considerando a informação disponível, de modo que os resultados contam com um grau significativo de incerteza.

### ***Estimativas de cargas de poluentes (nutrientes) de origem pontual e difusa***

Em termos quantitativos, no que diz respeito às descargas estimadas de origem difusa nas sub-bacias dos rios Paraná e Paraguai, é significativo o tipo de uso do solo para “cultivo” para os parâmetros Nitrogênio (N) e Fósforo (P), tendo suas máximas para estas sub-bacias no Brasil e na Argentina e, em menor grau, Paraguai (na escala de 700 mil toneladas/ano para o Brasil, 200 mil/ano para a Argentina e 20 mil/ano para o Paraguai, para o parâmetro de Nitrogênio na sub-bacia do rio Paraná).

A metodologia aplicada considera os aportes feitos pelos animais, a partir da urina e do estrume. Como referência, foi considerada a informação correspondente aos censos agropecuários nacionais, onde o número de cabeças de gado é indicado por departamento/município. Os aportes de três parâmetros (Demanda Biológica de Oxigênio – 5 dias de reação – DBO5, Nitrogênio e Fósforo) foram considerados para os diferentes tipos de gado.

No caso dos bovinos, é significativo o aporte nas sub-bacias dos rios Paraná e Uruguai e, em menor grau, no Rio da Prata, com intervalos entre 670 e 1.175 toneladas/ dia de aporte para o caso DBO5. No que diz respeito aos ovinos, as sub-bacias que aportam cargas orgânicas mais elevadas são as do rio Uruguai e do rio Pilcomayo. Com relação aos caprinos, a maior relevância em aportes é gerada pela sub-bacia do rio Pilcomayo, seguida pela do rio Bermejo. Finalmente, no caso dos suínos, os maiores aportes são gerados na bacia do rio Pilcomayo, seguido pela do rio Paraná e, em menor escala, pela do rio Uruguai.

Referente aos aportes domésticos, é significativo para os 3 parâmetros (DBO5, P

e N) o aporte da sub-bacia do rio Paraná, em relação com as restantes sub-bacias, com 3 ordens de diferença na escala de contribuição para a DBO5 e 2 para os restantes parâmetros. Em importância, seguem os aportes domésticos na sub-bacia do Rio da Prata.

#### 4.3.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

O assunto está sendo desenvolvido em todas as legislações nacionais com diferente intensidade, portanto existe uma vasta gama, tanto nacional como regional, constituída por diversos tratados -que incluem os cinco países ou alguns deles- que apoiam a adoção de um marco harmonizado que regule este TCT.

Existe uma metodologia aprovada em 1991 pelos cinco países e está em processo a configuração de uma outra mais atualizada. Argentina e Uruguai efetuam monitoramentos conjuntos na área comum do Rio da Prata, no âmbito do projeto FREPLATA; foram acordados objetivos de qualidade para essa zona. Além disso, Argentina, Bolívia e Paraguai realizam monitoramentos conjuntos na bacia do rio Pilcomayo, tendo definido valores de referência para metais entre os três países, dada a prioridade desta problemática para a sub-bacia mencionada.

Não existe articulação entre os governos centrais e locais, assim como municípios que possuem jurisdição no seu território. As instituições são fracas e não há suficientes recursos humanos.



A contaminação das águas da Bacia constituem um risco potencial para a saúde humana e a para a biodiversidade.



### 4.3.5 Principais causas identificadas

Ao elaborar o Macro ADT, foram identificadas as seguintes causas para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso inadequado de agrotóxicos da atividade agropecuária e agroindustrial.</li> <li>• Tratamento inadequado esgotos (domésticos e industriais).</li> <li>• Descarga de metais pesados resultado da atividade de mineração (Pilcomayo).</li> <li>• Gestão inadequada de substâncias perigosas.</li> <li>• Aporte de nutrientes aos corpos de água.</li> <li>• Descarte inadequado de resíduos sólidos em planícies de inundação.</li> <li>• Gestão inadequada de resíduos no transporte transfronteiriço.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoramento e controle insuficiente.</li> <li>• Falta de investimento em estações de tratamento de esgoto e efluentes industriais, e manutenção deficiente das estações de tratamento existentes.</li> <li>• Recursos insuficientes para a adequada gestão da qualidade de água.</li> <li>• Falta de recursos para a mitigação da contaminação pela mineração (Pilcomayo).</li> <li>• Manejo inadequado da atividade agropecuária.</li> <li>• Falta de quantificação e estimativa dos passivos ambientais.</li> <li>• Atividade de mineração sem adaptação ambiental.</li> <li>• Falta de medidas não estruturais para o controle da erosão.</li> <li>• Falta de avaliação econômica da água como um recurso natural estratégico.</li> <li>• Falta de capacitação de gestores ambientais</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de visão e de uma política de gestão integrada na bacia.</li> <li>• Heterogeneidade das normas e padrões de qualidade da água.</li> <li>• Falta de políticas de desenvolvimento que estimulem o emprego de tecnologias limpas e a minimização de resíduos.</li> <li>• Diferentes graus de desenvolvimento das normas sobre gestão da qualidade da água e deficiências na sua aplicação.</li> <li>• Diferentes graus de consideração da qualidade da água nas políticas de estado.</li> <li>• Dificuldades na integração dos órgãos ambientais e de recursos hídricos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobreza e sua consequência particular na capacidade de gestão sustentável dos hídricos.</li> <li>• Deficiência no cumprimento das normas existentes.</li> <li>• Deficiência na educação hídrica ambiental.</li> <li>• Falta de consciência sobre a avaliação de bens e serviços ambientais.</li> </ul>  |



### 4.3.6 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016d, 2016e e 2016f) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Harmonizar as normativas e desenvolver critérios consensuais para a avaliação e monitoramento da qualidade da água.
- Encontrar fontes de financiamento para a construção e operação de estações de tratamento de esgotos domésticos e industriais.
- Encontrar fontes de financiamento para a implementação de melhores práticas para o monitoramento e a gestão da qualidade ambiental em empreendimentos de mineração.
- Promover a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e de uso racional de agrotóxicos.
- Intercambiar experiências sobre descarte e reciclagem de resíduos sólidos urbanos.
- Intercambiar experiências sobre a eliminação de resíduos no transporte transfronteiriço.
- Fortalecer os órgãos responsáveis pela gestão da qualidade da água.
- Desenvolver programas conjuntos de monitoramento da qualidade e quantidade de água entre os países.
- Desenvolver programas de formação de gestores ambientais.
- Desenvolver programas de capacitação e educação ambiental.
- Promover a participação cidadã na prevenção da contaminação doméstica e urbana.
- Desenvolver planos de avaliação e implementação de serviços ambientais.

## 4.4 Sedimentação dos corpos e cursos de água

### 4.4.1 Apresentação do tema

O processo de sedimentação altera e compromete a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas e, portanto, dos bens e funções ambientais que estes prestam. Na Bacia do Prata, como resultado do desenvolvimento da agricultura e das agroindústrias em grande escala, cerca de metade da vegetação natural foi substituída por pastagens. O desmatamento causado pela agricultura, reduziu a capacidade da terra para capturar e armazenar carbono e água e para ancorar os solos, levando a aumentos nas taxas de erosão em alguns sítios e de sedimentação em outros, provocando mudanças na disponibilidade da água.

As práticas agrícolas em grande escala, dadas pela intensificação da produção de soja desde o início dos anos 90, e o desenvolvimento de uma das maiores indústrias de criação de gado do mundo, também levaram à compactação do solo, a redução na infiltração de água, ao aumento do escoamento superficial e problemas de sedimentação.

A grande produção de sedimentos finos na bacia alta revela ser o traço característico do rio Bermejo, que contribui com cerca de 100 milhões de toneladas anuais de sedimentos para o sistema Paraguai-Paraná-Delta e Rio da Prata. Os sedimentos finos são transportados até encontrar áreas de águas calmas, desde o Baixo Paraná até o Rio da Prata, onde são depositados.

A produção de sedimentos da bacia alta do rio Pilcomayo é um pouco maior que a do rio Bermejo. Com uma vazão média anual de 210 m<sup>3</sup>/s e um aporte anual de sedimentos da mesma ordem de grandeza que o Bermejo, não dispõe de energia suficiente para transportar sua carga sólida até o

rio Paraguai, e assim deposita os sedimentos nos pântanos da planície do Chaco nas imediações da fronteira entre Argentina e Paraguai. Este aporte sólido de 110 milhões de toneladas anuais provoca alterações morfológicas nos leitos dos rios, nos corpos de água e na altimetria da planície de inundação em uma escala anual.

### 4.4.2 Impactos ambientais, sociais e econômicos

O aumento da produção de sedimentos prevista implica um risco maior de alterações morfológicas no leito do rio Bermejo inferior, um aumento dos custos de clarificação da água nas estações de água potável em todo o percurso do rio para o Rio da Prata e um aumento dos volumes de dragagem nos canais transversais do rio Paraná, canais do Rio da Prata e nos portos e seus acessos.

### 4.4.3 Atividades desenvolvidas

Como contribuições para a atualização do diagnóstico, estão disponíveis relatórios nacionais sobre o uso e degradação da terra, projetos, cartografia e publicações; um documento integrado com identificação das áreas degradadas críticas; mapas de uso atual da terra e tipos de solos, assim como um mapa estimativo da produção de sedimentos; um diagnóstico sobre a degradação da terra na Selva Missoneira Paranaense e um inventário de boas práticas e tecnologias de uso e manejo sustentável de solos. Este tema é considerado, com ênfase particular, no Projeto Piloto Demonstrativo *Controle da Contaminação e da erosão na bacia do rio Pilcomayo*, mencionado no Capítulo 3.1.

### 4.4.4 Expansão e atualização do conhecimento

Entre os principais resultados dos trabalhos realizados destacam-se os seguintes:

- A maior produção específica de sedimentos ocorre no setor andino da Bacia. As fontes mais importantes são as bacias altas dos rios Bermejo e Pilcomayo. No resto da Bacia, os problemas de erosão e sedimentação, resultantes das atividades agropecuárias, merecem também especial consideração porque geram perda de produtividade e deterioração da estrutura e do espaço poroso.
- O rio Bermejo descarrega uma vazão média anual de 446 m<sup>3</sup>/s, o que representa 2,5% do módulo do rio Paraná em Corrientes. Em contraste, o aporte da vazão sólida ao sistema Paraguai-Paraná-Delta do Paraná-Rio da Prata tem muito peso, já que os 100 milhões de toneladas/ano de sedimentos em suspensão constituem cerca de 75% do total presente no rio Paraná. Nas últimas décadas, esta porcentagem foi crescendo devido à construção de barragens no Brasil na bacia alta do rio Paraná, as quais retêm os sedimentos respectivos.
- O rio Pilcomayo tem um fluxo médio anual de 203 m<sup>3</sup>/s e um aporte anual de sedimentos da mesma ordem de grandeza que o rio Bermejo, porém não possui energia suficiente para transportar sua carga sólida até o rio Paraguai.
- A concentração média anual de sedi-



A bacia do rio Iruya gera uma grande proporção de sedimentos que logo são depositados no Delta do Paraná e no Rio da Prata.

mentos na Bacia do Prata (150 mg/l) é moderada para um rio de uma bacia localizada em zona tropical, mas é um parâmetro decisivo para a potabilização da água dos rios e na sedimentação dos canais de navegação com velocidades muito baixas (abaixo de 30 cm/s).

- Nos afluentes do rio Paraguai no Pantanal foram registrados valores máximos de concentração média anual de 500 mg/l, correspondendo a uma erosão média de 146 t/ km<sup>2</sup>/ano em bacias de uma área média de 17.000 km<sup>2</sup>.
- No sudeste do Brasil, próximo a fronteira com a Argentina, que abrange os trechos médios e inferiores dos afluentes da margem esquerda do rio Paraná desde o rio Paranapanema, a jusante, e uma parte substancial da bacia do rio Uruguai, a concentração anual média é de cerca de 100 mg/l e a produção específica de sedimentos é de ordem de 95 t/km<sup>2</sup>/ano.

### **Análise por sub-bacia**

A partir de uma análise realizada nas sete sub-bacias, com o objetivo de identificar os principais temas críticos ligados à produção e ao transporte de sedimentos, concluiu-se que as seguintes requereriam maior atenção:

#### **Alto Paraguai:**

O rio Parapetí nasce na cordilheira oriental das serras sub-andinas e formam um leque aluvial de várias dezenas de quilômetros quadrados na Bolívia e no Paraguai. Seu atual canal permanente é derramado no pântano de Izozog, mas durante temporada de chuvas, produz uma importante afluência que forma o rio Timané, que corre na direção este e desemboca no rio Paraguai. Em anos excepcionalmente úmidos, os pântanos transbordam e alimentam as nascentes

do rio San Julián o qual, a jusante, se transforma no rio San Pablo, para finalmente desembocar no rio Iténez, na fronteira com o Brasil. Na dinâmica atual, no leito do rio Parapetí podem observar-se processos de sedimentação fluvial, que ocorrem devido a alteração na inclinação do curso do rio. Na época das chuvas, o rio transporta material sedimentar por arrastre e suspensão. Os materiais grossos são depositados próximos à saída da serra sub-andina e os materiais cada vez mais finos, vão sendo depositados à medida em que percorrem a planície, até chegar nos pântanos do Izoq, onde há grande concentração de material muito fino.

#### **Baixo Paraguai:**

A produção de sedimentos da bacia alta do rio Pilcomayo é um pouco maior que a do rio Bermejo, porém estes são depositados nos pântanos de seu cone aluvial, na planície do Chaco e conseqüentemente não chegam a ser descarregados no rio Paraguai-Paraná. Foram identificados processos fluviais transfronteiriços conflituosos vinculados com a temática hídrica: i) utilização de água em uma área com déficit hídrico; ii) morfologia alternante do leito devido a erosão e transporte de sedimentos; iii) pesca e fauna ictiológica, particularmente a migração de sábalos desde a bacia baixa até a bacia alta; e iv) risco de poluição devido à mineração na bacia alta, proveniente de passivos ambientais e de atividades atuais. A sedimentação total do leito de níveis superiores até a planície de inundação é um problema morfológico que afeta a gestão da bacia. Conseqüentemente, as vazões do rio transbordam sobre a planície formando novos pântanos com periodicidade anual.

A contribuição de siltes e argilas do rio Bermejo é de 90% dos matérias finos transportados pelo rio Paraná, os que sedimentam predominantemente no Rio da Prata.

A região de maior atividade morfológica fluvial é a do Rio da Prata Superior, contíguo ao Delta, e a quantidade anual de siltes e argilas dragados nos canais de navegação do Rio da Prata equivalem a 23% do aporte total do rio Bermejo. Foram detectadas medidas de manejo na alta Bacia do Bermejo que afetam substancialmente a quantidade dos sedimentos gerados para o conjunto da bacia. As zonas de maior produção de sedimentos da alta Bacia do Bermejo não estão afetadas significativamente pelas ações antrópicas atuais, porém problemas pontuais poderiam ser resolvidos através de medidas estruturais e não estruturais.

#### 4.4.5 Influência da variabilidade e mudanças do clima

As mudanças na temperatura e precipitação foram manifestadas em variações nas taxas de produção e transporte de sedimentos das bacias dos rios Bermejo e Pilcomayo. Existe uma tendência a manter as taxas atuais para os próximos 30 anos, e um decréscimo para o período 2041–2070 em ambas as bacias, com maior importância na bacia do rio Pilcomayo.

Por outro lado, os problemas de erosão e sedimentação resultantes das atividades agropecuárias causam um aumento do escoamento

ou da inundação –além da perda da produtividade– conforme a inclinação do terreno, e que o solo transportado e transformado em sedimentos alcance às águas superficiais, gerando contaminação com matéria orgânica, nutrientes e agrotóxicos.

#### 4.4.6 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Há pouca consideração a respeito da gestão conjunta do uso do solo e da água. No entanto, existem regulamentos internacionais já aceitos, como o das Convenções originadas no Rio 92 sobre Biodiversidade, Desertificação e Mudanças Climáticas, ratificadas por todos os países. Também dispõe-se do Digesto Ambiental para o Gran Chaco Americano, considerando os recursos solos, biodiversidade e águas, entre outros aspectos, que foram validados através de oficinas de trabalho. Este marco ambiental poderia ser aplicável a outras áreas da Bacia.

Houve também a produção da legislação interna em alguns países, que deve ser tomada como um modelo para a harmonização entre eles, e implementou-se planos de manejo do solo e da água, tais como aqueles existentes no Uruguai, que poderiam ser tomados como guia para aplicação nos países restantes que compõem a Bacia.

#### 4.4.7 Principais causas identificadas

No desenvolvimento da Macro ADT, foram identificadas as seguintes razões para este TCT:

| Causas técnicas  | Causas econômico-gerenciais  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso e manejo inadequado dos solos (atividade agrícola em expansão, uso de solos marginais, eliminação de pastagens naturais, sobrepastoreio).</li> <li>• Expansão excessiva da fronteira agrícola.</li> <li>• Compactação do solo.</li> <li>• Desmatamento do monte ribeirinho e da selva nativa (rio Uruguai).</li> <li>• Construção inadequada e manutenção de infraestruturas.</li> <li>• Erosão gerada pela atividade de mineração (rios Pilcomayo e Bermejo).</li> <li>• Erosão costeira por flutuação, marcada pela operação de grandes barragens.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debilidade na gestão e administração dos órgãos.</li> <li>• Aplicação inadequada e insuficiente de recursos financeiros para o monitoramento, controle e mitigação.</li> <li>• Falta de aplicação e complementação dos planos de ordenamento territorial, especialmente no âmbito da bacia.</li> <li>• Atividade pecuária extensiva e agricultura de monocultura, principalmente de soja.</li> <li>• Falta de incentivos, extensão e capacitação para aplicar técnicas agrícolas sustentáveis.</li> <li>• Debilidade institucional para assegurar o cumprimento da legislações ambientais.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais  | Causas socioculturais  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debilidade técnico-econômica por parte dos órgãos estatais.</li> <li>• Articulação institucional insuficiente: aplicação deficiente e harmonização inadequada regional das normas de proteção e uso dos recursos naturais.</li> <li>• Decisões institucionais com base na rentabilidade a curto prazo e não na aptidão do uso do solo.</li> <li>• Burocracia e centralismo.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitada consciência política e cidadã.</li> <li>• Queimadas.</li> <li>• A ânsia de lucro excessivo dos proprietários (produtores). Visão a curto prazo nos arrendamentos.</li> <li>• Percepção de inesgotabilidade dos recursos naturais.</li> </ul>   |



#### 4.4.8 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016g, 2016h e 2016i) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Promover o desenvolvimento e a harmonização de normas de proteção e uso dos recursos naturais.
- Desenvolver planos de ordenamento territorial e zoneamento agroecológico.
- Fortalecer as capacidades institucionais para a gestão do uso do solo.
- Fortalecer a articulação institucional nos âmbitos nacional e regional.
- Desenvolver programas de monitoramento, pesquisas e estudos aplicados sobre erosão, geração e transporte de sedimentos.
- Implementar programas de recuperação de solos e controle de erosão em áreas prioritárias.
- Desenvolver planos de gestão integral de bacias prioritárias.
- Desenvolver programas para a conservação e restauração de florestas e vegetação ribeirinha.
- Desenvolver programas de agricultura sustentável.
- Desenvolver programas de capacitação e extensão em técnicas de manejo e conservação do solo



As águas barrentas do Rio da Prata. À esquerda, o Delta do Paraná.

## 4.5 Alteração e perda da biodiversidade

### 4.5.1 Apresentação do tema

A Bacia do Prata é uma região de extraordinário valor ecológico. Sua grande variedade climática e geológica, juntamente com a alta disponibilidade de água em grande parte do seu território, têm permitido o desenvolvimento de uma significativa diversidade de ecossistemas e espécies. No entanto, existe uma preocupação com a ameaça à integridade dos ecossistemas, motivada pelo avanço das atividades antrópicas.

### 4.5.2 Atividades desenvolvidas

Como contribuições para o aprofundamento do conhecimento, o trabalho conjunto dos cinco países fornece um inven-

tário de áreas protegidas e zonas húmidas da Bacia –por país, e integrado– seguindo uma metodologia comum; uma avaliação da perda de habitats naturais, incluindo a redução da Selva Missioneira Paranaense (SMP); uma identificação dos impactos e medidas de controle de espécies exóticas existentes entre os países; um documento de integração contendo as diretrizes para uma estratégia de conservação da biodiversidade, proposta de corredores ecológicos e conservação e gestão das zonas húmidas, e réplicas do Programa Cultivando Água Boa, em curso em micro-bacias próximas à área de influência das barragens com centrais hidrelétricas binacionais (Itaipu, Yacyretá e Salto Grande). Com especial destaque considera-se este tema no Projeto Piloto Demonstrativo *Conservação da Biodiversidade no rio Paraná regulado* mencionado no Capítulo 4.1.



Cultivo de chá na região da Selva Missioneira Paranaense.

### 4.5.3 Expansão e atualização do conhecimento

Os trabalhos realizados permitiram identificar os seguintes problemas:

- Perda/alteração de habitats, fragmentação e perda de conectividade, que pode ser agravado pelos impactos das mudanças climáticas em áreas críticas ou mais vulneráveis pelo aumento do nível da água.
- Perda de integridade (bens e serviços) por risco ambiental, com impactos sobre a biodiversidade em toda a Bacia do Prata, principalmente no Pantanal e na SMP.
- O baixo percentual de áreas protegidas, incluindo aquelas com alguma proteção, ameaça aos bens e serviços ambientais prestados pelos ecossistemas.
- As barragens afetaram algumas planícies de inundação e interromperam corredores migratórios.
- Os moluscos bivalves do gênero *Corbicula* e o mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* são algumas das espécies que demandam o máximo de atenção pela sua notável distribuição em toda a Bacia e seus impactos provados sobre a fauna nativa, o ecossistema, as obras de infraestrutura (como tomas de água) e outras atividades humanas.

#### Selva Missioneira Paranaense (SMP)

A topografia da SMP varia de áreas relativamente planas com solos profundos, próximo ao Paraná e outros rios principais, com altitudes entre 150 e 250 msnm, até um patamar relativamente plano, com altitudes entre 550 e 800 msnm. As áreas que estão localizadas entre os principais rios e o planalto, com altitudes entre 300 e 600 msnm

possuem encostas relativamente íngremes e estão altamente expostas à erosão do solo quando a floresta desaparece.

Os seus solos são relativamente ricos em nutrientes. Os solos vermelhos, que são profundos próximos aos rios, tornam-se mais rasos e rochosos em altitudes mais elevadas. Há muita diferença nos tipos de solo, os quais variam em textura, composição química e acidez.

A ecorregião possui um clima subtropical (média de 16–22°C). Na parte sul, as geadas são comuns (junho a agosto), especialmente nas regiões altas. As precipitações na região variam de 1.000 a 2.200 mm por ano, geralmente com menos chuvas na parte norte do que na parte sul.

As precipitações não estão distribuídas uniformemente ao longo do ano, e algumas áreas apresentam até 5 meses de seca. O aumento de precipitações durante eventos El Niño produz grandes variações interanuais. Chuvas e alta sazonalidade da temperatura e da luz determinam um padrão sazonal da produtividade primária da selva e, associado a ele, uma sazonalidade acentuada na disponibilidade de alimentos para as espécies animais folívoras, frugívoras e insetívoras.

Na SMP foram registradas mais de 3.000 espécies de plantas vasculares, numerosos mamíferos, uma rica diversidade de anfíbios, répteis, invertebrados e marsupiais, e mais de 550 espécies de aves, com alta concentração espécies endêmicas. A vegetação predominante é a floresta subtropical semi-decidual. As variações no ambiente local e tipo de solo permitem a existência de diferentes comunidades vegetais, matas de galeria, selvas de bambu, florestas de palmito (*Euterpe edulis*) e de pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*). A maioria das florestas têm sido ex-

ploradas para obtenção de madeira; algumas florestas secundárias estão em recuperação do desmatamento. Assim, os fragmentos florestais estão compostos de florestas primárias e secundárias em diferentes estágios de sucessão.

As principais questões associadas com a degradação dos solos afeta de forma igual a população dos três países que compartilham deste ecossistema: perda de solos como resultado do desmatamento e a conversão em terras agrícolas ou de pastoreio, alteração da biodiversidade, perda da qualidade da água e conflitos socioeconômicos associados a estes processos. Somado a isso, a variabilidade e mudanças do clima e a consequente alteração do regime de chuvas poderá incrementar a erosão hídrica, resultando em maior empobrecimento dos solos, um aumento da sedimentação nos leitos dos rios (com a perda da qualidade de suas águas) e desertificação.

Esses processos de degradação da terra na SMP foram abordados por diferentes países através de várias estratégias de ação e resposta. As medidas de conservação dos recursos da SMP centram-se principalmente na implementação de uma rede de áreas destinadas a conservação.

### **Análise por sub-bacia**

#### **Alto Paraguai:**

Nesta sub-bacia encontra-se o Pantanal, uma das zonas húmidas de maior transcendência para a biodiversidade aquática da Bacia. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (40%) e apresenta risco ambiental por perda de integridade. Foram criadas 61 áreas protegidas que abrangem 12,6% da sua área total. Existem 6 sítios RAMSAR (46.500 km<sup>2</sup>), 2 Reservas da Biosfera MAB

(326.492 km<sup>2</sup>) e 19 áreas de importância para aves (*Important Bird Areas*-IBA). É a sub-bacia menos habitada, com 2,4 milhões de habitantes.

#### **Baixo Paraguai:**

A sub-bacia sofreu uma perda de 15% dos ecossistemas terrestres. Foram planejados três reservatórios de água importantes nas cabeceiras do rio Bermejo. É uma das sub-bacias menos habitadas (2,8 milhões de habitantes). Foram criadas 66 áreas protegidas que abrangem 7,4% de sua área total, o que representa um baixo nível de proteção, já que não atinge a meta de 10% da CDB para 2010. A designação de 9 sítios RAMSAR (11.384 km<sup>2</sup>), 6 Reservas da Biosfera (21.097 km<sup>2</sup>) e 94 áreas de importância para aves (IBA) é uma indicação clara da alta priorização internacional recebido pela sub-bacia.

#### **Alto Paraná:**

A sub-bacia sofreu uma perda muito significativa de ecossistemas terrestres (75%). Não existem sítios RAMSAR, indicando a ausência de grandes zonas húmidas de importância internacional. O alto Paraná e seus afluentes experimentaram grandes mudanças para o controle de inundações e geração de energia hidrelétrica (43 grandes reservatórios), que afetam as respectivas planícies de inundação. É a sub-bacia mais populosa, com 61,8 milhões de habitantes, apresentando uma alta densidade populacional (6,9 habitantes/km<sup>2</sup>), com 6 grandes cidades, incluindo a capital do Brasil, Brasília. Há um grande número de áreas protegidas (313), porém estas cobrem apenas 7,7% da área da sub-bacia. A Reserva da Biosfera (MAB-Unesco), Floresta Mbaracayú (2.800 km<sup>2</sup>) está, em parte, incluída dentro desta sub-bacia. Existem 32 IBA dentro de seus limites.



**Baixo Paraná:**

Existem várias zonas húmidas proeminentes, como sítios RAMSAR Lagunas e Esteros del Iberá, Humedales Chaco, Jaaukanigás, Reserva Otamendi e a Planície de inundação do baixo Paraná, Delta do Paraná (Argentina). A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (40%) e apresenta risco ambiental por perda da integridade.

Foram construídos 3 reservatórios associados a barragens, um no rio Juramento (Cabra Corral, Salta, Argentina) e dois no Paraná: as barragens de Yacyretá e Itaipu. Outras obras que impactam o ecossistema são a conexão Rosario – Victoria, a expansão imobiliária sobre as regiões húmidas e a perda destas pela construção de albardões para uso na agricultura e na pecuária. A população é de 9,5 milhões (1,6 habitantes/km<sup>2</sup>), com 7 cidades importantes. Foram criadas 82 áreas protegidas que cobrem apenas 5,6% da região, um nível de proteção muito abaixo da meta de 10% impulsorada pela CDB para 2010. A designação de 5 sítios RAMSAR (10.950 km<sup>2</sup>), 2 Reservas da Biosfera (10.619 km<sup>2</sup>) e 78 IBA mostram uma alta priorização internacional.

**Alto Uruguai:**

A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (60%) e não há registro de zonas húmidas destacadas. Foram construídos 3 grandes reservatórios associados a barragens com usinas hidrelétricas sobre o rio Uruguai (Machadinho, Itá e Passo Fundo) e há planos para a construção de 3 novas, o que aumentará a respectiva alteração dos ambientes fluviais. É uma sub-bacia relativamente pouco habitada, com 1,7 milhões de habitantes, sem grandes cidades. Foram criadas 29 áreas protegidas que cobrem apenas 4,4% da área da sub-

-bacia, nível baixo de proteção em relação à meta de 10% impulsorada pela CBD. Embora existam zonas húmidas importantes, como os Saltos do Moconá, não há registro de sítios RAMSAR. Encontra-se uma Reserva da Biosfera, Yabotí (2.366 km<sup>2</sup>) e foram identificados 12 IBA.

**Baixo Uruguai:**

As zonas húmidas em destaque são: Planície e ilhas do rio Uruguai, Sítio RAMSAR Esteros de Farrapos, Villa Soriano e Sítio RAMSAR Palmar de Yatay. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (60%). Existem 4 grandes reservatórios associados a barragens com usinas hidrelétricas, um sobre o rio Uruguai (Salto Grande) e três sobre o Rio Negro (Palmar, Rincón del Bonete e Baygorria), com suas respectivas alterações dos ambientes fluviais. É uma sub-bacia com um nível médio em termos de população, com 3,8 milhões de habitantes e uma densidade de 1,6 habitantes/km<sup>2</sup>, com três grandes cidades. Foram criadas 39 áreas protegidas que cobrem apenas 1,8% de sua área, um nível bem abaixo da meta de 10% da CBD para 2010. Designaram-se três Sítios RAMSAR (849 km<sup>2</sup>) e uma Reserva da Biosfera (997 km<sup>2</sup>), e foram identificados 20 IBA.

**Rio da Prata:**

As zonas húmidas em destaque são a Bahía de Samborombón e Bañados de Santa Lucia. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (35%), concentrados na faixa costeira do Rio da Prata, principalmente nas áreas metropolitanas associadas às cidades de Buenos Aires e Montevideú. É a segunda sub-bacia mais populosa, com 24,9 milhões de habitantes e 5 grandes cidades, incluindo as capitais da Argentina e do Uruguai, Buenos Aires e Montevideú, respectiva-

mente. Foram criadas 11 áreas protegidas que cobrem apenas 0,8% da superfície total da sub-bacia, o mais baixo percentual de toda a Bacia do Prata e bem abaixo da Meta de 10% impulsionada pela CBD em 2010 e mais ainda da meta Aichi 2011-2020 de 17%. Foram designados 2 Sítios RAMSAR (Reserva Ecológica Costanera e Bahía de Samborombón) (4.883 km<sup>2</sup>) e 2 Reservas da Biosfera MAB (1.289 km<sup>2</sup>), na margem argentina, e 9 áreas de importâncias para aves – IBA.

#### 4.5.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima

A perda ou alteração de habitats e fragmentação e perda da conectividade podem ser agravadas pelos efeitos das alterações climáticas nas áreas críticas ou mais vulneráveis ou críticas por aumento do nível das águas.

#### 4.5.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Questões relativas à biodiversidade ainda têm pouca presença na agenda política. Os países da Bacia do Prata assinaram a Convenção sobre a Biodiversidade Biológica, com o intuito de facilitar legislar ou implementar linhas de ação ao contar com um padrão comum. Esta legislação deveria ser a base para a normativa regional. Embora, nas últimas décadas tenha havido progressos, a implementação sistemática dos compromissos internacionais é muito heterogênea ou se encontra desarticulada. O problema deveria ser abordado de maneira integral em âmbito regional, o que permitiria fortalecer as medidas, dar-lhes solidez e apoio territorial e promover a sua sustentabilidade ao longo do tempo, de modo a não incentivar o desenvolvimento de medidas específicas, isoladas e sem continuidade.



Os Saltos do Moconá, no rio Uruguai, fronteira argentino-brasileira.



#### 4.5.6 Principais causas identificadas

No desenvolvimento da Macro ADT, foram identificadas as seguintes razões para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresso de espécies invasoras (mexilhão dourado, entre outras) e deslocamento de espécies nativas.</li> <li>• Perda de vazões ecológicas para a manutenção das zonas úmidas.</li> <li>• Perda da qualidade físico-química da água.</li> <li>• Alteração dos picos de vazões.</li> <li>• Interrupção do fluxo migratório de peixes.</li> <li>• Substituição de ecossistemas naturais por atividades produtivas.</li> <li>• Alteração da dinâmica da água através de obras de infraestrutura.</li> <li>• Caça, pesca e extração ilegal de flora.</li> <li>• Tráfico ilegal de animais e plantas (contrabando).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de recursos financeiros e materiais para estudos e monitoramento.</li> <li>• Falta de planejamento estratégico para a conservação da biodiversidade.</li> <li>• Falta de integração do conceito de proteção da biodiversidade na gestão integrada das bacias.</li> <li>• Deficiências na coordenação de programas de pesquisa.</li> <li>• Falta de incentivos para o cuidado e conservação dos sistemas naturais.</li> <li>• Ausência de avaliações ambientais regionais.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiências de fiscalização e falta de decisões institucionais articuladas.</li> <li>• Debilidade técnico-econômica dos órgãos estaduais.</li> <li>• Falta de protocolos de controle de espécies invasoras.</li> <li>• Falta de programas de capacitação, conscientização e formação de recursos humanos.</li> <li>• Presença escassa do tema da biodiversidade na agenda política.</li> <li>• Deficiências e heterogeneidade das normativas dos países.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de consciência social sobre o valor dos recursos hídricos e da biodiversidade.</li> <li>• Exploração irracional dos recursos pesqueiros.</li> <li>• Falta de predisposição na sociedade civil para encontrar soluções coletivas.</li> </ul>  |

### 4.5.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016c e 2016d) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

#### **Recomendação Especial**

Proposta de corredores ecológicos/fluviais: As paisagens ao longo dos leitos dos rios atuam como unidades ecológicas interligadas naturalmente. Os três principais rios da Bacia do Prata (Paraná, Paraguai e Uruguai) estabelecem uma faixa contínua de organização da paisagem orientada no eixo vertical (norte-sul), atravessando diferentes padrões biogeográficos (biodiversidade, clima, temperatura, precipitação, etc.) que dependem da latitude.

Assim, o vale desses grandes rios na direção norte-sul, associado com afluentes orientados no eixo horizontal (leste-oeste), podem servir como elementos lineares que conectam fragmentos de paisagens e áreas naturais com algum tipo de proteção (parques, áreas protegidas, Reservas de Biosfera, sítios RAMSAR).

Este tipo de estratégia serviria para gerar conectores em grande escala espacial, com os vales dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai fazendo um papel central numa rede prioritária de conservação, que incluiria extensões laterais formadas por afluentes a serem selecionados e outras áreas em situação atual de proteção, etc.

Ainda assim, se não for possível construir um corredor contínuo no vale dos rios devido à dificuldade de conciliação com as áreas já ocupadas pelo homem, é possível

proporcionar uma rede de conservação formada pela restauração de paisagens em que espécies atualmente fragmentadas especialmente tenham maior probabilidade de deslocamento entre as matrizes conservadas. A **Figura 4.5.7.1** apresenta um esboço de corredores de conexão através de grandes rios e afluentes da Bacia, associados a áreas protegidas próximas a eles.

#### **Recomendações gerais**

- Reforçar e harmonizar o marco jurídico regional para a proteção da biodiversidade aquática.
- Desenvolver e implementar protocolos para controle e manejo de espécies invasoras.
- Estabelecer mecanismos de cooperação entre os países em matéria de conservação da biodiversidade.
- Desenvolver programas conjuntos de bioprospecção.
- Desenvolver corredores ecológicos fluviais e costeiros e outras formas de conservação participativa.
- Impulsionar o desenvolvimento de áreas protegidas transfronteiriças.
- Intercambiar experiências sobre metodologias para a determinação de vazões ecológicas.
- Integrar sistemas de informação, pesquisa e monitoramento no âmbito da bacia.
- Realizar Avaliações de Impacto Ambiental (EIA) regionais.
- Promover a adoção de orçamentos mínimos regionais para a conservação da biodiversidade.
- Desenvolver programas de conscientização e capacitação em matéria de recursos hídricos e biodiversidade.

Figura 4.5.7.1

### Estratégia de corredores ecológicos em grande escala espacial na Bacia do Prata



#### Estratégia de corredores ecológicos

- Grandes rios (corredor principal)
- Afluentes (corredores secundários)
- Áreas protegidas

## 4.6 Uso não sustentável dos recursos pesqueiros

### 4.6.1 Apresentação do tema

O uso não sustentável dos recursos pesqueiros altera a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas, podendo comprometê-las.

### 4.6.2 Atividades desenvolvidas

Como contribuição para o aprofundamento do conhecimento, o trabalho conjunto dos cinco países fornece um inventário de peixes, ambientes e áreas protegidas, especialmente aquelas que incluem ecossistemas aquáticos; uma caracterização de alguns dos principais temas (espécies, artesanato, número de pescadores, volumes de captura), que inclui a pesca comercial e de subsistência e a pesca recreativa – desportiva como base do turismo. No entanto, existem muitas lacunas de informação que precisam ser concluídas. Com especial ênfase, considera-se este tema no Projeto Piloto Demonstrativo Conservação da biodiversidade no rio Paraná regulado mencionado no *Capítulo 4.1*.

### 4.6.3 Expansão e atualização do conhecimento

Os principais resultados dos trabalhos realizados indicam:

- Os elementos predominantes da ictiofauna, pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes, apresentam adaptações que otimizam o sucesso reprodutivo mediante a utilização de áreas separadas para as funções de desova, cria e alimentação, entre as quais se deslocam por migração ativa (adultos) e por deriva a favor da corrente (ovos e larvas) dando-lhes, conseqüentemente, um caráter transfronteiriço. A maioria das espécies brancas das pescarias pertencem a estas ordens.
- 53% (480) das espécies de peixes são consideradas endêmicas em algumas das 7 sub-bacias, indicando que a conservação da biodiversidade de peixes requer esforços diferenciados. O endemismo é mais elevado no Alto Paraná, intermediário nas sub-bacias da margem oeste da Bacia, e em menor nível no Baixo Uruguai e Rio da Prata.
- Foram registradas 13 espécies de peixes exóticos na Bacia do Prata, várias delas com capacidade invasora. As espécies exóticas mais comuns são: a carpa asiática (*Cyprinus carpio*) (presente em 5 sub-bacias), a carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) e a carpa cabeçuda (*Hypophthalmichthys nobilis*), registradas em 4 das 7 sub-bacias. São importantes também: a tilápia (*Tilapia rendalli*), a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e o bagre africano (*Clarias gariepinus*). A maior diversidade de peixes exóticos foi registrada nas sub-bacias do rio Paraná (8 espécies no Alto Paraná, 7 espécies no Baixo Paraná) e do Rio da Prata (8 espécies). No Alto Uruguai não há registros de exóticas, enquanto que existem níveis intermediários nas sub-bacias restantes.
- Na Argentina, cerca de 90% das pescarias continentais têm lugar na Bacia do Prata,

onde operam mais de 367 espécies de valor comercial e/ou desportivo, sendo as de maior importância o sábalo (*Prochilodus lineatus*), o dorado (*Salminus brasiliensis*), o surubí (*Pseudoplatystoma*), o manguruyú (*Zungaro zungaro*), o pacú (*Piaractus mesopotamicus*), o patí (*Luciopimelodus pati*) e a boga (*Leporinus obtusidens*). As pescarias comerciais artesanais ocupam mais de 10.000 pessoas, enquanto as de subsistência são importantes para a segurança alimentar dos setores vulneráveis da população local. A espécie comercial mais importante é o sábalo, do qual são exportadas 14.000 toneladas anualmente. As pescarias recreativas-desportivas também são importantes em toda a Bacia, com mais de 70.000 licenças anuais e, associada a elas, a pesca para isca de pesca é realizada pela população ribeirinha. A piscicultura é uma atividade incipiente em crescimento, especialmente em Formosa, Misiones e Corrientes, com uma espécie nativa, o pacú. As proibições temporárias de pesca nas zonas limítrofes entre Paraguai e Argentina, são estabelecidas por um acordo firmado entre ambos.

- Na Bolívia, a pesca de subsistência é uma atividade tradicional e constitui uma importante fonte de proteínas para as populações ribeirinhas –principalmente os povos nativos– ao longo do trecho boliviano do rio Pilcomayo, onde predomina a pesca do sábalo. É neste rio onde se pratica fundamentalmente essa atividade, sendo, em Villa Montes, uma das mais importantes entre maio e setembro. Se exploram principalmente as espécies: sábalo, dorado, surubí e pacú. Na bacia inferior pratica-se a pesca recreativa de dorado, surubí e bagre (*Pimelodus*).
- Em todo o Brasil, a pesca continental representa cerca de 24,8% da produção

pesqueira do país. A pesca de subsistência é uma pesca tradicional no Pantanal e constitui uma importante fonte de proteínas para as populações ribeirinhas. A pesca recreativa, com mais de 57.000 licenças, captura 75% de todo o peixe oficialmente desembarcado atualmente no Estado de Mato Grosso do Sul. Relacionado com ele, é importante a captura e comercialização de isca viva. A produção de peixes por aquicultura é 73.200 toneladas anuais, sendo o estado do Paraná o maior produtor.

- No Paraguai, o número de pescadores artesanais é 7.877 (2015). As pescarias são muito semelhantes as da Argentina e se desenvolvem principalmente no rio Paraguai. No Chaco Paraguai as comunidades aborígenes realizam pesca de subsistência, capturando principalmente sábalo na bacia média do rio Pilcomayo. A espécie branca comercial mais cobiçada é o surubí, seguido do manguruyú, dorado e pacú. Durante a proibição temporária de pesca anual compartilhada com a Argentina nos trechos limítrofes dos rios Paraguai e Paraná (desde o início de novembro até 20 de dezembro, aproximadamente), os pescadores recebem um subsídio de seus governos.
- No Uruguai, a pesca artesanal é realizada principalmente nos rios Uruguai, Negro e da Prata. No rio Uruguai, o número de embarcações é de 250 a 300, com cerca de 500 pescadores. As capturas são estimadas em 4.500 toneladas anuais, abrangendo principalmente sábalo, patí, boga, dorado, bagre branco (*Pimelodus albicans*), bagre amarelo (*Pimelodus maculatus*), manduvá (*Ageneiosus brevifilis*), armado (*Pseudorasbora parva*), manduví (*Ageneiosus valenciennesi*), mochuelo (*Genidens barbus*), pejerrey



(*Odontesthes bonariensis*), tararira (*Hoplias malabaricus*) e viejas (*Hypostomus*). O sáballo representa mais de 70% das capturas, sendo também a principal espécie de água doce exportada, tendo atingido cerca de 4.300 toneladas no ano de 2008.

- Em algumas áreas, verificou-se retração dos estoques pesqueiros por efeitos da alta pressão de pesca.
- Existe um alto risco de aumento das espécies exóticas invasoras (EEL), por escape de seus centros de cultivos.
- O baixo nível de proteção e perda de habitats terrestres impactam sobre a biodiversidade de peixes.

#### **Análise Diagnóstico por sub-bacia**

As sub-bacias que requerem maior atenção são:

##### **Alto Paraguai:**

O cultivo de peixes exóticos está pouco desenvolvido.

##### **Alto Paraná:**

Nove espécies de peixes ameaçadas habitam esta sub-bacia e existe um alto grau de invasão de espécies exóticas. O cultivo de peixes exóticos está muito desenvolvido.

##### **Baixo Paraná:**

Nesta sub-bacia são registradas 13 espécies de peixes ameaçadas e conta com um alto grau de invasão com 7 espécies de peixes exóticos invasores, sendo as de maior risco a carpa herbívora, a carpa asiática, a truta

arco-íris e a tilápia. O cultivo de peixes exóticos está altamente desenvolvido.

##### **Alto Uruguai:**

Não foram registrados peixes exóticos destacados.

##### **Baixo Uruguai:**

Foram registradas 6 espécies de peixes ameaçadas e 5 espécies de peixes exóticos.

##### **Rio da Prata:**

Esta sub-bacia apresenta uma considerável riqueza ictica, registrando 5 espécies ameaçadas. O grau de invasão detectado foi classificado como alto, com 8 espécies de peixes exóticos invasores, sendo as de maior risco a carpa herbívora e a carpa asiática.

#### **4.6.4 Influência da variabilidade e mudança do clima**

Prevê-se uma alta vulnerabilidade às mudanças climáticas dos habitats ribeirinhos que são assentamentos das principais comunidades pesqueiras.

#### **4.6.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais**

Existem incoerências em algumas normativas relacionadas com a pesca em diferentes países e com respeito aos mesmos rios (datas de proibições temporárias de pesca, espécies proibidas de pesca, diferentes critérios no uso de redes, entre outros aspectos). Falta de harmonização nas normativas (por exemplo, é diferente a proibição temporária de pesca no Paraguai com a do Brasil e da Argentina a respeito de um mesmo rio).

#### 4.6.6 Principais causas identificadas

Ao elaborar a Macro ADT, foram identificadas para este TCT as seguintes causas:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• A sobreexploração das espécies-alvo.</li> <li>• Interrupção das migrações de espécies-alvo das pescarias para obras civis em geral.</li> <li>• Distúrbios e perda dos habitats por alterações no regime hidráulico.</li> <li>• Contaminação.</li> <li>• Gestão inadequada dos tanques (redes e escavados) na aquicultura.</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de coerência técnica e política na concepção e implementação de políticas pesqueiras.</li> <li>• Carência de estatísticas pesqueiras e de monitoramentos ambientais e biológicos.</li> <li>• Baixo incentivo à tecnologia de produção de espécies nativas.</li> <li>• Aumento da pressão de pesca por preços convenientes estabelecidos pelo mercado externo e sobreexploração.</li> <li>• Concepção inadequada ou ausência de sistemas de mitigação de impacto das obras.</li> <li>• Aumento da pressão da pesca, devido à perda de rentabilidade econômica dos pescadores</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de políticas harmônicas e integradas para a proteção da vida aquática no âmbito da bacia.</li> <li>• Assimetria das normas e critérios de usos dos recursos naturais.</li> <li>• Falta de ferramentas econômicas de gestão.</li> <li>• Descumprimento das legislações existentes e controles deficientes.</li> <li>• Falta de gestão participativa.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Práticas de técnicas não sustentáveis e dificuldades na aceitação de novas tecnologias.</li> <li>• Aumento da pobreza, incrementando a pressão da pesca.</li> <li>• Pouca consciência da importância de acatar as normativas de pesca e garantir o seu cumprimento.</li> </ul>   |



A pesca artesanal, uma atividade importante para a subsistência de muitas comunidades da Bacia.

#### 4.6.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016c) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Promover políticas integradas, normas e critérios compatíveis para a proteção e uso sustentável do recurso pesqueiro no âmbito da bacia.
- Harmonizar a legislação e normativa pesqueira.
- Consolidar padrões de pesca desportiva no âmbito da sub-bacia.
- Implementar um código de conduta para a pesca responsável.
- Fortalecer ferramentas e mecanismos de gestão e controle.
- Implementar redes de monitoramento ambiental.
- Desenvolver programas preventivos para o controle da pesca e da aquicultura.
- Desenvolver ações para prevenir e reverter a redução do estoque peixeiro.
- Implementar mecanismos para reduzir os impactos das obras hidráulicas sobre as migrações de espécies-alvo.
- Monitorar e controlar espécies exóticas.
- Promover o turismo natural incorporando planos de ordenamento e regulamentação da atividade pesqueira.
- Realizar estudos de vulnerabilidade de habitats ribeirinhos prioritários.
- Desenvolver programas de conservação de espécies de apoio. Implementar programas de conscientização e de capacitação em técnicas sustentáveis de produção.

## 4.7 Utilização não sustentável de aquíferos em zonas críticas

### 4.7.1 Apresentação do tema

Regionalmente, houve um aumento do uso dos recursos hídricos de origem subterrânea devido ao desenvolvimento das populações urbanas e rurais e ao aumento acentuado das atividades agrícolas e industriais na região da Bacia do Prata.

Diversas causas conduziram a um uso não sustentável das águas subterrâneas. Há falta de conhecimento sobre a vulnerabilidade das zonas de recarga, deficiência nos inventários de poços e no monitoramento da sua exploração. Como exceção, cabe assinalar que o Brasil possui algumas redes de monitoramento, principalmente no Estado de São Paulo, e que o Paraguai monitora o aquífero Patiño, de grande importância no âmbito local.

### 4.7.2 Atividades desenvolvidas

Através do trabalho conjunto realizado pelos países, avançou-se na caracterização de aquíferos transfronteiriços selecionados no âmbito da Bacia do Prata (Serra Geral, Bauru-Caiuá-Acaray, Pantanal e Água Doce), bem como na elaboração do mapa hidrogeológico de síntese da Bacia na escala 1:2.500.000, apresentado no *Capítulo 1*. Além do mapa hidrogeológico, foram desenvolvidos mapas temáticos como diagnóstico das águas subterrâneas e sua exploração na Bacia.

Localmente, destacam-se progressos no conhecimento do Sistema Aquífero Yrendá-Toba-Tarijeño (SAYTT) nos territórios da Argentina, Bolívia e Paraguai. Foram executadas as seguintes atividades: levantamento de informações disponíveis; trabalhos de campo com monitoramento de

poços e amostragem para análises físico-químicas e isotópicas; desenvolvimento de um relatório geológico delimitando a área do aquífero; e um mapa geológico para cada país. De igual modo, foram elaborados os mapas hidrogeológicos em cada país, com uma posterior integração abrangendo os três países.

### 4.7.3 Ampliação e atualização de conhecimentos

A **Figura 4.7.3.1** mostra a distribuição da salinidade nas águas subterrâneas e a **Figura 4.7.3.2** a densidade de informação sobre perfurações disponíveis pelo PM com base em informações de órgãos oficiais em cada país, por sub-bacia.

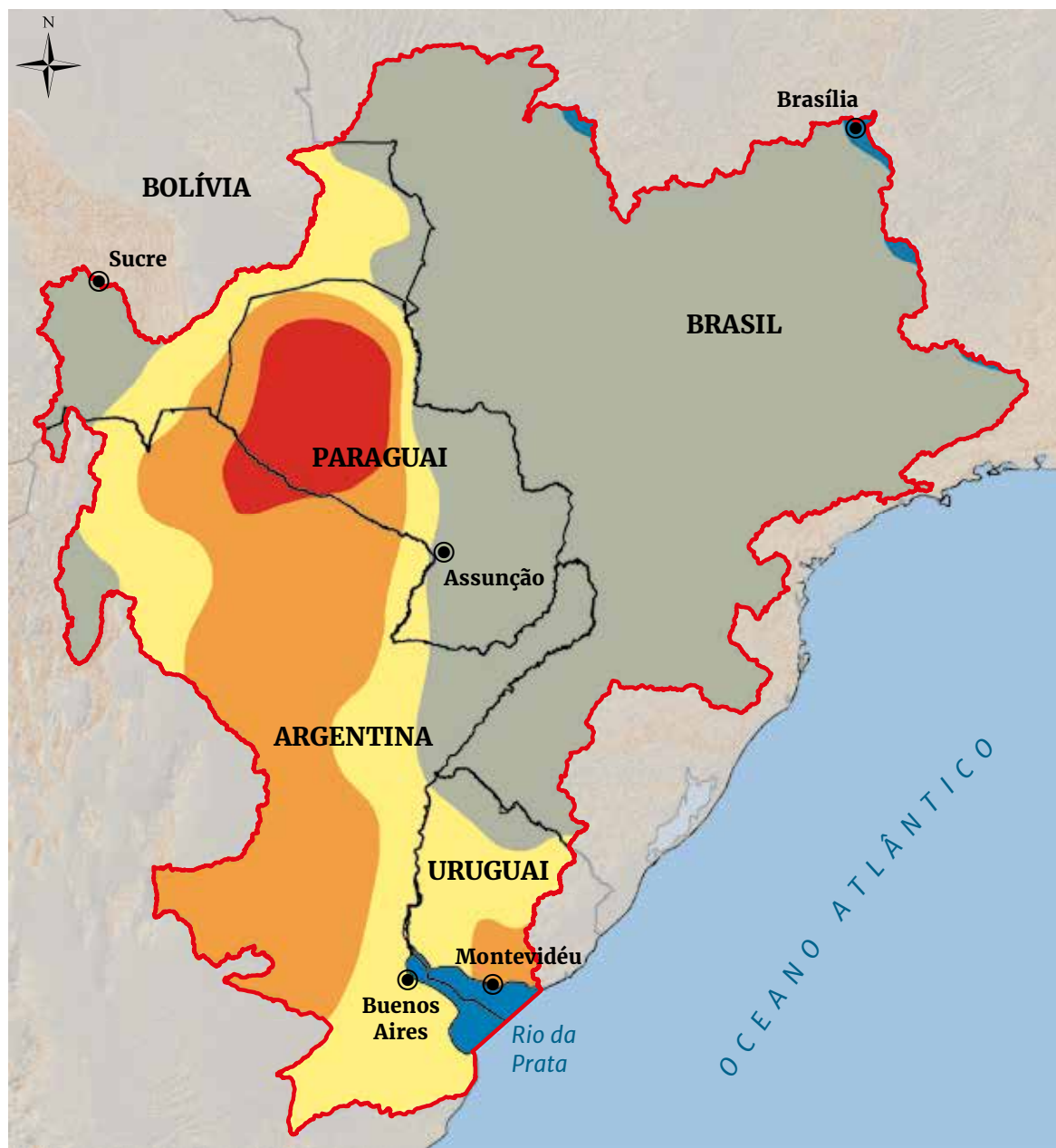
Na sub-bacia do Baixo Paraná observa-se a menor densidade de poços da Bacia, com apenas 1,5 poços/10 km<sup>2</sup>, correspondendo a uma área com baixa densidade demográfica e uma exuberância hídrica superficial da área da Mesopotâmia Argentina. Por outro lado, a sub-bacia do Rio da Prata, depois da confluência dos rios Paraná e Uruguai, também com baixa densidade populacional e boa disponibilidade de águas superficiais, conta com uma densidade de 1,8 poços /10 km<sup>2</sup>.

Observa-se que a área com maior exploração de água subterrânea hoje é a sub-bacia do Alto Uruguai, cuja densidade é de 70 poços/10 km<sup>2</sup>.

Quanto à vulnerabilidade (**Figura 4.7.3.3**) é observada vulnerabilidade natural média a baixa para a área compreendida pela bacia sedimentar do Paraná e alta para o SAYTT. Para a parte do Gran Chaco, predominam vulnerabilidades altas, enquanto que para o Pantanal são baixas. Por sua vez, a área dos Andes apresenta um baixo índice de vulnerabilidade.

Figura 4.7.3.1

**Bacia do Prata. Distribuição da salinidade nas águas subterrâneas**



Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

- 0 a 100
- 100 a 500
- 500 a 1.000
- 1.000 a 3.000
- > 3.000



Figura 4.7.3.2

Densidade de perfurações para a extração de águas subterrâneas por sub-bacias



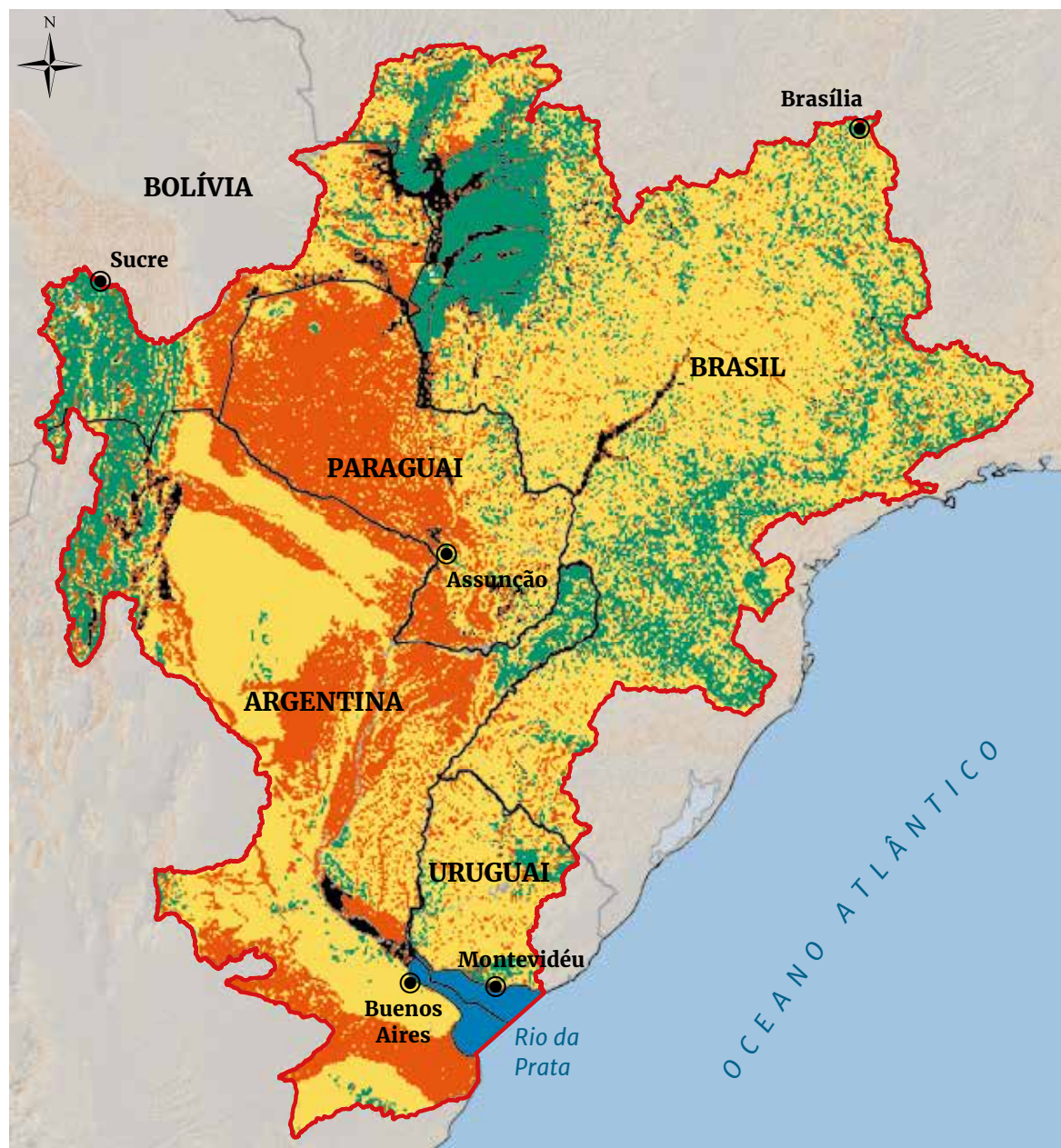
Número de poços/10 km<sup>2</sup> (por sub-bacia)

- Alto Paraguai - 4,5
- Alto Paraná - 3,7
- Baixo Paraguai - 2,4
- Baixo Paraná - 1,5
- Alto Uruguai - 70
- Baixo Uruguai - 18
- Própria do Rio da Prata - 1,8

Informação sobre quantidade de poços disponíveis no PM, brindada pelos órgãos oficiais de cada país

Figura 4.7.3.3

**Bacia do Prata. Vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação**



**Vulnerabilidade**

- Insignificante
- Baixa
- Média
- Alta
- Extrema

### **Sistema Aquífero Yrenda-Toba-Tarijeño (SAYTT)**

O SAYTT é um sistema aquífero de grande importância regional pelas expectativas existentes em uma região com escassez de água, clima semiárido e com outros aquíferos de água salobra ou salgada impróprios para o consumo humano ou produção agropecuária. Representa um dos mais importantes reservatórios de água doce transfronteiriça e de águas subterrâneas desta região e uma das mais significativas do continente sul-americano.

É o sistema aquífero que foi estudado em maior detalhe que os outros aquíferos selecionados devido à falta de informação existente, seja sobre perfurações seja sobre a qualidade e quantidade de água, além da falta de mapas e delimitação da área de ocorrência. Neste contexto, foi desenvolvido o mapa geológico do SAYTT e foram realizados estudos que permitiram elaborar mapas hidrogeológicos de abrangência nacional.

No território do SAYTT, a geologia se manifesta ao longo das províncias geológicas das Serras Subandinas da Bolívia e Argentina e as bacias Cretácea do Noroeste (Argentina), Chaco Boliviano, Paraguai Ocidental e Chaco Paranaense (Argentina). Ainda assim é limitada pelas províncias geológicas da Cordilheira Central e Oriental (Bolívia), pelo Paraguai Oriental e pelo Escudo Brasileiro e a Bacia do Paraná (Brasil), onde se formaram os principais aquíferos, SAG, Serra Geral, Baurú e Caiuá, entre outros.

Do ponto de vista geológico, a SAG é composto por uma sequência de rochas, predominantemente arenosas, cuja sedimentação ocorreu em ambientes flúvio-lacustres

e eólicos nos períodos Triássico e Jurássico. Estas rochas saturadas com água foram então cobertas extensivamente por derrames laminares basálticos do Cretáceo Superior, cobertura esta que pode exceder os 1.000 m. Na parte superior desta sequência, sob um regime de clima desértico, foram depositadas areias eólico-fluviais, originando espessas camadas de arenitos com ampla distribuição geográfica, alta porosidade e permeabilidade.

### **4.7.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima**

As variações climáticas modeladas para um período de quase 80 anos seriam insignificantes do ponto de vista das águas subterrâneas, já que os períodos de tempo geológicos são muito amplos. Não obstante, em algumas localidades onde a recarga é afetada pelas precipitações (aquíferos mais restritos como, por exemplo, Raigón), a variação pode chegar a afetar essa recarga.

### **4.7.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais**

Os países contam com diferentes graus de desenvolvimento legal no assunto e também na sua implementação e cumprimento. Tanto no âmbito constitucional como legal foram estabelecidos, nos cinco países, as pautas principais para a gestão sustentável das águas subterrâneas, mas o assunto é pouco desenvolvido no que diz respeito a regulamentação em alguns países. É importante que as orientações de utilização e proteção das águas subterrâneas na Bacia do Prata respeitem as singularidades que surgem do marco institucional e normativo de cada país, por este motivo deveriam ser definidos lineamentos como recomendações aos órgãos gestores locais.

#### 4.7.6 Principais causas identificadas

No desenvolvimento do Macro ADT, foram identificadas as seguintes razões para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de conhecimento a respeito da vulnerabilidade do sistema (áreas de risco, áreas de recarga).</li> <li>Identificação de fontes de poluição por usos agrícolas e descargas domiciliares e industriais.</li> <li>Falta de monitoramento, por parte do Estado, da exploração do aquífero, oferta e demanda.</li> <li>Falta de sistemas completos e eficazes de monitoramento.</li> <li>Deficiências nos inventários, estudos e pesquisa de aquíferos.</li> <li>Construção não adequada de perfurações, com risco de contaminação.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de gestão do uso das águas subterrâneas.</li> <li>Ineficácia dos instrumentos de gestão ambiental.</li> </ul>  |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de quadro normativo e regulatório para a construção e aproveitamento das perfurações.</li> <li>Falta de integração das legislações dos solos, recursos hídricos e ambientais em cada país e entre os países.</li> <li>Falta de coordenação institucional transfronteiriça para o controle e gestão compartilhada.</li> <li>Falta de troca de informação.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cultura escassa, consciência social e capacitação sobre o uso da água subterrânea.</li> <li>Falta de avaliação econômico-ambiental por parte da sociedade.</li> <li>Falta de visão integrada dos recursos hídricos.</li> <li>Escassa participação da sociedade.</li> </ul> |

#### 4.7.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016g) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Estabelecer um marco normativo para o uso sustentável dos aquíferos.
- Harmonizar as leis dos solos, recursos hídricos e ambientais em cada país e entre os países.
- Desenvolver um marco normativo para a construção e o aproveitamento de perfurações.
- Fortalecer a capacidade de gestão e coordenação institucional.
- Fortalecer e articular as instituições e os serviços com competência na gestão das águas subterrâneas.
- Desenvolver ferramentas de gestão integrada e participativa.
- Desenvolver um programa para a gestão sustentável do SAYTT.
- Implementar as ações resultantes do Projeto para a Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do Sistema Aquífero Guarani.
- Promover a pesquisa e o intercâmbio de informação.
- Realizar estudos de vulnerabilidade para identificar áreas de risco, em escalas regionais e locais.
- Desenvolver inventários e bancos de dados regionais.
- Implementar programas de educação e conscientização.
- Fortalecer os sistemas de divulgação da informação.
- Incentivar uma maior participação da sociedade.



## 4.8 Conflitos pelo uso da água e impacto ambiental dos cultivos irrigados

### 4.8.1 Apresentação do tema

A principal razão para o conflito reside no crescimento permanente e sustentável das superfícies de irrigação da Bacia do Prata. Como referência, existem atualmente cerca de 4 milhões de hectares somente na Bacia, enquanto que na década de 60, havia apenas 1,85 milhões no total do território da Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai.

O crescimento da superfície irrigada foi acelerado nas últimas 3 décadas por uma produção comercial cada vez mais tecnológica e devido a persistente ocorrência das secas e o provável efeito das variações climáticas, bem como pela necessidade de garantir o desempenho econômico e a sobrevivência das empresas e produtores agrários.

Esta expansão da irrigação tem gerado um conflito crescente e destaca a falta de visão de conjunto e a capacidade para gerar processos participativos com os atores envolvidos para uma resolução equilibrada; ou seja, a necessidade de implementar uma Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH).

### 4.8.2 Atividades desenvolvidas

Os cinco países da Bacia avançaram no aprofundamento do conhecimento no que diz respeito à disponibilidade hídrica, incluindo a preparação de um Manual de Cálculo do Balanço Hídrico Superficial da Bacia do Prata; a implementação do Balanço Hídrico Superficial em cada país; e avanços no Balanço Hídrico Integrado em bacias piloto e uma avaliação do uso e da demanda de água em âmbito nacional em cada um dos 5 países, para então, integrá-la.

Foi identificada a oportunidade de transferir conhecimentos sobre as boas práticas de cultivo irrigado de arroz que permitam sustentar a produção e reduzir significativamente o consumo de água para a irrigação mediante a cooperação transfronteiriça das regiões mais desenvolvidas às mais incipientes. Com especial ênfase, considera-se este tema no Projeto Piloto Demonstrativo *Conflictos de uso del agua en la cuenca del río Cuareim/Quaraí*.

### 4.8.3 Expansão e atualização do conhecimento

A estimativa das demandas de água correspondentes aos diversos usos foi realizada da seguinte forma:

A demanda populacional compreende o uso doméstico, a prestação de serviços públicos e o serviço de água para os comércios e indústrias localizadas no âmbito municipal que se encontram conectados à rede de abastecimento. Em geral, não há discriminação de cada serviço para a maioria dos municípios e províncias. Na medida do possível, a demanda urbana é estimada a partir de dados reais obtidos mediante medições e censos. Mas, no caso de não dispor destes, os dados de entrada para a estimativa de demandas urbanas totais foram a população e a dotação per capita. O consumo estimado abrangeu a água potável urbana e rural, assim como a água extraída para a produção de água potável que não foi consumida.

A demanda agropecuária compreende a demanda agrícola, florestal e pecuária. No que diz respeito à agrícola, foi estimada, unicamente, a produção por irrigação. Não foi calculada a correspondente ao uso florestal. O número de cultivos considerados para a área ultrapassou os vinte e não discriminou entre cultivos irrigados anualmente e os perenes.

Os conceitos que caracterizam a demanda agrícola por irrigação são: 1) A demanda líquida por cultivo irrigado (água consumida pelos cultivos); não se considerou a demanda bruta (total de água derivada, tendo em conta a eficiência do transporte, distribuição e aplicação); 2) A superfície sob irrigação; e 3) A diferença entre demanda bruta e líquida, correspondente ao retorno ou as perdas. Não há informações sobre esta relação em âmbito nacional.

A estimativa da demanda agrícola foi obtida através de métodos indiretos (demandas líquidas estimadas) como somatória do consumo de água pelos cultivos por irrigação e a água extraída não consumida.

A estimativa da demanda pecuária é realizada, geralmente, em termos de consumo diário de água pelas cabeças de gado de um determinado lugar ou região. Foi quantificada mediante a fixação de módulos de consumo aplicados diferencialmente na cadeia de produção. Assim, foi estimado o volume de água utilizado em todas as fases de crescimento, terminação e abate, considerando como população pecuária a totalidade dos inventários de bovinos, caprinos, equinos, suínos, ovinos, aves e outros.

No que diz respeito a demanda industrial, os dados disponíveis referem-se, muitas vezes, à grande indústria, que dispõe de fontes de abastecimento próprias. A pequena e média indústria, no entanto, é geralmente incluída no setor de abastecimento urbano, o que leva a uma subestimação da demanda industrial. A água utilizada nas atividades industriais ou de transformação está incluída como uma entrada mais para o consumo intermediário associado com atividades de extração, conservação ou transformação de matérias-primas ou minerais, acabamento de produtos, atividades de construção e processos de transferência de calor.

Não são discriminados os usos industriais dos estabelecimentos que são abastecidos através das redes de água potável e despejam os resíduos no sistema de esgoto, como tampouco um número importante de estabelecimentos que são abastecidos diretamente de fontes subterrâneas e não são contabilizados pelos municípios.

Com relação à demanda de mineração, a água consumida nesta atividade possui múltiplos usos, especialmente durante o processo de separação de minerais. Utiliza-se também para a refrigeração, limpeza, lubrificação das perfurações e como ferramenta de corte (brocas, trépanos e coroas diamantadas). A mineração de superfície requer água para evitar a poeira nos caminhos das pedreiras, especialmente quando há tráfego intenso de máquinas de perfuração, de carga e transporte. A mineração subterrânea necessita-a para esfriar ambientes e máquinas, limpar poeira de rocha das ferramentas e evitar seu excesso, molhando o solo para proteger os trabalhadores e maquinarias. Quando os trabalhos subterrâneos geram afloramento de águas naturais deve-se prever sua captação, canalização e bombeamento para evitar inundações. Também é usado para o transporte de minerais, de rejeitos, de processos para a restauração de terrenos e reflorestamento. A informação sobre este uso é escassa e apenas são incluídas estimativas na Argentina e no Uruguai.

Entre os principais resultados dos trabalhos realizados, destaca-se que há uma importante concentração do uso da água para irrigação de arroz na área próxima aos rios Cuareim/Quaraí e Ibucuy, nas margens brasileira e uruguaia, respectivamente, e na bacia contribuinte ao rio Uruguai da margem Argentina.

Ao considerar que a irrigação consolidará, no futuro, sua posição como consumi-

dor principal em todos os países da Bacia, para transformar o crescimento em desenvolvimento, deve-se aumentar e regularizar a oferta de água e aumentar sua eficiência, otimizando a relação kg de produto por m<sup>3</sup> de água de irrigação consumida.

#### 4.8.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima

O arroz por inundação utiliza um volume alto de água, podendo criar conflitos com o abastecimento de água e manutenção ambiental dos canais. Diante da ocorrência de uma seca, este problema seria muito grave se as barragens privadas construídas pelos proprietários rurais, acumulassem toda a água disponível.

#### 4.8.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Em âmbito nacional, todos os países estabelecem em suas leis as pautas principais para o uso sustentável dos recursos hídricos e a concessão de direitos de uso. Embora todos os países contenham disposições relativas ao uso da água, o alcance e grau de implementação varia. Em alguns países não são concedidas permissões de uso, embora estejam previstas, porém estas são registradas. Também existem direitos concedidos de forma temporal, mas sem prazo. Quanto à cobrança pelo uso da água, embora quase todas as legislações prevejam a possibilidade, em poucos casos esta é aplicada.



O cultivo do arroz por inundação, um dos principais utilizadores de água na Bacia.

#### 4.8.6 Principais causas identificadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

| Causas técnicas  | Causas econômico-gerenciais   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informação deficiente ou escassa disponível sobre os recursos hídricos compartilhados (inventário de usos e disponibilidade).</li> <li>• Desconhecimento das demandas de água necessárias para os diferentes usos.</li> <li>• Falta de estudos hidrológicos da bacia.</li> <li>• Assimetrias na concessão dos direitos de uso.</li> <li>• Construção de obras hidráulicas de aproveitamento sem a devida autorização.</li> <li>• Práticas agrícolas não sustentáveis que demandam o recurso.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de integração e aplicação assimétrica das leis de recursos hídricos, solos e ambientais.</li> <li>• Falta de órgãos de gestão conjunta dos recursos hídricos compartilhados.</li> <li>• Pesquisa escassa sobre os temas de otimização dos aproveitamentos dos recursos hídricos.</li> </ul>  |
| Causas político- institucionais  | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assimetrias no controle e administração dos usos do recurso.</li> <li>• Assimetrias nas políticas públicas.</li> <li>• Assimetrias nas estruturas jurídico-institucionais para a gestão integrada do recurso compartilhado.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiência na cultura, consciência social e capacitação sobre o uso da água.</li> <li>• Desconhecimento de atores sociais sobre o valor dos recursos e sua disponibilidade limitada.</li> <li>• Falta de conhecimento dos usuários sobre legislações para o exercício do uso da água.</li> <li>• Ausência de uma cultura para a busca de soluções coletivas e de gestão compartilhada.</li> </ul> |

#### 4.8.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016i) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Promover acordos e o desenvolvimento de marcos legais comuns para a gestão dos usos da água.
- Desenvolver medidas para aumentar a captação e armazenamento da água e melhorar a eficiência da irrigação.
- Desenvolver e compartilhar experiências sobre tecnologia, a fim de aumentar a disponibilidade e o uso eficiente da água para irrigação.
- Utilizar de forma conjunta as águas superficiais e subterrâneas em áreas sob estresse hídrico.
- Fortalecer a capacidade de gestão e a coordenação institucional dos órgãos competentes dos cinco países.
- Consolidar e expandir o projeto piloto Cuareim-Quarai.
- Gerar informação e facilitar o acesso público aos dados relevantes para a gestão da oferta e demanda.
- Realizar estudos de demanda hídrica em bacias hidrográficas selecionadas.
- Estabelecer estratégias de comunicação, divulgação e sensibilização da opinião pública sobre gestão.



## 4.9 Falta de planos contingência de desastres

### 4.9.1. Apresentação do tema

Os rios da Bacia e suas áreas ribeirinhas estão sujeitos ao risco de desastres causados por eventos naturais extremos e falhas humanas que podem acarretar acidentes de vários tipos, tais como vazamento de substâncias tóxicas e ruptura de obras de infraestrutura. Daí a necessidade de estar preparado para prevenir ou lidar com tais eventos.

### 4.9.2 Atividades desenvolvidas

Avançou-se em um diagnóstico detalhado de sistemas de monitoramento hidrometeorológico e sistemas de alerta existentes em âmbito nacional (em cada um dos 5 países da Bacia) e regional, como base para fortalecer planos de contingência de desastres. Há também um progresso na coordenação da rede hidrometeorológica nos 5 países. Com especial destaque considera-se este tema nos Projetos Piloto Demonstrativos Sistema de Alerta de Hidroambiental. Inundações e secas na confluência dos rios Paraguai e Paraná e Resolução de Conflitos de Usos da água – Bacia do rio Cuareim / Quaraí.

### 4.9.3 Expansão e atualização do conhecimento

A partir das análises realizadas, conclui-se que:

Existem estudos hidrológicos e hidráulicos associados com as rupturas hipotéticas das principais barragens dos rios Uruguai e Paraná, dentro do âmbito da Argentina, já que há neste país, desde a década de 90, um órgão específico, o Órgão Regulador de Segu-

rança de Barragens (*Organismo Regulador de Seguridad de Presas* – ORSEP) que inspeciona os estudos de segurança das barragens e, mais especificamente, o desenvolvimento dos denominados Planos de Ação Durante Emergências (PADE).

O Brasil promulgou a Lei 12334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Segurança de Barragens.

Ainda resta estabelecer acordos comuns para facilitar o intercâmbio de dados e informações e o estabelecimento de critérios uniformes (definição de cenários de crescentes máximas prováveis, cenários de rupturas mais prováveis, etc.) que permitam realizar estudos mais detalhados acerca da segurança das barragens (principalmente para a análise dos efeitos do tipo “dominó” em barragens em cascata).

Atualmente, estão sendo desenvolvidos planos de contingência para inundações ribeirinhas e pluviais de abrangência global de toda a bacia do rio Matanza-Riachuelo (2.470 km<sup>2</sup>), Buenos Aires, Argentina. Esta atividade pode ser tomada como uma referência, juntamente com as semelhantes que tenham sido executadas na província Santa Fe, Argentina.

### 4.9.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Os acidentes e desastres registrados na Bacia evidenciaram a falta de planos de prevenção e, acima de tudo, de contingência de acidentes. Os países da Bacia os enfrentam com medidas isoladas, muitas vezes temporâneas e insuficientes, sujeitas à pluralidade de jurisdições. Em âmbito nacional, há pouca legislação específica.

#### 4.9.5 Principais causas identificadas

Al elaborar el Macro ADT, se detectaron para este TCT las siguientes causas:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Riscos de ruptura por erros de operação.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de planos de contingência para o trecho do rio potencialmente afetado.</li> <li>Falta de normas comuns para operação em condições de emergência e segurança de barragens.</li> <li>Falta de revisão dos critérios de avaliação de segurança de barragens, considerando os impactos das mudanças climáticas.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de planos de contingência transnacionais.</li> <li>Inexistência de legislações nacionais e transnacionais que regulem a segurança de barragens.</li> <li>Falta de comunicação e coordenação entre os países para fornecer informação sobre as barragens existentes a montante dos países potencialmente afetados.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Falta de consciência sobre os riscos das populações localizadas a jusante das barragens e das próprias empresas operadoras.</li> </ul>   |

#### 4.9.6 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016a) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Estabelecer normas e critérios comuns de segurança, considerando o impacto da variabilidade e das mudanças do clima.
- Elaboração e adoção de normas nacionais e transnacionais de segurança e de operação sob emergências.
- Promover o intercâmbio de informação e de experiências sobre segurança de obras e operação de reservatórios.
- Articular institucionalmente os órgãos que operam usinas hidrelétricas binacionais.
- Desenvolver ou atualizar os planos de emergência e programas de contingência diante da ruptura de barragens.
- Desenvolver planos de contingência para acidentes e catástrofes.
- Desenvolver medidas de conscientização cidadã em matéria de prevenção e redução de riscos.
- Desenvolver programas de conscientização cidadã para as áreas vulneráveis.
- Desarrollar programas de concientización ciudadana para zonas vulnerables.

## 4.10 Insalubridade das águas e deterioração das condições sanitárias ambientais

### 4.10.1 Apresentação do tema

Este é um tema crítico para todos os países da Bacia que envolve, principalmente, todas as áreas urbanas –fontes pontuais de contaminação residencial e industrial– e as atividades agropecuária e de mineração. Existe uma situação grave nos assentamentos urbanos e rurais da Bacia, causada pela contaminação biológica, devido à falta de serviços adequados de saneamento e tratamento de águas residuais.

### 4.10.2 Atividades desenvolvidas

Conforme descrito no *Capítulo 4.3.3*, os trabalhos realizados permitem contar com um inventário de fontes pontuais e difusas de contaminação, estimando as principais cargas poluidoras na Bacia do Prata. Também se avançou no que diz respeito à saúde humana, com o desenvolvimento de um relatório que contém informações sobre o nível global e por regiões de cada país. Esta análise foi realizada em conjunto com estudos de saneamento.

### 4.10.3 Expansão e atualização de conhecimentos

Os episódios de doenças transmitidas pela água, como diarreia, cólera, malária e dengue, são comuns em certas regiões, em particular naquelas onde existem famílias sem acesso à água potável ou ao saneamento. A diarreia é, de longe, a maior doença epidêmica relacionada com a água que afeta principalmente as crianças, em particular, aquelas pertencentes a famílias sem acesso a fontes de água potável ou saneamento. Outras doenças de menor ocorrência são: leptospirose, leishmaniose e febre amarela.

Sobre os potenciais riscos para a saúde em fontes de água potável, nos últimos anos foram registradas uma série de florações de algas azul-esverdeadas ou cianobactérias toxigênicas em diferentes sistemas fluviais. Estas pertencem aos organismos mais antigos do planeta e possuem características comuns a outras bactérias e algas eucarióticas, o que lhes confere qualidades únicas em sua fisiologia, tolerância a condições extremas e flexibilidade adaptativa. Estas florações –que normalmente ocorrem em corpos de água superficial de baixa profundidade e com escassa circulação de água, associados ainda a altas temperaturas, mudanças no pH, tempos prolongados de retenção de água e baixa turbulência– colonizaram os ecossistemas aquáticos e atualmente estão espalhadas em corpos de águas continentais (rios, lagos, reservatórios) e ambientes marinhos, de forma unicelular ou pluricelular (colonial ou filamentosa).

O seu desenvolvimento natural foi modificado pela ação humana, principalmente pelo aporte excessivo de nutrientes, especialmente nitrogênio e fosfatos, provenientes de descargas de esgoto e do uso crescente fertilizantes. Este fenômeno também pode ser agravado pela variabilidade e mudanças do clima, já que o aumento das temperaturas dos corpos de água favorece o desenvolvimento de cianobactérias –floração ou *blomm* de algas– como grupo competitivamente bem-sucedido ao contrário do resto do fitoplâncton.

Ao crescer de forma desproporcional, de acordo com o gênero e espécie considerado, estes organismos produzem cianotoxinas, as quais, quando presentes na água do ambiente, podem afetar a saúde da população, dos animais domésticos e silvestres e do gado.

Quanto à esquistossomose, doença parasitária originada na África, foi descoberta na

América do Sul no princípio do século XX, no Brasil, que hoje é um país endêmico. Espalhou-se principalmente nas populações da costa atlântica deste país, chegando na década de 1990 até o estado do Rio Grande do Sul. A medida preventiva mais eficaz é o controle de pessoas provenientes das áreas endêmicas por diferentes motivos (trabalho, turismo, etc.).

Outro problema grave é a presença de arsênico. A água é contaminada pelo contato com as camadas rochosas com um alto teor deste mineral cancerígeno. O arsênico também é usado em alguns processos in-

dustriais e pode infiltrar-se em corpos de água se não for tratado com cuidado.

#### 4.10.4 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Em algumas regiões não há condições para o controle efetivo da contaminação. A articulação entre os governos centrais e locais é pouca ou nula. O tema é desenvolvido em todas as legislações nacionais em diferentes graus, para que haja uma boa base para a adoção de um quadro harmonizado para regularizar este TCT em seus diversos aspectos.



#### 4.10.5 Principais causas identificadas

Ao elaborar a Macro ADT, foram identificadas as seguintes causas para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarte inadequado de resíduos sólidos.</li> <li>• Derramamento de esgoto sem tratamento.</li> <li>• Descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos.</li> <li>• Falta de tratamento de água para abastecimento.</li> <li>• Drenagem urbana inadequada.</li> <li>• Falta de informação sobre doenças transmitidas pela água.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle ineficiente sobre deposições industriais e pesticidas.</li> <li>• Falta de um sistema integrado de informação sobre os recursos hídricos.</li> <li>• Falta de capacitação de gestores locais para saneamento e saúde.</li> <li>• Ausência de bancos de dados locais de saúde.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de políticas harmônicas e integradas para o levantamento dos problemas de saúde pública relacionados com a água.</li> <li>• Falta de coordenação entre os governos (locais e centrais) e os atores sociais, técnicos e econômicos sobre a contaminação hídrica.</li> <li>• Assimetria dos critérios legais e técnicos para a gestão dos recursos hídricos e da saúde pública.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência à mudança de hábitos.</li> </ul>  |

#### 4.10.6 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016h, 2016i e 2016j) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Fortalecer a pesquisa e a geração e difusão de dados sobre as doenças transmitidas pela água.
- Promover planos de saúde associados com o tratamento de doenças transmitidas pela água.
- Promover políticas e programas para o tratamento de resíduos sólidos, resíduos industriais e manejo de agroquímicos.
- Fortalecer a capacidade dos gestores locais e a articulação e coordenação institucional de órgãos e instituições do setor hídrico e de saneamento dos países.
- Impulsionar programas de educação e conscientização cidadã sobre higiene ambiental e saúde.

## 4.11 Limitações à navegação

### 4.11.1 Apresentação do tema

A navegação é um dos setores socioeconômicos fundamental na integração da Bacia do Prata, por permitir a conexão entre os centros de produção, armazenamento e portos, a partir dos quais os principais produtos são exportados para o mundo. Atualmente o transporte é fundamentalmente de produtos, em sua maioria de origem agrícola entre as regiões.

A navegação é o meio de transporte mais econômico, ainda que dependa de conexões com outras modalidades, promovendo o desenvolvimento dos portos, os investimentos em manutenção de vias e portos e acordos entre os países. A avaliação integrada de todos os elementos dentro da institucionalidade dos países associada ao potencial econômico, é o grande desafio para a expansão e modernização da navegação na Bacia.

### 4.11.2 Atividades desenvolvidas

A partir do trabalho de especialistas nacionais dos países da Bacia, atualizou-se o estado do conhecimento da navegação fluvial nas principais hidrovias.

### 4.11.3 Expansão e atualização do conhecimento

O rio Paraguai apresenta características de rio de planície sujeito à erosão e sedimentação, de onde surgem mudanças morfológicas no leito que, ao longo do tempo, alteram o canal de navegação. Os níveis variáveis do rio, sujeitos ao regime de precipitação em sua bacia, determinam o próximo ciclo hidrológico do rio Paraguai: águas rasas (novembro a fevereiro), águas altas (maio a agosto) e águas médias (março-abril e setembro-outubro).

Nos períodos de águas baixas, apresentam-se dificuldades generalizadas na navegação e, mais especificamente, o surgimento de etapas críticas. O rio Paraguai não possui regulação artificial de sua vazão, de modo que o processo dinâmico do rio leva à necessidade de monitoramento permanente das profundidades efetivas do canal de navegação para determinar as etapas críticas e, através de dragagem, facilitar a navegação das embarcações de até 10 pés durante todo o ano.

O trecho que apresenta as maiores dificuldades para a navegação está compreendido entre a foz dos rios Apa e Pilcomayo, devido à existência de fatores determinantes de fundos rochosos. A dragagem deficiente, a escassa sinalização do canal e a falta de mapas de navegação por satélite, dificultam a navegação.

O principal risco para a navegação no rio Paraguai está associado com as condições interanuais que apresentam seus níveis e vazões. Por exemplo, durante os anos de 1960a 1973, os níveis do rio Paraguai foram muito inferiores aos períodos anteriores e posteriores. Com baixos níveis de vazão, como os registrados nesse período, o trecho entre Puerto Cáceres e Assunción oferece profundidades muito baixas, comprometendo a navegação. Este problema atinge três vezes o custo da navegação, em função da necessidade de utilização de um número maior de barcas para transportar a mesma carga. Portanto, o maior risco para a navegação na Bacia é dado pelas possíveis consequências da variabilidade e mudanças do clima.

O rio Paraná é um rio de planície, que altera seu curso. Esta característica, muito suscetível a enchentes e vazantes, resulta em alterações na posição do canal de navegação e na profundidade dos trechos críticos. É um rio que recebe sedimentos, especial-

mente do rio Bermejo, o que causa assoreamento de algumas zonas. No entanto, ao mesmo tempo, o rio flui gerando um processo de auto dragagem, não sendo necessário dragar estes lugares. O trecho que vai desde Santa Fe, no rio Paraná, até Asunción, sobre o rio Paraguai, é um dos mais beneficiados já que, em sua maior parte, é navegável durante todo o ano a 11 pés de profundidade. No trecho Posadas – Corrientes, existiam os rápidos de Apipé que desapareceram com a construção da barragem de Yacyretá, cujo sistema de transposição e reservatório permitem a navegação sem problemas de profundidade até a confluência do rio Paraná com o Iguazú.

O rio Uruguai, que é navegável comercialmente apenas no trecho de cerca de 200 km de sua foz, historicamente tem oferecido condições de navegabilidade inferiores às predominantes no rio Paraná. Estas, ainda, não foram mantidas de forma sistemática. A Comissão Administrativa do rio Uruguai (CARU) – órgão binacional responsável pelo planejamento e controle das atividades desenvolvidas no trecho de jurisdição compartilhada entre Argentina e Uruguai – realizou um estudo que resultou no projeto de dragagem necessário para permitir a navegação com profundidades de até 7,0 m até o porto argentino Concepción del Uruguay (km 187) e de até 5,17 m até o porto uruguaio de Paysandú (km 207). Os governos de ambos os países prometeram contribuições financeiras necessárias para a execução dos trabalhos projetados e deram início às ações de pré-dragagem (batimetrias) e dragagem efetiva em alguns trechos inferiores do rio.

O rio Tietê apresenta atualmente um transporte fluvial interno no Brasil e, devido à falta de sistema de transposição na barragem de Itaipu, como mencionado acima, não possui um fluxo de transporte no rio

Paraná à jusante da mesma. Em 2014 esta hidrovia sofreu uma interrupção em função de um longo período de secas que, além disso, causou conflitos com outros usos da água, tais como abastecimento urbano, irrigação e energia hidrelétrica.

Os principais resultados associados aos principais trechos de navegação foram:

A rede de navegação da bacia tem sido favorecida com os acordos regionais que permitem sua exploração comercial. A hidrovia Paraguai-Paraná, por si só, alcançou a marca de 13 milhões de toneladas de mercadorias transportadas em 2004, um valor que vem crescendo rapidamente a cada ano.

**Hidrovia Paraguai-Paraná.** A hidrovia possui 3.442 km de extensão desde Nueva Palmira, na margem esquerda do rio Uruguai, no Uruguai, até Puerto Cáceres, no extremo norte, sobre o rio Paraguai. O trecho de tráfego mais difícil é entre Puerto Cáceres e Corumbá. O rio Paraguai entre Puerto Cáceres e sua confluência com o rio Cuiabá apresenta um canal sinuoso, largo e raso, dificultando a navegação de barcos que exigem uma certa profundidade. Para expandir a capacidade de transporte da hidrovia, foram planejadas obras para aumentar a profundidade da via; no entanto, o projeto pode implicar num impacto ambiental significativo e tem sido questionado por grupos ambientalistas e precisa de avaliação técnica cuidadosa.

Na **Tabela 4.11.3.1** apresentam-se as principais características físicas da hidrovia Paraguai-Paraná, considerando os seus diferentes trechos.

**Hidrovia Tietê-Paraná.** O rio Tietê corre por uma região altamente industrializada do Brasil, que responde por 35% do PIB brasileiro. Neste sistema, existem múltiplos

aproveitamentos de energia e navegação. Atualmente, existem 8 sistemas de transposição e 9 barragens com usinas hidrelétricas. Esta hidrovia abrange desde o Tietê (que atravessa a cidade de São Paulo) até a barragem de Itaipu, a qual ainda não possui sistema de transposição.

**Hidrovia Uruguai.** O rio Uruguai é navegável no seu trecho inferior, compartilhado por Uruguai e Argentina, a jusante da barragem de Salto Grande. A montante de Salto Grande, o rio é navegável desde Salto até São Borja, embora o tráfego seja escasso. Em 2002, a Comissão Administrativa do Rio Uruguai (CARU) promoveu a realiza-

ção de estudos completos sobre a navegação deste rio.

Através do porto de Nueva Palmira (Uruguai) são transportadas 11 milhões de toneladas, das quais apenas 5 milhões correspondem à carga uruguaia de cereais e celulose. O resto é estimado ser proveniente fundamentalmente do Paraguai, pela Hidrovia Paraguai-Paraná.

O canal de acesso ao porto de Montevideu tem um comprimento de 4,2 km, dragado a 11m. Para manter essas profundidades é necessário dragar entre 10 e 12 milhões de m<sup>3</sup>/ano.

### Tabela 4.11.3.1

#### Hidrovia Paraguai-Paraná

| Trecho                    | Longitude (km) | Profundidade (m) | Trem de barcas (m) |
|---------------------------|----------------|------------------|--------------------|
| <b>Rio Paraguai</b>       |                |                  |                    |
| Cáceres – Corumbá         | 672            | 2,10             | 24 x 80            |
| Corumbá – Porto Murtinho  | 538            | 2,10             | 50 x 290           |
| Porto Murtinho – Asunción | 602            | 2,10             | 60 x 319           |
| Asunción – Confluencia    | 390            | 3,65             | 60 x 319           |
| <b>Paraná</b>             |                |                  |                    |
| Encarnación – Itaipú      | 360            |                  |                    |
| Yacyretá – Encarnación    | 115            |                  |                    |
| Confluencia – Yacyretá    | 225            |                  |                    |
| Confluencia – Santa Fe    | 616            | 3,65             | Liberadas          |
| Santa Fe – Rosario        | 170            | 7,65             | Liberadas          |
| Rosario – Nueva Palmira   | 420            | 10,36            |                    |



O sistema de transposição da barragem binacional Yacyretá permite a navegação do trecho do rio Paraná compartilhado entre Argentina e Uruguai.

#### 4.11.4 Influência da variabilidade e das mudanças do clima

Recordando o período de vazões muito baixas na bacia alta do rio Paraguai entre 1960 e 1973 e seu efeito nos custos de navegação e no aumento dos impactos ambientais por níveis muito baixos, é importante verificar os efeitos potenciais no futuro, considerando as mudanças climáticas. A redução dos níveis, como no período mencionado, aumentaria os custos de navegação em quase 300%, devido à necessidade de aumentar o número de embarcações para a mesma tonelagem.

#### 4.11.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

O Acordo sobre a Hidrovia é lei em todos os países e requer o compromisso político para que seja aplicado e cumprido, já que existem protocolos e normas que não se cumprem. Há um consenso nos países acerca da hidrovia para melhoria do seu funcionamento, porém, para isso, são necessários recursos para atingir a navegabilidade eficaz. Há pouca coordenação entre o CIC e o CIH. Em âmbito nacional, existe uma legislação específica, porém esta não foi harmonizada entre os países.



#### 4.11.6 Principais causas identificadas

Ao elaborar a Macro ADT, foram identificadas as seguintes causas para este TCT:

| Causas técnicas   | Causas econômico-gerenciais  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarte inadequado de resíduos sólidos.</li> <li>• Derramamento de esgoto sem tratamento.</li> <li>• Descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos.</li> <li>• Falta de tratamento de água para abastecimento.</li> <li>• Drenagem urbana inadequada.</li> <li>• Falta de informação sobre doenças transmitidas pela água.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle ineficiente sobre deposições industriais e pesticidas.</li> <li>• Falta de um sistema integrado de informação sobre os recursos hídricos.</li> <li>• Falta de capacitação de gestores locais para saneamento e saúde.</li> <li>• Ausência de bancos de dados locais de saúde.</li> </ul> |
| Causas político- institucionais   | Causas socioculturais  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de políticas harmônicas e integradas para o levantamento dos problemas de saúde pública relacionados com a água.</li> <li>• Falta de coordenação entre os governos (locais e centrais) e os atores sociais, técnicos e econômicos sobre a contaminação hídrica.</li> <li>• Assimetria dos critérios legais e técnicos para a gestão dos recursos hídricos e da saúde pública.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistência à mudança de hábitos.</li> </ul>  |

#### 4.11.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016l) e levando em consideração as diferentes causas dos vários problemas que o tema abrange e as ações propostas para sua resolução, apresentam-se as seguintes recomendações como contribuição para a preparação do PAE:

- Conciliar as políticas regionais para o transporte fluvial.
- Adequar o marco jurídico e institucional para a navegação fluvial.
- Promover melhorias estruturais, de manutenção e operações em portos.
- Promover ações para reduzir a vulnerabilidade do transporte fluvial.
- Adotar normas para o transporte seguro e manuseio de cargas perigosas.
- Fortalecer capacidades institucionais para o planejamento e gestão conjunta.
- Desenvolver planos transfronteiriços para manutenção e dragagem de hidrovias.
- Fortalecer os sistemas de informação para navegação.
- Promover um sistema de transporte integrado.

## 4.12 Desenvolvimento do potencial hidroenergético

### 4.12.1 Apresentação do tema

A hidroenergia é uma das atividades centrais para a integração socioeconômica da Bacia do Prata, onde grande parte da energia hidrelétrica gerada nos países está concentrada. Na matriz energética, a energia hidrelétrica é o principal gerador em pelo menos três países da Bacia: Brasil, Paraguai e Uruguai, sendo também importante para a Argentina. Uma parte importante da potência associada à essa energia, encontra-se nos trechos transfronteiriços da bacia. A produção hidrelétrica oferece oportunidades de sinergia entre os países na produção e também na transmissão e distribuição de eletricidade.

### 4.12.2 Atividades desenvolvidas

A partir do trabalho de especialistas nacionais dos países da Bacia foi possível atualizar o estado do conhecimento sobre a energia hidrelétrica, com uma visão ampla, focada no aprofundamento da integração dos sistemas existentes e previstos para o futuro.

### 4.12.3 Expansão e atualização do conhecimento

Os países da Bacia têm um grande potencial de fontes de energia renovável, particularmente com respeito à energia hidrelétrica, estimado em cerca de 93.000 MW, dos quais 66% já estão sendo explorados. Foram instaladas mais de 150 usinas hidrelétricas, 72 das quais gerenciam níveis superiores a 10 MW.

20% da energia hidrelétrica dos países da Bacia é gerada nos trechos transfronteiriços. Uma parte significativa do potencial

hidrelétrico está concentrada nos rios Paraná e Uruguai, devido às suas características geológicas e hidrológicas. O número de usinas planejadas é importante, tanto no âmbito interno dos países, como nos trechos de cursos transfronteiriços.

A Argentina conta com o maior potencial inexplorado (2.650 MW), o equivalente a 66% do seu potencial total na Bacia (4.000 MW). A Bolívia planejou, junto com a Argentina, trabalhos na bacia do rio Bermejo. O Brasil é o que possui maior potencial hidrelétrico, com cerca de 74.000 MW (80% do potencial da Bacia), dos quais cerca de 67% estão em funcionamento. O Paraguai conta com aproximadamente 14% do potencial hidrelétrico da Bacia, dos quais 67% (cerca de 9.000 MW) já estão sendo explorados. O Uruguai tem em operação a maior parte de seu potencial hidrelétrico, que constitui aproximadamente 1,5% do total da Bacia (1.515 MW).

A interação através das interconexões elétricas está associada com o uso de linhas de transmissão que ligam os sistemas elétricos de dois ou mais países. A grande vantagem da interconexão elétrica é a possibilidade de transmitir energia elétrica de um país para o outro, aproveitando das diferenças e complementaridades dos sistemas elétricos, hábitos de consumo, a sazonalidade e a variação das temperaturas. Além disso, é possível compensar os problemas estruturais de um país específico. A integração do setor da energia hidrelétrica é efetivada atualmente através das usinas hidrelétricas binacionais, entre as quais se destaca a binacional de Itaipu.

Dependendo da distância aos centros de carga e o tamanho do potencial inventariado, a construção de novas usinas hidrelétricas pode não ser economicamente viável, se o mercado é muito menor do que a potência

da central. No entanto, a integração elétrica permite que as empresas de grande porte localizadas em países com mercados internos mais limitados, possam ser economicamente viáveis, para satisfazer a demanda de energia elétrica integrada de vários países de forma mais confiável, permitindo compensar as eventuais disparidades ou insuficiências elétricas com a energia excedente de outros países.

Nesse sentido, a integração elétrica entre os países permite alcançar uma maior confiabilidade dos sistemas de energia para lidar com condições climáticas adversas, problemas técnicos e picos de consumo. Além disso, como os sistemas elétricos devem ser concebidos não só para atender a demanda média, mas acima de tudo para atender os picos de consumo, a possibilidade de compensar e complementar as instalações de várias regiões permite uma melhor utilização dos investimentos realizados.

#### 4.12.4 Influência da variabilidade e mudanças do clima

A Bacia do Prata possui uma posição privilegiada a respeito da sua disponibilidade de recursos hídricos em grande parte do seu território. No entanto, a variabilidade e as mudanças do clima podem afetar a produção de energia hidroelétrica. A operação das centrais depende do ciclo anual ou pluri-anual de chuvas e, conseqüentemente, da vazão associada dos rios. Fenômenos como El Niño e La Niña –mencionados no *Capítulo 2*– e as variações na temperatura da superfície do mar, no Atlântico Tropical e Sul, podem levar a anomalias climáticas.

Mais estudos serão necessários para obter uma visão clara dos impactos das mudanças climáticas sobre os cursos hídricos da Bacia e, por conseguinte, poder reduzir a incerteza, o que constitui um obstáculo

para o planejamento operacional e a gestão das centrais hidrelétricas.

#### 4.12.5 Considerações sobre aspectos legais e institucionais

Dado o grau de desenvolvimento da hidroeletricidade nos países do Bacia, dispõe-se de uma vasta experiência em questões legais, proporcionando uma base de especial qualidade para harmonização no âmbito da Bacia, facilitando a integração energética.

Deve-se notar, porém, que o processo de integração no setor de energia hidrelétrica deve abordar um contexto complexo, condicionado por múltiplas variáveis, tais como a diversidade político-institucional dos diferentes países, as diferenças de interesses, a segurança jurídica, o sistema regulatório, o sistema de comercialização de energia e o funcionamento integrado dos sistemas elétricos.

#### 4.12.6 Principais causas identificadas

Como este TCT foi incorporado após a elaboração da Macro ADT, não está contemplada a análise respectiva de suas causas.

#### 4.12.7 Recomendações

Na busca de respostas para o TCT analisado, com base nos resultados dos estudos realizados durante a Etapa 1 do Programa Marco (PM, 2016k), são apresentadas as seguintes recomendações, como contribuição para a preparação do PAE:

- Realizar acordos para a integração energética entre os países da Bacia.
- Promover reuniões institucionais de caráter transfronteiriço entre as equipes técnicas das principais barragens da Ba-

cia, propiciando o uso múltiplo dos reservatórios compartilhados.

- Fortalecer as relações entre as usinas hidrelétricas binacionais (Itaipu, Yacyretá e Salto Grande) em várias áreas de trabalho, especialmente na transferência de experiências e lições aprendidas pelos seus operadores.
- Promover acordos com o setor de navegação para a gestão de vazões variáveis.
- Incorporar no planejamento energético,

a informação proveniente dos sistemas de monitoramento hidrometeorológico e dos estudos sobre projeções climáticas.

- Integrar as redes de monitoramento hidrometeorológico dos aproveitamentos hidráulicos aos demais sistemas de informação.
- Realizar ações para o aproveitamento das comunicações do sistema interligado regional para melhorar a transmissão de informações para os sistemas hidrológicos de alerta precoce.



Canal de Piracema da barragem de Itaipu.



### 4.13 Principais problemas detectados por sub-bacia

Neste item estão resumidos os principais problemas detectados em cada sub-bacia para a maioria dos Temas Críticos Transfronteiriços discutidos nos capítulos anteriores, a fim de destacar e fornecer uma

base para poder relacioná-los. Na **Figura 4.13.1** são destacados alguns destes problemas principais, enquanto que na descrição de cada um deles, apresentam-se as respectivas figuras.

**Figura 4.13.1**

#### Problemas Característicos das sub-bacias





## Alto Paraguai

(até sua confluência com o rio Apa)

Nesta sub-bacia está localizado o Pantanal, uma das zonas úmidas de maior transcendência para a biodiversidade aquática da Bacia do Prata. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (40%) e apresenta risco ambiental por perda de integridade. Foram criadas 61 áreas protegidas que abrangem 12,6% da sua área. Existem 6 sítios RAMSAR (46.500 km<sup>2</sup>), 2 Reservas da Biosfera (326.492 km<sup>2</sup>) e 19 zonas de proteção de aves (IBA). É a segunda sub-bacia menos povoada, com 2,4 milhões de habitantes.

Em navegação, apresenta o trecho da hidrovia Paraguai-Paraná com maior dificuldade de tráfego, no trecho compreendido entre Puerto Cáceres e Corumbá. Entre Puerto Cáceres e a confluência com o rio Cuiabá, o canal é sinuoso, largo e raso, dificultando a navegação de barcos que requerem uma certa profundidade. Para expandir a capacidade de transporte da hidrovia, foram planejadas obras de ampliação, um projeto que pode envolver um impacto ambiental significativo, exigindo uma avaliação técnica cuidadosa.

No que diz respeito à produção e transporte de sedimentos, exige maior atenção o rio Parapetí, em cujo canal podem ser observados processos de sedimentação que ocorrem pela mudança de inclinação do curso do rio. Em época de chuvas, o rio transporta mate-

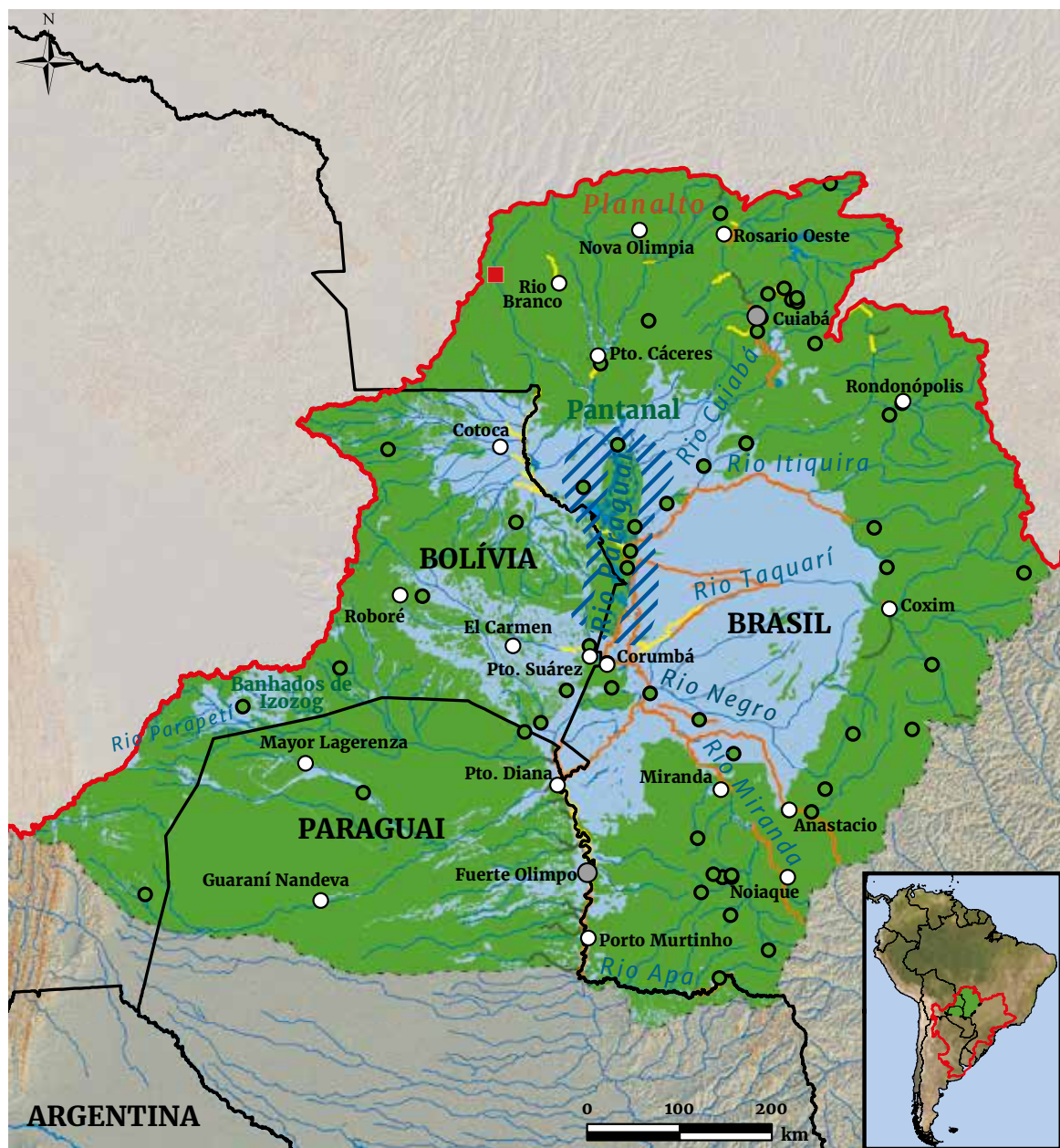
rial sedimentar por arrastamento e suspensão. Os materiais grossos são depositados próximos à saída das montanhas sub-andinas e os materiais, cada vez mais finos, são depositados à medida em que alcança a planície, até chegar aos pântanos de Izozog, onde o material muito fino é acumulado.

Com base na análise de 4.579 km de trecho alto do rio Paraguai, estimou-se que 65% do curso apresenta uma vulnerabilidade alta diante de inundações, 25% uma vulnerabilidade média e 10% uma vulnerabilidade baixa. Quanto ao número de populações que poderão apresentar problemas diante das inundações ribeirinhas, 3 foram identificadas com mais de 50.000 habitantes e 15 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Em termos de seca, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra um aumento dos períodos secos, tanto em duração, magnitude e intensidade média, como em cobertura espacial.

Quanto à contaminação, destaca-se a proveniente da mineração na Bolívia e no Brasil. Existem depósitos de estanho na forma de cassiterita e drenagem ácida, consequência desta atividade e de seus passivos ambientais. Por outro lado, no setor brasileiro, os recursos hídricos estão contaminados por pesticidas utilizados nas culturas anuais na região do Planalto.

Figura 4.13.2 Sub-bacia do Alto Paraguai



| Vulnerabilidade diante de inundações   | População   | Conservação  | Zonas úmidas  | Sedimentos  | Hidroeletricidade   |
|--|---|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Média</li> <li>Baixa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capital do país</li> <li>Capital do estado, departamento ou província</li> <li>Cidade principal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas protegidas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principais zonas úmidas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principais zonas de deposição</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Centrais hidrelétricas maiores que 100 MW</li> </ul> |

**População estimada** 2,4 milhões de hab. A segunda menos povoada

**Áreas protegidas** 61 (12,6% da área)

**Perda de ecossistema terrestre** 40% da área Considerável

## Baixo Paraguai

(até sua confluência com o rio Paraná)

Esta sub-bacia é caracterizada pela produção de sedimentos, que é um pouco maior na bacia alta do rio Pilcomayo que na do rio Bermejo. No entanto, a carga no rio Pilcomayo é depositada nos banhados do seu cone aluvial, na planície do Chaco e, consequentemente, não chega a ser descarregada no rio Paraguai. A sedimentação total do canal até níveis superiores à planície de inundação, é um problema morfológico que afeta a gestão da bacia. Como resultado, as vazões do rio Pilcomayo transbordam sobre a planície formando novos banhados com periodicidade anual. Por outro lado, cabe ressaltar que o aporte de siltes e argilas do rio Bermejo constitui 90% do material fino transportado pelo rio Paraná.

Com relação às cargas de contaminantes, as maiores provêm da agricultura (culturas e pastagens) e, principalmente, de descargas de efluentes domésticos e industriais em áreas próximas a grandes centros urbanos, como Concepción, Asunción –capital do Paraguai– e Pilar. Além disso, observa-se uma alta concentração de fenóis –indicando a contaminação provável de indústrias, entre elas a madeireira– no curso do rio Paraguai e um dos seus afluentes, o rio Apa. Há também a presença de metais pesados nos rios Pilcomayo e Bermejo, originada da minera-

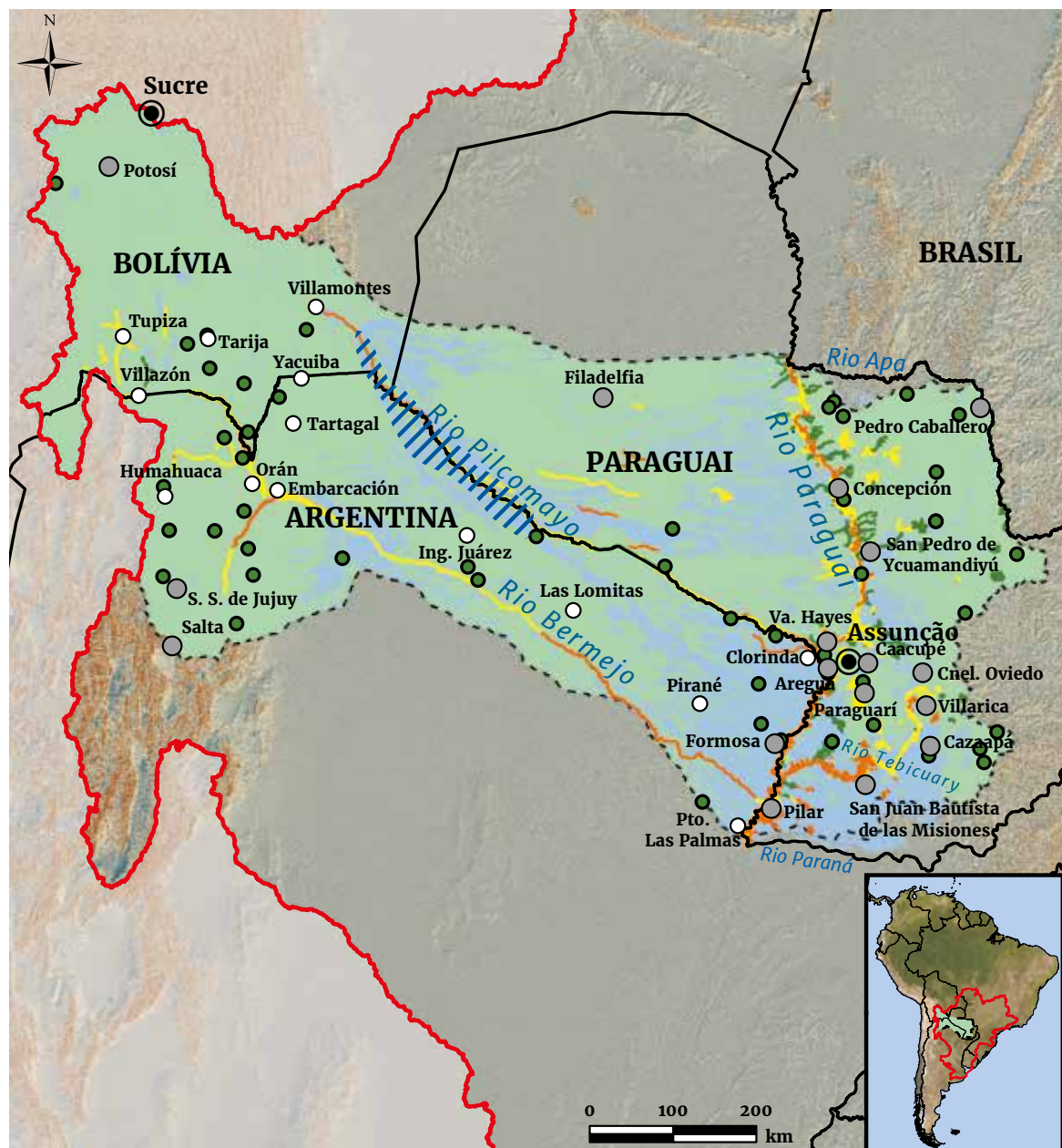
ção nas cabeceiras de suas respectivas bacias em território boliviano.

É uma das sub-bacias menos povoada, com 2,8 milhões de pessoas, incluindo também a capital constitucional da Bolívia, Sucre. Sofreu uma perda de 15% dos ecossistemas terrestres. Foram planejados três reservatórios importantes nas cabeceiras do rio Bermejo. Foram criadas 66 áreas protegidas que abrangem 7,4% de sua área. Existem 9 sítios RAMSAR (11.384 km<sup>2</sup>), 6 Reservas da Biosfera (21.097 km<sup>2</sup>) e 94 IBA.

Além disso, com base na análise de 17.417 km do trecho inferior do rio Paraguai, estimou-se que 38% do curso apresenta uma alta vulnerabilidade diante de inundações, 41% uma vulnerabilidade média e 21% de uma vulnerabilidade baixa. Quanto ao número populações que possam ter problemas com as inundações ribeirinhas, foram identificadas 9 com mais de 50.000 habitantes e 17 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Em termos de seca, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra um aumento dos períodos secos, tanto em duração, magnitude e cobertura espacial, mas sem atingir os níveis das sub-bacias do Alto Paraguai e Alto Paraná.

Figura 4.13.3 Sub-bacia do Baixo Paraguai



| Vulnerabilidade diante de inundações   | População   | Conservação  | Zonas úmidas  | Sedimentos  | Hidroeletricidade  |
|--|---|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Alta</li> <li>Média</li> <li>Baixa</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capital do país</li> <li>Capital do estado, departamento ou província</li> <li>Cidade principal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas protegidas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principais zonas úmidas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Principais zonas de deposição</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Centrais hidroelétricas maiores que 100 MW</li> </ul> |

**População estimada** 2,8 milhões de hab. Uma das menos povoadas

**Áreas protegidas** 66 (7,4% da área)

**Perda de ecossistema terrestre** 15% da área A menos afetada



## Alto Paraná

(até a sua confluência com o rio Iguazú)

É a sub-bacia mais populosa, com 61,8 milhões de habitantes, com 6 grandes cidades, incluindo Brasília, a capital do Brasil. O Alto Paraná e seus afluentes sofreram grandes mudanças para o controle de enchentes e geração de energia hidrelétrica (43 grandes reservatórios e 8 barragens com sistema de transposição). A Hidrovia Tietê-Paraná abrange o rio Tietê, que corre por uma região altamente industrializada do Brasil, e o Rio Paraná até a barragem de Itaipu, que ainda não possui sistema de transposição.

Quanto à contaminação, observa-se a degradação ou perda da qualidade da água nas zonas ribeirinhas dos conglomerados urbano-industriais e em rios e córregos da sub-bacia como, por exemplo, nas regiões de São Paulo, Brasília e Curitiba, com grande demanda de água e correspondente incremento de carga de contaminantes derramados. Além disso os efluentes industriais provenientes de indústrias relacionadas com as atividades agrícolas representam aportes importantes de contaminação por matéria orgânica, com a consequente redução dos níveis de oxigênio dissolvido nos corpos de água.

Essa sub-bacia sofreu uma alta perda de ecossistemas terrestres (75%). Não há sí-

tios RAMSAR, indicando a ausência de grandes zonas úmidas de importância internacional. Possui um grande número de áreas protegidas (313), apesar de cobrirem apenas 7,7% de sua área. A Reserva da Biosfera Floresta Mbaracayú (2.800 km<sup>2</sup>) está, em parte, incluída dentro desta sub-bacia. Existem 32 IBA dentro dos seus limites. Nove espécies de peixes ameaçadas habitam essa sub-bacia e existe um alto grau de invasão de espécies exóticas. A criação de peixes exóticos está muito desenvolvida.

Em termos de inundações, foram analisados 11.939 km de trecho alto do rio Paraná, estimando-se que 23% do curso apresenta uma vulnerabilidade alta diante de inundações, 40% uma vulnerabilidade média e 37% uma vulnerabilidade baixa. Quanto ao número de populações que possam ter problemas no que diz respeito às inundações ribeirinhas, foram identificadas 39 com mais de 50.000 habitantes e 66 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Com relação à seca, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra um aumento dos períodos secos, tanto em duração, magnitude e intensidade média, como também em cobertura espacial

Figura 4.13.4 Sub-bacia do Alto Paraná



| Vulnerabilidade<br>diante de inundações | População   | Conservação         | Zonas úmidas                  | Sedimentos                          | Hidroelectricidade                                 |
|---|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| Alta<br>Média<br>Baixa                  | Capital do país<br>Capital do estado,<br>departamento ou<br>provincia<br>Cidade principal | Áreas<br>protegidas | Principais<br>zonas<br>úmidas | Principais<br>zonas de<br>deposição | Centrais<br>hidrelétricas<br>maiores que<br>100 MW |

**População estimada** 61,8 milhões de hab. A mais povoada

**Áreas protegidas** 313 (7,7% da área)

**Perda de ecossistema terrestre** 75% da área Muito alta



## Baixo Paraná

(até sua foz no Rio da Prata)

Nesta sub-bacia, existem várias zonas úmidas destacadas, como os sítios RAMSAR Lagunas e Esteros del Iberá, Humedales Chaco, Jaaukanigás, Reserva Otamendi e a Planície de inundação do Baixo Paraná, Delta do Paraná (Argentina). A sub-bacia sofreu uma perda significativa de ecossistemas terrestres (40%) e apresenta risco ambiental por perda de integridade. Foram criadas 82 áreas protegidas que abrangem apenas 5,6% da área. Há 5 sítios RAMSAR (10.950 km<sup>2</sup>), 2 Reservas da Biosfera (10.619 km<sup>2</sup>) e 78 IBA. Treze espécies de peixes ameaçadas de extinção habitam essa sub-bacia que conta também e existe um alto grau de invasão, com 7 espécies de peixes exóticos. O cultivo de peixes exóticos é altamente desenvolvido.

A população ultrapassa 9,5 milhões de habitantes, com 7 grandes cidades. Foram construídas 3 barragens associadas a centrais com mais de 100 MW, uma no rio Jaramento e duas no Paraná. Outras obras que afetam o ecossistema são a conexão viária Rosário-Victoria, a expansão imobiliária sobre as zonas úmidas e a perda destas pela construção de diques para aproveitamento da agricultura e pecuária.

Quanto às inundações, a análise de 12.946 km do trecho inferior do rio Paraná mostrou que 73% do curso apresenta uma vulnerabilidade alta a inundações, 24% uma vulnerabilidade média e 3% uma vulnerabilidade baixa. No que diz respeito ao número de populações que possam ter problemas ante inundações do rio, 22 foram identificadas com mais de 50.000 habitantes e 77 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Em termos de seca, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra que o clima está gradualmente se tornando mais úmido para cenários mais distantes ao longo do tempo, reduzindo os períodos de seca e sua magnitude, intensidade média e cobertura espacial.

Com relação a contaminação, são observados problemas, principalmente em grandes conglomerados urbanos, com as cidades de Rosario e Santa Fe, e regiões com desenvolvimento industrial, como a cidade de Esperanza, com curtumes que despejam seus efluentes no rio Salado, um afluente do Paraná.

Figura 4.13.5 Sub-bacia del Baixo Paraná



| Vulnerabilidade<br>diante de inundações | População   | Conservação         | Zonas úmidas                  | Sedimentos                          | Hidroeletricidade                                  |
|---|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| Alta<br>Média<br>Baixa                  | Capital do país<br>Capital do estado,<br>departamento ou<br>provincia<br>Cidade principal | Áreas<br>protegidas | Principais<br>zonas<br>úmidas | Principais<br>zonas de<br>deposição | Centrais<br>hidrelétricas<br>maiores que<br>100 MW |

|                                |                     |              |
|--------------------------------|---------------------|--------------|
| População estimada             | 9,5 milhões de hab. | Nível médio  |
| Áreas protegidas               | 82 (5,6% da área)   |              |
| Perda de ecossistema terrestre | 40% da área         | Considerável |

## Alto Uruguai

(até seção prevista para a barragem de Garabi)

É a sub-bacia menos povoada, com 1,7 milhões de habitantes, sem grandes cidades. Sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (60%). Foram construídos 3 grandes reservatórios associados a barragens com usinas hidrelétricas sobre o rio Uruguai e existem planos para a construção de 3 novas. Foram criadas 29 áreas protegidas, que cobrem apenas 4,4% de sua área. Embora existam zonas úmidas importantes, como os Saltos do Moconá, não há sítios RAMSAR. Encontra-se uma Reserva da Biosfera, Yabotí (2.366 km<sup>2</sup>), e foram identificados 12 IBA.

Em relação à contaminação industrial, as principais fontes estão localizadas nos afluentes, rios Peixe e Canoas, que recebem altas cargas de contaminação de fontes pontuais e difusas, com origem em indústrias de papel e de alimentos, e curtumes,

respectivamente, as cidades de Caçador e Videira.

Em termos de inundações foram analisados 4.454 km do trecho alto do rio Uruguai, estimando assim que 55% do curso apresenta uma vulnerabilidade alta a inundações, 19% uma vulnerabilidade média e 26% uma vulnerabilidade baixa. Quanto ao número de populações que possam ter problemas devido a inundações ribeirinhas, 4 foram identificadas com mais de 50.000 habitantes e 18 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Em matéria de secas, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra menos períodos secos, ainda que com maior duração e intensidade. Mais adiante, predomina o clima úmido, diminuindo a quantidade de períodos secos, sua duração, intensidade e cobertura.





## Baixo Uruguai

(até a sua foz no Rio da Prata)

É uma sub-bacia com um nível intermediário em termos de população, com 3,8 milhões habitantes e três grandes cidades. Aqui surgem alguns conflitos sobre usos alternativos da água entre a irrigação do arroz, o abastecimento das cidades e a conservação das vazões ecológicas nos rios. Quanto à poluição, observa-se uma aparição recorrente da floração de algas nocivas por cianobactérias, como resultado de aportes de nutrientes provenientes da atividade agropecuária.

Destacam-se as zonas úmidas Planície e ilhas do rio Uruguai, o Sítio RAMSAR Esteros de Farrapos, Villa Soriano e o Sítio RAMSAR Palmar de Yatay. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (60%) e conta com 4 grandes reservatórios associados a barragens com centrais hidrelétricas, uma no Rio Uruguai e três no Rio Negro. Foram criadas 39 áreas protegidas, que cobrem apenas 1,8% de sua área. Existem 3 sítios RAMSAR (849 km<sup>2</sup>), uma Reserva da Biosfera (997 km<sup>2</sup>) e foram identificados 20 IBA. Registraram-se 6 espécies de peixes ameaçadas de extinção e 5

espécies de peixes exóticos.

Quanto às inundações, a análise de 13.334 km do trecho inferior do rio Uruguai mostra que 27% do curso tem uma vulnerabilidade alta a inundações, 39% uma vulnerabilidade média e 34% uma vulnerabilidade baixa. Também foram identificadas 7 cidades com mais de 50.000 habitantes, e 18 entre 10.000 e 50.000 habitantes, que podem apresentar problemas diante das inundações ribeirinhas.

Em termos de seca, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra um aumento dos recursos hídricos a medida em que são analisados os cenários mais distantes no tempo. Os períodos secos diminuem tanto em quantidade, duração e intensidade, como em cobertura espacial.

O rio Uruguai é navegável no seu trecho inferior, compartilhado por Uruguai e Argentina, a jusante da barragem de Salto Grande. A montante de Salto Grande, é navegável desde Salto até São Borja, embora o tráfego seja escasso.



Figura 4.13.7 Sub-bacia del Baixo Uruguai



| Vulnerabilidade<br>diante de inundações | População  | Conservação             | Zonas úmidas                   | Sedimentos                           | Hidroelectricidade                               |
|---|--|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|
| <p>Alta</p> <p>Média</p> <p>Baixa</p>   | <p>Capital do país</p> <p>Capital do estado, departamento ou província</p> <p>Cidade principal</p> | <p>Áreas protegidas</p> | <p>Principais zonas úmidas</p> | <p>Principais zonas de deposição</p> | <p>Centrais hidrelétricas maiores que 100 MW</p> |

**População estimada** 3,8 milhões de hab. Nível médio

**Áreas protegidas** 39 (1,8% da área)

**Perda de ecossistema terrestres** 60% da área Importante

## Sub-bacia do Rio da Prata

É a segunda sub-bacia mais populosa com 24,9 milhões de habitantes, com 5 grandes cidades, incluindo Buenos Aires e Montevideu, as capitais da Argentina e do Uruguai, respectivamente.

A maior contaminação de origem urbano-industrial na Argentina vem das cidades de Buenos Aires e seus subúrbios, e La Plata e Grande La Plata destacando-se, por seu alto grau, as sub-bacias dos rios Matanza-Riachuelo e Reconquista, além de numerosos córregos e dutos. No caso do Uruguai, os mais afetados são os cursos urbanos, os córregos Carrasco, Miguelete, Pantanoso, Colorado e Las Piedras e muitos dos seus afluentes, além da Baía de Montevideo e da sub-bacia do rio Santa Lucía. Além disso, observa-se um episódio recorrente de floração de algas nocivas por cianobactérias na margem uruguaia do Rio da Prata e nesta sub-bacia, como resultado dos aportes de nutrientes da atividade agropecuária.

Os sedimentos finos do rio Bermejo, transportados pelo rio Paraná, sedimentam-se predominantemente no Rio da Prata, sendo seu trecho superior, contíguo ao Delta do Paraná, a área de maior atividade fluvio-morfológica.

Com base na análise de 3.150 km na sub-bacia própria do Rio da Prata, estimou-se que 6% dos cursos apresenta uma vulnerabilidade alta com relação às inundações, 45% uma vulnerabilidade média de 49% uma vulnerabilidade baixa. Quanto ao número de populações susceptíveis a problemas relacionados com as inundações ribeirinhas, 8 foram identificadas com mais de 50.000 habitantes e 15 entre 10.000 e 50.000 habitantes.

Em termos de secas, a caracterização dos futuros períodos de déficit hídrico mostra um declínio acentuado dos períodos secos, sua duração e magnitude, assim como sua cobertura espacial.

Destacam-se, nesta sub-bacia, as zonas úmidas Baía de Samborombón e Banhados de Santa Lucía. A sub-bacia sofreu uma perda significativa dos ecossistemas terrestres (35%), concentrada na faixa costeira do Rio da Prata. Foram criadas 11 áreas protegidas que cobrem apenas 0,8% da área da sub-bacia. Existem 2 sítios RAMSAR (4.883 km<sup>2</sup>) e 2 Reservas da Biosfera (1.289 km<sup>2</sup>) na margem argentina e foram identificadas 9 IBA. Conta com uma considerável riqueza íctica, registrando-se 5 espécies ameaçadas de extinção. O grau de invasão é alto, com 8 espécies de peixes exóticos registradas.

Figura 4.13.8 Sub-bacia própria do Rio da Prata



| Vulnerabilidade<br>diante de inundações | População   | Conservação         | Zonas úmidas                  | Sedimentos                          | Hidroelectricidade                                 |
|---|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--|
| Alta<br>Média<br>Baixa                  | Capital do país<br>Capital do estado,<br>departamento ou<br>provincia<br>Cidade principal | Áreas<br>protegidas | Principais<br>zonas<br>úmidas | Principais<br>zonas de<br>deposição | Centrais<br>hidrelétricas<br>maiores que<br>100 MW |

|                                 |                      |                         |
|---------------------------------|----------------------|-------------------------|
| População estimada              | 24,9 milhões de hab. | A segunda mais habitada |
| Áreas protegidas                | 11 (0,8% da área)    |                         |
| Perda de ecossistema terrestres | 35% da área          | Considerável            |





## Capítulo 5:

# Conclusões do ADT como contribuições para o PAE

A implementação do Programa Marco durante o período 2011-2016 permitiu enriquecer o nível de informação sobre os Temas Críticos Transfronteiriços (TCT) da Bacia do Prata, em particular com relação à característica da problemática e os respectivos impactos. Os trabalhos desenvolvidos pelas instituições nacionais de cada país, por meio de Grupos Temáticos, foram consolidados através de consultoria técnicas, visando proporcionar uma visão geral dos diferentes problemas e sua importância na Bacia, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos associados a eles. Em alguns casos, foram desenvolvidas consultorias técnicas especializadas, atendendo questões não vinculadas com um componente em particular. Neste aspecto, foram tratados os temas de saúde, navegação e energia, entre outros. Um aspecto particularmente importante desta fase do projeto foi a geração e incorporação de dados e informações sobre variabilidade e mudanças do clima gerados pelo componente III sobre Hidroclimatologia, o que permitiu visualizar, qualitativamente, os impactos previstos em relação aos problemas identificados e os setores econômicos de interesse para a Bacia.

O desenvolvimento de cada um dos TCT apresentados no *Capítulo 4* – apoiado pelo delineado nos *Capítulos 1 a 3* – permite compreender o comportamento hidrológico da Bacia do Prata, tanto do ponto de vista histórico como do projetado para o futuro.

Desta análise surge que, à compreensão de fenômenos naturais, deve ser adicionada um melhor conhecimento das atividades humanas que têm afetado este comportamento hidrológico, particularmente a alteração no uso do solo, impulsionado especialmente pelo desenvolvimento da agricultura e da pecuária e a crescente urbanização. Tal comportamento hidrológico, modificado pela ação do homem, é a base é direta ou relativamente menos indireta, para a análise de cada um dos TCT.

Sobre a análise das principais causas identificadas para os TCT e das recomendações decorrentes do desenvolvimento desta fase do projeto, foram levantadas as seguintes recomendações gerais para consideração no Programa de Ações Estratégicas (PAE), agrupadas de acordo com os aspectos técnicos, econômico-gerenciais, político-institucionais e socioculturais:



## Aspectos técnicos

- Promover o monitoramento conjunto em qualidade e quantidade dos recursos hídricos compartilhados.
- Promover a coordenação entre sistemas de observação e alerta diante de eventos extremos (enchentes e secas) dos países da Bacia.
- Promover o zoneamento agroecológico para reduzir o impacto de eventos extremos.
- Melhorar o planejamento urbano e territorial para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade a eventos extremos.
- Intercambiar experiências sobre gestão de risco entre os órgãos nacionais, bilaterais e multilaterais.
- Desenvolver planos regionais de contingência de áreas urbanas e rurais diante de enchentes e secas.
- Promover o intercâmbio de melhores práticas para a gestão de secas.
- Desenvolver e implementar, no âmbito setorial e de sub-bacias, as metodologias para a quantificação dos prejuízos econômicos causados pelos eventos extremos.
- Promover a implementação de práticas agrícolas sustentáveis e do uso racional de agrotóxicos.
- Intercambiar experiências sobre produção industrial mais limpa.
- Intercambiar experiências sobre a disposição de resíduos no transporte fluvial transfronteiriço.
- Implementar mecanismos para reduzir os impactos das obras hidráulicas sobre as migrações de diferentes espécies de peixes.
- Desenvolver ou atualizar os planos e programas de contingência diante de rupturas de barragens e outros acidentes.
- Promover melhorias estruturais, de manutenção e de operações em portos.
- Promover ações para reduzir a vulnerabilidade do transporte fluvial.
- Desenvolver planos transfronteiriços para manutenção e dragagem das hidrovias.

### Aspectos econômico-gerenciais

- Desenvolver critérios consensuais e harmonizar legislações para o monitoramento e a avaliação da qualidade da água.
- Buscar fontes de financiamento para a construção e operação de estações de tratamento de águas residuais domésticas e industriais.
- Buscar fontes de financiamento para a implementação das melhores práticas para o monitoramento e a gestão da qualidade ambiental em empreendimentos de mineração.
- Desenvolver corredores ecológicos fluviais e costeiros e outras formas de conservação participativa.
- Estabelecer mecanismos de cooperação entre os países em matéria de conservação da biodiversidade.
- Consolidar padrões de pesca desportiva no âmbito de sub-bacia.
- Implementar um código de conduta para a pesca responsável.
- Estabelecer normas e critérios comuns de segurança, considerando a incidência da variabilidade e das mudanças do clima.
- Promover o intercâmbio de informação e experiências sobre operação de reservatórios e segurança de obras.

### Aspectos político-institucionais

- Promover a cooperação e coordenação institucional incluindo a consolidação do CIC como organismo de coordenação e articulação institucional no âmbito da Bacia.
- Harmonizar os marcos jurídicos para a gestão de recursos hídricos transfronteiriços.
- Harmonizar a legislação ambiental, de recursos hídricos e de solos.
- Promover o desenvolvimento de políticas regionais e o fortalecimento do marco jurídico para a prevenção e gestão de eventos extremos.
- Promover a adoção de orçamentos mínimos regionais para a conservação da biodiversidade.
- Fortalecer e harmonizar o marco jurídico regional para a proteção da biodiversidade aquática.
- Desenvolver e implementar protocolos para o controle e manejo de espécies invasoras.
- Harmonizar e legislação pesqueira.
- Estabelecer um marco normativo e regulamentário para o uso sustentável dos aquíferos.
- Elaborar e adotar padrões nacionais e transnacionais de segurança diante de rupturas de barragens e outras emergências.
- Conciliar políticas regionais e adaptar o marco jurídico e institucional para a navegação fluvial.
- Conciliar políticas regionais para o desenvolvimento de energia hidrelétrica.
- Promover políticas regionais para o desenvolvimento projetos de ecoturismo.

### Aspectos ssocioculturais

- Impulsionar uma maior participação da sociedade nas ações destinadas a resolver os problemas da Bacia.
- Desenvolver e trocar experiências sobre os programas de pesquisa, educação e conscientização cidadã no que diz respeito a recursos hídricos e respectivas considerações ambientais.
- Impulsionar programas de educação e conscientização cidadã acerca de problemas ambientais específicos da Bacia.
- Promover uma cultura de cooperação para enfrentar ações coletivas.





# **Anexo:**

## **Informação complementar**



Tabela A.1

### População dos estados / províncias / departamentos que fazem parte da Bacia do Prata

| País (*)         | Estado / Província / Departamento   | População (hab) |
|------------------|---|-----------------|
| <b>Argentina</b> | Buenos Aires, Catamarca, Ciudad de Buenos Aires, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán. | 29.030.719      |
|                  |   | 26,1%           |
| <b>Bolívia</b>   | Chuquisaca, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija.  | 2.064.348       |
|                  |   | 1,8%            |
| <b>Brasil</b>    | Brasília (Distrito Federal), Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Río Grande do Sul, Santa Catarina, San Pablo.                          | 70.527.416      |
|                  |   | 63,3%           |
| <b>Paraguai</b>  | Todo el país.   | 6.672.631       |
|                  |   | 6,0%            |
| <b>Uruguai</b>   | Artigas, Canelones, Colonia, Durazno, Flores, Florida, Montevideo, Paysandú, Río Negro, Rivera, Salto, San José, Soriano, Tacuarembó.                             | 3.105.368       |
|                  |   | 2,8%            |
| <b>Total</b>     |   | 111.400.482     |
|                  |   | 100%            |

O cálculo da população da Bacia do Rio da Prata foi realizado a partir da soma da população das unidades de segundo e terceiro escalão cujo território se situa dentro da bacia. Foram consideradas províncias e departamentos na Argentina; estados e municípios no Brasil; departamentos e províncias na Bolívia e os departamentos e setores censitários no Uruguai. No caso do Paraguai, foi considerado a informação total do país, uma vez que está totalmente incluído na Bacia. Em todos os casos, foi considerado como representativa qualquer unidade territorial administrativa com 5% ou mais de sua área incluída na Bacia.

(\*) Os dados correspondem aos anos de 2010 na Argentina e no Brasil; 2011 no Uruguai e 2012 na Bolívia e no Paraguai. Neste último caso, o censo foi realizado, mas os resultados ainda não estão disponíveis no site; os dados correspondem a um cálculo de projeção feito pela Direção Geral de Estatísticas, Pesquisas e Censos do Paraguai.

Fontes: Instituto Nacional de Estatística e Censos (INDEC, Argentina); Instituto Nacional de Estatística (INE, Bolívia); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, Brasil); Direção Geral de Estatísticas, Pesquisas e Censos (DGECC, Paraguai) e Instituto Nacional de Estatística (INE, Uruguai).

Tabela A.2

## Participação dos setores em % do PIB

| Sectores                          | Argentina <sup>1</sup> | Bolívia <sup>2</sup> | Brasil <sup>3</sup> | Paraguai <sup>4</sup> | Uruguai <sup>5</sup> |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Agricultura</b>                | 9,0                    | 12,3                 | 5,3                 | 18,1                  | 10,1                 |
| <b>Mineração</b>                  | 3,8                    | 18,4                 | 4,3                 | 0,2                   | 0,3                  |
| <b>Indústria</b>                  | 19,5                   | 12,8                 | 13,0                | 12,2                  | 22,6                 |
| <b>Energia / Água</b>             | 1,0                    | 2,4                  | 3,1                 | 10,2                  | 4,8                  |
| <b>Construção</b>                 | 5,9                    | 3,3                  | 5,7                 | 7,8                   | 4,1                  |
| <b>Serviços</b>                   | 15,7                   | 11,1                 | 12,7                | 16,8                  | 13,4                 |
| <b>Transporte e Comunicações</b>  | 7,9                    | 10,0                 | 8,3                 | 6,5                   | 9,1                  |
| <b>Setor financeiro</b>           | 16,0                   | 10,8                 | 15,4                | 8,9                   | 18,5                 |
| <b>Serviços sociais e governo</b> | 21,2                   | 18,9                 | 32,3                | 19,4                  | 17,1                 |

Ano base: <sup>1</sup> 1993; <sup>2</sup> 1990; <sup>3</sup> 2000; <sup>4</sup> 1994; <sup>5</sup> 1983.

Os dados da tabela são referentes aos países da Bacia em sua totalidade, não somente a parcela correspondente à Bacia do Prata.

Fonte: Anuário estatístico da América Latina e Caribe. CEPAL, 2013.

## Tabela A.3

**Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por países e por estados, províncias ou departamentos na Bacia do Prata**

| País                    | IDH país | Estado / Província / Departamento   |
|-------------------------|----------|---|
| <b>Argentina (2011)</b> | 0,848    | Buenos Aires 0,838, Catamarca 0,836, Ciudad de Buenos Aires 0,889, Chaco 0,807, Córdoba 0,862, Corrientes 0,828, Entre Ríos 0,839, Formosa 0,806, Jujuy 0,829, Misiones 0,817, Salta 0,832, Santa Fe 0,846, Santiago del Estero 0,807, Tucumán 0,843.       |
| <b>Bolívia (2001)</b>   | 0,641    | Chuquisaca 0,563, Oruro 0,618, Potosí 0,514, Santa Cruz 0,689, Tarija 0,641.  |
| <b>Brasil (2010)</b>    | 0,727    | Brasília (Distrito Federal) 0,824, Goiás 0,735, Minas Gerais 0,731, Mato Grosso 0,725, Mato Grosso do Sul 0,729, Paraná 0,749, Río Grande do Sul 0,746, Santa Catarina 0,774, San Pablo 0,783.  |
| <b>Paraguai (2011)</b>  | 0,659    | A totalidade do território do Paraguai encontra-se compreendido na Bacia do Prata.  |
| <b>Uruguai (2010)</b>   | 0,790    | Artigas 0,738, Canelones 0,706, Colonia 0,775, Durazno 0,762, Flores 0,772, Florida 0,769, Lavalleja 0,750, Maldonado 0,767, Montevideo 0,841, Paysandú 0,748, Río Negro 0,753, Rivera 0,710, Salto 0,742, San José 0,732, Soriano 0,748, Tacuarembó 0,745. |

## Fontes:

PNUD (2013): *Informe nacional sobre desarrollo humano 2013. Argentina en un mundo incierto. Asegurar el desarrollo humano en el siglo XXI*. Buenos Aires, PNUD. Disponível em: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/pnudindh2013.pdf> (acesso em janeiro 2016).

PNUD (2004): *Índice de desarrollo humano en los municipios de Bolívia. Informe nacional de desarrollo humano Bolívia 2004*. La Paz, PNUD. Disponível em: <http://www.bivica.org/upload/idh-municipios.pdf> (acesso em janeiro 2016).

PNUD, Fundação Joao Pinheiro e IPEA (2016): *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/es/> (acesso em janeiro 2016).

PNUD (2012): *Evaluación del desarrollo humano en Paraguay en la década 2001-2011*. Asunción, PNUD. Disponível em: <http://www.undp.org/content/dam/Paraguay/docs/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Desarrollo%20Humano%20en%20Paraguay.pdf> (acesso em janeiro 2016).

PNUD e Presidência do Uruguai (2011): *Índice de desarrollo humano en Uruguay*. Montevideo, PNUD. Disponível em: [https://www.presidencia.gub.uy/\\_web/noticias/2005/06/2005061503.htm](https://www.presidencia.gub.uy/_web/noticias/2005/06/2005061503.htm) (acesso em janeiro 2016).



Tabela A.4

### Porcentagem de analfabetismo por países e por estados, províncias ou departamentos

| País                    | % país | Estado / Província / Departamento   |
|-------------------------|--------|---|
| <b>Argentina (2010)</b> | 7,5    | Buenos Aires 6,2, Catamarca 7,4, Ciudad de Buenos Aires 3,6, Chaco 11,0, Córdoba 6,0, Corrientes 9,5, Entre Ríos 7,1, Formosa 9,7, Jujuy 8,3, Misiones 10,3, Salta 9,0, Santa Fe 6,1, Santiago del Estero 9,9, Tucumán 7,9. |
| <b>Bolívia (2012)</b>   | 12,6   | Chuquisaca 11,8, Oruro 6,2, Potosí 11,9, Santa Cruz 1,6, Tarija 7,8.  |
| <b>Brasil (2010)</b>    | 9,2    | Brasília (Distrito Federal) 4,7, Goiás 8,0, Minas Gerais 8,3, Mato Grosso 8,5, Mato Grosso do Sul 7,7, Paraná 6,3, Rio Grande do Sul 4,5, Santa Catarina 4,1, San Pablo 4,3.  |
| <b>Paraguai (2012)</b>  | 4,7    | A totalidade do território do Paraguai encontra-se compreendido na Bacia do Prata   |
| <b>Uruguai (2010)</b>   | 1,3    | Artigas 2,8, Canelones 1,4, Colonia 1,3, Durazno 2,1, Flores 1,8, Florida 1,9, Lavalleja 1,9, Maldonado 1,1, Montevideo 0,9, Paysandú 1,7, Río Negro 2,2, Rivera 3,5, Salto 2,1, San José 1,6, Soriano 2,1, Tacuarembó 2,7. |

Nota: Os dados correspondem à totalidade de departamentos, estados e províncias; no caso dos países, foram somados os totais parciais e calculada a porcentagem sobre a população total de cada um deles na Bacia.

Fuentes:

INDEC (2013): *Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares 2010*. Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística e Censos. Disponível em: <http://www.indec.gov.ar/bases-de-datos.asp?solapa=5> ;

INE (2012): *Censo de Población y Vivienda 2012*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://cen-sosbolivia.ine.gob.bo/>

IBGE (2010): *Censo demográfico 2010*. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas\\_da\\_populacao/caracteristicas\\_da\\_populacao\\_tab\\_uf\\_zip\\_xls.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/caracteristicas_da_populacao_tab_uf_zip_xls.shtm)

INE (2011): *Censo de Población, Hogares y Viviendas 2011*. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://www.redatam.org/binury/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CPV2011&lang=esp>

Tabela A.5

**Expectativa de vida ao nascer por países e por estados, províncias ou departamentos**

| <b>País</b>                        | <b>Expectativa de vida país<br/>(em anos)</b> | <b>Estado / Província / Departamento</b>  |
|------------------------------------|---|---|
| <b>Argentina<br/>(2008 - 2010)</b> | 75,3  | Buenos Aires 75,2, Catamarca 76,0, Ciudad de Buenos Aires 77,2, Chaco 72,8, Córdoba 75,7, Corrientes 74,4, Entre Ríos 75,0, Formosa 73,9, Jujuy 74,8, Misiones 74,2, Salta 74,9, Santa Fe 75,1, Santiago del Estero 70,9, Tucumán 75,1.     |
| <b>Bolívia<br/>(2005-2010)</b>     | 67,1  | Chuquisaca 66,3, Oruro 64,4, Potosí 62, Santa Cruz 69,4, Tarija 69,5.   |
| <b>Brasil<br/>(2011)</b>           | 74,2  | Brasília (Distrito Federal) 76,2, Goiás 74,4, Minas Gerais 75,6, Mato Grosso 74,2, Mato Grosso do Sul 74,8, Paraná 75,2, Rio Grande do Sul 76,0, Santa Catarina 76,2, San Pablo 75,3.   |
| <b>Paraguai<br/>(2010-2015)</b>    | 72,5  | A totalidade do território do Paraguai encontra-se compreendido na Bacia do Prata   |
| <b>Uruguai<br/>(2006-2010)</b>     | 75,9  | Artigas 75,8, Canelones 76,0, Colonia 77,2, Durazno 76,5, Flores 76,8, Florida 77,0, Lavalleja 75,9, Maldonado 76,7, Montevideo 75,9, Paysandú 76,2, Río Negro 76,5, Rivera 75,3, Salto 75,2, San José 75,1, Soriano 75,9, Tacuarembó 75,5. |

Fontes:

INDEC (2005): *Proyecciones de población por sexo y grupos de edad 2001-2015. Serie Análisis Demográfico N° 31*. Buenos Aires, Instituto Nacional de Estadística e Censos.

INE (2004): *Proyección de la esperanza de vida al nacer por sexo y períodos, según región y departamento 2000-2030*. Disponível em: <http://www.ine.gob.bo/indice/visualizador.aspx?ah=PC20131.HTM>

IBGE (2010): *Grandes Regiões e Unidades da Federação: Esperança de vida ao nascer segundo projeção populacional: 1980, 1991-2030*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000243.pdf>

PNUD Paraguai (2012): *Evolución del desarrollo humano en Paraguai. Asunción, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Disponível em: <http://www.undp.org/content/dam/Paraguai/docs/Evaluaci%C3%B3n%20del%20Desarrollo%20Humano%20en%20Paraguai.pdf>

INE (2013): *Estimaciones y proyecciones de la población de Uruguay: metodología y resultados*. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://www.ine.gub.uy/web/guest/estimaciones-y-proyecciones>

Tabela A.6

### Taxas de mortalidade infantil por países e por estados, províncias ou departamentos

| País                       | Mortalidade infantil país (em %) | Estado / Província / Departamento  |
|----------------------------|----------------------------------|--|
| <b>Argentina (2013)</b>    | 10,8                             | Buenos Aires 11,0, Catamarca 9,7, Ciudad de Buenos Aires 8,9, Chaco 11,6, Córdoba 9,6, Corrientes 14,9, Entre Ríos 9,2, Formosa 14,2, Jujuy 11,8, Misiones 10,4, Salta 14,1, Santa Fe 9,8, Santiago del Estero 11,5, Tucumán 13,1. |
| <b>Bolívia (2005-2011)</b> | 61,1                             | Chuquisaca 48,3, Oruro 55,1, Potosí 65,5, Santa Cruz 37,8, Tarija 37,2.  |
| <b>Brasil (2014)</b>       | 14,4                             | Brasília (Distrito Federal) 11,0, Goiás 15,8, Minas Gerais 12,0, Mato Grosso 17,7, Mato Grosso do Sul 14,9, Paraná 10,1, Rio Grande do Sul 10,2, Santa Catarina 9,8, San Pablo 10,5.   |
| <b>Paraguai (2011)</b>     | 15,2                             | A totalidade do território do Paraguai encontra-se compreendido na Bacia do Prata.   |
| <b>Uruguai (2013)</b>      | 8,9                              | Artigas 9,4, Canelones 10,0, Colonia 7,5, Durazno 6,0, Flores 5,8, Florida 5,4, Lavalleja 11,4, Maldonado 5,4, Montevideo 7,5, Paysandú 8,9, Río Negro 11,1, Rivera 10,2, Salto 10,4, San José 9,8, Soriano 9,7, Tacuarembó 7,1.   |

Os dados correspondem à totalidade de cada departamento, estado ou província e ao conjunto de cada país.

#### FONTES:

Direção de Estatísticas e Informação de Saúde (2013): *Estadísticas vitales. Información básica*. Año 2012. Buenos Aires, Ministerio de Salud de la Nación. Disponível em: <http://www.deis.gov.ar/publicaciones/archivos/Serie5Nro56.pdf>

Direção de Estatísticas e Informação de Saúde (2014): *Estadísticas vitales. Información básica*. Año 2013. Buenos Aires, Ministerio de Salud de la Nación. Disponível em: <http://www.deis.msal.gov.ar/Publicaciones/Archivos/Serie5Nro57.pdf>

INE (2008): *Estadísticas sociales. Salud*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=30101>

INE (2012): *Resumen de indicadores. Bolívia. Indicadores demográficos*. La Paz, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://www.ine.gob.bo/indice/indicadores.aspx>

IBGE (2014): *Síntese de indicadores sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira 2013*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaovida/indicadoresminimos/sinteseindicais2013/default.shtm>

IBGE (2015): *Síntese de indicadores sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira 2014*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>

populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicais2015/default.shtm

Direção Geral de Informação Estratégica de Saúde (2012). *Indicadores básicos de salud. Paraguay 2012*. Asunción, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Disponível em: [http://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=406&Itemid=253](http://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=406&Itemid=253)

Direção Geral de Informação Estratégica de Saúde (2013). *Indicadores básicos de salud. Paraguay 2013*. Asunción, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Disponível em: [http://www.paho.org/par/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=452&Itemid=253](http://www.paho.org/par/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=452&Itemid=253)

INE (2015): *Evolución de la tasa de mortalidad infantil y sus componentes*. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística. Disponível em: <http://www.ine.gub.uy/estadisticas-vitales>

El País (2014): *Mortalidad infantil bajó salvo en tres departamentos*. Montevideo. Disponível em: <http://www.elpais.com.uy/informacion/mortalidad-infantil-salvo-tres-departamentos.html>

## Tabela A.7

### Parques nacionais no território da Bacia do Prata

| Argentina   | 13 | Bolívia  | 3 | Brasil                                    | 8 | Paraguai                                 | 13 | Uruguai   | 1 |
|---|----|--|---|---|---|--|----|---|---|
| Parque Nacional Campos del Tuyú                   |    | Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Kaa-lyá del Gran Chaco      |   | Parque Nacional da Chapada dos Guimarães  |   | Parque Nacional Cerro Corá               |    | Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay |   |
| Parque Nacional Predelta                          |    |  |   | Parque Nacional Das Emas                  |   | Parque Nacional Ñacunday                 |    |   |   |
| Parque Nacional Islas de Santa Fe                 |    | Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Otuquis                     |   | Parque Nacional de Brasília               |   | Parque Nacional Ybycuí                   |    |   |   |
| Parque Nacional El Palmar                         |    |  |   | Parque Nacional de Ilha Grande            |   | Parque Nacional Caazapa                  |    |   |   |
| Parque Nacional Chaco                             |    | Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguargüe |   | Parque Nacional do Pantanal Matogrossense |   | Parque Nacional Paso Bravo               |    |   |   |
| Parque Nacional Copo                              |    |  |   | Parque Nacional do Iguaçu                 |   | Parque Nacional Serranía de San Luis     |    |   |   |
| Parque Nacional Mburucuyá                         |    |  |   | Parque Nacional das Araucárias            |   | Parque Nacional Defensores del Chaco     |    |   |   |
| Parque Nacional Río Pilcomayo                     |    |  |   | Parque Nacional dos Campos Gerais         |   | Parque Nacional Tinfunqué                |    |   |   |
| Parque Nacional Iguazú                            |    |  |   |   |   | Parque Nacional Teniente Agripino Enciso |    |   |   |
| Parque Nacional El Rey                            |    |  |   |   |   | Parque Nacional Médanos del Chaco        |    |   |   |
| Parque Nacional Baritú; Parque Nacional Calilegua |    |  |   |   |   | Parque Nacional Río Negro                |    |   |   |
| Parque Nacional El Impenetrable                   |    |  |   |   |   | Parque Nacional Lago Ypoá                |    |   |   |
|   |    |  |   |   |   | Parque Nacional Chovoreca                |    |   |   |





# Glossário

## Adaptação

Ajuste em sistemas naturais ou humanos diante de situações novas ou mutantes.

## Áreas naturais protegidas

Território dentro de certos limites bem definidos, de características naturais ou seminaturais, que passa por uma gestão de recursos para atingir objetivos de conservação definidos. Normalmente, o território pertence a uma nação ou a um órgão do setor público da nação, mas também pode ser uma propriedade privada, gerenciada de acordo com os padrões estabelecidos pelas autoridades nacionais ou subnacionais.

## Atividade

Prática ou conjunto de práticas que ocorrem em uma área definida durante um determinado período.

## Biodiversidade

Quantidade e abundância relativa de diferentes famílias (diversidade genética), espécies e ecossistemas (comunidades) em uma determinada região.

## Bioma

Conjunto de ecossistemas relacionados que apresentam similaridades tanto na sua aparência como na sua estrutura interna por estarem influenciados pelo mesmo clima, tipo de solo e tipo de relevo. Os biomas são caracterizados principalmente por suas plantas e animais dominantes.

## Floresta nativa

Floresta que tem evoluído e renovado naturalmente a partir de organismos que já estavam em uma determinada região biogeográfica.

## Aquecimento global

Aumento gradual da temperatura da atmosfera e dos oceanos na Terra, detectado na atualidade, além do seu contínuo aumento projetado para o futuro.

## Mudança climática

Alteração no estado do clima que pode ser identificada –por exemplo, com provas estatísticas– por variações na média climática ou pela variabilidade das suas propriedades e que persiste durante um longo período de tempo, normalmente ao longo de décadas ou mais. A mudança climática pode ser devida a processos internos ou forças externas naturais, como modulações do ciclo solar ou erupções vulcânicas, ou também mudanças antropogênicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (Relatório Especial Gestão de riscos de fenômenos meteorológicos extremos e desastres para melhorar a adaptação às mudanças climáticas, IPCC, 2012).

A mudança do clima é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que é somada a variabilidade natural do clima observada durante períodos. Distingue-se entre “mudança climática”, atribuída a atividades humanas que alteram a composição atmosférica e “variabilidade climática”, atribuída a causas naturais (Convenção das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas-UNFCCC) (Ver *Variabilidade climática*).

## Mudança no uso do solo

Mudança no uso ou manejo de terras por seres humanos, que pode levar a uma mudança na cobertura destes solos.

### **Clima**

Estado médio do tempo durante um período de pelo menos uns 30 anos para uma região específica. Em um sentido mais amplo, pode-se dizer que o clima não se refere apenas à atmosfera, mas é a descrição do sistema climático como um todo, compreendendo atmosfera, oceano, terra, criosfera (gelo e neve) e biosfera. Geralmente se diz que o tempo é o que se tem e o clima é o que se espera.

### **Comunidade**

Todas as populações de indivíduos que habitam e interagem em um ambiente comum.

### **Conservação**

Proteção, manutenção, gestão, uso sustentável, recuperação e fortalecimento do ambiente natural.

### **Corredor biogeográfico**

Componente estrutural do ecossistema cujas características –largura, conectividade, estreitamento, cortes, nós, etc.– constituem uma importante função de regulação dos fluxos de espécies, genes, nutrientes, energia e água.

### **Convenção Marco das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC)**

Adoptada em Nova Iorque em 9 de maio de 1992, e assinada no mesmo ano na Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro, por mais de 150 países mais a Comunidade Europeia. O seu objetivo essencial é a “estabilização das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera num nível que impeça interferências antrópicas perigosas no sistema climático”. Contém cláusulas que comprometem todas as Partes. Em virtude da Convenção, as Partes incluídas no *Anexo I* (todos os países da OCDE e países com economia em transição) propuseram retornar para o ano 2000, aos níveis de emissões de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal que existiam em 1990. A Convenção entrou em vigor em março de 1994. Em 1997 a CMNUCC incor-

porou o Protocolo de Quioto. Em dezembro de 2015, foi assinado o Acordo de Paris.

### **Desmatamento**

Ação de eliminar permanentemente a floresta para uso não-florestal, com a redução da cobertura de copas de árvores a menos de 10%.

### **Degradação**

Processo em que um sistema passa de um certo grau de organização e composição a outro mais simples e com menor número de componentes.

### **Degradação de solos**

Qualquer processo de perda parcial ou total de produtividade da terra.

### **Degradação de terras**

Significa redução ou perda de produtividade biológica ou econômica e a complexidade das terras agrícolas de sequeiro, terras agrícolas irrigadas, pastagens, florestas e bosques, ocasionada nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, pelos sistemas de uso do solo ou por um processo ou combinação de processos, incluindo os resultantes das atividades humanas e padrões de habitação.

### **Desertificação**

Degradação dos solos nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas que são o resultado de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas.

### **Diversidade**

Termo Geral para designar a variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens, incluindo os ecossistemas terrestres, marinhos e outros sistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte.

### **Ecossistema**

Complexo dinâmico onde interagem como uma unidade única, as comunidades de plantas, animais, fungos e micro-organismos e seu meio físico.

### Educação ambiental

Processo de aprendizagem permanente, que é dirigida a toda a comunidade com uma abordagem global e interdisciplinar sobre a realidade ambiental.

### Efeito estufa

Efeito radioativo infravermelho de todos os componentes da atmosfera que são absorvidos no infravermelho. Os gases de efeito estufa e as nuvens e, em menor grau, os aerossóis, absorvem a radiação terrestre emitida pela superfície da Terra e por qualquer ponto da atmosfera. Estas substâncias emitem radiação infravermelha em todas as direções, porém, nas mesmas condições, o valor líquido de energia emitida para o espaço é geralmente menor do que teria sido emitido na ausência destes absorventes, em função da diminuição da temperatura com a altitude na troposfera e o consequente enfraquecimento da emissão. Uma maior concentração de gases de efeito estufa aumenta a magnitude deste efeito, e, geralmente, a diferença é chamada de efeito de estufa intensificado. A alteração da concentração de gases de efeito de estufa, devido às emissões antropogênicas, contribui para um aumento da temperatura na superfície e na troposfera induzido por um forçamento radiativo instantâneo e em resposta a esse forçamento, é restaurado gradualmente o equilíbrio radiativo na parte superior da atmosfera.

### Endêmico

Em biologia refere-se a uma espécie ou táxon restrito a uma região ou localidade específica.

### Cenário

Descrição plausível de um futuro verossímil, baseada num conjunto consistente e coerente de hipóteses sobre forças motrizes (por exemplo, o ritmo da evolução tecnológica e os preços) e sobre as relações mais importantes. Note-se que os cenários não são nem previsões nem suposições, mas são úteis já

que oferecem uma visão das consequências da evolução das diferentes situações e medidas.

### Cenário climático

Representação plausível e, em certas ocasiões simplificada, do clima futuro, baseada num conjunto de relações climatológicas internamente coerente, definido explicitamente para investigar as possíveis consequências das alterações climáticas antropogênicas, e que pode ser introduzido como dados disponíveis nos modelos de impacto. As projeções climáticas tendem a ser utilizadas como ponto de partida para definir cenários climáticos, embora estes habitualmente necessitem de informação adicional, por exemplo, sobre o atual clima observado. Um cenário de mudança climática é a diferença entre um cenário climático e o clima atual.

### Cenário de emissões

As emissões futuras de gases de efeito estufa são o produto de sistemas dinâmicos muito complexos, determinados por forças como crescimento populacional, desenvolvimento socioeconômico e avanço tecnológico. Sua evolução futura é muito incerta. Os cenários são imagens alternativas do que poderia acontecer no futuro, e constituem um instrumento apropriado para analisar de que maneira forças motrizes influenciarão nas emissões futuras, e para avaliar a margem incerteza desta análise. Os cenários de emissões são úteis para a análise das mudanças climáticas e, em especial para a criação de modelos climáticos, para a avaliação dos impactos e iniciativas de adaptação e mitigação.

### Espécies em risco

Espécies cuja sobrevivência é improvável, se os fatores causais continuarem operando. Nesta categoria, encontram-se as espécies cujos números foram reduzidos a um nível crítico ou cujos habitats foram reduzidos drasticamente.

### Extinção

O desaparecimento total de espécies inteiras.

### Fragmentação

Divisão de uma zona, paisagem ou habitat em peças separadas e definidas, muitas vezes como resultado de uma alteração no uso das terras.

### Funções do ecossistema

A capacidade dos ecossistemas de fornecer serviços que satisfaçam a sociedade.

### Gases de Efeito Estufa

Componente gasoso da atmosfera, natural ou antropogênico, que absorve e emite radiação em determinados comprimentos de onda do espectro de radiação terrestre emitida pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e pelas nuvens. Esta propriedade ocasiona o efeito estufa. O vapor da água ( $H_2O$ ), o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), o óxido nitroso ( $N_2O$ ), o metano ( $CH_4$ ) e o ozônio ( $O_3$ ) são os gases de efeito estufa primários na atmosfera terrestre. Além disso, a atmosfera contém um número de gases de efeito estufa inteiramente antropogênicos, como os CFCs (clorofluorcarbonetos) ou outras substâncias que contêm cloro e bromo, que são abrangidos pelo Protocolo de Montreal. Além de  $CO_2$ ,  $N_2O$  e  $CH_4$ , o Protocolo de Quioto prevê gases de efeito estufa hexafluoreto de enxofre ( $SF_6$ ), hidrofluorcarbonetos (HFC) e perfluorcarbonetos (PFC).

### Habitat

O ambiente ou local específico onde um organismo ou espécie vive; uma parte do ambiente total, demarcada mais localmente.

### Mitigação

Todas aquelas atividades destinadas a reduzir os efeitos resultantes de um impacto.

### Modelo climático

(em espectro ou em hierarquia)

Representação numérica do sistema climáti-

co baseada nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos seus componentes, em suas interações e processos de retroalimentação, e que inclui a totalidade ou algumas das suas propriedades conhecidas. O sistema climático pode ser representado através de modelos de diferentes graus de complexidade; em outras palavras, para cada componente ou grupo de componentes é possível identificar um espectro ou hierarquia de modelos que diferem em aspectos tais como o número de dimensões espaciais, o grau em que são representados explicitamente os processos físicos, químicos ou biológicos, ou o grau de utilização de parametrizações empíricas. Os Modelos de Circulação Geral Atmosfera-oceano (MCGAO) acoplados proporcionam a mais completa representação do sistema climático disponível atualmente. Está-se evoluindo para modelos mais complexos que incorporam química e biologia interativas. Os modelos climáticos são utilizados como ferramenta de pesquisa para estudar e simular o clima e para fins operacionais, incluindo previsões climáticas mensais, sazonais e interanuais (IPCC, 2013).

### Ordenamento territorial

Processo de programar a distribuição e a localização espacial dos componentes da estrutura territorial, como um meio de implementar as estratégias de uma proposta de desenvolvimento regional, com especial ênfase nos aspectos econômicos, de distribuição da população e de gestão ambiental.

### População

Um grupo de indivíduos da mesma espécie que ocorrem em um espaço / tempo definido arbitrariamente e que é muito mais provável que se reúnem entre si do que com indivíduos de outro grupo.

### Previsão do clima

Uma previsão ou prognóstico climático é o resultado de uma tentativa de obter –a partir

de um estado particular do sistema climático – uma estimativa da evolução real do clima no futuro, por exemplo, escalas de tempo sazonal, interanual e decenal. Como a evolução futura do sistema climático pode ser muito sensível às condições iniciais, tais previsões tem apenas caráter probabilístico.

#### Projeção climática

Resposta simulada do sistema climático a diversos cenários de emissões ou concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, muitas vezes baseada em simulações de modelos climáticos. As projeções climáticas são distinguidas das previsões climáticas por sua dependência do cenário de emissões/ concentrações/forçamento radiativo utilizado, com base em pressupostos relativos, por exemplo, em um futuro socioeconômico e tecnológico que pode ou não se materializar (IPCC, 2013).

#### Recursos

Todo elemento biótico ou abiótico de exploração, seja ele comercial ou não.

#### Serviços ambientais/ecossistêmicos

Funções (processos) prestadas pelas florestas, outros ecossistemas naturais e plantações florestais, que afetam diretamente a proteção e melhoria do ambiente e da qualidade de vida.

#### Tempo

Descrição do estado da atmosfera num momento determinado (por exemplo, ao meio-dia). É definido por meio de variáveis como temperatura, pressão atmosférica, e força direção do vento, a quantidade de nuvens, umidade, entre outros. Pode-se dizer que o tempo é uma coisa instantânea, mutante e de certa forma não repetitiva. Não é o mesmo o tempo ao meio-dia e às seis da tarde.

#### Variabilidade climática

Variações no estado médio e outros dados estatísticos do clima –tais como desvios-padrão, ocorrência de fenômenos extremos, etc.– em todas as escalas temporais e espaciais, além de fenômenos meteorológicos determinados. A variabilidade pode ser devida a processos internos naturais no sistema climático (variabilidade interna), ou a variações nos forçamentos externos antropogênicos (variabilidade externa) (IPCC, 2007). (Veja também Mudança climática).

#### Zona de convergência intertropical (ZCIT)

Faixa zonal equatorial de baixas pressões, forte convecção e precipitações significativas, próxima ao Equador, onde os ventos alísios do nordeste encontram-se com os do sudeste. Esta faixa se desloca sazonalmente.





# Referências

- Comissão Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe.
- Comissão Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2014. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Disponível em [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf)
- Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático (PM), 2004. Visión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, Carlos E. M. Tucci, Consultor.
- PM, 2016m. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Ecoturismo (em preparação).
- PM, 2016b. Hidroclimatología (em preparação).
- PM, 2016c. Escenarios Hidroclimáticos de la Cuenca del Plata (em preparação). PM, 2016d. Calidad de Agua en la Cuenca del Plata (em preparação).
- PM, 2016e. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Buenas Prácticas. Cultivos (em preparação).
- PM, 2016f. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Tecnologías Limpias (em preparación).
- PM, 2016g. Ecosistemas Acuáticos de la Cuenca del Plata, Inventario de Humedales de la Cuenca del Plata (em preparación).
- PM, 2016h. Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata, Degradación de tierras (em preparación).
- PM, 2016i. Degradación de Tierras en la Cuenca del Plata, Buenas prácticas (em preparación). PM, 2016f. Balance Hídrico de la Cuenca del Plata (em preparación).
- PM, 2016g. Agua Subterránea en la Cuenca del Plata (em preparación).
- PM, 2016k. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Hidroelectricidad (em preparación).
- PM, 2016l. Oportunidades para el Desarrollo en la Cuenca del Plata, Navegación (em preparación).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), 2014. Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático, Informe Final de la Evaluación de Medio Término, A. Merla, Evaluador.



# Lista de figuras

## Capítulo 1

- Figura 1.1.1 Mapa Geral da Bacia do Prata
- Figura 1.3.1.1 Mapa de sub-bacias
- Figura 1.3.1.2 Características geográficas das sub-bacias
- Figura 1.3.3.1 Esquema geomorfológico da Bacia do Prata
- Figura 1.3.4.1 Solos da Bacia do Prata
- Figura 1.3.5.1 Principais regiões úmidas da Bacia do Prata
- Figura 1.3.7.1 Número de unidades de cultivo de peixes implantados nas sub-bacias
- Figura 1.3.9.1 Áreas protegidas da Bacia do Prata
- Figura 1.3.10.1 Áreas críticas associadas com a degradação do solo
- Figura 1.3.10.2 Mapa tentativo de isoerodentes para a Bacia do Prata
- Figura 1.3.11.1 Ecorregião da Mata Atlântica do Alto Paraná
- Figura 1.4.1.2.1 Balanço hídrico superficial Bacia do Prata – Sítios característicos
- Figura 1.4.1.2.2 Rios Paraná, Paraguai e Iguazú – Vazões anuais
- Figura 1.4.1.2.3 Rio Paraguai em Puerto Pilcomayo – Vazões anuais
- Figura 1.4.1.2.4 Rio Paraná em Corrientes – Vazões anuais
- Figura 1.4.1.2.5 Rio Uruguai – Vazões anuais
- Figura 1.4.1.2.6 Rio Uruguai em Paso de los Libres – Vazões anuais
- Figura 1.4.1.2.7 Rios Paraná, Paraguai e Iguazú – Vazões médias mensais
- Figura 1.4.1.2.8 Rio Uruguai – Vazões médias mensais
- Figura 1.4.1.2.9 Relação entre as vazões médias mensais simuladas correspondentes a três cenários futuros e a situação atual
- Figura 1.4.1.3.1 Aquíferos transfronteiriços da Bacia do Prata
- Figura 1.4.1.3.2 Mapa hidrogeológico da Bacia do Prata
- Figura 1.4.1.3.3 Volumes de água subterrânea explorados anualmente
- Figura 1.4.2.5.1 Centrais hidroelétricas de mais de 100 MW de potência
- Figura 1.4.2.6.1 Hidrovias da Bacia do Prata
- Figura 1.5.1.4.1 Radares meteorológicos da Bacia do Prata

## Capítulo 2

- Figura 2.1.1.1 Precipitação climatológica na Bacia do Prata (1973–2013)
- Figura 2.1.1.2 Modelo conceitual de Vento de Nível Baixo ao leste dos Andes
- Figura 2.1.1.3 Vazões Médias anuais para os rios Uruguai e Paraná
- Figura 2.1.1.4 Diagrama de Hovmöller para uma área da região norte da Bacia
- Figura 2.1.1.5 Temperatura média climatológica da Bacia do Prata e de suas sub-bacias (1961–1990)

- Figura 2.1.2.1.1** Cenários RCP (*Representative Concentration Pathways* / Trajetórias de concentração representativas)
- Figura 2.1.2.1.2** Projeções da anomalia de precipitação anual média (%) e a anomalia da temperatura anual média (°C)
- Figura 2.1.2.1.3** Evolução da anomalia da precipitação (mm/d) para a Bacia do Prata segundo vários modelos
- Figura 2.1.2.1.4** Evolução da anomalia da precipitação (°C) para a Bacia do Prata segundo vários modelos
- Figura 2.1.3.1** Anomalia da precipitação total anual
- Figura 2.3.1** Contribuições nacionais determinadas dos países da Bacia do Prata

## Capítulo 4

- Figura 4.2.1.3.1** Bacia do Prata. Vulnerabilidade frente a inundações
- Figura 4.2.1.4.1** Bacia do Prata. Ocorrência de inundações
- Figura 4.2.1.4.2** Bacia do Prata. Impacto de inundações
- Figura 4.5.7.1** Estratégia de corredores ecológicos em grande escala espacial na Bacia do Prata
- Figura 4.7.3.1** Bacia do Prata. Distribuição da salinidade nas águas subterrâneas
- Figura 4.7.3.2** Densidade de perfurações para a extração de águas subterrâneas por sub-bacias
- Figura 4.7.3.3** Bacia do Prata. Vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação
- Figura 4.13.1** Problemas característicos das sub-bacias
- Figura 4.13.2** Sub-bacia do Alto Paraguai
- Figura 4.13.3** Sub-bacia do Baixo Paraguai
- Figura 4.13.4** Sub-bacia do Alto Paraná
- Figura 4.13.5** Sub-bacia do Baixo Paraná
- Figura 4.13.6** Sub-bacia do Alto Uruguai
- Figura 4.13.7** Sub-bacia do Baixo Uruguai
- Figura 4.13.8** Sub-bacia própria do Rio da Prata

# Lista de tabelas

## Capítulo 1

- Tabela 1.1.1** Distribuição da área da Bacia do Prata por países e sistemas hídricos
- Tabela 1.2.1.1** Área, população e população urbana por país
- Tabela 1.2.2.1** Produto Interno Bruto por país
- Tabela 1.2.2.2** População ocupada total, por setor
- Tabela 1.2.3.1** Acesso a fontes melhoradas de água potável e saneamento
- Tabela 1.4.1.1.1** Precipitação média mensal (P), Evapotranspiração potencial média mensal (ETP) e sua diferença
- Tabela 1.4.1.2.1** Resumo das vazões anuais médias (período 1971–2010)
- Tabela 1.4.1.2.2** Valores de vazões específicas (qme) e do Q95 em relação à vazão média (Qme)
- Tabela 1.4.2.5.1** Principais usinas hidrelétricas nos trechos nacionais dos rios da Bacia do Prata
- Tabela 1.4.2.5.2** Usinas hidrelétricas existentes nos trechos transfronteiriços da Bacia do Prata
- Tabela 1.4.2.5.3** Principais usinas hidrelétricas projetadas nos trechos transfronteiriços da Bacia do Prata
- Tabela 1.4.2.8.1** Empreendimentos de ecoturismo por país
- Tabela 1.4.3.1.1** Demanda de água na Bacia do Prata
- Tabela 1.4.4.1.1** Avaliação Geral qualitativa dos usos da água
- Tabela 1.4.4.1.2** Áreas da Bacia do Prata com conflitos existentes ou potenciais entre disponibilidade e demanda, ou com limitações por usos consuntivos de água
- Tabela 1.5.2.2.1** Centro Regional do Clima para o Sul da América do Sul (CRC–SAS)

## Capítulo 2

- Tabela 2.1.2.1.1** Resultados do modelo climático regional ETA 10 km

## Capítulo 3

- Tabela 3.2.4.1** Órgãos multilaterais na Bacia do Prata

## Capítulo 4

- Tabela 4.2.1.4.1** Vulnerabilidade a inundações ribeirinhas nas principais sub-bacias
- Tabela 4.2.1.4.2** Número de populações por sub-bacia com probabilidade de apresentar problemas frente a inundações ribeirinhas
- Tabela 4.2.1.4.3** Número de cidades com vulnerabilidade alta e média a inundações
- Tabela 4.11.3.1** Hidrovia Paraguai–Paraná

## **Anexo I**

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Tabela A.1</b> | População dos estados/províncias/departamentos que fazem parte da Bacia do Prata                               |
| <b>Tabela A.2</b> | Participação dos setores em % do PIB   |
| <b>Tabela A.3</b> | Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) por países e por estados, províncias ou departamentos na Bacia do Prata |
| <b>Tabela A.4</b> | Porcentagem de analfabetismo por países e por estados, províncias ou departamentos                             |
| <b>Tabela A.5</b> | Expectativa de vida ao nascer por países e por estados, províncias ou departamentos                            |
| <b>Tabela A.6</b> | Taxas de mortalidade infantil por países e por estados, províncias ou departamentos                            |
| <b>Tabela A.7</b> | Parques nacionais no território da Bacia do Prata  |







# Lista de siglas e acrônimos

|          |   |
|----------|---|
| ADT      | Análise Diagnóstico Transfronteiriço  |
| ANA      | Agência Nacional de Águas   |
| ANAC     | Administração Nacional de Aviação Civil da Argentina  |
| ANDE     | Administração Nacional de Eletricidade do Paraguai  |
| ANEEL    | Agência Nacional de Energia Elétrica  |
| ANNP     | Administração Nacional de Navegação e Portos do Paraguai  |
| AOGCM    | <i>Atmosphere–Ocean Global Climate Model</i> / Modelos Globais Acoplados Oceano–Atmosfera   |
| BHI      | Balanço Hídrico Integrado   |
| BID      | Banco Interamericano de Desenvolvimento   |
| CAB      | Cultivando Água Boa   |
| CARP     | Comissão Administradora para o Rio da Prata   |
| CARU     | Comissão Administradora do Rio Uruguai  |
| CC       | Mudança Climática   |
| CDB      | Convênio sobre Diversidade Biológica  |
| CEDLAS   | Base de Dados Socioeconômica para América Latina e Caribe   |
| CEMADEN  | Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais do Brasil  |
| CEPAL    | Comissão Econômica para América Latina e Caribe   |
| CIC      | Comité Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata  |
| CIH      | Comité Intergovernamental da Hidrovia Paraguai–Paraná   |
| CIMA     | Centro de Pesquisas do Mar e da Atmosfera, da Argentina   |
| CMA      | Concentração Média Anual  |
| CMNUCC   | Convenção Marco das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas  |
| CNRH     | Conselho Nacional de Recursos Hídricos do Brasil  |
| COBINABE | Comissão Binacional para o Desenvolvimento da Alta Bacia do Rio Bermejo e o Rio Grande de Tarija (Argentina–Bolívia)              |
| COFEMA   | Conselho Federal de Meio Ambiente da Argentina  |
| COHIFE   | Conselho Hídrico Federal, da Argentina  |
| COMIP    | Comissão Mista Argentino–Paraguaia do Rio Paraná  |
| CONAMA   | Conselho Nacional do Meio Ambiente do Brasil  |
| CONAMA   | Conselho Nacional do Meio Ambiente do Uruguai   |
| CONICET  | Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Técnicas da Argentina  |
| COP      | Conferência das Partes  |
| CPC      | <i>Climate Prediction Center</i> / Centro de Previsão do Clima da Administração Nacional do Oceano e Atmosfera dos Estados Unidos |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>CPRM</b>     | Serviço Geológico do Brasil   |
| <b>CPTEC</b>    | Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Brasil  |
| <b>CRA</b>      | Comissão Mista Brasileiro-Paraguaia para o Desenvolvimento Sustentável e Gestão Integrada da Bacia do Rio Apa                     |
| <b>CRC</b>      | Comissão Mista Brasileiro-Uruguiaia para o Desenvolvimento Sustentável e Gestão Integrada da Bacia do Rio Cuareim-Quaraí          |
| <b>CRC-SAS</b>  | Centro Regional de Clima para o Sul da América do Sul   |
| <b>CRU</b>      | <i>Climatic Research Unit</i> / Unidade de Pesquisa do Clima, Universidade de East Anglia, Reino Unido                            |
| <b>CTM</b>      | Comissão Técnica Mista de Salto Grande (Argentina-Uruguai)  |
| <b>CTMFM</b>    | Comissão Técnica Mista do Frente Marítimo (Argentina-Uruguai)   |
| <b>DAAE</b>     | Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo   |
| <b>DACC</b>     | Direção de Agricultura e Contingências Climáticas de Mendoza da Argentina   |
| <b>DECEA</b>    | Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Brasil  |
| <b>DGEEC</b>    | Direção Geral de Estatísticas, Pesquisas e Censos do Paraguai   |
| <b>DGRNR</b>    | Direção Geral de Recursos Naturais Renováveis do Uruguai  |
| <b>DIGESA</b>   | Direção Geral de Saúde Ambiental do Paraguai  |
| <b>DINAC</b>    | Direção Nacional de Aeronáutica Civil do Paraguai   |
| <b>DINAGUA</b>  | Direção Nacional de Águas do Uruguai  |
| <b>DINAMA</b>   | Direção Nacional de Meio Ambiente do Uruguai  |
| <b>DINAP</b>    | Direção de Água Potável e Saneamento do Paraguai  |
| <b>DINARA</b>   | Direção Nacional de Recursos Aquáticos do Uruguai   |
| <b>DMH</b>      | Direção de Meteorologia e Hidrologia do Paraguai  |
| <b>DNVN</b>     | Direção Nacional de Vias Navegáveis da Argentina  |
| <b>EBY</b>      | Entidade Binacional Yacyretá (Argentina-Paraguai)   |
| <b>EEI</b>      | Espécies exóticas invasoras   |
| <b>EIA</b>      | Avaliação de Impacto Ambiental  |
| <b>EMBRAPA</b>  | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária   |
| <b>ENOS</b>     | El Niño – Oscilação do Sul  |
| <b>ERSSAN</b>   | Ente Regulador de Serviços de Água Potável e Saneamento do Paraguai   |
| <b>ETP</b>      | Evapotranspiração Potencial   |
| <b>FAO</b>      | <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura |
| <b>FMAM</b>     | Fundo para o Meio Ambiente Mundial  |
| <b>FONPLATA</b> | Fundo Financeiro para o Desenvolvimento da Bacia do Prata   |
| <b>FORADE</b>   | Fundo de Fideicomisso para a redução de riscos e atenção de desastres da Bolívia  |
| <b>FPP</b>      | Fundo para a Participação Pública   |
| <b>FREPLATA</b> | Projeto de Proteção Ambiental do Rio da Prata e sua Frente Marítima (Argentina-Uruguai)   |

|          |   |
|----------|---|
| GCM      | Geral Circulation Model / Modelo Geral de Circulação  |
| GEF      | <i>Global Environment Facility</i> / Fundo para o Meio Ambiente Mundial – FMAM<br>(no documento é citado pela sua sigla em português) |
| GEI      | Gases de Efeito Estufa  |
| GIRH     | Gestão Integrada dos Recursos Hídricos  |
| IB       | Itaipu Binacional (Brasil–Paraguai)   |
| IBA      | <i>Important Bird and Biodiversity Area</i> / Área Importante para a Conservação das Aves   |
| IBAMA    | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  |
| IBGE     | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística   |
| IDH      | Índice de Desenvolvimento Humano  |
| IGAM     | Instituto Mineiro de Gestão das Águas   |
| INA      | Instituto Nacional de Água da Argentina   |
| INDC     | <i>Intended Nationally Determined Contributions</i> / Contribuições Determinadas no<br>Âmbito Nacional                                |
| INDEC    | Instituto Nacional de Estatística e Censos da Argentina   |
| INE      | Instituto Nacional de Estatística da Bolívia  |
| INE      | Instituto Nacional de Estatística do Uruguai  |
| INIA     | Instituto Nacional de Investigação Agropecuária do Uruguai  |
| INMET    | Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil  |
| INPE     | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais do Brasil   |
| INTA     | Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária da Argentina  |
| INUMET   | Instituto Uruguaio de Meteorologia  |
| IPCC     | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> / Painel Intergovernamental de<br>Mudança Climática                                  |
| IPTA     | Instituto Paraguaio de Tecnologia Agrária   |
| JAXA     | <i>Japan Aerospace Exploration Agency</i> / Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial   |
| LDN      | Land Degradation Neutrality / Neutralidade da Degradação da Terra   |
| MAB      | <i>Man and the Biosphere Programme</i> / Programa Homem e Biosfera – Reservas da<br>Biosfera da Unesco                                |
| MAYDS    | Ministério de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Argentina   |
| MCTI     | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil  |
| MDRT     | Ministério de Desenvolvimento Rural e Terras da Bolívia   |
| Mercosul | Mercado Comum do Sul  |
| MMA      | Ministério do Meio Ambiente do Brasil   |
| MMaYA    | Ministério do Meio Ambiente e Água da Bolívia   |
| MMSC     | Marco Mundial para os Serviços Climáticos   |
| MPA      | Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil   |
| MTOP     | Ministério de Transporte e Obras Públicas do Uruguai  |
| MVOTMA   | Ministério de Vivenda, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente do Uruguai   |

|         |  |
|---------|--|
| NASA    | <i>National Aeronautics and Space Administration</i> / Administração Aeronáutica e do Espaço dos Estados Unidos  |
| NOAA    | <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> /Administração Nacional dos Oceanos e da Atmosfera dos Estados Unidos                             |
| OEA     | Organização dos Estados Americanos   |
| OMM     | Organização Meteorológica Mundial  |
| OMT     | Organização Mundial de Turismo   |
| ONDtyD  | Observatório Nacional de Degradação de Terras e Desertificação da Argentina  |
| ONU     | Organização das Nações Unidas  |
| ORSEP   | Organismo Regulador de Segurança de Barragens da Argentina   |
| OSE     | Administração das Obras Sanitárias do Estado do Uruguai  |
| PACU    | Instituição Pública Desconcentrada de Pesca e Aquicultura da Bolívia   |
| PADE    | Plano de Ação Durante Emergências  |
| PAE     | Programa de Ações Estratégicas   |
| PIB     | Produto Interno Bruto  |
| PM      | Programa Marco para Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata, considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima |
| PMAE    | Programa Marco de Ações Estratégicas para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata   |
| PNAS    | Programa Nacional de Águas Subterrâneas  |
| PNDR    | Plano Nacional de Irrigação para Viver Bem da Bolívia  |
| PNFAS   | Plano Nacional Federal de Águas Subterrâneas da Argentina  |
| PNFRH   | Plano Nacional Federal de Recursos Hídricos da Argentina   |
| PNPDEC  | Política Nacional de Proteção e Defesa Civil do Brasil   |
| PNUMA   | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente  |
| PPD     | Projetos Piloto Demonstrativos   |
| RCM     | <i>Regional Climatic Models</i> / Modelos Climáticos Regionais   |
| RCP     | <i>Representative Concentration Pathways</i> / Trajetórias de Concentração Representativas   |
| RM      | Radares meteorológicos   |
| RMA     | Radares Meteorológicos Argentinos  |
| SAG     | Sistema Aquífero Guaraní   |
| SALLJ   | <i>South American Low-Level Jet</i> / Vento de Nível Baixo da América do Sul   |
| SAT     | Sistema de Alerta Precoce de Inundação, Durazno, Uruguai   |
| SAYTT   | Sistema Aquífero Yrendá Toba Tarijeño  |
| SCM     | Sistemas Convectivos de Mesoescala   |
| SEAM    | Secretaria de Ambiente do Paraguai   |
| SEGEMAR | Serviço Geológico Minero Argentino   |
| SEN     | Secretaria de Emergência Nacional do Paraguai  |
| SENAMHI | Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia da Bolívia   |



|           |   |
|-----------|---|
| SENARI    | Serviço Nacional de Risco da Bolívia  |
| SENASA    | Serviço Nacional de Saneamento Ambiental do Paraguai  |
| SERGEOMIN | Serviço Nacional Geológico de Minas da Bolívia  |
| SHN       | Serviço de Hidrografia Naval da Argentina   |
| SIMEPAR   | Sistema Meteorológico do Paraná do Brasil   |
| SINARAME  | Sistema Nacional de Radares Meteorológicos da Argentina   |
| SlyAH     | Sistema de Informação e Alerta Hidrológico da Bacia do Prata, Instituto Nacional de Água da Argentina   |
| SMHN      | Serviço Meteorológico e Hidrológico Nacional da Bolívia   |
| SMN       | Serviço Meteorológico Nacional da Argentina   |
| SMP       | Selva Misioneira Paranaense   |
| SNHN      | Serviço Nacional de Hidrografia Naval da Bolívia  |
| SNIRH     | Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos do Brasil   |
| SPA       | Subsecretaria de Pesca e Aquicultura da Argentina   |
| SPEI      | <i>Standardised Precipitation–Evapotranspiration Index</i> / Índice padronizado de precipitação–evapotranspiração                                   |
| SRHU      | Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Brasil   |
| SSRH      | Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação Argentina   |
| SSTD      | Sistema Suporte para a Tomada de Decisões   |
| TCP       | Tratado da Bacia do Prata   |
| TCT       | Tema Crítico Transfronteiriço   |
| TRMM      | <i>Tropical Rainfall Measuring Mission</i> / Missão de Medição de Chuvas tropicais  |
| UBA       | Universidade de Buenos Aires da Argentina   |
| UCP       | Unidade de Coordenação de Projeto   |
| UFAL      | Universidade Federal de Alagoas do Brasil   |
| UNC       | Universidade Nacional de Córdoba da Argentina   |
| UNEP      | <i>United Nations Environment Programme</i> / Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (se cita no texto por sua sigla em português) |
| Unesco    | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura  |
| UNESP     | Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” do Brasil  |
| UTE       | Administração Nacional de Usinas e Transmissões Eléctricas do Uruguai   |
| WIGOS     | <i>WMO Integrated Global Observing System</i> / Sistema Integrado de Observação Global da Organização Meteorológica Mundial                         |
| WMO       | <i>World Meteorological Organization</i> / Organização Meteorológica Mundial – OMM (se cita no texto por sua sigla em português)                    |
| ZCAS      | Zona de Convergência do Atlântico Sul   |
| ZCIT      | Zona de convergência intertropical  |



# Crédito de fotografias

|          |                         |   |
|----------|-------------------------|---|
| Pág. 33  | Cataratas do Iguaçu     | S. Mogliati                                   |
| Pág. 36  | Cidade de São Paulo     |   |
| Pág. 38  | Pecuária                | S. Mogliati                                   |
| Pág. 39  | Redes de água           | Aguas de Formosa                              |
| Pág. 43  | Pantanal                | Ecotrópica                                    |
| Pág. 46  | Arenito                 | Ana Clerici                                   |
| Pág. 49  | Iberá                   | S. Mogliati                                   |
| Pág. 53  | Peixes em Itaipu        | S. Mogliati                                   |
| Pág. 62  | Rio Uruguai             | S. Mogliati                                   |
| Pág. 74  | Perfuração              | Proyecto Guaraní                              |
| Pág. 76  | Instalação de redes     | Aguas de Formosa                              |
| Pág. 79  | Colheita de arroz       | Filipe Behrends Kraemer                       |
| Pág. 81  | Parques industriais     |   |
| Pág. 82  | Mineração na Bolívia    |   |
| Pág. 83  | Itaipu                  | P. Nardone                                    |
| Pág. 85  | Esclusas de Yacyretá    | Entidad Binacional Yacyretá                   |
| Pág. 87  | Missões jesuíticas      | S. Mogliati                                   |
| Pág. 89  | Encontro de Direção     | PM-CIC  |
| Pág. 90  | Estação de água         | PM-CIC  |
| Pág. 97  | Inundações no Paraguai  | Ecotrópica                                    |
| Pág. 102 | Inundações na Bolívia   |   |
| Pág. 109 | Reunião CIC             | PM-CIC  |
| Pág. 127 | Encontro PAE            | PM-CIC  |
| Pág. 131 | Inundações em Santa Fe  | Diario El Litoral                             |
| Pág. 135 | Cúpula de Paris         | ONU   |
| Pág. 140 | Reunião ADT             | PM-CIC  |
| Pág. 152 | Acordo do SAG           | Ministerio de Relaciones Exteriores de Chile  |
| Pág. 162 | Jaburu Tuiuiu           | Ecotrópica                                    |
| Pág. 164 | El Palmar               | Secretaría de Turismo, Argentina              |
| Pág. 166 | Porto de Montevideo     | Administración Nacional de Puertos de Uruguay |
| Pág. 174 | Radar                   | Sinarama                                      |
| Pág. 177 | Seca                    |   |
| Pág. 185 | Contaminação            | Salvador Batalla, concurso FREPLATA           |
| Pág. 189 | Rio Iruya               | Silvia Rafaelli                               |
| Pág. 193 | Rio da Prata            |   |
| Pág. 194 | Cultivo de chá          | S. Mogliati                                   |
| Pág. 198 | Saltos do Moconá        | S. Mogliati                                   |
| Pág. 206 | Pesca artesanal         | Julieta Peteán                                |
| Pág. 216 | Cultivo de arroz        |   |
| Pág. 229 | Sistema de transposição | P. Nardone                                    |
| Pág. 234 | Canal de Piracema       | Itaipú Binacional                             |



# Referências Institucionais

## Representantes dos países no Conselho Diretor do Programa Marco

| Representante Político                               | Representante Técnico                       | Segundo Representante Técnico         |
|--|---|---------------------------------------|
| <b>Argentina</b>                                     |   |                                       |
| <b>Titulares</b>                                     |   |                                       |
| Embaixador<br>Natalio Marcelo Jamer<br>(2016)        | Pablo Bereciartua<br>(2016)                 | Osvaldo Fernandez<br>(2016)           |
| Embaixadora<br>Mónica Rosa Troadello<br>(2011-2015)  | Edgardo Bortolozzi<br>(2012-2015)           | Roberto Adaro<br>(2015, 2013 y 2012)  |
|  | Fabián López<br>(2011)                      | Julio Nasser<br>(2014)                |
|  |   | Miguel Gomez<br>(2011)                |
| <b>Suplentes</b>                                     |   |                                       |
| Ministro<br>Eugenio Garcia Santos<br>(2012-2016)     | Marcelo Gaviño Novillo<br>(2016)            | Miguel Gomez<br>(2014)                |
|  | Andrés Rodríguez<br>(2011-2015)             |                                       |
| <b>Bolivia</b>                                       |   |                                       |
| <b>Titulares</b>                                     |   |                                       |
| Embaixador<br>Juan Carlos Alurralde<br>(2013-2016)   | Carlos Ortuño<br>(2014-2016)                | Oscar Cespedes Montaña<br>(2014-2016) |
| Embaixador<br>Pablo Guzman Lougier<br>(2011-2013)    | Luis Marka Saravia<br>(2012-2013)           |                                       |
| <b>Suplentes</b>                                     |   |                                       |
| Juan Carlos Seguro Tapia<br>(2014-2016)              | Oscar Céspedes<br>(2014-2016)               |                                       |
| Mayra Montero Castillo<br>(2011-2016)                |   |                                       |
| Clarems Endara Vera<br>(2011)                        |   |                                       |
| <b>Brasil</b>  |   |                                       |
| <b>Titulares</b>                                     |   |                                       |
| Embaixadora<br>Eugenia Barthelmess<br>(2015-2016)    | Julio Thadeu Silva Kettelhut<br>(2011-2016) |                                       |
| Embaixador<br>João Luiz Pereira Pinto<br>(2011-2013) |   |                                       |

## Representantes dos países no Conselho Diretor do Programa Marco (cont.)

| Representante Político | Representante Técnico | Segundo Representante Técnico |
|------------------------|-----------------------|-------------------------------|
|------------------------|-----------------------|-------------------------------|

### Brasil

#### Suplentes

Ministra Conselheira  
Gisela Padovan (2013-2016)

Primeiro Secretário  
Rodrigo de Macedo Pinto (2016)

Segundo Secretário  
Joaquim Araújo (2016)

Secretário Filipe Lopes  
(2014-2015)

Secretário Felipe Antunes  
(2014-2015)

Ministro  
Philip Fox-Drummond Gough (2013)

Segunda Secretária Patricia Soares  
(2011)

### Paraguai

#### Titulares

|  |                              |
|--|------------------------------|
| Embaixador Didier Olmedo<br>(2014-2016)        | David Fariña<br>(2014-2016)  |
| Embaixador Luis Fernando Avalos<br>(2012-2014) | Sofía Vera<br>(2013-2014)    |
| Embaixador Gabriel Enciso Lopez<br>(2011)      | Daniel González<br>(2013)    |
|  | Silvia Spinzi<br>(2012)      |
|  | Daniel Garcia<br>(2011-2012) |

#### Suplentes

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Primeiro Secretário Blas Felip<br>(2013-2016)           | Rafael Gonzalez<br>(2011) |
| Ministro<br>Miguel Lopez Arzamendia (2012)              |                           |
| Conselheiro Alfredo Nuñez<br>(2011-2012)                |                           |
| Primeira Secretária<br>Elia Abigail Vergara (2011-2013) |                           |

### Uruguai

#### Titulares

|                                     |                                |                                |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Martín Vidal<br>(2016)              | Daniel Greif<br>(2015-2016)    | Alejandro Nario<br>(2015-2016) |
| Ministro Juan Remedi<br>(2011-2015) | Daniel Gonzalez<br>(2012-2013) | Jorge Rucks<br>(2011-2015)     |
|                                     | José Luis Genta<br>(2011)      |                                |

#### Suplentes

|                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| Javier Vidal<br>(2016) | Silvana Alcoz<br>(2015-2016) |
|------------------------|------------------------------|



## Unidades Nacionais do Programa Marco

### Coordenadores Nacionais

| Argentina                       | Bolívia                                  | Brasil   | Paraguai   | Uruguai                      |
|---------------------------------|--|--|--|------------------------------|
| <b>Titulares</b>                |  |  |  |                              |
| Miguel A. Giraut<br>(2011-2016) | Mayra Montero<br>Castillo<br>(2011-2016) | Julio Thadeu Silva<br>Kettelhut<br>(2011-1016) | David Fariña<br>(2014-2016)<br>Sofia Vera<br>(2013-2014)<br>Daniel Gonzalez<br>(2013)<br>Silvia Spinzi<br>(2012)<br>Daniel Garcia<br>(2011-2012) | Silvana Alcoz<br>(2011-2016) |

### Assistentes de Coordenadores Nacionais

| Argentina                     | Bolívia | Brasil                         | Paraguai                     | Uruguai                          |
|-------------------------------|---------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Susana Minatti<br>(2011-2016) |         | Aureliano Cesar<br>(2011-2016) | Julieta Gauto<br>(2011-2016) | Ana Laura Martino<br>(2011-2016) |

## Unidades Nacionais do Programa Marco

### Grupos Temáticos do Programa Marco

| Argentina*   | Bolívia  | Brasil   | Paraguai  | Uruguai   |
|--|--|--|---|---|
| <b>Marco Legal e Institucional</b>   |  |  |   |   |
| Ministério de Relações Exteriores e Culto (Mónica Troadello, Natalio Marcelo Jamer)            | Ministério de Relações Exteriores (Juan Carlos Alurralde, Pablo Guzmán Lougier, Mayra Montero Castillo)      | Ministério de Relações Exteriores (Eugenia Barthelmess, Joa Luíz Pereira Pinto); Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (Julio Thadeu Silva Kettelhut) | Ministério de Relações Exteriores (Didier Olmedo, Luis Fernando Avalos, Blas Felip)   | Ministério de Relações Exteriores (Juan Antonio Remedi)   |
| <b>Sistema de Suporte para a Tomada de Decisões</b>  |  |  |   |   |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação (Federico Scuka, Carla Lupano)                     | Ministério do Meio Ambiente e Água (Lizet Sullcata)  | Agência Nacional de Águas (Sergio Barbosa)   | Secretaria do Ambiente (Julián Cáceres); Faculdade de Engenharia da Universidade Nacional de Asunción (Federico Ferreira, Nestor Cabral)      | Ministério de Vivenda, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente (Virginia Fernández); Instituto Uruguao Meteorologia (INUMET) (Víctor Marabotto); Comissão Técnica Mista de Salto Grande (CTM-SG) (Ignacio Corrales) |
| <b>Participação Pública, Comunicação e Educação</b>  |  |  |   |   |
| Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Nação (Silvia Freiler, Daniela García) | Ministério de Relações Exteriores (María del Sagrario Urgel Aguilar, Consuelo Ponce); Ministério de Educação | Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (Franklin de Paula Júnior)  | Universidade Nacional de Pilar (Ernila Vera); Secretaria da Informação e Comunicação (César Palacios); Secretaria do Ambiente (Maria Coronel) | MVOTMA (Luján Jara); Ana Laura Martino; Ministério de Educação e Cultura (Laura Barcia); Secretaria Comunicação Presidência (Carolina Echavarría)   |
| <b>Balanço Hídrico Integrado</b>   |  |  |   |   |
| Instituto Nacional de Água/Centro Regional Litoral (Carlos Paoli)                              | Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (Luis Noriega)   | Instituto de Investigações Hidráulicas (André Silveira, Walter Collischonn)  | Secretaria do Ambiente (Andrés Wehrle); Universidade Nacional de Asunción (Juan Pablo Nogués); Itaipu Binacional (Pedro Domaniczky)           | Universidade da República (UDELAR) (Luis Silveira, Christian Chreties, Magdalena Crisci, Jimena Alonso); UDELAR-Regional Norte (Pablo Gamazo); CTM-SG (Nicolás Failache); MVOTMA (Rodolfo Chao)                     |

\*Conselho Hídrico Federal Argentina (2011– 2016).

Direção de Hidráulica de Entre Ríos (Oscar Duarte). Instituto Correntino da Água e do Ambiente (Mario Rujana)

**Grupos Temáticos do Programa Marco**

| <b>Argentina</b>   | <b>Bolívia</b>   | <b>Brasil</b>   | <b>Paraguai</b>  | <b>Uruguai</b>   |
|--|--|---|--|--|
| <b>Quantidade e Qualidade da Água</b>  |  |   |  |  |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação (Marina Jakomin)   | Ministério do Meio Ambiente e Água (Geovana Rocabado)                  | Agência Nacional de Águas (Maurrem Ramon Vieira)  | Universidade Nacional de Asunción (Inocencia Peralta); Secretaria de Ambiente (Sofía Vera, Aida Olavarrieta)                 | MVOTMA (Luis Reolón)   |
| <b>Águas Subterrâneas</b>  |  |   |  |  |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nación (Jorge Santa Cruz, Lida Borello)  | Serviço Geológico de Mineração (Jorge Bellot)                          | Departamento de Aguas e Energia Elétrica (Gerôncio Rocha); Serviço Geológico do Brasil (João Alberto Diniz, Fernando Feitosa, Roberto Kircheim) | Faculdade de Engenharia da Universidade Nacional de Assunção (Andrés Wehrle); Secretaria do Ambiente (Daniel García Segredo) | MVOTMA (Lourdes Batista, Ximena Lacués); CEREGAS (Alberto Manganelli) Ministério da Industria, Energia y Mineração (MIEM) (Enrique Massa, Javier Techera); Obras Sanitarias do Estado (OSE) (Pablo Decoud, Andrés Pérez) |
| <b>Ecosistemas Aquáticos e Associados</b>  |  |   |  |  |
| Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentável da Nação (Sara Sverlij); Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação (Laura Pertusi) | Direção Geral da Biodiversidade e Áreas Protegidas (Sharbel Gutierrez) | Universidade Estadual Paulista (Marcos Nogueira, Danilo Naliato)  | Secretaria de Ambiente (Mirta Medina, Nora Neris, Reinilda Duré)   | MVOTMA (Guillermo Scarlato); Ana Laura Martino; Ministério de Agricultura, Pecuária e Pesca (Alfredo Pereira); UDELAR (Alejandro Brazeiro)   |
| <b>Degradação da Terra</b>   |  |   |  |  |
| Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Nação (José Cuevas; Pablo Viegas Aurelio)                                    | Ministério de Desenvolvimento Rural e Terra                            | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Celso Vainer Manzatto)   | Secretaria del Ambiente (David Fariña, José Silvero)   | Ministério de Pecuaria, Agricultura e Pesca MGAP (Carlos Clerici); Faculdade de Agronomia da Universidade da República - UDELAR (Mario Pérez Bidegain, Fernando García Prechac)  |
| <b>Oportunidades para o Desenvolvimento</b>  |  |   |  |  |
| Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Nação (Martín Reymúndez)   | Ministério das Relações Exteriores                                     | Ministério de Transportes (Luiz Eduardo García)   | Secretaria Nacional de Turismo (Antonio Van Humbeeck)  | Ministério de Turismo (Marcelo Canteiro)   |

## Unidades Nacionais do Programa Marco

### Grupos Temáticos do Programa Marco (continuação)

| Argentina  | Bolívia  | Brasil  | Paraguai  | Uruguai   |
|--|--|---|---|---|
| <b>PPD Biodiversidade</b>  |  |   |   |   |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação (Laura Pertusi);<br>Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Nação (Sara Sverlij) | Ministério do Meio Ambiente e Água   | Universidade Estadual Paulista (Marcos Nogueira);<br>Itaipu Binacional (Carla Canzi)  | Secretaria de Ambiente (Darío Mandelburger)   |   |
| <b>PPD Confluência</b>   |  |   |   |   |
| Administração Provincial da Água do Chaco (Patricia Parini)  |  | Itaipu Binacional (Jair Kotz, Carla Canzi)  | Entidade Binacional Yacyretá (Lucas Chamorro)   |   |
| <b>PPD Cuareim</b>   |  |   |   |   |
|  |  | Comitê das Águas Estaduais da bacia do rio Quaraí (Ivo Lima Wagner);<br>Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio Grande do Sul; Departamento de Recursos Hídricos (Fernando Meirelles) |   | Referente Local (Laura Marcelino);<br>Comissão Cuenca Rio Cuareim; MVOTMA (Silvana Alcoz);<br>Ana Laura Martino |
| <b>PPD Pilcomayo</b>   |  |   |   |   |
| Unidade Provincial Coordenadora da Água de Formosa (Horacio Zambón);<br>Secretaria de Recursos Hídricos de Salta (Alfredo Fuertes)           | Ministério de Relações Exteriores (Juan Carlos Seguro, Mayra Montero Castillo);<br>Ministério do Meio Ambiente e Água (Oscar Céspedes) |   | Secretaria de Ambiente (Rosa Morel, Daniel García)  |   |
| <b>Escenários Hidroclimáticos</b>  |  |   |   |   |
| Instituto Nacional de Água (Dora Goniadzki)  | Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia (Gualberto Carrasco)   | Instituto Nacional de Investigações Espaciais (Gilvan Sampaio de Oliveira)  | Direção de Meteorologia e Hidrologia (Julián Baez);<br>Faculdade Politécnica da Universidade Nacional de Assunção (Benjamín Grassi) | UDELAR (Rafael Terra, Gabriel Cazes, Marcelo Barriero);<br>INUMET (Mario Bidegain)                              |

**Grupos Temáticos do Programa Marco**

| <b>Argentina</b>   | <b>Bolívia</b>  | <b>Brasil</b>   | <b>Paraguai</b>  | <b>Uruguai</b>  |
|--|---|---|--|---|
| <b>Monitoramento e Alerta</b>  |   |   |  |   |
| Instituto Nacional da Água<br>(Juan Borús)   | Serviço Nacional de Hidrografia Naval<br>(Luis Miguel Carrasco)       | Agencia Nacional de Aguas<br>(Valdemar S. Guimarães, Augusto Bragança)                            | Entidade Binacional Yacyretá<br>(Lucas Chamorro);<br>Universidade Católica Nuestra Señora de la Asunción<br>(Cristián Escobar) | UDELAR<br>(Luis Silveira, Jimena Alonso);<br>MVOTMA<br>(Luis Reolón, Gabriel Yorda, Javier Martínez, Juan Carlos Giacri, Adriana Piperno)<br>CECOED Artigas<br>(Juan José Eguillor) |
| <b>Radares</b>   |   |   |  |   |
| Subsecretaria de Recursos Hídricos da Nação<br>(Juan Carlos Bertoni, Carlos Lacunza) | Serviço Nacional de Meteorologia e Hidrologia<br>(Gualberto Carrasco) | Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais<br>(Carlos Frederico de Angelis) | Direção de Meteorologia e Hidrologia<br>(Julián Baez)  | UDELAR<br>(Gabriel Cazes);<br>INUMET<br>(Daniel Bonora, Néstor Santayana);<br>CTM-SG<br>(Juan Badagian)   |
| <b>Modelos de Grandes Bacias</b>   |   |   |  |   |
| Instituto Nacional da Água<br>(Juan Borús)   | Serviço Nacional de Hidrografia Naval<br>(Luis Miguel Carrasco)       | Instituto de Investigações Hidráulicas<br>(Walter Collischonn)                                    | Universidade Católica Nossa Senhora de Assunção<br>(Cristián Escobar, Pedro Takahashi)   | UDELAR<br>(Christian Chreties)  |



**FUNDO PARA O MEIO  
AMBIENTE MUNDIAL – FMAM**  
GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY – GEF

O FMAM promove a cooperação internacional e fomenta medidas voltadas a proteger o meio ambiente do nosso planeta. Desde sua criação, transformou-se num agente catalizador e fonte de financiamento para considerar de forma integrada os problemas ambientais mundiais no processo de desenvolvimento, o que é decisivo para alcançar em equilíbrio sustentável entre o homem e a natureza. Contribuiu com os fundos não reembolsáveis com os quais o Programa Marco foi financiado.



**PROGRAMA DAS NAÇÕES  
UNIDAS PARA O MEIO  
AMBIENTE**  
UNITED NATIONS ENVIRONMENT  
PROGRAMME – UN ENVIRONMENT

O Programa dirige e promove a participação no cuidado com o meio ambiente, inspirando, informando e dando às nações e aos povos os meios para melhorar sua potencialidade de vida sem pôr em perigo as futuras gerações. Na estrutura organizacional do Programa Marco tem sido a agência de implantação do GEF, e seu objetivo é assegurar que o mesmo seja executado para beneficiar o meio ambiente global. Membro do Conselho diretor do Projeto.



**ORGANIZAÇÃO DOS  
ESTADOS AMERICANOS –  
OEA**  
ORGANIZATION OF AMERICAN  
STATES – OAS

A OEA mantém uma histórica relação de cooperação técnica com a bacia do Prata e com o CIC em temas relativos ao desenvolvimento sustentável, aos recursos naturais e à gestão dos recursos hídricos. Para a preparação do Programa Marco da Bacia do Prata foi a organização regional selecionada, tanto pelo PNUMA como pelo CIC, como agência executora, responsável técnica e administrativa dos fundos FMAM. Membro do Conselho Diretor do Projeto.

## Programa Marco

### FMAM – GEF

Christian Severin  
Especialista Principal em Meio Ambiente

### UN ENVIRONMENT

Isabelle Van Der Beck  
Gerente de Programa

### OEA – OAS

Cletus Springer  
Diretor do Departamento de  
Desenvolvimento Sustentável (DDS)

Maximiliano Campos  
Chefe da Seção II, Gestão Integrada  
de Recursos Hídricos

Enrique Bello  
Chefe da Unidade Técnica Administrativa  
SG/OEA Argentina

### DIRETOR DE PROJECTO

Miguel Ángel López Arzamendia (2010–2011)  
José Luis Genta (2011–2015)  
Alejandro Peyrou (2015–2016)

### COORDENADORA TÉCNICA INTERNACIONAL

Silvia Rafaelli (2011–2016)

### COORDENADORA TÉCNICA ADJUNTA

Elena Benitez Alonso (2011–2013)  
Ana Maria Castillo Clerici (2013–2016)

### ASSISTENTES TÉCNICOS

Ignacio Masson (2011–2014)  
Julia Lacal Bereslawski (2011–2016)  
Eduardo Roude (2011–2016)  
Valeria Rodríguez Brondo (2011–2014)  
Fabián Riveros (2011–2012)  
Romina Morbelli (2013–2016)  
Marta Ayala (2014–2016)  
Martín Ribeiros (2014)  
Roberto Montes (2015)

### SECRETÁRIAS

Aliene Zardo Ferreira (2011)  
Danielle Carvalho (2011–2012)  
Lourdes Martins (2012–2015)  
María Paula Giorgieri (2015–2016)





# Publicações do Programa Marco

## Documentos Principais

*Versões em espanhol, português e inglês*

---



**Análise Diagnóstico Transfronteiriço da Bacia do Prata ADT**



**Programa de Ações Estratégicas da Bacia do Prata PAE**



**Análise Diagnóstico Transfronteiriço (ADT) e Programa de Ações Estratégicas (PAE) da Bacia do Prata  
Resumo Executivo**



**Programa Marco da Bacia do Prata  
Processo de execução e principais resultados**

## Documentos temáticos

---



**Sistema soporte para la toma de decisiones de la Cuenca del Plata**



**Marco institucional y legal para la gestión integrada de los recursos hídricos en la Cuenca del Plata**



**Participación pública, comunicación y educación**  
Proyectos del Fondo de Participación Pública  
Réplica del Programa Cultivando Agua Buena



**Hidroclimatología de la Cuenca del Plata**



**Balance hídrico en la Cuenca del Plata**  
Disponibilidad y usos, considerando escenarios futuros  
Modelos de gestión



**Calidad del agua  
en la Cuenca del Plata**



**Aguas subterráneas  
en la Cuenca del Plata**



**Ecosistemas acuáticos  
en la Cuenca del Plata**



**Inventario de Regiones  
de Humedales de  
la Cuenca del Plata**



**Degradación de tierras  
en la Cuenca del Plata**



**Selva Misionera  
Paranaense**



**Hidroelectricidad  
y navegación en  
la Cuenca del Plata**



**Tecnologías limpias  
y ecoturismo  
en la Cuenca del Plata**



**Buenas prácticas  
en el uso del suelo  
en la Cuenca del Plata**



**Boas práticas  
para o cultivo do arroz  
na Bacia do Prata**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Conservación de la biodiversidad  
íctica en una zona regulada  
del río Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Resolución de conflictos por  
el uso del agua en la cuenca  
del río Cuareim/Quaraí**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Sistema de alerta hidroambiental  
en la confluencia de los ríos  
Paraguay y Paraná**



**Proyecto Piloto Demostrativo  
Control de contaminación  
y erosión en el río Pilcomayo**







Programa Marco para gestão sustentável dos recursos hídricos da Bacia do Prata,  
considerando os efeitos decorrentes da variabilidade e mudanças do clima  
*Programa Marco para la gestión sostenible de los recursos hídricos de la Cuenca  
del Plata, en relación con los efectos de la variabilidad y el cambio climático*

ISBN 978-987-4187-00-0



9 789874 187000

