

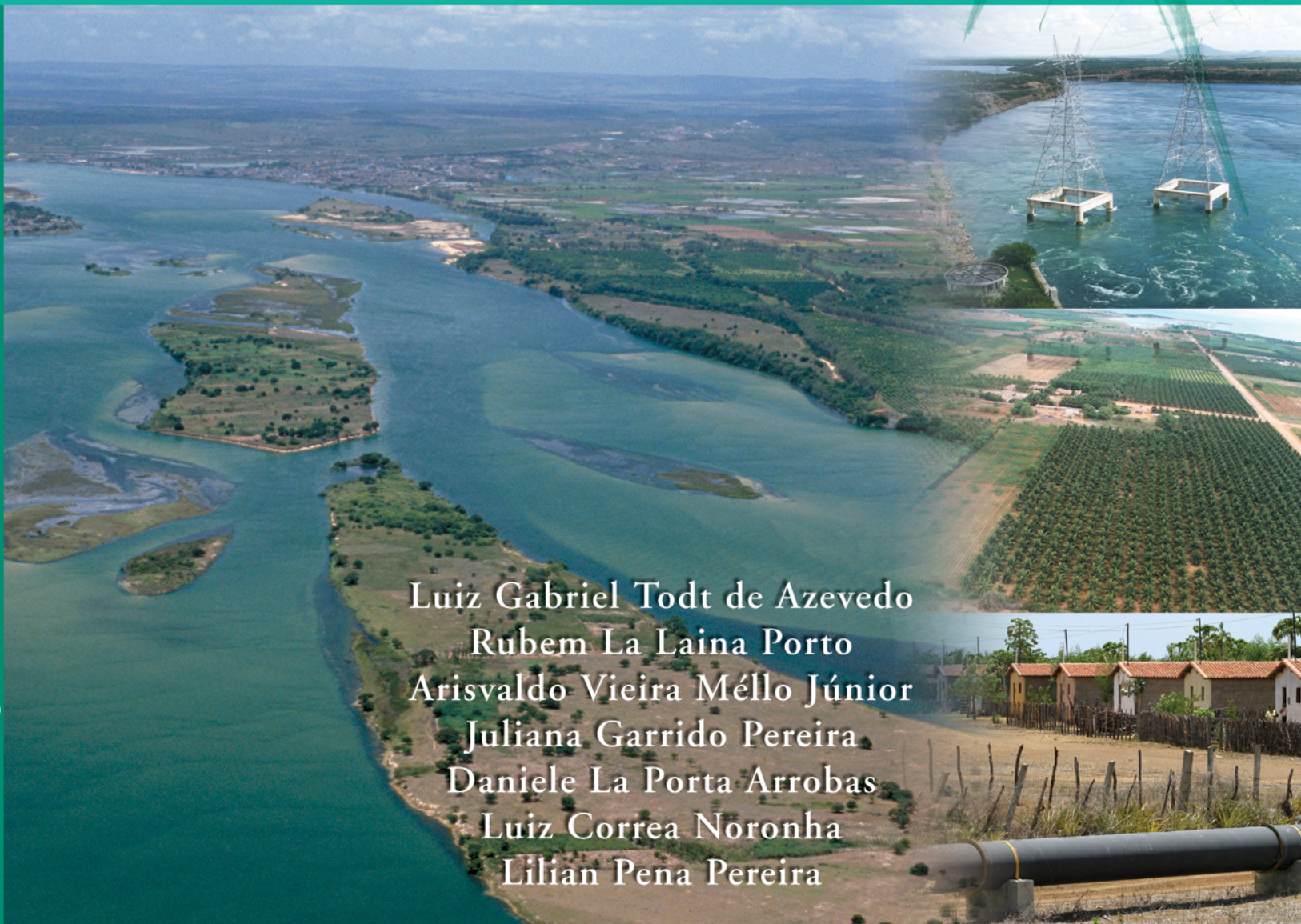
Banco Mundial



SÉRIE Água Brasil 7

Julho 2005

Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas



Luiz Gabriel Todt de Azevedo
Rubem La Laina Porto
Arisvaldo Vieira Mélo Júnior
Juliana Garrido Pereira
Daniele La Porta Arrobas
Luiz Correa Noronha
Lilian Pena Pereira

A Série Água Brasil do Banco Mundial apresenta, até o momento, as seguintes publicações:

1. “Estratégias de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil: Áreas de Cooperação com o Banco Mundial”
Autor: Francisco Lobato da Costa
2. “Sistemas de Suporte à Decisão para a Outorga de Direitos de Uso da Água no Brasil”
Autores: Alexandre M. Baltar, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Manuel Rêgo e Rubem La Laina Porto
3. “Recursos Hídricos e Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo: um Desafio do Tamanho da Cidade”
Autora: Mônica Porto
4. “Água, Redução de Pobreza e Desenvolvimento Sustentável”
Autores: Abel Mejia, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Martin P. Gambrill, Alexandre M. Baltar e Thelma Triche
5. “Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semi-Árido Brasileiro”
Autores: Alberto Valdes, Elmar Wagner, Ivo Marzall, José Simas, Juan Morelli, Lillian Pena Pereira e Luiz Gabriel Todt de Azevedo
6. “Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Proposta de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará”
Autor: Francisco José Coelho Teixeira
7. “Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas”
Autores: Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Rubem La Laina Porto, Arisvaldo Vieira Mélo Júnior, Juliana Garrido Pereira, Daniele La Porta Arrobas, Luiz Correa Noronha e Lillian Pena Pereira

Banco Mundial



SÉRIE Água Brasil 7

Julho 2005

Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas

An aerial photograph showing a wide river on the left, a large agricultural field with rows of crops on the right, and two high-voltage power transmission towers in the middle ground. The background shows a hazy horizon under a cloudy sky.

Luiz Gabriel Todt de Azevedo
Rubem La Laina Porto
Arisvaldo Vieira Mélo Júnior
Juliana Garrido Pereira
Daniele La Porta Arrobas
Luiz Correa Noronha
Lilian Pena Pereira

SÉRIE **Água** **Brasil** 7

Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas

Luiz Gabriel Todt de Azevedo
Rubem La Laina Porto
Arisvaldo Vieira Mélo Júnior
Juliana Garrido Pereira
Daniele La Porta Arrobas
Luiz Correa Noronha
Lilian Pena Pereira

Banco Mundial



Brasília, DF
Julho, 2005

© Banco Mundial - Brasília, 2005

As opiniões, interpretações e conclusões aqui apresentadas são dos autores e não devem ser atribuídas, de modo algum, ao Banco Mundial, às suas instituições afiliadas, ao seu Conselho Diretor, ou aos países por eles representados. O Banco Mundial não garante a precisão da informação incluída nesta publicação e não aceita responsabilidade alguma por qualquer consequência de seu uso.

É permitida a reprodução total ou parcial do texto deste documento, desde que citada a fonte.

Banco Mundial

Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas – 1ª Edição
– 1ª Reimpressão – Brasília – 2005

93p.

ISBN: 85-88192-13-6

I - Autores: Azevedo, Luiz Gabriel Todt de; Porto, Rubem La Laina; Mélo Junior, Arisvaldo Vieira ; Pereira, Juliana Garrido; Arrobas, Daniele La Porta; Noronha, Luiz Correa e Pereira,

Coordenação da Série Água Brasil

Luiz Gabriel Todt de Azevedo
Abel Mejia

Projeto Gráfico e Impressão

Estação Gráfica
www.estagraf.com

Criação de Identidade Visual

Marcos Rebouças
TDA Desenho & Arte

Fotos da Capa

Eraldo Perez
Luiz Gabriel Todt de Azevedo

Revisão

Valério Medeiros

Banco Mundial

SCN Quadra 2 Lote A
Ed. Corporate Financial Center, cj. 303/304
70712-900 - Brasília - DF, Brasil
Fone: (61) 3329 1000
www.bancomundial.org.br

Comentários e sugestões, favor enviar para: lazevedo@worldbank.org

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos colegas e consultores do Banco Mundial envolvidos na preparação desta publicação.

Em especial, agradecemos às contribuições de: Larry D. Simpson, consultor do Banco Mundial, pela revisão e sugestões oferecidas ao estudo de caso do rio Colorado; Francisco José Coelho Teixeira, por suas contribuições sobre a transposição do rio Jaguaribe; Francisco Pardaillan Farias Lima, Secretário Executivo do Grupo Multi-participativo do Eixo de Integração Açude Castanhão/Metropolitanas e Consultor do IICA pelo PROGERIRH, pelas informações relativas ao Grupo Multi-participativo do Castanhão; além da colaboração de Cristina Roriz.

Agradecemos também aos revisores John Briscoe (Especialista Sênior em Recursos Hídricos, Banco Mundial); Andrew Macoun (Especialista Sênior em Recursos Hídricos e Saneamento, Região da África, Banco Mundial); José Simas (Engenheiro de Recursos Hídricos Sênior, Banco Mundial); Manuel Marino (Especialista Sênior em Recursos Hídricos e Saneamento, Banco Mundial); Abel Mejia (Gerente, Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentáveis, Banco Mundial); John Redwood (Diretor, Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentáveis, Banco Mundial); Antônio Magalhães (Oficial Principal para o Brasil, Banco Mundial) e Mauro Azeredo (Oficial de Comunicação, Banco Mundial).

Os autores agradecem pelas informações cedidas dos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Norte, por meio de suas Secretarias de Estado relacionadas à questão de recursos hídricos.

Finalmente, agradecemos ao Sr. Marcos Rebouças e à equipe da TDA Desenho & Arte, pelo trabalho de qualidade no design gráfico desta série e, ainda, ao Sr. Nilo de França Ferreira, da Estação Gráfica, pela cuidadosa impressão.



Vice-Presidente, Região da América Latina e Caribe

Pamela Cox

Diretor para o Brasil

Vinod Thomas

Diretor, Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentáveis

John Redwood

Diretor, Finanças, Desenvolvimento do Setor Privado e Infra-estrutura

Makhtar Diop

Gerente, Setor Ambiental

Abel Mejia

Coordenador, Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentáveis

Luiz Gabriel Todt de Azevedo

Equipe de Recursos Hídricos e Saneamento

Abel Mejia, Álvaro Soler, Carlos Vélez, Cristina Roriz, Daniel Gross, Daniele La Porta, Douglas Olson, Franz Drees, Juliana Garrido, Lilian Pena, Luiz Gabriel Todt de Azevedo, Manuel Rego, Maria Angélica Sotomayor, Martin Gambrill, Michael Carrol, Musa Asad, Paula Freitas e Paula Pini.

Apresentação

Série Água Brasil

A *Série Água Brasil* é fruto do trabalho conjunto, realizado ao longo dos últimos anos, do Banco Mundial e de seus parceiros nacionais. Nela são levantadas e discutidas questões centrais para a solução de alguns dos principais problemas da agenda de recursos hídricos no Brasil. Desde o lançamento do seu primeiro volume, em 2003, a *Série Água Brasil* vem abordando tópicos relevantes e atuais, promovendo reflexões e propondo alternativas na busca de soluções para os grandes desafios que se apresentam na importante agenda de desenvolvimento nacional.

A *Série* já se consolidou como um importante instrumento usado frequentemente por profissionais dos vários níveis de governo, da academia, da mídia, de empresas do setor privado, da sociedade civil e de outras instituições multilaterais e bilaterais. Desde o seu lançamento, mais de 8.000 volumes foram distribuídos e milhares de consultas e *downloads* foram realizados na nossa página na Internet.

Estamos orgulhosos deste sucesso e do impacto positivo que esta *Série* tem promovido para um contínuo debate sobre as questões de recursos hídricos no Brasil, contribuindo para a consecução dos objetivos comuns de redução da pobreza, inclusão social, preservação do patrimônio natural e crescimento econômico sustentável.

No sétimo volume da *Série* são discutidas experiências internacionais e nacionais em importantes projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas. São abordados mecanismos a serem observados para implantação de projetos dessa natureza, tais como: base legal e institucional; mecanismos gerenciais; participação dos usuários; sustentabilidade econômica e financeira; impactos ambientais nas bacias doadoras e receptoras; adoção de medidas compensatórias; custos e *trade offs* (ganhadores e perdedores) de projetos de transferência de água.

O trabalho investiga ainda a problemática de recursos hídricos na região Nordeste, oferecendo sugestões para o desenvolvimento de um programa integrado de longo prazo que priorize a utilização dos recursos hídricos locais, ganhos de eficiência, uma boa gestão da demanda e a interligação de sistemas partindo de jusante para montante.

A região Nordeste tem sido um dos focos principais da atuação do Banco Mundial no Brasil e a gestão de recursos hídricos tem sido apoiada por meio da implementação de um grande número de projetos federais e estaduais. As experiências adquiridas em mais de trinta anos de atuação do

Banco no Nordeste são somadas ao conhecimento internacional para formulação de alternativas e proposição de soluções.

No momento em que a agenda de desenvolvimento brasileira inclui planos para a implementação de um ambicioso projeto de transferência de águas da bacia do rio São Francisco para as bacias do Nordeste setentrional, as lições aprendidas em experiências internacionais e nacionais podem constituir insumos importantes para enriquecer as análises técnicas, o debate político e, principalmente, o processo decisório sobre como enfrentar as complexas e legítimas preocupações apresentadas pelos vários grupos de interesse.

Finalmente, uma vez que estou me despedindo do cargo de Diretor do Banco Mundial no Brasil para assumir funções na sede do Banco em Washington, sinto-me particularmente feliz em apresentar o sétimo número de uma *Série* iniciada durante a minha gestão. Reitero o compromisso do Banco Mundial com a agenda de desenvolvimento brasileira e, em particular, com o desenvolvimento e uso sustentável dos recursos naturais do Brasil em prol do bem estar de toda sua população.

Vinod Thomas

Diretor para o Brasil e Vice-Presidente do Banco Mundial

Sumário

Agradecimentos.....	v
Apresentação.....	vii
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Siglas e Abreviações.....	xv
Prefácio.....	1
1. Introdução.....	3
2. Experiências Internacionais.....	5
2.1. Colorado Big Thompson Project - Projeto Colorado Big Thompson - EUA.....	5
2.2. Colorado River Compact - Tratado do Rio Colorado - EUA.....	8

2.3.	Snowy Mountains Hydroelectric Scheme – Sistema Hidrelétrico das Montanhas de Snowy – SMHS – Austrália.....	10
2.4.	Wanjiazhai Water Transfer Project – Projeto de Transferência de Água de Wanjiazhai – WWTP – China.....	12
2.5.	Lesotho Highlands Water Project – Projeto Hídrico das Montanhas de Lesotho – LHWP – Lesotho/África do Sul.....	13
2.6.	A Transposição Tajo-Segura e o Plano Hidrológico Nacional - Espanha.....	16
2.7.	Mar de Aral - Ásia Central.....	18
2.8.	Projeto do Canal El-Salam no Sinai - Egito.....	21
2.9.	Projeto Especial Chavimochic - Peru.....	23
2.10.	Projeto Trasvase Daule-Santa Elena - Equador.....	25
<hr/>		
3.	Experiências Nacionais.....	27
3.1.	Alto Tietê- Baixada Santista (São Paulo).....	27
3.2.	Piracicaba - Alto Tietê (Sistema Cantareira, São Paulo).....	29
3.3.	Coremas - Mãe d'Água (Várzeas de Souza, Paraíba).....	30
3.4.	Paraíba do sul (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais).....	32
3.5.	Rio Jaguaribe (Transposição para a Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará).....	34
	3.5.1. Concepção do Sistema.....	35
	3.5.2. Demandas hídricas	38
	3.5.3. Gestão de Recursos Hídricos.....	38
3.6.	Rio Paraguaçu (Transposição para a região metropolitana de Salvador, Bahia).....	39
	3.6.1. Caracterização do complexo de Pedra do Cavalo.....	40
	3.6.2. Gerenciamento do sistema.....	41

4. A Questão Hídrica do Nordeste e Oportunidades de Transferência de Água.....	43
4.1. Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas – o Projeto de Integração do Rio São Francisco.....	45
4.1.1. O Projeto e seus Trechos Principais.....	46
4.1.2. Balanço Hídrico.....	49
4.1.3. Operação do Sistema do PISF.....	52
4.1.4. Análise dos Valores a Serem Cobrados no PISF.....	53
4.2. Análise do Atendimento às Demandas com e sem o PISF.....	54
4.3. Análise do PISF.....	61
<hr/>	
5. Lições Aprendidas.....	69
5.1. Base Legal e Institucional.....	69
5.2. Aspectos Gerenciais.....	70
5.3. Participação do Usuário.....	71
5.4. Sustentabilidade Financeira e Administrativa.....	73
5.5. Impactos Ambientais nas Bacias Doadora e Receptora.....	75
5.6. Adoção de Medidas Compensatórias.....	76
5.7. Cobrança da Água em Projetos de Transferência de Água.....	76
<hr/>	
6. Conclusões e Recomendações.....	81
<hr/>	
Referências Bibliográficas e Bibliografia Consultada.....	83
<hr/>	
Anexo I – Clima e as Incertezas da Região Nordeste.....	89

Lista de Tabelas

Tabela 2.1.	Valores de área, volume, nível e salinidade do mar do Aral no período de 1960 a 1993.....	21
Tabela 3.1.	Prioridades das demandas do sistema Cantareira previstas no termo de outorga.....	30
Tabela 4.1.	Características climáticas da região do projeto e impactos nos recursos hídricos.....	45
Tabela 4.2.	Disponibilidade hídrica operada dos açudes das bacias receptoras.....	48
Tabela 4.3.	Resumo das demandas originais do PISF.....	49
Tabela 4.4.	Preços da água a serem cobrados no Projeto de Integração do rio São Francisco.....	53
Tabela 4.5.	Caracterização das demandas do Nordeste Setentrional.....	57
Tabela 4.6.	Comparação dos cenários em termos de vazões bombeadas e permanência de Sobradinho acima de 80% do volume útil.....	61
Tabela 4.7.	Síntese da análise técnica do PISF.....	62
Tabela 5.1.	Variação de preço da água na agricultura em alguns países membros da OECD.....	78
Tabela 5.2.	Preços da água cobrado no Brasil.....	79

Lista de Figuras

Figura 2.1.	Esquema da transferência de água do reservatório de Windy Gap para o sistema C-BT.....	6
Figura 2.2.	Bacia do rio Colorado.....	8
Figura 2.3.	Repartição das águas do rio Colorado entre os estados de sua bacia hidrográfica.....	10
Figura 2.4.	Sistemas do rio Murray.....	11
Figura 2.5.	Fotos da barragem de Katse e da torre de captação.....	14
Figura 2.6.	Foto da barragem de Mohale.....	15
Figura 2.7.	Localização geográfica do mar Aral.....	18
Figura 2.8.	Projeto de transposição das águas dos rios Volga e Ob para o mar Aral.....	19
Figura 2.9.	Redução do espelho d'água do mar Aral de 1989 a 2003.....	20
Figura 2.10.	O canal El-Salam.....	22
Figura 2.11.	Etapas de desenvolvimento do Projeto Especial Chavimochic.....	24
Figura 3.1.	Esquemas de transferências de águas entre bacias da Região Metropolitana de São Paulo.....	28
Figura 3.2.	Localização do projeto Várzea de Souza, estado da Paraíba.....	31
Figura 3.3.	A bacia do rio Paraíba do Sul com indicação dos afluentes de domínio estadual e federal.....	32
Figura 3.4.	Esquema geral da transposição do rio Paraíba do Sul (Complexo Hidrelétrico de Lajes).....	33
Figura 3.5.	Mapa esquemático do Eixo de Integração Castanhão – RMF.....	37

Figura 3.6.	Mapa esquemático do sistema de abastecimento da RMS.....	39
Figura 4.1.	Representação esquemática do PISF.....	46
Figura 4.2.	Disponibilidade hídrica atual e evolução das demandas totais do Eixo Leste....	51
Figura 4.3.	Disponibilidade hídrica atual e evolução das demandas totais do Eixo Norte...	51
Figura 4.4.	Rede de fluxo do sistema de transposição do rio São Francisco.....	56
Figura 4.5.	Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional sem o PISF (Cenário 1).....	59
Figura 4.6.	Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional com o PISF de acordo com a regra de operação estabelecida pela ANA (Cenário 2).....	60
Figura 4.7.	Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional com o PISF para maximizar o atendimento (Cenário 3).....	60
Figura I.1.	Mapa de climas do Brasil.....	91

Lista de Siglas e Abreviações

AAR	Avaliação Ambiental Regional
ANA	Agência Nacional de Águas
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BSF	Baixo São Francisco
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
C-BT	“Colorado-Big Thompson Project” (Projeto Colorado-Big Thompson)
CE	Comunidade Européia
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos – Rio de Janeiro
CEIVAP	Comitê para a Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIPP	Complexo Industrial-Portuário do Pecém
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Paraíba
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - Ceará
COMASP	Comitê de Meio Ambiente, Segurança e Produtividade do Sinduscon – São Paulo
COSIGUA	Companhia Siderúrgica da Guanabara
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CTMH	Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EIA-RIMA	Estudo de Impacto Ambiental-Relatório de Impacto Ambiental
EMAE	Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNCATE	Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais
GM	Grupo Multi-participativo do Castanhão
IFR	“Instream Flow Requirement Policy” (Política de Medidas para a Regularização de Vazões)
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
LHDA	“Lesotho Highland Development Authority” (Autoridade de Desenvolvimento das Montanhas de Lesotho)
LHWP	“Lesotho Highlands Water Project” (Projeto Hídrico das Montanhas de Lesotho)
MIN	Ministério da Integração Nacional
MWRI	“Ministry of Water Resources & Irrigation of Egypt” (Ministério de Recursos Hídricos e Irrigação do Egito)
N	Nitrogênio
NA	Nível de Água
NCWCD	“Northern Colorado Water Conservancy District” (Distrito para a Conservação da Água do Norte do Colorado)
OECD	“Organization for Economic Co-Operation and Development” (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico)
ONG	Organização Não Governamental
P	Fósforo
P1MC	Programa 1 Milhão de Cisternas
PCJ	Comitê de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
PCPR	Projeto Integrado para a Redução da Pobreza Rural

PGRH	Projeto de Gerenciamento de Recursos Hídricos - Bahia
PIB	Produto Interno Bruto
PIC	“Public Information Center” (Centro de Informações ao Público)
PISF	Projeto de Integração do rio São Francisco
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROÁGUA	Programa Federal de Desenvolvimento de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro
PRODHAM	Programa de Desenvolvimento Hidroambiental das Microbacias Hidrográficas do Estado do Ceará.
PROGERIRH	Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos - Ceará
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
RMS	Região Metropolitana de Salvador
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEMADS	Secretaria de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Urbano do Estado do Rio de Janeiro
SIN	Sistema Elétrico Integrado Nacional
SIR	Sismicidade Induzida por Reservatórios
SMHS	“Snowy Mountains Hydroelectric Scheme” (Esquema Hidrelétrico de Snowy Mountains)
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas - Ceará
SP	São Paulo
SRH-CE	Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TVA	“Tennessee Valley Authority” (Autoridade do Vale do Tennessee)

UE	União Européia
UHE	Usina Hidrelétrica
UNESCO	“United Nations Educational Scientific and Cultural Organization” (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)
USBR	“United States Bureau of Reclamation”
UTE	Usina Termoelétrica
WBG	World Bank Group (Grupo Banco Mundial)
WWTP	“Wanjiashai Water Transfer Project” (Projeto de Transferência de Água de Wanjiashai)

Prefácio

A participação do Banco Mundial em atividades relacionadas aos recursos hídricos no Brasil se iniciou na década de 70. Ao longo de mais de trinta anos de parceria já foram financiados cerca de 30 projetos, com um total de empréstimos que supera US\$ 3,9 bilhões. Na última década, o Banco tem tido atuação marcante no Nordeste por meio de importantes projetos de gestão de recursos hídricos e abastecimento de água no meio rural e no apoio à modernização do setor de saneamento. Em paralelo, participou de uma série de importantes iniciativas em outras regiões do país.

No âmbito internacional, o conjunto de atividades do Banco Mundial no setor hídrico é expressivo. Em sua história já foram financiados, em diversos países, cerca de 700 projetos alcançando US\$ 40 bilhões em empréstimos. O programa atual conta com cerca de 150 projetos ativos com um volume de empréstimos da ordem de US\$ 9,7 bilhões – e, entre 1993 e 2002, os projetos de água representaram 16% de todos os empréstimos concedidos.

Além das atividades de financiamento, o Banco desenvolve estudos, oferece treinamentos, participa de eventos e de discussões técnicas com representantes de Governos, da sociedade civil, da academia e outros. Cada vez que lançamos um volume da *Série Água Brasil*, procuramos utilizar as importantes lições que temos aprendido com esta vasta gama de atividades ao redor do mundo.

O sétimo volume da *Série* aborda um tema atual da agenda de desenvolvimento no Brasil – a transferência de água entre bacias hidrográficas. O objetivo do trabalho é apresentar lições extraídas das experiências internacionais e nacionais em projetos dessa natureza. O conjunto de lições aprendidas pode ser útil na formulação de novas iniciativas, na adequação de propostas já desenvolvidas ou no estímulo à formulação de estratégias de longo prazo.

Entre as dezenas de projetos já financiados pelo Banco Mundial na área de recursos hídricos, vários incluíram componentes de transferências de água entre bacias. Por exemplo, o *Wanjiazhai Water Transfer Project* (WWTP), na China, e o *Lesotho Highlands Water Project*, localizado em Lesotho e na África do Sul. Atualmente, estamos financiando, no estado do Ceará, o Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos (PROGERIRH) que inclui um importante componente de interligação da bacia do rio Jaguaribe com as bacias da Região Metropolitana de Fortaleza.

Com base nas informações disponíveis e na experiência acumulada, técnicos do Banco Mundial, juntamente com profissionais brasileiros que vêm trabalhando sobre o tema, reuniram-se para consolidar esse conhecimento

neste volume da *Série Água Brasil*. Contribuíram também para a elaboração do documento, com informações ou sugestões, vários especialistas internacionais. Esperamos que os dados apresentados sejam úteis e colaborem para enriquecer o debate sobre projetos semelhantes a serem implantados no Brasil.

Luiz Gabriel Todt de Azevedo

Coordenador de Operações Setoriais no Brasil
Desenvolvimento Ambiental e Social Sustentáveis
Coordenador da Série Água Brasil

1

Introdução

Este livro apresenta uma análise sobre projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas. São discutidos projetos implementados no Brasil e em diversas partes do mundo dos quais são extraídas lições referentes aos aspectos determinantes dos sucessos e insucessos destes projetos. O objetivo é apresentar sugestões sobre como aprimorar o planejamento e a implementação de complexos projetos de transferência de água. Tais projetos têm sido apresentados, por governos e instituições privadas, como alternativas viáveis para atender às crescentes demandas hídricas.

A água, antes de ser fator de desenvolvimento social e econômico, é um recurso essencial à vida no planeta. Por sua importância, constitui foco de discursos, conflitos e interesses e, frequentemente, conforma uma aparente contradição: as regiões de farta disponibilidade não coincidem com aquelas de grandes demandas. Um exemplo é a região Nordeste do Brasil, ao concentrar 28% da população do país e, em contrapartida, apenas 3% dos recursos hídricos brasileiros. O descompasso entre as demandas e as disponibilidades hídricas regionais constitui um dos principais problemas de alocação e distribuição de água que os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos necessitam resolver.

Uma forma de solucionar o déficit hídrico em bacias é a importação de água por meio da transferência dentro de uma mesma bacia ou entre bacias hidrográficas diferentes. As transferências entre bacias normalmente envolvem maior dificuldade por se lidar com possíveis realidades sócio-econômicas e ambientais diferentes, além de envolver considerações políticas distintas. Podem ainda implicar, positivamente ou

negativamente, impactos ambientais, sociais, culturais e econômicos na bacia doadora, na bacia receptora e ao longo do traçado do caminho que ligará as duas bacias, a depender das metas a serem alcançadas e das alternativas escolhidas.

Em várias partes do mundo, como nos Estados Unidos, Espanha e Egito (ver Capítulo 2), os aspectos econômicos e ambientais são os que se têm mostrado mais relevantes nos acordos para transferência de água e estimulado o aparecimento de novas abordagens no gerenciamento dos recursos hídricos.

Os impactos econômicos nas bacias receptoras, geralmente, incluem uma maior sustentabilidade dos empreendimentos nas áreas de agricultura, hidreletricidade, serviços ambientais (incluindo vazões ecológicas, áreas alagadas, qualidade da água, etc.), abastecimento urbano e industrial. Nas bacias doadoras, as transferências de águas costumam ser controversas, na medida em que poderiam prejudicar projetos existentes ou futuros. Por isso, geralmente, para minimizar tais preocupações, as experiências de projetos exitosos costumam envolver criteriosa análise de eventuais perdas econômicas nas bacias doadoras e a internalização dos custos respectivos no valor total dos projetos.

Acrescenta-se que em projetos envolvendo grandes transferências de água, é necessário avaliar os custos econômicos de oportunidade, isto é, a oportunidade de alocação de recursos para um projeto específico ou para outros, considerando-se as necessidades básicas como: aumento de abastecimento de água, ampliação dos sistemas de energia, melhoria dos serviços de saúde e educação, ou ainda, promoção do desenvolvimento sustentável do país.

Do ponto de vista ambiental, os principais impactos na bacia doadora podem ser mudanças hidrológicas sazonais, elevação de riscos de disponibilidade hídrica e comprometimento da qualidade da água provocado pela redução da capacidade de diluição. Na bacia receptora, os impactos geralmente são relativos às perdas de água por lixiviação, problemas de salinidade da água em regiões semi-áridas, acúmulo de resíduos tóxicos, transporte de nutrientes, contaminação de aquíferos e erosão nos rios receptores. A importação da fauna e da flora exógena pode também apresentar impactos significativos na região receptora. Em função das alterações ecológicas que provocam, projetos de transferência de água entre bacias podem não garantir sustentabilidade no longo prazo.

Importa notar que não existem projetos de transferência de água totalmente isentos de impactos, característica, saliente-se, usual a quaisquer outros projetos de infra-estrutura. A questão a ser considerada na concepção do projeto será a real magnitude destes impactos e o grau em que a sustentabilidade das regiões envolvidas será afetada. O pressuposto básico consiste no fato que os benefícios globais para uma região devem superar os custos globais derivados dos impactos dos projetos. Por esta razão, observa-se que as experiências internacionais de sucesso em projetos de transferência de água entre bacias foram caracterizadas pela: (1) otimização no uso e aproveitamento dos recursos hídricos locais nas bacias receptoras; e (2) identificação precisa de demandas existentes e de usuários dispostos a pagar, por meio de compromissos legais, pelo custo do suprimento de água advindo de tais projetos.

Por outro lado, projetos que foram implementados sem definição clara de demandas já estabelecidas, mecanismos de recuperação de custos e arcabouço institucional adequado, e que se destinavam, principalmente, a induzir o desenvolvimento por meio da oferta de água (*supply driven*), enfrentaram dificuldades. Verificou-se que nestes casos, como na Austrália (ver Capítulo 2), por exemplo, embora a água fosse considerada condição necessária para

a melhoria da qualidade de vida e crescimento econômico, o simples suprimento de volumes de água não resultou em condição suficiente para garantir o desenvolvimento sócio-econômico sustentável. Não houve evidências de que, uma vez disponibilizada a água, eventuais demandas reprimidas se materializaram de forma imediata. Ao contrário, a análise de projetos implantados revelou que outras variáveis exógenas adquiriram dimensão decisiva para que os empreendimentos alcançassem o desejado estágio de sustentação e viabilidade financeira, consolidando a demanda por recursos hídricos.

Foi nesse contexto, e com o intuito de contribuir para as discussões sobre sustentabilidade, viabilidade e implementação de projetos de transferência de águas, que este volume da *Série Água* foi elaborado.

Após o capítulo introdutório, os capítulos 2 e 3 discorrem sobre algumas experiências internacionais e nacionais relativas à transferência de grandes volumes de água entre bacias hidrográficas, identificando: (1) princípios que permeiam os acordos de transferência; (2) conseqüências advindas da implementação de projetos e, (3) lições aprendidas dessas experiências.

Posteriormente, no capítulo 4, a problemática de recursos hídricos na região Nordeste e a proposta do PISF (Projeto de Integração do São Francisco) são analisadas com o objetivo de contextualizar as alternativas para melhorar a oferta e a utilização dos recursos hídricos na região. A observação de uma série de aspectos comuns que caracterizaram o sucesso ou as dificuldades enfrentadas por alguns projetos é organizada na forma de lições aprendidas, apresentadas no capítulo 5.

As conclusões, apresentadas no capítulo 6, expõem que as soluções para os problemas usualmente enfrentados na questão dos recursos hídricos passam por: (1) ênfase na gestão; (2) planejamento detalhado das intervenções em infra-estrutura; (3) otimização na utilização dos recursos hídricos locais; e, finalmente, (4) importação de água de outras bacias.

2

Experiências Internacionais

O interesse por sistemas de transferências de água aumenta na medida em que sua disponibilidade diminui ou a demanda para diferentes usos aumenta em uma dada bacia hidrográfica. Projetos dessa natureza compreendem prática antiga: há registros de transferência de água para agricultura na Espanha desde o século XV (Lund e Israel, 1995b).

Atualmente, a busca entre a segurança hídrica de uma região e a tentativa de se garantir o direito, muitas vezes constitucional, do acesso à água vêm ditando os projetos de transposição entre bacias. As experiências mundiais, seus acertos e erros, contribuíram para estabelecer padrões técnicos, ambientais e sociais.

Neste capítulo serão analisadas experiências de projetos de transferência de águas entre bacias em diversos países. Também serão apresentados dois importantes sistemas (o tratado do rio Colorado e o mar de Aral) que, apesar de não se referirem diretamente a projetos de transferência, têm comportamento semelhante a estes em termos de uso consuntivo da água e de gerenciamento de recursos hídricos.

2.1 – Colorado Big Thompson Project – Projeto Colorado Big Thompson – EUA

Nos Estados Unidos, as peculiaridades geográficas do estado do Colorado favoreceram a construção de vários sistemas de transferência de água entre bacias situadas a oeste das Montanhas Rochosas (região mais úmida) para o leste, caracterizadas por escassas precipitações e maiores demandas.

A mais antiga destas transposições, o Grand River Ditch Project, foi construída em 1892 para transpor água dos mananciais do rio Colorado para o rio Cache La Poudre, por meio da gravidade através de canais. Situa-se também no estado o “Colorado – Big Thompson Project (C-BT)”, reputado como importante exemplo de sucesso em gestão de recursos hídricos (Porto, 2000).

O C-BT inclui um conjunto de 12 reservatórios, 56 km de túneis, 153 km de canais e transpõe as águas do rio Colorado a oeste das Montanhas Rochosas por meio da divisa continental norte-americana para sua vertente leste em direção ao rio Big Thompson. A oeste da divisa continental, os reservatórios Willow Creek, Shadow Mountain e Granby e o lago natural de Grand Lake coletam e armazenam a água da cabeceira do rio Colorado. A água é bombeada do reservatório Shadow Mountain, onde seu fluxo segue por gravidade para dentro do Grand Lake, seguindo até o lago Mary e depois para o lago Estes, no rio Big Thompson, por 21,1 km de túneis que possuem um diâmetro de 3 metros. O projeto tem uma capacidade de geração de 183,95 MW de energia por meio de um conjunto de 7 usinas hidrelétricas; armazena 1,25 bilhão de m³ em seus reservatórios, tanto na vertente oriental, quanto na vertente ocidental da divisa continental americana, dos quais se prevê uma possibilidade de derivação de 382 x 10⁶ m³ por ano. Neste processo de transferência utilizam-se, além dos reservatórios, 3 estações elevatórias com uma capacidade de bombeamento instalada de 30,6 MW (USDI, 2004).

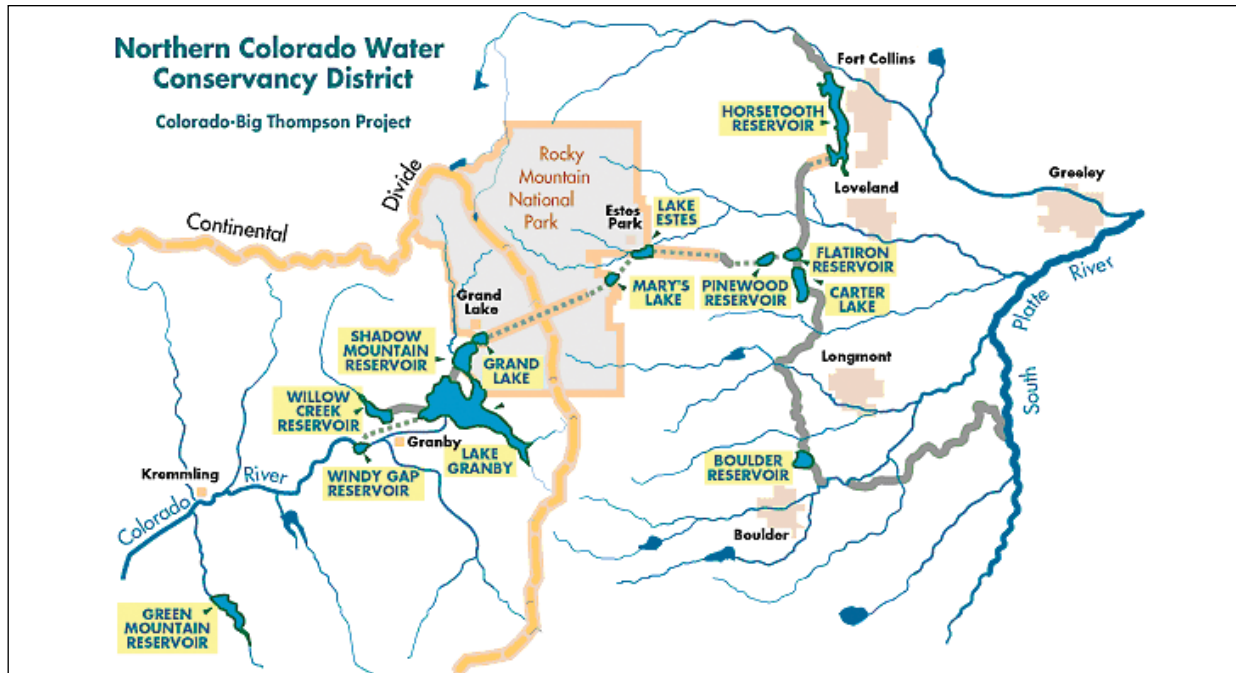


Figura 2.1. Esquema da transferência de água do reservatório de Windy Gap para o sistema C-BT

(Fonte: NCWCD, 2005).

O C-BT foi construído para estabilizar as economias industriais e agrícolas do nordeste do Colorado, passando a funcionar, posteriormente, para abastecimento urbano, recreação e geração de energia elétrica. O projeto teve sua construção iniciada na década de 30, época em que os Estados Unidos sofriam a Grande Depressão. O então Presidente Franklin D. Roosevelt propôs ao país o chamado “New Deal” (Novo Acordo), um grande acordo com toda a nação para seu reerguimento, tendo como base grandes projetos de desenvolvimento regional (Tennessee Valley Authority – Autoridade do Vale do Tennessee, Barragem Hoover, C-BT, etc.). O C-BT teve sua história pontuada por eventos de natureza política com expressivo envolvimento de líderes políticos, representações regionais e locais, Congresso e Presidente, usuários de água e consultores, com os acontecimentos mais relevantes ocorrendo nessa época.

Em 1937 foi sancionada a primeira verba para a construção do projeto e criado o órgão administrador: “Northern Colorado Water Conservancy District –

Distrito do Norte do Colorado para a Conservação de Água – NCWCD”. Em 1938 as obras foram iniciadas, em 1947 foram feitas as primeiras alocações de água e em 1959 o projeto estava concluído (USDI, 2004).

Uma característica importante e responsável pela sustentabilidade do C-BT diz respeito à sua administração. Desde 1937, o projeto é gerenciado pelo NCWCD, uma entidade pública regional que pode adquirir direitos de água, efetuar contratos com a União, emitir títulos no mercado para execução de novas obras, sendo ainda responsável pela operação e manutenção das obras hidráulicas em sua jurisdição. Para execução de suas atividades, o NCWCD tem autoridade para taxar os usuários – o que faz desde o início da operação do projeto – no sentido de obter recursos para sua operação e manutenção e reaver os investimentos realizados.

No começo das atividades, em 1947, 85% dos direitos de água eram para irrigação e 15% para outros usos que incluíam o abastecimento doméstico e industrial. Atualmente, a distribuição é de, aproximadamente, 38% agrícola e 62% abastecimento doméstico e

industrial. O custo do metro cúbico de água também variou bastante ao longo dos anos a partir de 1960, contudo, quando se estabeleceu o sistema de mercado dos direitos do uso da água no Distrito, verificou-se um sensível aumento do preço a partir do final dos anos 70. Nessa época, o preço para uma unidade desta água, equivalente a aproximadamente 863 m³ por ano, custava, em média, US\$25,00. Em 1980, o valor subiu para 2,7 mil dólares e, em 90, recuou para 1,1 mil dólares. Os atuais preços praticados por unidade são de aproximadamente US\$ 11,5 mil. Este valor refere-se, exclusivamente, ao direito de uso. Adicionalmente, o usuário precisa pagar uma tarifa anual para cada unidade utilizada, sendo que, para a agricultura, o valor corresponde a US\$ 8,20, enquanto para indústrias e municípios, o valor é de US\$ 21,00 (NCWCD, 2005).

Durante a década de 1930, as leis ambientais dos EUA apresentavam menor peso frente às leis de compensação para transposições. Neste contexto, o Projecto C-BT e o NCWCD precisaram pagar compensação financeira pela construção do reservatório de Green Mountain, fato necessário para regularizar o rio Blue, um afluente do rio Colorado. O NCWCD também precisou acordar uma vazão de descarga mínima para os reservatórios de Granby e Green Mountain, com o objetivo de garantir uma vazão ecológica além dos direitos antigos de água dos rios a jusante destas infra-estruturas.

As principais medidas mitigadoras para o projeto C-BT incluíram: (1) a construção, no rio Blue, de um grande reservatório de compensação, denominado “Green Mountain”, com o intuito de regularizar o abastecimento da produção de fruticultura irrigada de elevado valor econômico, na bacia do rio Colorado, durante a estação seca e (2) a compensação, no valor de US\$ 200 mil, sobre as perdas de arrecadação de impostos pela tomada de terras em alguns municípios do oeste do Colorado para o projeto.

Alguns dos impactos positivos provocados pelo projeto, que desempenharam importante papel para o desenvolvimento econômico da região, consistiram no aumento: (1) das fontes renováveis de geração de energia hidrelétrica para o crescimento dos municípios,

indústria e agricultura, e (2) do abastecimento de água potável para as áreas rurais da região do lado leste. Por outro lado, os principais impactos negativos referiram-se à insatisfação da população do lado oeste, que se considerou prejudicada em razão da redução de sua disponibilidade de água.

Complementarmente foi desenvolvido o projeto “Windy Gap”, que objetivou o aumento dos volumes de transposição por meio das estruturas hidráulicas do projeto C-BT, apresentando passagens mais complexas do ponto de vista ambiental e também quanto à compensação financeira a terceiros na bacia de origem. Além disso, o Windy Gap arcou com os custos para a realização de estudos visando a recuperação de habitat de espécies silvestres. Alguns dos acordos no setor de meio ambiente para aprovação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do projeto, quando da sua concepção, compreenderam: (1) US\$ 550.000 para o “U.S. Fish and Wildlife Service – (Serviço Americano de Peixes e Animais Selvagens)”, focalizando estudos de espécies de peixes em perigo de extinção; (2) US\$ 420.000 para a cidade de Hot Springs, de forma a melhorar seu sistema de tratamento de esgotos; e (3) US\$ 25.000 para Grand County conduzir estudos sobre salinidade no rio Colorado. No sentido de compensação financeira, o NCWCD concordou em pagar US\$ 10,2 milhões ao “Colorado River Water Conservancy District – (Distrito de Conservação da Água do rio Colorado)”, na vertente oriental das Montanhas Rochosas, para a construção de um reservatório de compensação para fazer frente às perdas de água pela transposição. Além disso forneceu US\$ 500.000 para garantir um volume de 7,4 x 10⁶ m³/ano para futuros desenvolvimentos em Grand County e “Middle Park Water Conservancy District – (Distrito de Conservação da Água do Middle Park)” e executar melhorias de obras hidráulicas a jusante de modo a mitigar efeitos em fazendeiros detentores de direitos de uso. Uma última observação se refere ao fato que no processo de construção da tubulação para a transferência das águas foram encontrados sítios arqueológicos indígenas datados de 4.000 a 8.000 anos. O projeto teve então suas obras paralisadas e o Distrito forneceu US\$ 370.000 para o desenvolvimento de estudos arqueológicos (Braga, 2000).

2.2 – Colorado River Compact – Tratado do Rio Colorado – EUA

A bacia do rio Colorado, situada a sudoeste dos Estados Unidos, drena 638.385 km² dos estados de Wyoming, Colorado, Utah e Novo México, na sua parte superior, e Nevada, Arizona e Califórnia, em sua porção inferior. O Colorado percorre aproximadamente 2.300 km em território americano até cruzar a fronteira com o México, onde apresenta cerca de 450 km de extensão e drena por volta de 5.500 km². O trecho superior da bacia localiza-se na vertente oeste das Montanhas Rochosas, sendo responsável pela maior parte da vazão do rio. A

Figura 2.2 ilustra o curso do Colorado e os estados americanos percorridos. As vazões médias anuais do rio, na estação fluviométrica de Lees Ferri, representando uma área de drenagem de 289.540 km² para o ano de 1922 e para o período de 1922 a 2003, foram de 629 e 428 m³/s, respectivamente (USGS, 2005). A diminuição da vazão provavelmente decorreu do aumento do uso consuntivo da água na bacia. Uma série de barragens foi construída ao longo do rio, grande parte delas pelo USBR (“United States Bureau of Reclamation”), com finalidades de produção de energia, controle de cheias, recreação e armazenamento de água para irrigação.

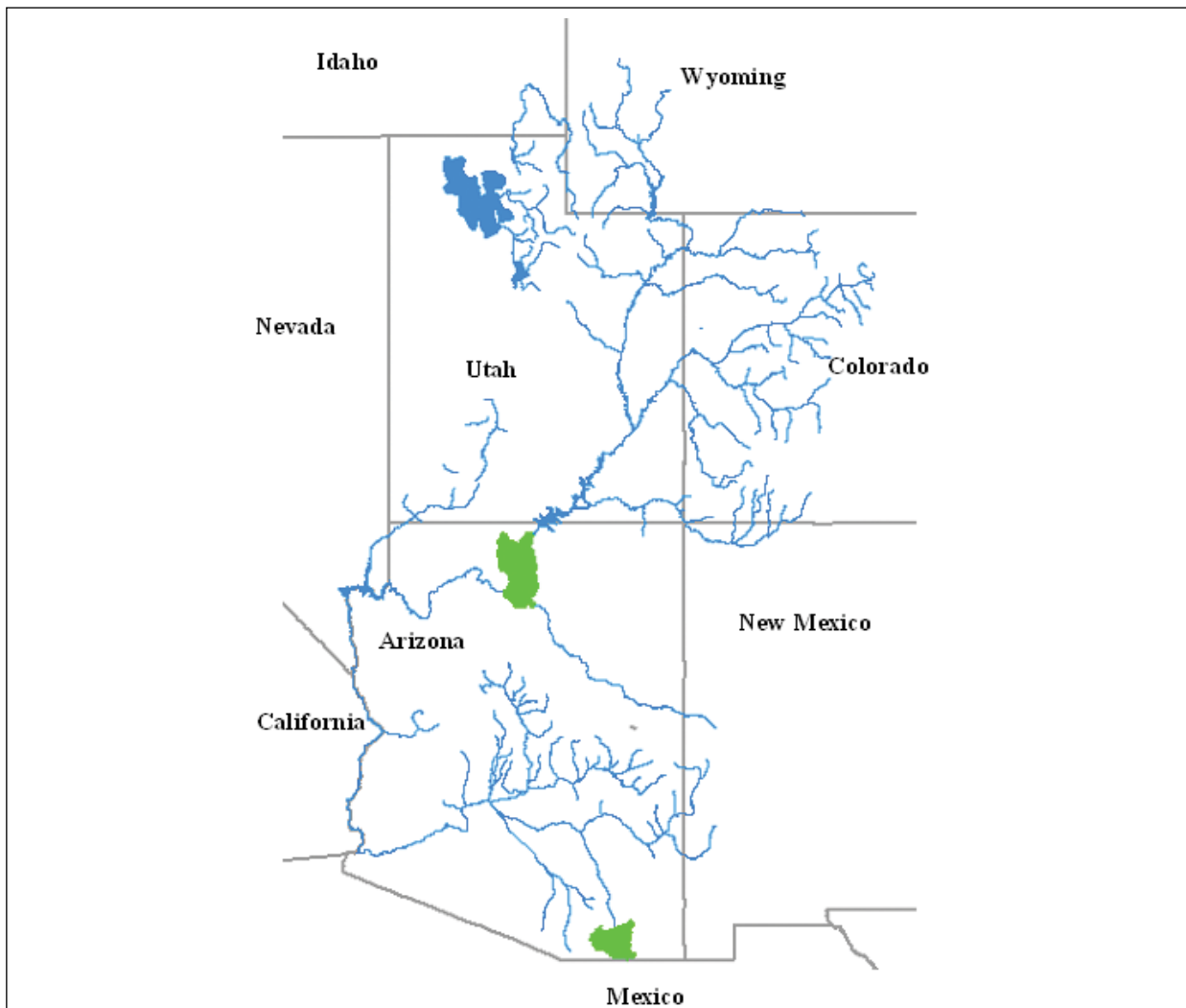


Figura 2.2. Bacia do rio Colorado

(Fonte: Adaptada de Colorado Basin River Forecast Center, 2005).

Dentre estas obras, são bastante conhecidas a Hoover Dam, no estado de Nevada, formadora do lago Mead e construída nos anos 30 como parte da estratégia americana de combate à recessão, e a barragem de Glen Canyon, construída nos anos 60, disposta junto à divisa dos estados de Utah e Arizona.

O Tratado do rio Colorado, envolvendo os sete estados de sua bacia hidrográfica, foi proposto pela primeira vez em 1902 e atendia aos interesses dos estados do Baixo Colorado (Califórnia, Nevada e Arizona), bem como aos desejos daqueles situados a montante (Wyoming, Utah, Colorado e Novo México). Na ocasião, a Califórnia era a maior beneficiária das águas do rio e desejava a construção de barragens de regularização e controle de cheias; para tanto, necessitava da aprovação do Congresso Americano e do apoio dos outros estados da bacia.

Os de montante, pouco povoados e desenvolvidos, temiam que a Califórnia, valendo-se da “Prior Appropriation Doctrine”¹, se apossasse cada vez mais das águas do Colorado e impedisse os usos futuros nestes estados.

O principal objetivo do Tratado foi reservar as quantidades mínimas de água que cada um poderia utilizar de forma consuntiva. Embora de interesse de todos os estados, as negociações para o estabelecimento do acordo foram longas e difíceis. As tentativas de fixar uma quota para cada estado falharam e finalmente chegou-se a um acerto a partir da divisão da bacia em duas regiões (Alto e Baixo Colorado) e a fixação de uma quota para cada uma delas. Os estados de cada região deveriam entrar em acordo sobre a subdivisão de suas quotas. Com esta concepção, o Tratado foi aprovado pelo Congresso em 1923, sem a adesão, entretanto, do Arizona, que se recusou a participar em razão de disputas que vinha tendo com a Califórnia.

¹ A “Prior Appropriation Doctrine” é uma doutrina americana para os estados do oeste do país que estabelece que os primeiros usuários têm prioridade sobre os demais.

O Tratado estabeleceu regras também para os anos atípicos (úmidos e secos) e coube ao Ministro do Interior, no papel de “Water Master”², declarar a condição de cada ano. Sem a adesão do Arizona, a divisão da quota do Baixo Colorado ficou a cargo também do “Water Master”. Por meio do Tratado definiu-se que os estados de montante poderiam utilizar até aproximadamente 9,3 bilhões de m³/ano (293 m³/s) durante os anos normais e deveriam liberar igual quantidade de água para os estados de jusante na estação fluviométrica de Lees Ferri, situada logo abaixo da barragem de Glen Canyon, na divisa entre Utah e Arizona.

O Arizona finalmente aderiu ao Tratado em 1944 e, em 1963, a Suprema Corte estabeleceu a seguinte divisão entre os estados de jusante: a) Califórnia: aproximadamente 5.400 hm³/ano (172,1 m³/s); b) Arizona: aproximadamente 3.450 hm³/ano (109,5 m³/s); c) Nevada: 370 hm³/ano (11,7 m³/s).

Os estados do Alto Colorado chegaram mais facilmente ao consenso e concordaram em dividir sua parte em porcentagens da seguinte forma: a) Colorado: 51,75% (aproximadamente 4.800 hm³/ano ou 151,8 m³/s); b) Utah: 23,0% (aproximadamente 2.100 hm³ ou 67,5 m³/s); c) Wyoming: 14,0% (aproximadamente 1.300 hm³/ano ou 41,1 m³/s); d) Novo México: 11,25% (aproximadamente 1.050 hm³/ano ou 33,0 m³/s) (USBR, 2005) .

Também em 1944 foi assinado o Tratado Mexicano entre os Estados Unidos e México, garantindo ao segundo a parcela de 1.850 hm³/ano (58,6 m³/s) (Mexican Treaty, 1944)³. A Figura 2.3 apresenta uma visão geral da repartição das águas do rio Colorado entre os estados de sua bacia hidrográfica.

² O “Water Master” é uma figura comum do cenário do gerenciamento de recursos hídricos nos Estados Unidos. Sua função é exercida ao mediar a solução de conflitos entre usuários, antes que as partes recorram a longos e custosos conflitos judiciais.

³ Mexican Treaty, EUA, T.S. No. 994, 59 Stat. 1219. Dispõe sobre a divisão de águas dos rios Colorado e Grande, na fronteira entre os EUA e México (1944).

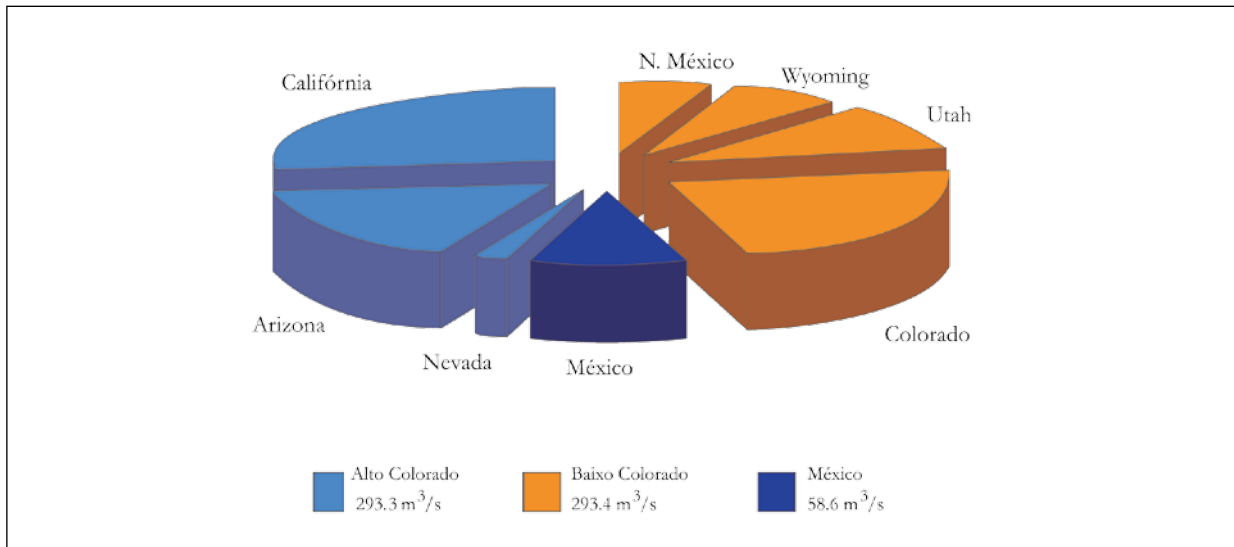


Figura 2.3. Repartição das águas do rio Colorado entre os estados de sua bacia hidrográfica
(Fonte: adaptado de USBR, 2005).

O tratado do rio Colorado é um exemplo notável da complexidade que a gestão da água apresenta quando o recurso é escasso e surgem conflitos entre usuários. O acordo foi essencial para estabelecer a repartição das águas da bacia garantindo direitos e propiciando o desenvolvimento dos estados signatários. O acordo não teve, entretanto, uma existência tranqüila: além da oposição do Arizona durante 22 anos, uma série de outras questões, geralmente envolvendo aspectos de regulamentação, não pôde ser resolvida administrativamente ou com a mediação do “Water Master”, precisando chegar à Suprema Corte.

É importante notar que o Tratado, de certa forma, estabelece limites à “Prior Appropriation Doctrine”, uma vez que os direitos de cada estado estão previamente estabelecidos, independentemente da cronologia de apropriação. Em cada um dos estados, entretanto, a doutrina continua valendo com pequenas variações entre eles.

Vale destacar igualmente os suportes políticos, legais e institucionais sólidos utilizados no caso em tela para a conveniência e necessidade de regular o uso do rio, constatável em itens, a saber:

- todos os tratados necessitam da aprovação do Congresso, para então adquirirem força de lei;
- o papel do “Water Master” é exercido pela mais alta autoridade administrativa do setor, o Ministro do Interior;
- as questões que não puderem ser resolvidas administrativamente são diretamente encaminhadas à Suprema Corte, cujas decisões têm, também, força de lei.

Além do Tratado do rio Colorado, uma série de outros instrumentos regula a utilização das águas do rio, incluindo diversas leis federais e estaduais, outros pactos entre estados, decisões da Suprema Corte e um tratado internacional. Este complexo conjunto de disposições legais é conhecido por “Law of the River – (Lei do Rio)”.

2.3 – Snowy Mountains Hydroelectric Scheme – Sistema Hidrelétrico das Montanhas de Snowy – SMHS – Austrália

Na Austrália foi construído, entre 1949 e 1974, o “Snowy Mountains Hydroelectric Scheme -

Sistema Hidrelétrico das Montanhas de Snowy – SMHS”, projeto que coleta e armazena a água – que normalmente fluiria do leste para o litoral – sendo desviada do rio Snowy para os rios Murray e Murrumbidgee, objetivando irrigação, geração de energia e o abastecimento urbano do sudeste australiano (Figura 2.4). O SMHS é constituído por 16 reservatórios, 7 usinas, 1 estação de bombeamento, 145 km de túneis e 80 km de adutoras. Atualmente

o sistema continua a exercer um papel vital no crescimento e no desenvolvimento da economia nacional, abastecendo mais de 70% de toda a energia renovável disponível para o leste do país, considerando as horas de pico de demanda para as cidades de Sydney, Brisbane, Canberra, Melbourne e Adelaide. Acrescenta-se que a agricultura irrigada praticada nos vales dos rios Murray e Murrumbidgee representa de 25 a 30% da renda e emprego regional (SHRE, 2004).



Figura 2.4. Sistemas do rio Murray
(Fonte: Adaptada de River Murray Urban Users, 2005).

Por ter sido aprovado em julho de 1949, numa época em que havia pouco interesse pelas questões ambientais, o SMHS foi construído sem a elaboração de um EIA-RIMA. Isto levou a uma série de impactos ambientais: na bacia de exportação, a redução do fluxo natural do rio Snowy alterou o habitat, a abundância de espécies e a biodiversidade. Também estendeu a intrusão salina, impactando os lagos estuarinos e a produção agrícola nas várzeas. Na bacia receptora, o acréscimo de vazão provocou a desestabilização e erosão das margens dos rios, além de aumentar a quantidade lançada de efluentes urbanos, industriais e agrícolas.

No verão de 1991, o aumento da carga de nutrientes (fósforo – P e nitrogênio – N) na bacia do rio Murray-Darling, provocou o crescimento de algas tóxicas que se estendeu por 1.000 km. As algas diminuíram o oxigênio dissolvido na água, resultando numa mortalidade maciça de peixes (Hiriji, 1998). Os vários desafios apresentados levaram à criação, em 1992, da *Iniciativa da Bacia Murray-Darling*, uma parceria entre o governo australiano e as comunidades visando à regulamentação do *Acordo da Bacia Murray-Darling*. O objetivo foi promover e coordenar o planejamento e gerenciamento efetivo para o uso equitativo, eficiente e sustentável da água, do solo e dos outros recursos naturais da bacia. O Acordo foi o reconhecimento de que nem o governo nem as comunidades poderiam, de forma isolada, lidar com os crescentes problemas ambientais da bacia (River Murray Urban Users, 2005).

2.4 – Wanjiashai Water Transfer Project – Projeto de Transferência de Água de Wanjiashai – WWTP – China

No nordeste da China déficits hídricos vinham prejudicando a irrigação, aumentando o custo de produção industrial e diminuindo a disponibilidade de água dos habitantes em várias cidades na província de Shanxi, com uma população de, aproximadamente, 30 milhões de pessoas. O crescimento econômico do país também vinha estimulando a demanda de água e o uso da capacidade da infra-estrutura existente.

O projeto “Wanjiashai Water Transfer Project – Projeto de Transferência de Água de Wanjiashai

– WWTP” foi construído com o objetivo de melhorar o abastecimento e a qualidade da água, reduzir o consumo de água subterrânea e controlar a intrusão salina nas cidades litorâneas, aumentar o desenvolvimento econômico, atenuar a pobreza e aliviar a escassez hídrica de três áreas industriais: Taiyuan, Pingsuo e Datong. Desde os primeiros estágios de implementação, em 1998, o projeto contou com a realização de reformas institucionais, medidas de controle da poluição, manejo de resíduos industriais, coleta de esgoto e estratégia de tratamento (WBG, 2004a).

Os contratos para as obras foram assinados em 2001. Em novembro deste ano ocorreu o primeiro passo importante para o projeto, com a inauguração das obras a partir da chegada das águas do rio Amarelo para o reservatório Fen. No fim de 2002, a água alcançou Taiyuan.

O custo total do empreendimento foi estimado em US\$ 1,6 bilhão, dos quais US\$ 400 milhões foram financiados pelo Banco Mundial. O financiamento do Banco foi concedido a partir de análises criteriosas de custo-benefício e de viabilidade financeira do projeto. Além disso, os impactos sócio-ambientais foram amplamente discutidos e modelos de mitigação foram acordados, com custos transferidos ao valor total do empreendimento.

O WWTP está localizado na região noroeste da Província de Shanxi, e apresenta três eixos distintos: principal, sul e norte. O principal tem 44 km de comprimento e foi concebido para transportar uma vazão de 48 m³/s do reservatório Wanjiashai, criado pelo comitê do rio Amarelo por ocasião da construção da barragem Xiaolangdi, para um canal de derivação localizado no povoado de Xiatuzhai. Três estações de bombeamento foram utilizadas para deslocar a água ao longo deste eixo. No sul, a água foi captada do canal de derivação de Xiatuzhai, com capacidade para abastecer 640x10⁶ m³ por ano (20,5 m³/s), por aproximadamente 100 km no sentido meridional. O eixo norte, por sua vez, parte do canal de derivação em Xiatuzhai por, aproximadamente, 167 km no sentido setentrional e tem uma capacidade de transportar uma vazão de 22,2 m³/s (Water Technology, 2004).

Os benefícios atribuídos ao projeto, como melhorias na saúde da população e o alívio na pressão exercida sobre os mananciais hídricos, foram considerados maiores no EIA-RIMA do que os custos ambientais e sociais. Os principais desafios ambientais e sociais apontados compreenderam: re-assentamento, perda de terras e aumento no fluxo de efluentes proveniente do grande volume de água transposta. Quando estiver operando plenamente, o sistema irá transpor apenas 2% da vazão média anual do rio Amarelo, e 5% da vazão anual média nos anos mais secos. Entretanto, os efeitos cumulativos podem vir a representar uma ameaça se as demandas continuarem a crescer (WBG, 2004b).

Apesar das obras do projeto de transferência se encontrarem quase concluídas, o maior desafio no presente é fazer com que as reformas institucionais sejam efetivamente realizadas, o que permitiria um gerenciamento integrado e eficiente dos recursos hídricos nas bacias afetadas⁴.

Diversas lições poderiam ser extraídas deste projeto de transferência, cujo atual estágio nos possibilita uma análise dos desafios institucionais encontrados na bacia do rio Fen, receptora. Alguns exemplos são:

- Com a conclusão iminente da Fase 1 da transferência do rio Amarelo, a Corporação do Projeto de Transferência do Rio Amarelo, responsável pela supervisão da construção, precisaria ser substituída por um órgão de operação e manutenção que pudesse garantir uma distribuição de água da forma mais eficiente possível.
- A implementação do projeto resultou na degradação do rio Fen, principalmente ao longo dos 81 km utilizados como condutos para o transporte das águas transferidas do rio Amarelo até o reservatório de Fen. Este desafio precisaria ser gerenciado por meio de ações e responsabilidades específicas.
- Os conflitos entre usuários de águas das bacias do rio Amarelo e Fen têm se mostrado um

obstáculo ao gerenciamento da cobrança pelo uso da água. O reservatório de Fen é utilizado tanto para água de irrigação, proveniente dos rios da bacia do rio Fen, quanto para regular a água transposta do rio Amarelo. Os fazendeiros que não utilizam a água do rio Amarelo não têm manifestado interesse em pagar pelo custo de sua passagem pelo reservatório até o município de Taiyuan. A garantia dos direitos adquiridos antes da transposição, principalmente quanto ao custo da água para a irrigação, deveria ser abordada no cenário após a transposição.

- O bombeamento indiscriminado das águas subterrâneas no município de Taiyuan se deu de tal forma que a maior parte dos poços estão sendo fechados, fazendo com que o desafio atual seja regulamentar o uso conjunto da água subterrânea e superficial. As águas do rio Fen e suas relações com a recarga dos aquíferos ainda não estão adequadamente definidas.
- A degradação ambiental do rio Fen entre o reservatório e Taiyuan é bem intensa devido à extração da areia de seu leito e ao uso indiscriminado de suas planícies aluvionares. Mecanismos de controle devem ser desenvolvidos para garantir sua preservação.
- Existe uma demanda crescente por água e por investimentos públicos, ambos escassos. Seria necessário um gerenciamento eficiente de ambos os recursos para que mais ações pudessem ser realizadas.

Tanto os usuários de água quanto os operadores da infra-estrutura existente precisariam se unir e serem mais eficientes de modo a garantir que as condições ambientais e sociais não se agravem em face da crescente demanda econômica.

2.5 – Lesotho Highlands Water Project – Projeto Hídrico das Montanhas de Lesotho – LHWP – Lesotho/África do Sul

Um acordo bi-nacional, celebrado entre os governos de Lesotho e da África do Sul, em 1986, viabilizou a implementação do “Lesotho Highlands Water Project – Projeto Hídrico das Montanhas de Lesotho

⁴ Está sendo elaborada uma nova Lei para a bacia de Shanxi em conjunto com a Lei Nacional de Recursos Hídricos.

– LHWP”, com o objetivo de exportar 70 m³/s de água, até 2020, do rio Senqu em Lesotho, para a bacia do rio Vaal, localizada na província industrial de Gauteng, na África do Sul. De acordo com o tratado, a África do Sul pagará *royalties* a Lesotho – US\$40 milhões por ano pela Fase 1 – pela água exportada e é responsável pelos custos de construção, operação e manutenção, além da mitigação dos impactos sociais e ambientais. A energia hidrelétrica gerada pelo sistema de reservatórios oferecerá a oportunidade para Lesotho tornar-se independente no suprimento de energia. As projeções são de que esses valores representem, de 1990 até 2044, 20% de toda receita de exportação do país, 10% de toda receita interna e 4% a.a. do PIB (LHWP, 2004a).

O projeto foi inovador na criação de um fundo denominado “Lesotho Highlands Water Revenue Fund – (Fundo de Arrecadação pela Água das Montanhas de Lesotho)”, onde, inicialmente, toda arrecadação proveniente dos *royalties* recebidos era destinada ao fundo que financiava projetos de desenvolvimento e combate à pobreza nas áreas afetadas. Apesar dos esforços do governo de Lesotho, o fundo se mostrou ineficiente e sua gestão pouco transparente, o que levou à sua extinção e

à criação de um novo fundo, agora administrado por um comitê, denominado “Lesotho Fund for Community Development – Fundo de Lesotho para o Desenvolvimento Comunitário”. As irregularidades verificadas ainda não foram totalmente sanadas, havendo o risco de cancelamento.

O tratado prevê a implantação de duas fases distintas e que foram parcialmente financiadas pelo Banco Mundial. A Fase 1A, concluída em 1998 com um custo de US\$ 2,5 bilhões, transfere 17 m³/s. É composta pelo reservatório de Katse (Figura 2.5), situado na parte central das montanhas Maluti, com capacidade para 1,950 milhões de m³; um túnel de transferência de 45 km; a estação hidrelétrica de Muela, com capacidade de geração de 72 MW; o reservatório de Muela e um túnel de 37 km até o rio Ash, na África do Sul. A Fase 1B, concluída em 2004 com um custo de US\$ 1,1 bilhão, transfere mais 12 m³/s até a província de Gauteng. É composta pelo reservatório de Mohale (Figura 2.6) com capacidade para 958 milhões de m³; um túnel de interconexão com uma extensão de 30 km e o túnel de transferência Matsoku Wier, de 6,4 km. O estudo de viabilidade prevê mais três reservatórios, estações de bombeamento e adutoras (LHWP, 2004a).



Figura 2.5. Fotos da barragem de Katse e da torre de captação

(Fonte: LHWP, 2004).





Figura 2.6. Foto da barragem de Mohale
(Fonte: WBG, 2003).

Os principais objetivos do projeto foram: (a) proporcionar à Lesotho a capacidade física e gerencial de transformar o seu principal e abundante recurso natural em receitas de exportação a serem aplicadas na redução da pobreza e estabilidade econômica, possibilitando; (b) proteger o meio ambiente e aplicar ações compensatórias para os impactos ambientais e sociais associados ao projeto; (c) maximizar o desenvolvimento correlato, em Lesotho; e (d) auxiliar a África do Sul no desenvolvimento da alternativa de menor custo em termos de abastecimento de água para a região de Gauteng.

Experimentando um início conturbado, as lições aprendidas na implementação da Fase 1A culminaram com um cuidadoso EIA-RIMA que ditou as obras da Fase 1B. Na Fase 1A, após um pequeno atraso, os progressos relacionados ao gerenciamento ambiental do projeto foram iniciados. Os principais itens abordados incluíram: (a) elaboração de programa de controle de erosão e gerenciamento da bacia;

(b) implantação do Jardim Botânico de Katse para abrigar espécies de plantas provenientes das áreas dos reservatórios; (c) preparação de estudo e projeto para a criação em cativeiro do Maluti Minow, espécie de peixe ameaçada de extinção. Para a Fase 1B: (d) preparação e distribuição de vídeos, publicações e posters para educação ambiental interativa em escolas e comunidades; (e) controle de erosão e replantio da vegetação ao longo das vias de acesso; (f) monitoramento efetivo das obras; (g) programa de monitoramento da qualidade das águas dos reservatórios e principais tributários; e (h) desenvolvimento de um projeto de piscicultura nos reservatórios.

A avaliação ambiental da Fase 1B foi o resultado de 35 estudos básicos envolvendo aspectos físicos, químicos, ecológicos e sociais das áreas impactadas pelo projeto. A avaliação ambiental foi monitorada pelo Banco Mundial e contou com a participação de equipe multidisciplinar de especialistas internacionais

em colaboração com o PNUD, a UNESCO, a Secretaria Nacional de Meio Ambiente de Lesotho e um painel de especialistas. Reuniões participativas foram realizadas para discutir o projeto com a presença de especialistas internacionais, ONGs, funcionários do Governo e representantes das comunidades afetadas.

Os dois governos se comprometeram, na assinatura do tratado, que todas as residências teriam suas condições físicas, pelo menos, mantidas durante a execução do projeto. O governo da África do Sul foi além e se comprometeu a garantir a melhoria das comunidades afetadas. Além disso, o projeto tem sido uma importante fonte de renda a partir da geração de empregos para os mineiros sul-africanos que estavam sem trabalho. Aproximadamente 75 famílias da área do reservatório de Katse foram reassentadas e 200 casas reconstruídas em outros locais devido à construção de estradas e linhas de transmissão. Durante a Fase 1B mais 400 famílias foram reassentadas. Em contrapartida foram perdidos 1.300 ha de terras aráveis, afetando mais 300 famílias (LHWP, 2004a).

A Sismicidade Induzida por Reservatórios – SIR, foi observada no reservatório de Mapelang durante a Fase 1A. Os tremores, que variaram de 1,5 a 3,0 na Escala Richter, foram sentidos em 12 vilarejos, danificando 50 casas e deixando outras 11 com sérios problemas estruturais. Os abalos também geraram uma grande fratura, com extensão de 1,5 km, que atravessa o vilarejo de Mapeleng. Vale esclarecer que todas as estruturas do projeto foram projetadas para resistirem a tremores de até 6,5 na escala Richter. Os possíveis impactos relacionados a outros eventos de SIR levaram a se considerar no projeto um amplo estudo de modo a avaliar a potencialidade de novos eventos e possíveis riscos à população local. Um especialista em SIR foi incorporado ao painel de engenharia da Fase 1B.

As principais conseqüências da SIR são principalmente de cunho social. Várias medidas foram adotadas para identificar as possíveis comunidades que poderiam ser afetadas, o que permitiria que a LHDA executasse medidas preventivas e de compensação, tais como

programas de esclarecimento junto à população local, fortalecimento de estruturas e, se necessário, reassentamento das comunidades, com maior atenção para a fase de enchimento do reservatório de Mohale (LHDA, 2004).

Sobre os impactos na bacia doadora, resultantes da diminuição em 90% da média anual de vazão dos rios represados, avalia-se que foram extensamente estudados. Uma Política de Medidas para a Regularização de Vazões (“Instream Flow Requirement Policy-IFR”) foi aprovada em dezembro de 2002 e procedimentos detalhados para a sua implementação foram elaborados. A regularização da vazão a partir dos reservatórios é feita em conformidade com as regras estabelecidas, visando manter um fluxo ecológico mínimo. As comunidades afetadas estão sendo compensadas, tendo como base as perdas estimadas provenientes da utilização dos recursos dos rios, por um período de 50 anos. Estão previstas duas formas de pagamento, a primeira em função das perdas projetadas para os primeiros 10 anos, e a segunda, para os outros 40 anos, será efetuada posteriormente sendo ajustada de acordo com os impactos monitorados ao longo dos primeiros 10 anos. As comunidades também vêm recebendo assistência técnica na administração e utilização dos fundos de compensação.

Na bacia receptora, a principal conseqüência foi a erosão no rio Ash causada pela vazão adicional transposta (LHWP, 2004b). O fato foi contornado e a África do Sul vem monitorando a vazão do rio. Com a ajuda do comitê de bacias e o engajamento da população local, este país vem garantindo a sustentabilidade da utilização do rio, bem como a conservação e restauração dos *habitats* afetados.

2.6 – A Transposição Tajo-Segura e o Plano Hidrológico Nacional – Espanha

Na Europa, em países onde o direito de uso da água superficial é concedido pela autoridade da bacia ou agência pública, têm sido desenvolvidos acordos de transferências envolvendo fluxos de água em larga escala. Citam-se como exemplos Rhone-Barcelona e

Tajo-Segura, na Espanha, ambas para abastecimento urbano e irrigação (Ballester, 2004).

A adutora que interliga o Tajo ao Segura foi planejada em 1933 e as obras completadas em 1973. O objetivo do projeto foi transferir água da bacia do rio Tajo, localizada na vertente do oceano Atlântico da península Ibérica, para a bacia do rio Segura, uma região seca situada no sul da Espanha, ao largo do mar Mediterrâneo. A água partiu de um conjunto de grandes reservatórios (Entrepenas, Buendia e Bolarque) e foi transferida a uma distância de 286 km por meio de um sistema composto por rios, canais e reservatórios. A altura manométrica de bombeamento foi de 242 m e o volume médio de água transferido foi de 33 m³/s.

Devido à sua concepção na metade do século passado, este projeto desenhado como um programa de desenvolvimento regional mostrou-se, por um lado, bastante ineficiente gerando vários aspectos negativos como:

- Destruição de milhares de hectares de vegetação nativa;
- Decréscimo na vazão ecológica;
- Séria degradação da qualidade da água do rio Tajo proveniente de lançamentos de efluentes da cidade de Madri. O rio Tajo, em seu trecho médio, é um dos mais poluídos da Europa e em sua grande parte não satisfaz aos parâmetros requeridos para irrigação;
- A vegetação ribeirinha foi profundamente alterada pela poluição e a flora e a fauna aquática foram destruídas;
- A adutora tem facilitado a passagem de espécies de peixe de uma bacia para outra, o que tem conduzido à extinção de espécies de peixes endêmicos na região (90% das espécies aquáticas da península Ibérica são exclusivamente endêmicas de cada bacia específica).

As repercussões sociais e econômicas decorrentes do projeto foram:

- Na bacia receptora, a transferência gerou grande expectativa, o que provocou desenvolvimento insustentável nos setores do turismo e da agricultura;

- O crescimento exponencial da demanda de água e o uso excessivo de pesticidas e fertilizantes têm degradado o solo e poluído os corpos d'água.

Com o conhecimento que existe hoje, além de técnicas como, por exemplo, Avaliação Ambiental Estratégica, a maioria destes efeitos poderia ter sido mitigada por meio de um processo cuidadoso de planejamento integrado e negociação com os diversos autores envolvidos.

Esta transferência também gerou aspectos positivos na bacia receptora. A questão preponderante neste caso é uma avaliação de *trade-off* entre os que perdem (impactos negativos) e os que ganham (impactos positivos). Este caso ilustra a necessidade de análises criteriosas, de processos transparentes de discussões e negociações e da essencial importância de se firmarem pactos antes da implantação de tais projetos.

Novos projetos de transposição estão sendo propostos para atender à crescente demanda da costa mediterrânea da Espanha e estão refletidos no novo Plano Hidrológico Nacional, consistindo em dois componentes principais: uma nova transferência de águas da bacia do rio Ebro para as bacias de Catalonia, Jucar e Segura, bem como um pacote de 889 serviços públicos de água. O projeto tem sido amplamente debatido na Europa desde que a Espanha solicitou que a União Européia – UE o financiasse.

Em junho de 2004 a Suprema Corte espanhola anulou o projeto de transposição do rio Ebro, confirmando uma mudança nas políticas hídricas do país. O Decreto Lei 11.438, de 18 de junho de 2004, estabeleceu que:

“[...] de acordo com o que rege a diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu, de 23 de outubro de 2000, as transferências entre bacias somente devem ser consideradas quando se houver otimizado todos os recursos de cada bacia e, mesmo assim, quando for o caso, qualquer obra hídrica deve garantir a vazão ecológica dos rios envolvidos. Esta Lei se aplica, evidentemente, à única transferência de água significativa na Espanha, o Tajo-Segura, cuja utilização deverá ser estritamente ajustada às condições estabelecidas na legislação vigente. Adicionalmente, o princípio imprescindível de recuperação dos reais custos relacionados à transposição tornaria economicamente inviável a utilização dos recursos aportados para a irrigação e atrasaria a implementação

de soluções para problemas urgentes, uma vez que existem alternativas técnicas mais recomendáveis em relação à gestão das demandas. Essas alternativas poderiam ser: a utilização de dessalinizadores; a reutilização dos recursos hídricos, que podem atender a uma demanda justificada e legítima; regularizar a super exploração e contaminação dos aquíferos; e assegurar a manutenção dos ecossistemas, garantindo um uso mais racional e sustentável dos recursos hídricos. O panorama descrito leva a considerar que o projeto de transposição fere gravemente as diretrizes e as próprias Leis espanholas” (Espanha, 2004).

Ao que se vê, o Decreto Lei visa assegurar o desenvolvimento mais equilibrado e sustentável nas bacias que seriam beneficiadas pela transposição do rio Ebro.

2.7 – Mar de Aral – Ásia Central

A bacia do mar de Aral está localizada na Ásia Central, cujo território é ocupado pelas repúblicas independentes do Cazaquistão, Quirguízia, Tadjiquistão, Turcomenistão e Uzbequistão (Figura 2.7). A bacia é constituída por deserto, colinas e regiões de vales com baixa precipitação, alta evaporação e áreas de montanhas elevadas com alta precipitação e baixa evaporação. De acordo com Wang *et al.* (2005), a precipitação anual no sudoeste da bacia é menor que 100 mm e próximo às montanhas do sudeste em torno de 200 mm, valores considerados muito baixos.



Figura 2.7. Localização geográfica do mar de Aral

(Fonte: UNESCO, 1999).

Os principais afluentes ao lago são os rios Amu Darya e Syr Darya, cujas áreas de drenagem são de $1,327 \times 10^6$ e $0,484 \times 10^6$ km², respectivamente. A água disponível total nas bacias é de 115 bilhões de m³. As perdas de água, seu uso e a vazão afluyente para o mar de Aral, para o ano de 1960, foram de 13 bilhões de m³, 48 bilhões de m³ e 54 bilhões de m³, enquanto que para o ano de 1990 esses valores foram de 7 bilhões de m³, 103 bilhões de m³ e 5 bilhões de m³, respectivamente. A diminuição

da vazão afluyente para o lago foi conseqüência do aumento da demanda de irrigação, do excesso de água desviada para dentro de depressões no deserto, da falta do retorno da água de drenagem dos campos irrigados para os rios e do uso da água para enchimento de grandes reservatórios (UNESCO, 1999).

Os rios principais são intensamente utilizados pelos países da região para abastecimento público, irrigação e geração de hidreletricidade. A significativa redução

do fluxo e a grande diminuição da área do mar, em função das retiradas e da elevada evaporação, provocaram graves impactos ecológicos, econômicos e sociais. De 1960 a 1993, a área do mar foi reduzida a quase metade, o volume sofreu uma redução de 76%, a profundidade caiu 16 m e a salinidade aumentou três vezes até 1989 (Tabela 2.1, pg. 21).

Análises realizadas apontam que para resolver os problemas de falta de água na região do mar de Aral será necessário transferir água de outras regiões para a bacia do Aral. As relações de mercado de água sendo utilizada como mercadorias de troca (*commodity*) entre países ou em mercados internacionais poderiam facilitar futuros negócios para recuperar a bacia. Entretanto, há de se observar aspectos legais e econômicos.

Uma das alternativas cogitadas para recuperar o mar seria a alimentação da bacia a partir da construção de dois canais, um partindo do rio Volga e o outro dos rio Ob e Irtysh. O rio Volga nasce nos montes

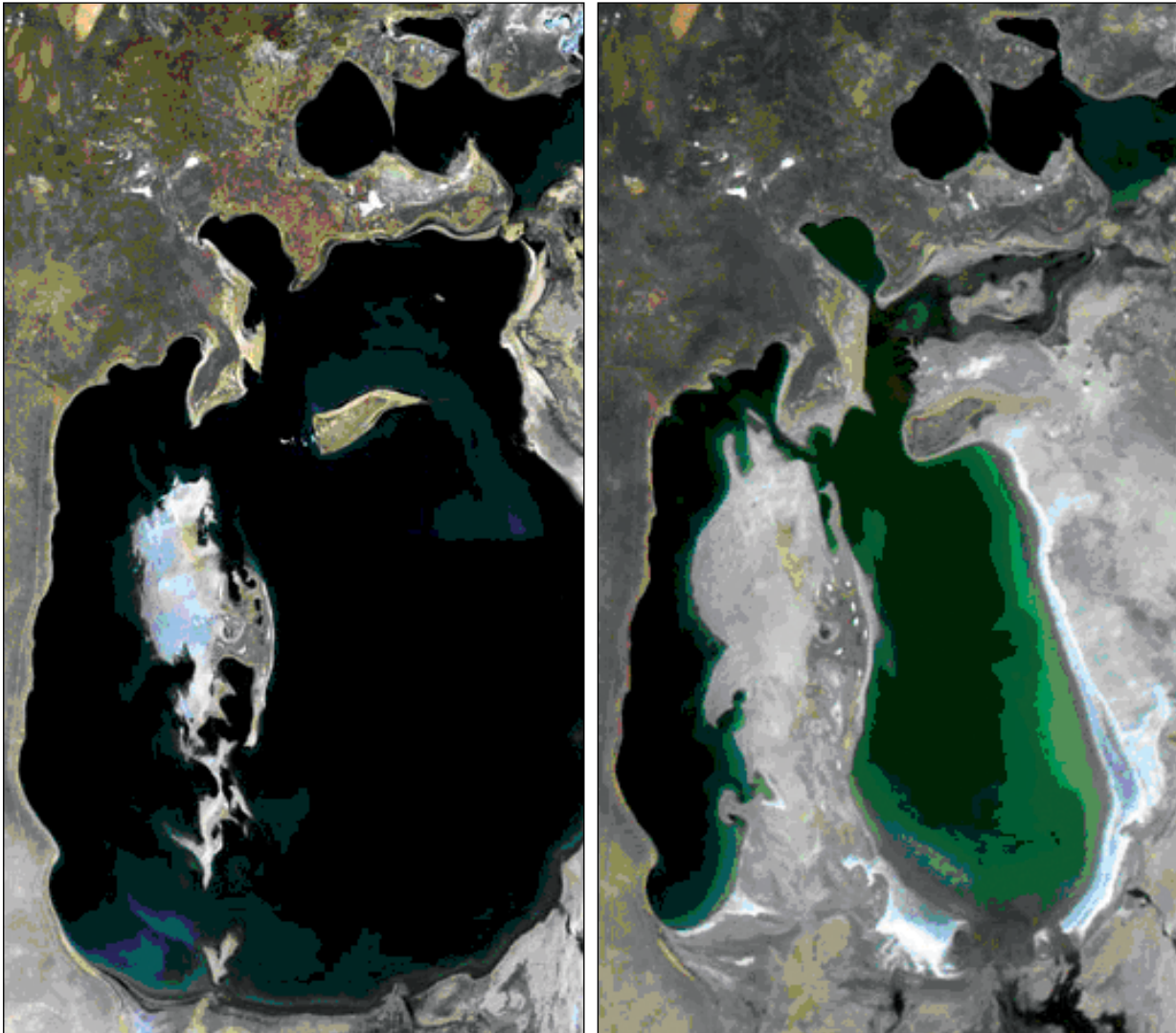
Urais e apresenta um fluxo de 240 bilhões de m³ por ano que afluí para o mar Cáspio. O rio Ob escoá sob a vasta planície da Sibéria central e apresenta um fluxo de 385 bilhões de m³ por ano, seguindo para o oceano Ártico (Figura 2.8). Os rios servem regiões que apresentam abundância de água e poderiam ceder cerca de 10% dos seus fluxos para a bacia do Aral. Os 60 bilhões de m³ fornecidos por ano representariam um volume maior que o volume diminuído da vazão afluente para o mar desde 1960. O canal, partindo do rio Volga, teria 800 km de extensão e o custo estimado da obra seria de aproximadamente US\$ 8 bilhões. O outro canal partiria da confluência dos rios Ob e Irtysh e percorreria 2500 km até o mar de Aral. Devido ao maior comprimento e a necessidade de maior bombeamento, seu custo foi estimado em US\$ 22 bilhões. A principal crítica feita ao projeto é que o seu alto custo financeiro pode não ser justificado uma vez que poderia provocar danos ambientais a uma região para recuperar outra (Ring, 2005).



Figura 2.8. Projeto de transposição das águas dos rios Volga e Ob para o mar de Aral
(Fonte: Ring, 2005).

O impacto sobre o mar de Aral ocorrido em vinte anos é impressionante. O efeito antrópico provocado no mar pode ser visto do espaço. Atualmente o mar dividiu-se em dois, uma porção maior do lado leste e uma porção menor do lado oeste (Figura 2.9). Os severos impactos ambientais associados à diminuição do nível do mar são: (a) aumento da salinidade; (b) diminuição do efeito moderador do mar de Aral sobre o clima local, resultando em verões mais

quentes, invernos mais frios e redução da estação de cultivo; (c) aumento da necessidade de irrigação para solos salinizados para alcançar os mesmos níveis de produção do passado; e (d) depressão do nível de água subterrânea. Como o mar continua a diminuir, o sal depositado no fundo é cada vez mais exposto, chegando a abranger uma área de mais de 20.000 km² (McKinney e Karimov, 1997).



Julho - Setembro, 1989

Agosto, 2003

Figura 2.9. Redução do espelho d'água do mar de Aral de 1989 a 2003

(Fonte: Aral, 2004).

A ocorrência de fortes ventos na região transporta o sal para as terras irrigadas. Estima-se que 43 milhões de toneladas são conduzidas do leito seco do mar para áreas adjacentes e depositadas como aerossóis pela chuva e orvalho sobre 150.000 a 200.000 km². O componente dominante na pluma é sulfato de cálcio,

mas também pode haver quantidades importantes de cloreto de sódio, sulfato de sódio, sulfato de magnésio e bicarbonato de cálcio. O cloreto de sódio e o sulfato de sódio são tóxicos às plantas, principalmente durante o florescimento.

Tabela 2.1. Valores de área, volume, nível e salinidade do mar de Aral no período de 1960 a 1993.

Ano	Área (km ²)	Volume (km ³)	Nível (m)	Salinidade (g/l)
1960	~ 68.000	~ 1040	53	~10
1985	45713	468	41.5	~23
1986	43630	380	40.5	
1987	42650	354	40	
1988	41134	339	39.5	
1989	40680	320	39	~30
1990	38817	282	38.5	
1991	37159	248	38	
1992	36087	231	37.5	
1993	35654	248	37	

Fonte: NOAA-AVHRR (2005).

A situação ecológica da bacia do mar de Aral é uma das mais complexas na Ásia central. A degradação ambiental é acompanhada pela crise econômica e conseqüentes problemas sociais que atingem a região, agravando ainda mais o quadro. As principais razões para este cenário podem ser, principalmente, atribuídas a políticas de desenvolvimento equivocadas, sérios erros no projeto, construção e operação dos sistemas de irrigação que foram conduzidos de forma ineficiente e, por fim, utilização descontrolada de produtos químicos na agricultura.

2.8 – Projeto do Canal El-Salam no Sinai – Egito

Enquadrando-se na política de desenvolvimento denominada “Expansão Horizontal”⁵, o projeto do norte do Sinai é uma das obras mais importantes

⁵ A política de expansão horizontal torna-se relevante para o futuro do Egito, país que embora apresente 1 milhão de km², ocupa apenas 4% do seu espaço territorial, o que corresponde principalmente às áreas do vale e do delta do Nilo. Desta forma, 70 milhões de habitantes vivem em apenas 40.000 km², com densidades populacionais elevadas da ordem de 17 hab/ha ou 1.700 hab/km².

para o Egito. O canal El-Salam (Canal da Paz, em tradução literal) encontra-se em construção e, quando totalmente concluído, abastecerá cerca de 292.000 ha de terras do deserto do Sinai atualmente improdutivas e sem irrigação, situadas em grande parte próximas a costa do mar Mediterrâneo, quase alcançando a fronteira com Israel. A primeira etapa em obras atenderá 123.000 ha, dos quais 17.000 ha já estão em operação. A água doce é captada no braço Damietta Rio Nilo e misturada com a água de drenagem dos canais Serw e Hadous, na razão de 1:1,

de maneira que a salinidade da água não ultrapasse o limite crítico aceitável pelos cultivos (Quosy, 2005). O sistema adutor cruza o canal de Suez por meio de sifões invertidos e avança para leste em uma extensão inicial de 150 km na direção do Sinai (Figura 2.10). De acordo com o Ministério de Recursos Hídricos e Irrigação do Egito (MWRI, 2005), o custo total do empreendimento, incluindo infra-estrutura principal e obras hidráulicas complementares (sifões, tomada e distribuição de água), está estimado em, aproximadamente, US\$ 2,8 bilhões.



Figura 2.10. O canal El-Salam

(Fonte: ICID, 2005).

O propósito do projeto do canal El Salam não é apenas introduzir o desenvolvimento da agricultura nas terras improdutivas para garantir a produção de alimentos. Ele se constitui em um projeto integrado para o desenvolvimento dos territórios da península do Sinai que combina agricultura com agroindústria, mineração, produção de energia, turismo e outras atividades urbanas e industriais. Um aspecto importante do projeto é a criação de novos empregos para jovens que chegam ao mercado de trabalho todos os anos. O país tem planos de redistribuir a população, aumentando a concentração de pessoas nas áreas desabitadas em 25% até o ano de 2017 (Quosy, 2005).

A disponibilidade hídrica é condição fundamental para que se alcancem as metas planejadas. O

projeto baseia-se na aplicação de um manejo que leva em conta medidas para economizar água, tais como: (a) restrição de área cultivada com cana-de-açúcar e arroz, culturas de alto consumo de água; (b) conversão da irrigação de pomares e de outras culturas para sistemas modernos (aspersão e irrigação localizada); (c) melhoria na eficiência da irrigação por superfície em cultivos antigos; (d) estímulo à irrigação noturna e ao nivelamento do solo; (e) reciclagem da água de drenagem e tratamento de esgoto e do efluente industrial; (f) mudança no modelo e no planejamento de cultivo, assim como na época de colheita; e (g) introdução de variedades de ciclo curto (Quosy, 2005).

Os impactos negativos atribuídos ao projeto identificados foram: (a) perda de habitats naturais

e aumento da pressão sobre terras úmidas restantes no delta; (b) perdas de sítios arqueológicos; (c) deslocamento da população de beduínos do Sinai e ruptura de costumes sociais e de uso da terra; (d) aumento do risco à saúde de pessoas e à vida de animais silvestres; e (e) problemas de usos competitivos com os outros usuários de água do delta do Nilo, do qual a água está sendo retirada.

De acordo com Quosy (2005), o grande desafio da atual e das futuras gerações egípcias é saber como melhorar e desenvolver seus recursos hídricos, racionalizar o uso da água e proteger suas fontes contra a poluição e a contaminação.

2.9 – Projeto Especial Chavimochic – Peru

No Peru, o Projeto Especial Chavimochic, de usos múltiplos, está sendo implementado na costa norte do país, na região La Libertad, 500 km ao norte da cidade de Lima. Com uma extensão total de 270 km, tem por objetivo promover o desenvolvimento regional dos vales dos rios Chao, Virú, Moche e Chicama, dos quais deriva o nome do projeto. A região de La Libertad abrange as Províncias de Trujillo, Virú e Ascope, com uma população total de 800.000 pessoas, estando aproximadamente 700.000 concentradas em Trujillo (Marques *et al.*, 1998).

O projeto Chavimochic capta as águas do rio Santa e as conduz para os vales dos rios citados por meio de túneis, canais abertos, adutoras enterradas e sifões, de forma a irrigar uma área total de 143.000 ha, sendo 78.000 ha compostos por terras onde já havia aproveitamento agrícola antes do projeto, e 65.000 ha de terras improdutivas localizadas nas áreas mais altas dos vales. Depois da reforma agrária implantada

na década de 60, as terras improdutivas passaram a ser de propriedade do governo. Além do benefício agrícola obtido pela incorporação de terras novas e pelo melhoramento do sistema de irrigação das terras antigas, o projeto promoverá a instalação de agroindústrias destinadas ao mercado de exportação, abastecimento de água para uso doméstico e industrial na cidade de Trujillo e a geração de energia elétrica mediante a construção de pequenas centrais hidrelétricas.

O empreendimento engloba as seguintes obras principais:

- Tomada d'água localizada no rio Santa, com capacidade para 105 m³/s;
- Desarenador, com capacidade para remoção de 2,7x10⁶ ton/ano de sedimentos;
- Três centrais hidrelétricas, duas de 300 KW e uma de 7,5 MW;
- Estação de tratamento de água com capacidade para 1 m³/s, para abastecimento da cidade de Trujillo;
- Canal principal de transporte de água, com cerca de 270 km de extensão, incluindo diversos trechos em túneis (o maior deles com cerca de 10 km) e em sifões.

As principais obras de infra-estrutura de irrigação foram realizadas na primeira e na segunda etapas do projeto, servindo atualmente aos vales dos rios Chao, Virú e Moche, estando em projeto as obras da terceira etapa. A Figura 2.11 ilustra o alcance de cada uma das etapas: a terceira conta com uma área agrícola beneficiada de 50.047 ha em melhoramento e 19.410 ha de terras novas. O custo total do projeto foi estimado em US\$ 1,72 bilhão, sendo US\$ 536 milhões previstos para a terceira etapa.

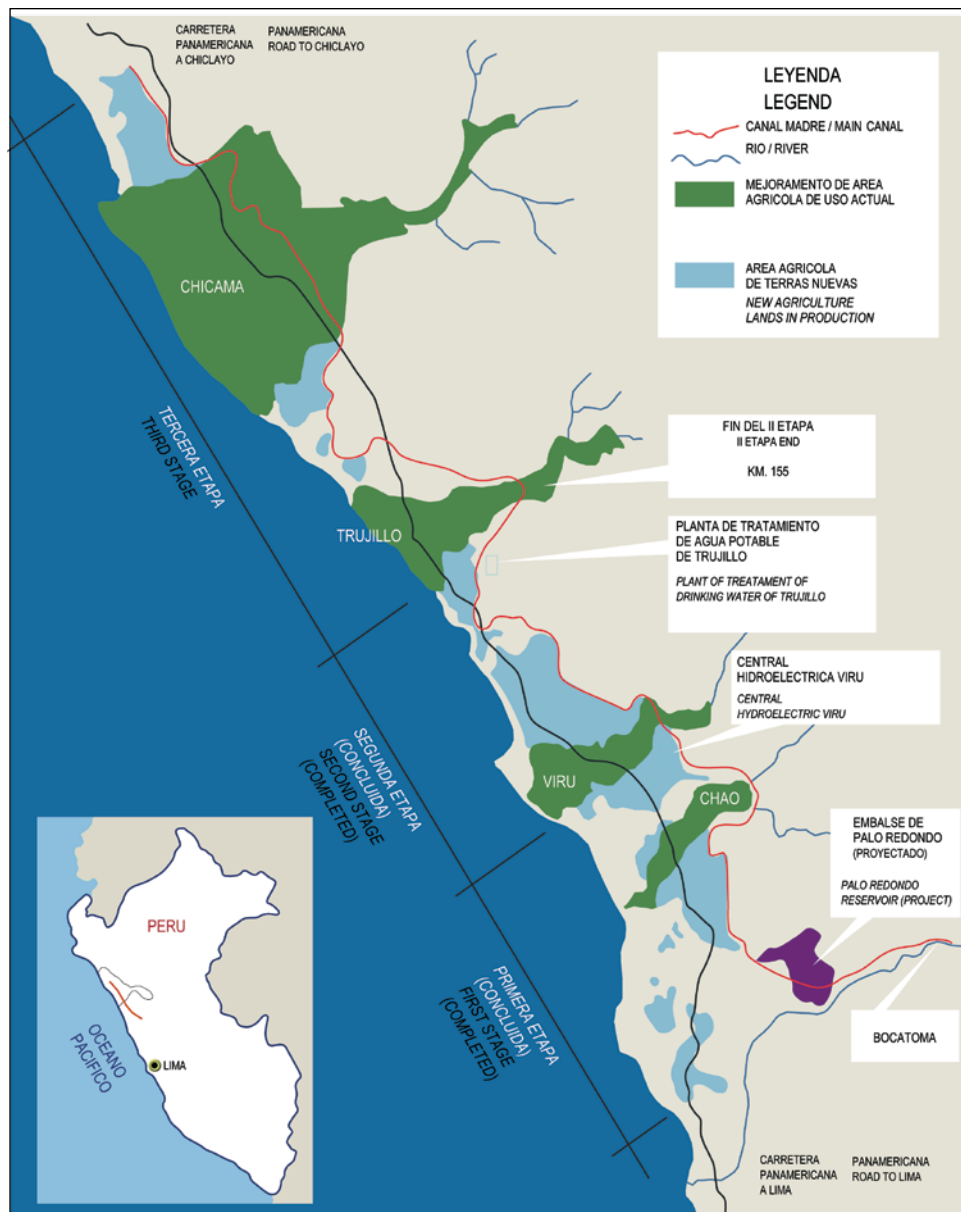


Figura 2.11. Etapas de desenvolvimento do Projeto Especial Chavimochic
(Fonte: PEC, 2005).

Desde agosto de 2003, Chavimochic é administrado por um órgão executivo desvinculado do governo regional de La Libertad e conta com autonomia técnica, econômica, financeira e administrativa. Tem participação de investidores privados que ocupam uma área total de 26.893 ha irrigados, dos quais 8.500 ha se encontram em produção com cultivos para exportação. A oferta econômica para a adjudicação

de terras é baseada no preço e no compromisso de investimento. No último leilão público de terras, ocorrido em junho de 2004, foi leiloada uma área líquida de 5.096 ha. O preço alcançado pela terra foi de aproximadamente US\$ 678 mil e o compromisso de investimento assumido pelos adjudicatários de US\$ 26,98 milhões, a ser realizado em um período máximo de cinco anos (PEC, 2005).

De acordo com Casana (2005), gerente geral do projeto, no vale do Chao os agricultores utilizam duas vezes mais água do que o necessário. Isso implica perdas econômicas em consequência de perdas de água por infiltração e da redução da produtividade da terra. Uma das principais preocupações é racionalizar o uso da água para fins agrícolas por meio do manejo adequado, incentivo a sistemas de irrigação pressurizados e seleções de culturas que consumam menos água e que se destinem à exportação.

2.10 – Projeto Trasvase Daule – Santa Elena – Equador

A península de Santa Elena, onde está sendo implantado o Projeto Trasvase Daule–Santa Elena, localizada nas proximidades da cidade de Guayaquil no Equador, é reportada como uma das regiões mais produtivas do país. A base da economia local sedia-se no turismo, aquicultura, petróleo e agricultura. A taxa de analfabetismo está entre as mais baixas do país, mas, por outro lado, é ali onde se encontra o mais alto índice de mortalidade infantil em consequência de enfermidades originadas por péssimas condições sanitárias. Diante desse contexto o governo equatoriano decidiu implantar o projeto, tendo por finalidade usos múltiplos: abastecimento de água para uso doméstico, industrial e, principalmente, irrigação (Marques *et al.* 1998).

Arelado a este projeto, ainda existe um conjunto de obras complementares de infra-estrutura na península de Santa Elena tendo por finalidade a promoção do desenvolvimento local mediante a implantação de sistemas de abastecimento de água potável, coleta e disposição de águas residuárias.

O projeto Trasvase Daule-Santa Elena é constituído por três trechos de obras:

- Trecho I: compreende obras de captação das águas do rio Daule e sua condução por meio de um túnel e canais até a barragem de Chongon;
- Trecho II: compreende as obras da barragem de Chongon, o canal Chongon-Cerecita e a infra-estrutura de irrigação das zonas de Chongon, Daular e Cerecita;

- Trecho III: compreende a estação de bombeamento de Chongon e o Alto e Baixo canal Chongon.

A península de Santa Elena tem uma área potencial de 42.000 ha propícia para o desenvolvimento agrícola e industrial graças às condições climáticas e de solo. Os custos de construção e implementação do sistema de irrigação do projeto foram de mais de US\$ 600 milhões. Não obstante, a capacidade de aproveitamento da infra-estrutura de irrigação construída é mínima, haja vista que até o ano de 2002 apenas 6.000 ha tinham sido cultivados (Espinell, 2002). Em razão disso, foi realizada uma investigação com o objetivo de identificar alternativas de produção que garantissem rendimentos econômicos adequados e uma exploração sustentável dos recursos disponíveis na região.

Os resultados desta investigação foram: (a) levantamentos e compilação de informações básicas que se encontravam dispersas e inacessíveis; (b) desenvolvimento da metodologia de seleção das culturas apropriadas para as condições agro-ecológicas da região; (c) experimentos técnicos das culturas selecionadas; (d) estudos de mercado de quinze produtos selecionados; (e) estudos de pré-viabilidade de dez produtos selecionados para medir suas rentabilidades financeiras; (f) estudos de recursos disponíveis e necessários para a produção e identificação das linhas de crédito para a península; (g) plano de capacitação para os recursos humanos da região; (h) estudos dos serviços complementares como transporte e armazenagem; e (i) desenvolvimento de um sistema cartográfico automatizado para apresentar as informações geradas pelo projeto de uma maneira lógica e ordenada (Marques *et al.* 1998).

Os trabalhos de investigação do potencial agroindustrial e de exportação da Península de Santa Elena e dos recursos necessários para sua implementação tiveram uma importância fundamental para a política de investimento do projeto. Além disso, os estudos geraram importantes metodologias que puderam ser aproveitadas pelos usuários, cumprindo assim um outro grande objetivo que é o fortalecimento institucional.

3

Experiências Nacionais

No Brasil existem vários casos de transferência de água entre bacias. Entre eles podem ser citados: (a) a inversão do curso do rio Alto Tietê para a Baixada Santista, executada pela antiga Companhia Light na década de 50; (b) a transposição das águas das cabeceiras do rio Piracicaba para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, executada pelo antigo Comitê de Meio Ambiente, Segurança e Produtividade do Sinduscon/SP – COMASP na década de 70; (c) o sistema Coremas - Mãe d'Água no estado da Paraíba; (d) a transposição do rio Paraíba do Sul, executada também pela Light na década de 50, para produzir energia elétrica próximo ao Rio de Janeiro e para abastecimento da região metropolitana desta cidade, (e) a transposição de águas da bacia do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza, atualmente em execução pelo estado do Ceará por meio da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará/Superintendência de Obras Hidráulicas – SRH/SOHIDRA e, (f) a transposição das águas do rio Paraguaçu para abastecimento da Região Metropolitana de Salvador, no estado do Bahia.

3.1 – Alto Tietê – Baixada Santista (São Paulo)

A história da transferência de água do Alto Tietê

para a Baixada Santista começou com a inauguração de uma das primeiras usinas hidrelétricas brasileiras, no rio Tietê, à jusante da cidade de São Paulo, em 1901. Um segundo reservatório foi construído no rio Embu-Guaçu, afluente do rio Pinheiros, em 1908. Em função de problemas de suprimento de energia, a Companhia Light construiu, em 1927, um projeto para reverter as águas do rio Tietê para a vertente marítima da Serra do Mar, de forma a gerar energia para a cidade de São Paulo e arredores, por meio da usina Henry Borden, localizada na base da serra e com 750 m de queda.

O sistema envolvia a elevação da barragem de Parnaíba (atualmente Edgard de Souza) e, por sucessivos bombeamentos nas usinas elevatórias de Traição e Pedreira, armazenar água no reservatório Billings e então, pelo reservatório de Pedras, transpor a bacia do Tietê para a bacia do rio Cubatão, já na Baixada Santista (Figura 3.1). Desta forma, aumentou-se a capacidade instalada na região de 16 MW para 880 MW, o que permitiu a sua rápida industrialização e urbanização. Contudo, a falta de coleta e tratamento de esgotos na bacia do Alto Tietê nos anos que se seguiram provocou a eutrofização do reservatório Billings e de outros corpos d'água importantes (Braga, 2000).

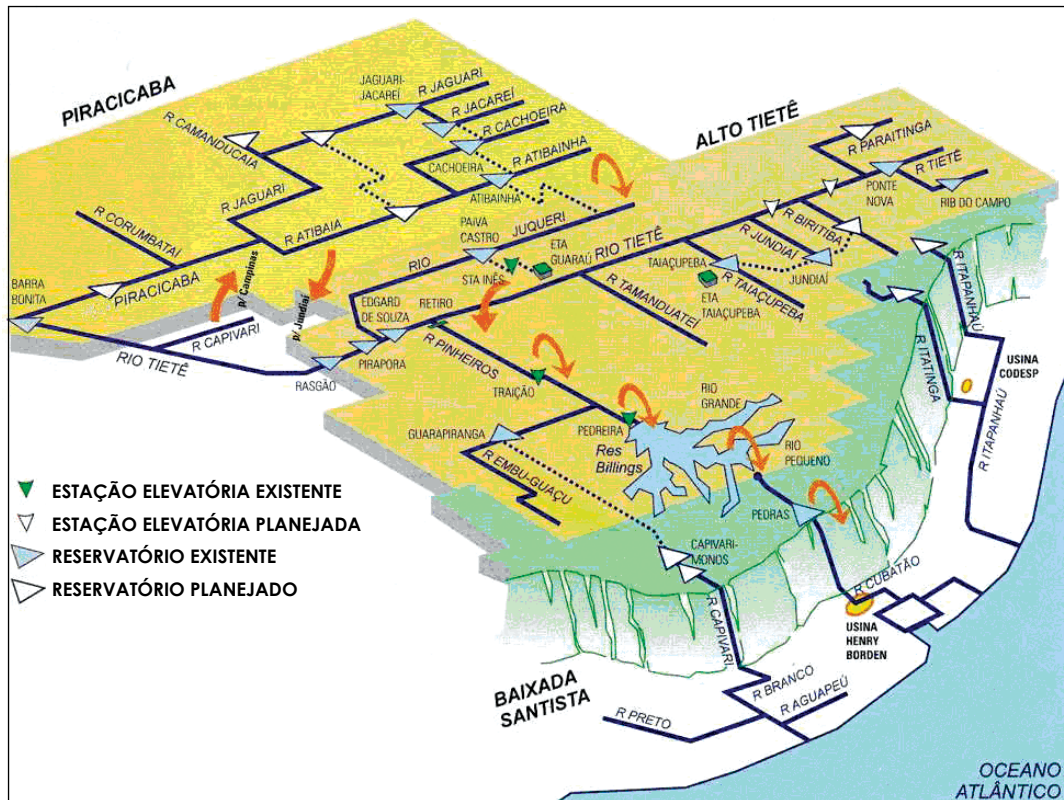


Figura 3.1. Esquemas de transferências de águas entre bacias da Região Metropolitana de São Paulo

(Fonte: Makibara, 1998).

O alto crescimento populacional e industrial ocorrido nos últimos trinta anos gerou uma demanda de água maior que a capacidade de suprimento dos mananciais e provocou problemas de qualidade ambiental nos rios e córregos na bacia do Alto Tietê. Além disso, a crescente impermeabilização do solo agravou ainda mais os problemas relacionados às cheias. Na década de 80, a situação sanitária da bacia tornou-se insuportável. Até 1992, na confluência do rio Pinheiros, 50% da vazão do rio Tietê era bombeada para montante para geração de energia em Henry Borden, enquanto a outra metade seguia naturalmente para o interior. Apesar do grande volume do reservatório Billings (1,2 bilhões de m³), sua parte central transformou-se em uma grande lagoa de oxidação anaeróbica. Movimentos populares exigiram a recuperação ambiental do reservatório e a população residente no seu entorno, insatisfeita com

a transposição dos esgotos de São Paulo para dentro da represa e a conseqüente deterioração da qualidade da água, conseguiu um dispositivo transitório na Constituição do Estado de São Paulo, de 1988, proibindo a reversão das águas do rio Tietê.

Atualmente toda a água do rio Tietê segue seu curso natural. A única exceção ocorre por ocasião das cheias do rio Pinheiros, quando a Companhia de Eletricidade responsável (EMAE) está autorizada a bombear as águas do rio Pinheiros de forma a evitar inundações. Desta maneira, o problema ambiental no reservatório Billings foi transferido para jusante, incluindo os reservatórios existentes no médio e baixo Tietê. As partes impactadas, lideradas por movimentos ambientalistas da região do médio Tietê, estão, no momento, pressionando e requisitando mecanismos de compensação pelas perdas ambientais e econômicas resultantes da interrupção da transposição.

Este interessante exemplo ilustra a necessidade de se investir o tempo necessário no planejamento detalhado deste tipo de intervenção, buscando antecipar, na medida do possível, os impactos no médio e longo prazos. Neste sentido, uma condução transparente e participativa durante a fase de planejamento e formulação da intervenção é fundamental para a validação das decisões tomadas hoje com relação aos seus efeitos futuros.

3.2 – Piracicaba – Alto Tietê (Sistema Cantareira, São Paulo)

A transferência de águas dos rios formadores do rio Piracicaba para a bacia do Alto Tietê se iniciou em 1966 com a construção de um conjunto de reservatórios localizados nos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha, além do reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri, este já na bacia do Alto Tietê. O sistema Cantareira, por sua vez, é operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP e tem a capacidade para fornecer 33 m³/s para abastecer 8,8 milhões de pessoas da Região Metropolitana São Paulo – RMSp. Além do abastecimento urbano, o sistema tem o objetivo de controlar as cheias na bacia do rio Piracicaba e regularizar vazões para os rios Jaguari e Atibaia. O sistema começou a ser operado a partir de 1973 com o reservatório Paiva Castro e o último reservatório construído foi o de Jacareí, em 1981 (Castro, 2003).

Nos últimos anos, a bacia do rio Piracicaba apresentou um grande crescimento populacional nas zonas urbanas, um grande crescimento industrial e teve um aumento da demanda para irrigação. O novo quadro afetou o meio ambiente, agravou os problemas de abastecimento e da qualidade da água, dificultando ainda mais a manutenção das vazões mínimas no período seco (Castro, 2003).

Desde a construção do sistema existe um conflito latente pelo fato das represas terem sido construídas sem a necessária discussão e anuência da população da bacia. Nessa época, o regime político vigente e o arcabouço legal não permitiam manifestações a respeito do projeto. O sistema Cantareira passou a ser

encarado como aquele que beneficia a população da cidade de São Paulo em detrimento da população da bacia do rio Piracicaba. Outro aspecto importante é o forte crescimento da ocupação urbana nas margens dos reservatórios com chácaras para lazer. Este processo tem contribuído para aumentar a erosão das margens e o conseqüente acúmulo de sedimentos no reservatório, como também comprometido a preservação da qualidade da água devido ao despejo de esgoto doméstico.

Estes problemas exigiram um debate mais amplo sobre a problemática dos recursos hídricos da bacia, levando à constituição do primeiro comitê de bacias no país, o Comitê de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ. O precursor foi um grupo de técnicos, inicialmente formado por representantes da SABESP, Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL⁶ e Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo – DAEE. Posteriormente abriu-se espaço para os representantes dos municípios da bacia e, após o fechamento definitivo das represas de Jaguari e Jacareí em 1983, criou-se um grupo para acompanhar a operação das barragens. Este grupo permanece até hoje e representa a Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico – CTMH, ligada ao Comitê PCJ, da qual fazem parte a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, o Consórcio Intermunicipal da Bacia do Piracicaba e outros. As funções da CTMH deixaram de contemplar somente o aspecto quantitativo relacionado à negociação das descargas para a bacia do rio Piracicaba e para São Paulo, e hoje avaliam condições sanitárias, hidrobiológicas e de qualidade das águas (COMITÊ PCJ, 2005).

Por ocasião da renovação da outorga de água para o sistema Cantareira, houve uma grande negociação para decidir os critérios técnicos que norteariam a vazão a ser transferida para a bacia do Alto Tietê e a ser disponibilizada para a bacia do rio Piracicaba. O termo de outorga (Portaria DAEE N° 1213, de 06 de agosto de 2004) determina que a operação do

⁶ A CPFL operava as usinas de geração de energia em Americana, no rio Atibaia e no rio Jaguari.

sistema observará o limite de vazão de transferência para a bacia do Alto Tietê e da soma das vazões de afluentes dos reservatórios para a bacia do rio Piracicaba, excluindo-se os vertimentos, obtido em função do estado do sistema equivalente, segundo as curvas mensais de aversão a risco. O limite de vazão de retirada será fracionado em duas parcelas, denominadas “X1” e “X2”, correspondentes respectivamente à RMSP e à bacia do rio Piracicaba, de tal forma que “ $X = X1 + X2$ ”, e obedecerá a uma

ordem de prioridade (Tabela 3.1). A demanda primária poderá ser atendida quando as condições operacionais do sistema forem consideradas normais. No caso de não ser possível atender à soma dos valores com a mesma prioridade, o rateio será proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade. Caso a SABESP e o Comitê PCJ resolvam não utilizar as vazões acordadas para cada mês, estes volumes ficarão armazenados nos reservatórios para futura utilização.

Tabela 3.1. Prioridades das demandas do sistema Cantareira previstas no termo de outorga.

		Demandas					
		RMSP		Bacia do rio Piracicaba		Total por prioridade	
Prioridade		Vazão *	%	Vazão	%	Vazão	%
		(m ³ /s)		(m ³ /s)		(m ³ /s)	
1	Primária	24,8	89,2	3,0	10,8	27,8	100
2	Secundária	6,2	75,6	2,0	24,4	8,2	100
Total por usuário		31,0		5,0			
Vazão total de retirada do Sistema Equivalente						36,0	

Nota: * Vazões médias mensais

Fonte: Portaria DAEE n° 1213 (2004).

3.3 – Coremas – Mãe d’Água (Várzeas de Souza, Paraíba)

Na Paraíba está em desenvolvimento o projeto Várzeas de Souza, objetivando promover o desenvolvimento do oeste do estado, região situada entre os municípios de Souza e Aparecida, por meio do aproveitamento hidroagrícola de uma área de 5.100 ha, beneficiando cerca de 8.000 pessoas. O projeto, iniciado em 1988, está sendo implantado pelo Governo do Estado em parceria com o Governo Federal, por meio do Ministério da Integração Nacional, e foi dividido em duas etapas. A primeira fase foi realizada com a construção de um canal condutor, denominado Canal

da Redenção. A segunda, prevista para ser iniciada no final de 2004, ainda não se encontra concluída, e será composta pela implantação dos lotes de irrigação.

O sistema de reservatórios interligados Coremas e Mãe D’Água, localizado no extremo sudoeste da Paraíba, é abastecido pelos rios Piancó, Emas e Aguiar, que juntos constituem o maior reservatório do estado e um dos maiores do Nordeste. A água deste sistema é utilizada para atender múltiplos usos incluindo: abastecimento humano, geração de energia elétrica, atividades de piscicultura, agricultura irrigada e regularização do rio Piancó para o estado do Rio Grande do Norte (Curi *et al.*, 2004).

O Canal da Redenção inicia-se na tomada d'água no reservatório Mãe D'Água, no município de Coremas, e chega até as proximidades de Aparecida, percorrendo um comprimento de 37 km. Deste ponto, a água é bombeada para um reservatório elevado e conduzida por 20 km de adutora até as áreas de irrigação. A capacidade de vazão do canal

é de 4 m³/s e a capacidade de acumulação de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'Água é de 1,4 bilhões de m³. Os rios Piancó e Aguiar são afluentes do açude Coremas e suas bacias têm uma área de quase 8.000 km² (Figura 3.2). O custo total do projeto foi estimado em R\$ 64,7 milhões, dos quais já foram investidos R\$ 15,5 milhões.

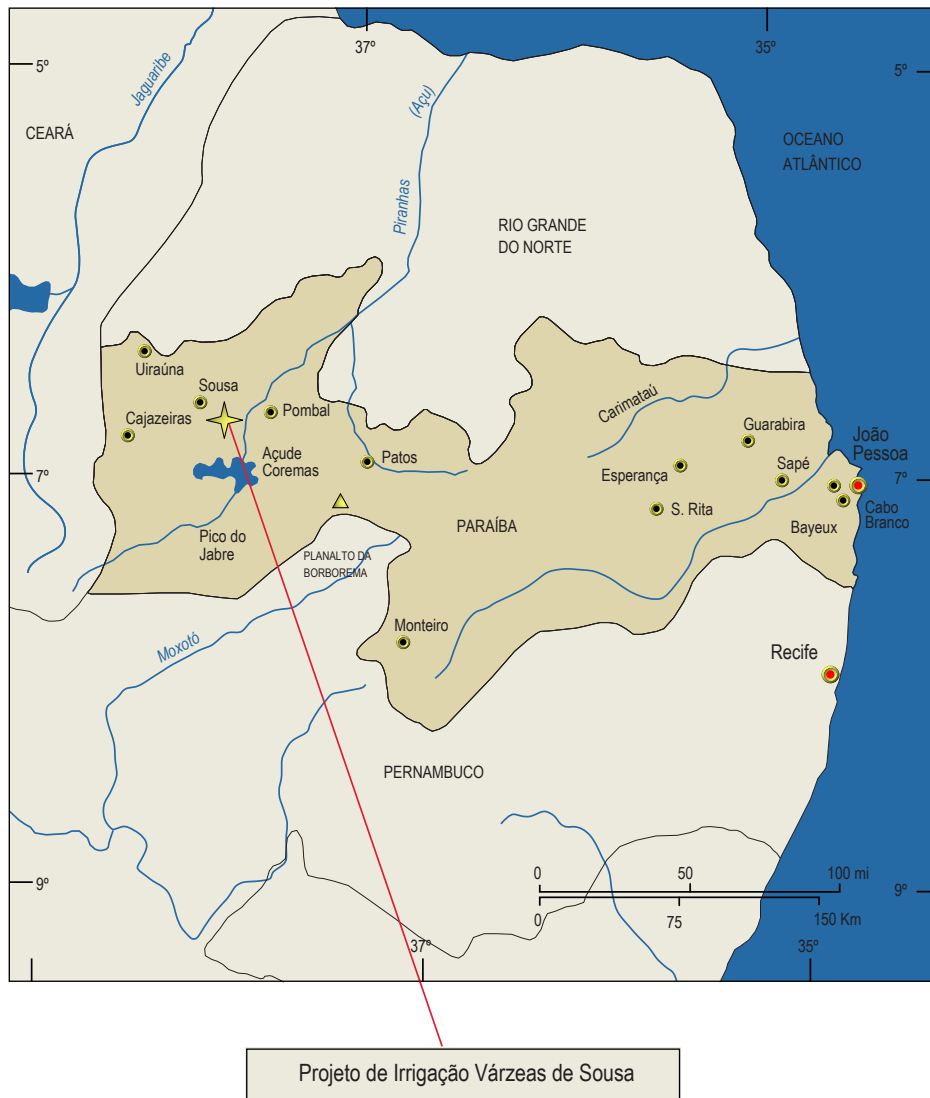


Figura 3.2 Localização do projeto Várzeas de Souza, estado da Paraíba

(Fonte: Adaptada de MIN, 2004a).

Após algumas denúncias, o Ministério Público Federal abriu investigação para avaliar a situação de abandono em que se encontravam os projetos de irrigação referentes ao Canal da Redenção e ao complexo das Várzeas de Souza, o que vem agravando os problemas sócio-econômicos dos agricultores. Os principais problemas identificados foram falta de gerenciamento do projeto, má conservação das estruturas hidráulicas e perda da qualidade da água (PGR, 2005).

3.4 – Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais)

O rio Paraíba do Sul nasce na confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, percorrendo aproximadamente

1.120 km na direção oeste para leste, até alcançar o oceano Atlântico ao chegar no município de São João da Barra, no estado do Rio de Janeiro. Seus principais afluentes são os rios Jaguari, Buquira, Paraibuna, Preto, Pomba e Muriaé. Esses dois últimos são os maiores e deságuam, respectivamente, a 140 e a 50 km da foz. A bacia apresenta uma área de 55.400 km², ocupando parte dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Em relação ao Rio de Janeiro, a bacia ocupa a área de 22.600 km², o que corresponde a cerca de metade da área total do estado. A bacia apresenta uma alta densidade demográfica populacional, uma elevada concentração de população urbana (próxima a 90%) e um diversificado parque industrial. Sua população atingiu cerca de 5,5 milhões de habitantes em 2000 (IBGE, 2005) (Figura 3.3).



Figura 3.3. A bacia do rio Paraíba do Sul com indicação dos afluentes de domínio estadual e federal

(Fonte: Johnson et al., 2003).

Considerado um dos mais importantes do país, o rio Paraíba do Sul atravessa um vale com 180 municípios dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, constituindo o principal eixo de desenvolvimento da região Sudeste, atualmente respondendo por mais de 11% do PIB nacional (Magalhães e Campos, 2005). A bacia também é responsável pelo abastecimento de cerca de 12 milhões de habitantes no estado do Rio de

Janeiro, dos quais 8 milhões na região metropolitana. Na extensão do rio estão instaladas aproximadamente sete mil indústrias e seis mil propriedades rurais. A bacia recebe o despejo de um bilhão de litros de esgoto “in natura” por dia (SEMADS, 2005).

O Paraíba do Sul e seus afluentes têm grande relevância quanto ao suprimento de variadas demandas por recursos hídricos. O consumo de água para irrigação

é mais representativo no norte fluminense, com a cana-de-açúcar, mas existe de forma pulverizada em toda a bacia. Quanto à geração de energia, as usinas hidrelétricas têm uma potência instalada de 1.407 MW. O cenário resultante revela uma grande pressão sobre os recursos hídricos, tornando a água um bem cada vez mais escasso e potencializando os conflitos de uso no futuro próximo (IBGE, 2005).

O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP, que tem atuado de forma pioneira, é o responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos, tendo implementado o sistema de cobrança pelo uso da água e outras ações voltadas ao uso sustentável dos recursos hídricos (ANA, 2003).

O Complexo Hidrelétrico de Lajes, de propriedade da Light Serviços de Eletricidade S.A., é responsável pela retirada de uma vazão significativa de até 180 m³/s da bacia do rio Paraíba do Sul (cerca de 2/3 da

vazão regularizada desse rio), transposta para a bacia do rio Guandu. Deste valor, 160 m³/s correspondem à captação no rio Paraíba do Sul, através da Estação Elevatória de Santa Cecília, em Barra do Piraí, e os 20 m³/s restantes, às captações no rio Piraí, por meio da Elevatória do Vigário e através do Túnel do Reservatório de Tocos, localizados nos municípios fluminenses de Piraí e Rio Claro, respectivamente (Figura 3.4). Esse esquema de transposição de vazões viabiliza a geração de energia elétrica por intermédio de uma série de usinas hidrelétricas, que aproveitam uma queda da ordem de 300 m na vertente atlântica da Serra do Mar, assim como a implantação, na bacia do rio Guandu, de outros empreendimentos econômicos, tais como a Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE, a Usina Termelétrica de Santa Cruz – UTE de Santa Cruz, a Gerdau/COSIGUA (Companhia Siderúrgica da Guanabara), várias indústrias e outras usinas termelétricas (Campos *et al.*, 2003).

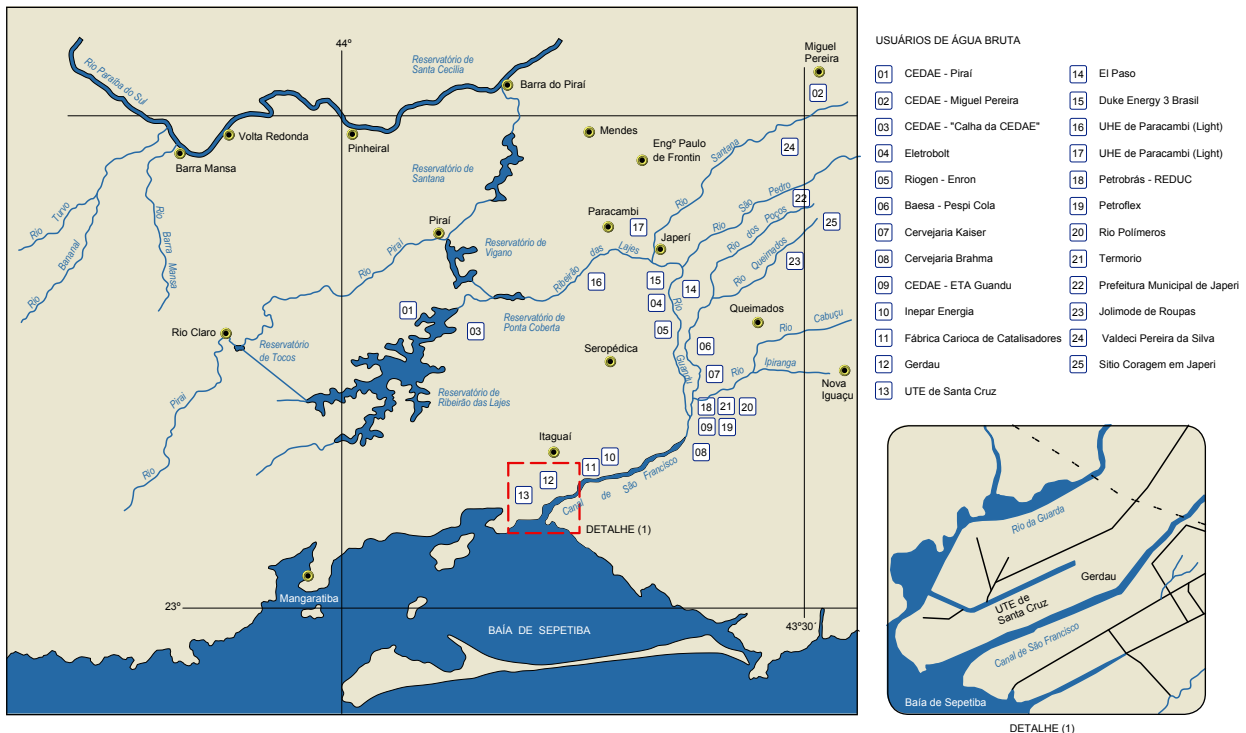


Figura 3.4. Esquema geral da transposição do rio Paraíba do Sul
Complexo Hidrelétrico de Lajes

(Fonte: Adaptada de Campos *et al.* 2003.)

Segundo a Secretaria de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Urbano do Estado do Rio de Janeiro (SEMADS, 2005) a transposição do ribeirão das Lages para o rio Guandu é responsável pelo abastecimento de água para 80% da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Seus afluentes são de importância vital para dezenas de municípios, estando prevista uma arrecadação em torno de R\$ 1.800.000,00 (um milhão e oitocentos mil reais) por ano que serão destinados a investimentos no setor, de acordo com os planos de bacias propostos pelo CEIVAP.

Para permitir a regularização temporal das águas do curso principal, quatro grandes reservatórios armazenam água para o período de estiagem. Os valores mínimos de vazão a serem mantidos para a transposição e para jusante de Santa Cecília são de 119 e de 90 m³/s, respectivamente. Em épocas secas, quando os reservatórios encontram-se vazios, o sistema não consegue manter as vazões requeridas. Esta situação ocorreu de 2001 a 2002, causando problemas de desabastecimento e de piora na qualidade da água.

O armazenamento nos reservatórios inferior a 10% da capacidade coloca em risco a operação das usinas para geração de energia. Quando isso ocorre, as vazões liberadas pelos reservatórios são menores de modo a atender aos requisitos mínimos de cada trecho da bacia. Vazões mínimas, além de afetarem os índices de qualidade da água, podem paralisar o tratamento de água potável e provocar problemas de saúde pública. Muitas vezes a Companhia Estadual de Águas e Esgoto – CEDAE foi obrigada a paralisar parcialmente a distribuição da água pela impossibilidade de tratamento, face aos elevados teores de poluentes. A maioria dos municípios fluminenses ao longo do rio Paraíba sofreu repetidas crises de água pela alta poluição. Em 2001, em plena crise energética, a grave situação ambiental dos municípios ribeirinhos, localizados entre Barra do Pirai e Três Rios, obrigou a Light a diminuir o desvio das águas do Paraíba, prejudicando ainda mais a produção de energia elétrica. Esta condição exige do poder público, das empresas de saneamento e da

sociedade uma especial atenção à região (Magalhães e Campos, 2005).

O caso do rio Paraíba do Sul é um exemplo interessante dos possíveis efeitos de uma transposição de bacias. O sistema foi projetado inicialmente apenas com o objetivo de produção de energia elétrica no complexo de Lajes, entretanto, ao aportar quantidade significativa de água ao pequeno rio Guandu, propiciou não só a solução para a grande demanda urbana da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, mas também o desenvolvimento de outros empreendimentos importantes na região.

Atualmente, discute-se muito a manutenção de vazões mínimas no Guandu, com águas do Paraíba, em face da sua importância para o abastecimento urbano e sustentação de outros usos na bacia. É importante reconhecer, entretanto, que não se trata de quantidade insuficiente de água para atendimento destas demandas, mas sim de garantir qualidade da água compatível com os usos vigentes. As entidades envolvidas com a gestão da água na região reconhecem a necessidade de investimento em tratamento de águas residuárias e no aprimoramento dos processos de gestão.

3.5 – Rio Jaguaribe (Transposição para a Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará)

O estado do Ceará tem 93% de seu território inserido na região do semi-árido brasileiro. Com características típicas desta região, o estado apresenta média pluviométrica anual de 800 mm, distribuída irregularmente durante o ano, e evaporação média de mais de 2.000 mm. Associado a estes fatores, todos os rios são intermitentes e a disponibilidade de recursos hídricos subterrâneos é limitada (Teixeira, 2003). Desta forma, o Ceará está submetido a um déficit hídrico anual severo e a carência de água para abastecimento humano, irrigação e consumo industrial têm sido fenômeno recorrente.

O sistema integrado de abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza – RMF é formado por uma rede de cinco açudes: Pacajus, Pacoti,

Riachão, Gavião e Acarape do Meio, interligados entre si por adutoras. Possui uma capacidade de 10,4 m³/s e está atualmente em seu limite (CAGECE, 2005).

Em anos críticos de seca, o sistema é complementado pelo Canal do Trabalhador, que transpõe águas do baixo Jaguaribe para a RMF. O canal foi construído em 1993, sob caráter emergencial, num período de seca intensa. Devido ao caráter emergencial de sua implementação, o canal já necessitou de diversas obras de reabilitação. O canal tem desempenhado papel importante no abastecimento da RMF, embora apresente uma série de deficiências, incluindo vazão limitada (6 m³/s), problemas de qualidade de água e conflitos de uso com irrigantes do baixo Jaguaribe, o que vêm comprometendo a sua função de abastecimento.

A política de recursos hídricos do estado do Ceará, implantada desde 1992, visa assegurar o suprimento de água para seus diversos usos, sobretudo para o abastecimento humano, como condição essencial ao desenvolvimento socioeconômico do estado. No contexto de uma política de recursos hídricos de longo prazo, os estudos apontaram como necessário derivar as águas da bacia do rio Jaguaribe para assegurar o abastecimento de Fortaleza e sua região metropolitana, onde vivem 42,6% da população do estado (DBA, 2004). Esse sistema de transposição de águas, ora em implantação, é composto por um conjunto de adutoras e canais, o qual atenderá as demandas hídricas humanas e industriais da RMF e permitirá a alimentação de diversos projetos de irrigação.

3.5.1 – Concepção do Sistema

Situada a oeste das bacias da região metropolitana, a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe é a de maior potencialidade hídrica do estado. Com cerca de 72,6 mil km² e um volume acumulado de cerca de 11,6 bilhões de m³, a bacia do Jaguaribe abrange praticamente a metade do Ceará. Possui a maior quantidade de açudes em comparação com as outras bacias (mais de 4,5 mil, sendo 38 com mais de 10 milhões de m³ e 3 com mais de 1 bilhão de m³, e dispõe da maior vazão regularizável garantida – cerca

de 53 m³/s com uma garantia de 90%). O Jaguaribe é perenizado por meio do recém construído açude Castanhão, implantado pelo Governo Federal nas proximidades da cidade de Nova Jaguaribara, com capacidade para 6,6 bilhões de m³.

A definição da implantação do projeto de transposição das águas foi antecedida pela análise de cinco alternativas de traçado. A decisão pelo traçado em implantação se baseou em vários critérios: (a) nível de interferência com obras existentes em operação, complexidades e custos associados à implantação; (b) operação e manutenção do empreendimento; (c) impactos ambientais e sócio-econômicos e (d) garantia de qualidade da água aduzida. Foram ainda considerados os seguintes aspectos: (a) potenciais benefícios agregados de integração com projetos de irrigação existentes ou planejados; (b) nível de dificuldade de gestão face aos conflitos entre usuários; (c) possibilidade de inserção dinâmica da área na economia regional e estadual; e (d) oportunidade para incorporação de modelo de gestão integrado e descentralizado.

A alternativa selecionada apresentou as seguintes vantagens em relação às demais: (a) melhor qualidade de água e facilidade de gestão devido à captação se situar no açude Castanhão; (b) facilidade de integração com os projetos de irrigação prioritários do Jaguaribe, indicando alto potencial de indução ao desenvolvimento social e econômico da faixa de influência do projeto; (c) menor custo de operação entre todas alternativas analisadas; (d) maiores benefícios para a região doadora, facilitando a negociação do projeto com o comitê de usuários de recursos hídricos da bacia do Jaguaribe.

O sistema concebido, chamado de Eixo de Integração Castanhão – RMF, capta no açude Castanhão e, por meio de um único bombeamento nas proximidades do açude, segue por gravidade entre canais e adutoras por cerca de 250 km até a RMF e o porto de Pecém, situado 60 km a oeste de Fortaleza. A vazão máxima de dimensionamento é de 22 m³/s, dos quais o mínimo de 14,3 m³/s e o máximo de 19 m³/s poderão ser transferidos para a RMF. Para o Complexo Industrial e Portuário do Pecém prevê-se

derivação máxima de 8,85 m³/s, dos quais 5 m³/s se destinam à futura Estação de Tratamento de Água – ETA Toco, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Esta ETA irá abastecer localidades a oeste de Fortaleza, região industrial e turística do Estado. Com essas vazões, o sistema é capaz de atender plenamente às demandas hídricas previstas para a RMF num horizonte de, pelo menos, 30 anos. Destaca-se que o sistema está sendo implantado de forma modular, em duas etapas, na qual os condutos forçados e bombas estão dimensionados para uma vazão na primeira etapa de 11 m³/s (metade da vazão total), sendo suficiente para um horizonte de 8 a 10 anos. A definição das etapas de implantação foi embasada em rigorosa análise econômica e financeira.

O Eixo de Integração está dividido em cinco trechos, cuja construção está sob a coordenação da SRH/CE e suas vinculadas, SOHIDRA e COGERH. Esta última, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, será responsável pela operação do sistema (Figura 3.5).

O primeiro trecho foi construído com recursos do Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos – PROGERIRH (Acordo de Empréstimo 4531), financiado pelo Banco Mundial⁷ e concluído em 2004. Esta etapa, com 55 km de extensão, interliga os açudes Castanhão e Curral Velho, bem como reforça o abastecimento para consumo urbano da cidade de Morada Nova, disponibilizando água para o desenvolvimento de projetos hidroagrícolas por meio da integração de seus recursos com os da bacia do Banabuiú. Os trechos 2 e 3 também são parte do projeto PROGERIRH e apresentam 46 e 66 km de extensão, respectivamente. O trecho 2 se inicia no açude curral Velho e vai até a Serra do Félix. O trecho 3 se inicia na Serra do Félix e deságua no açude Pacajus, que faz parte do Sistema de Abastecimento da RMF. O trecho 4, com uma extensão de aproximadamente 34 km, segue do açude Pacajus ao açude Gavião, efetuando um *by-pass* ao sistema atual elevatório Pacajus-Ererê-Pacoti. O trecho 5 é destinado ao suprimento industrial do Porto do Pecém, apresentando cerca de 55 km de extensão.

⁷ Além do Banco Mundial, são também co-financiadores a Caixa Econômica Federal e o BNDES.



Figura 3.5. Mapa esquemático do Eixo de Integração Castanhão – RMF

(Fonte: SRH-CE, 2002).

O sistema busca otimizar não apenas parâmetros técnicos de engenharia, mas também os recursos hídricos dos açudes Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião, maximizando a utilização da disponibilidade local. Neste sentido, a capacidade total do Eixo de Integração será ativada apenas quando necessário. Os estudos demonstraram que a estratégia de reservar a água no próprio açude Castanhão e utilizar exaustivamente os açudes locais é mais econômica, pois se minimizam as perdas por evaporação e vertimento nos citados açudes locais. Neste contexto, o gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis torna-se essencial para a otimização de uso das estruturas existentes.

A conclusão do Eixo de Integração, e seu bom gerenciamento, possibilitará o uso do Canal do Trabalhador totalmente para projetos de irrigação (cerca de 6 mil ha) em implantação ao longo do seu traçado.

3.5.2 – Demandas Hídricas

A definição e caracterização da demanda efetiva por recursos hídricos atual e num horizonte de 30 anos foi essencial na viabilização econômica, financeira e política do empreendimento. A elaboração do “Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas”, no período 1997/99, assim como do estudo sobre “Demandas Hídricas para a Região Metropolitana de Fortaleza”, ambos coordenados pela SRH/CE (2002), forneceram subsídios para a caracterização da demanda e analisaram detalhadamente os aspectos técnicos, econômicos, financeiros, sociais e ambientais para definição da melhor alternativa para suprir Fortaleza pelos próximos 30 anos.

A área de influência do projeto nas bacias do rio Jaguaribe e dos rios da Região Metropolitana contempla o atendimento às demandas: humana urbana, industrial, turística, irrigação (intensiva e difusa) e difusas rurais (humanas e animais).

Com relação às demandas urbana e industrial, o empreendimento proporcionará o abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados, incluindo-se a RMF, com uma população prevista de 5,6 milhões de habitantes no ano 2030. Inclui-se também o atendimento do Complexo Industrial-Portuário do

Pecém - CIPP. A demanda atual da RMF se encontra em 11 m³/s, e a demanda prevista para o ano 2030 foi estimada em 23 m³/s. Para a região do Jaguaribe, cortada pelo Eixo, a demanda urbana atual é de 1,3 m³/s, chegando a 1,6 m³/s em 2030 (SRHCE, 2002).

Quanto à irrigação, na bacia do Jaguaribe, a agricultura irrigada vem sendo desenvolvida principalmente nas regiões das sub-bacias do Médio/Baixo Jaguaribe e Banabuiú, que juntas abrigam 12 perímetros irrigados, perfazendo 7.016 ha. Dentre estes perímetros, dois possuem suas áreas interceptadas pelo sistema adutor Castanhão/RMF: Morada Nova (3.611 ha) e Xique-xique (560 ha). O perímetro de Tabuleiros de Russas (10.300 ha), ora em implantação e à espera de uma fonte segura de água, terá seu suprimento hídrico reforçado juntamente com o projeto de Xique-xique. No território das bacias Metropolitanas, a atividade hidroagrícola é pouco representativa, existindo 109 ha de irrigação intensiva e cerca de 2.980 ha de irrigação difusa. Quanto às novas áreas destinadas à exploração hidroagrícola com água proveniente do Eixo de Integração, 76 %, ou seja, 9.500 ha, estão localizadas na bacia do Jaguaribe e 3.000 ha estão posicionadas na região das bacias Metropolitanas.

3.5.3 – Gestão de Recursos Hídricos

O sucesso deste empreendimento está inserido na história do desenvolvimento do setor de recursos hídricos no estado do Ceará, que apresenta como conceito básico o modelo integrado de gerenciamento de recursos hídricos. O Ceará desenvolveu intensamente ao longo dos últimos 15 anos seu sistema de gestão de recursos hídricos, tornando-se uma referência nacional neste setor e um dos pioneiros na implantação da cobrança pela água bruta no Brasil.

O modelo de gerenciamento para o Eixo é constituído por um conjunto de entidades que desenvolvem ações de gestão unificada, considerando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a integração dos usos múltiplos, o controle do regime das águas, o controle da poluição e dos processos erosivos. O modelo possui como unidade básica de planejamento as bacias do Jaguaribe (sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe e Banabuiú) e Metropolitanas (Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó). Como instrumentos legais para viabilizar o

gerenciamento do uso da água destacam-se a outorga, a licença ambiental para obras hídricas e a cobrança pelo uso da água bruta. A outorga e a cobrança buscam aumentar a eficiência no uso da água e arrecadar fundos para cobrir despesas com a gestão, operação e manutenção das obras hídricas. O estabelecimento do sistema de outorga e a cobrança pelo uso da água ficará a cargo da COGERH que, juntamente com as Associações dos Usuários e/ou Conselhos Gestores das bacias do Jaguaribe e Metropolitanas, tratarão do gerenciamento da água aduzida⁸.

3.6 – Rio Paraguaçu (Transposição para a Região Metropolitana de Salvador, Bahia)

A Região Metropolitana de Salvador (RMS) está localizada na bacia hidrográfica do Recôncavo Norte e compreende as sub-bacias dos rios Joanes, Jacuípe, Pojuca, Sauípe, Subauma, Subaé e outros rios litorâneos de menor porte. A região apresenta uma área de 16.745 km², abrigando uma população de 4,5

milhões de habitantes. Os mananciais presentes não são suficientes para garantir a demanda de abastecimento público e o desenvolvimento industrial.

O abastecimento público da RMS e das cidades do recôncavo tem sido foco de intervenções do estado da Bahia, que implementou alternativas para atendimento às necessidades. Nesse intuito foram implantados sistemas de transposição de águas entre bacias, entre os quais o da bacia do rio Paraguaçu a partir da barragem de Pedra do Cavallo.

O sistema de abastecimento de água da RMS dispõe de diversos mananciais que disponibilizam atualmente uma vazão de 12,9 m³/s distribuídos entre o reservatório de Pedra do Cavallo, o sistema Joanes (barragens Joanes I e II), sistema Ipitanga (barragens Ipitanga I, II e III), as represas do Cobre e de Tapera, e o rio Pojuca (Figura 3.6). Destes, Pedra do Cavallo participa com 6,4 m³/s, o que representa, em termos percentuais, 49,9% da vazão total (SEDUR, 2004).

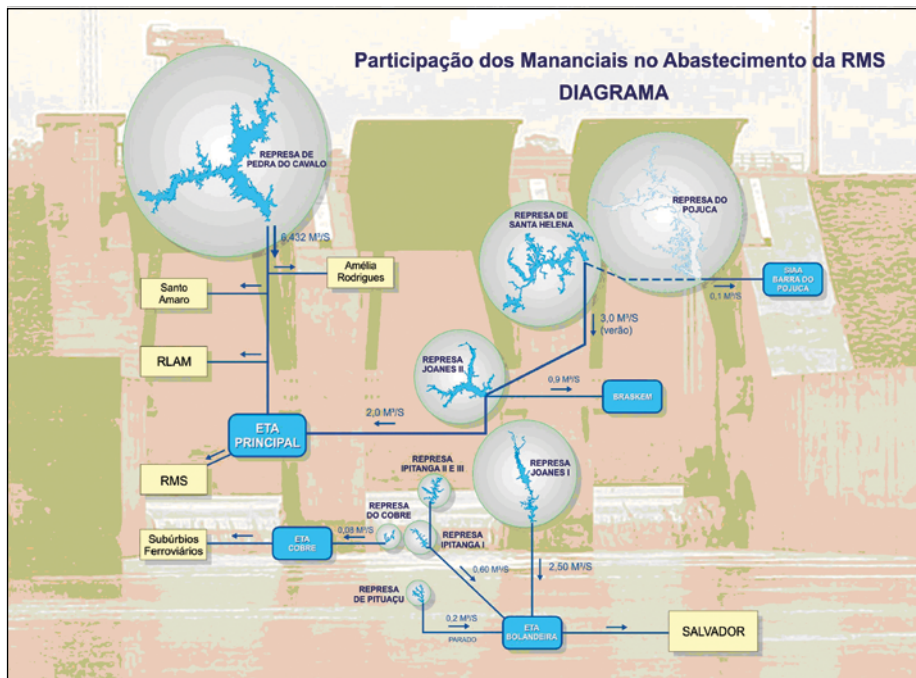


Figura 3.6. Mapa esquemático do Sistema de Abastecimento da RMS (Fonte: SEDUR, 2004).

⁸ Destaca-se que o pagamento pela água bruta será viável, pois os maiores usuários de água bruta são justamente os setores industrial e de irrigação que possuem fonte própria de recursos financeiros,

independentes de orçamentos fiscais estaduais e municipais.

Pedra do Cavalo configura-se como manancial estratégico para garantia de água da capital do estado e de sua principal região econômica. Além de Salvador, inclui municípios economicamente importantes como Camaçari, onde está situado o pólo petroquímico e parte de Feira de Santana, entre outros.

3.6.1 – Caracterização do Complexo de Pedra do Cavalo

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, considerada como o mais importante sistema fluvial do estado, de domínio inteiramente estadual, está localizada na região centro-leste do estado da Bahia, ocupando uma área de 55.317 km², que corresponde a cerca de 10% do território baiano.

Devido à sua localização geográfica privilegiada, o rio Paraguaçu desempenhou um papel fundamental no processo de ocupação do território baiano. A partir do seu trecho baixo, que possibilitou o acesso fluvial pela Baía de Todos os Santos, foi iniciado todo o processo de povoamento da região do Recôncavo Baiano com a expansão da cultura de cana-de-açúcar e do fumo, dando origem aos primeiros povoamentos de Maragogipe, Cachoeira e Santo Amaro.

A partir da década de 70, a região do Alto Paraguaçu passou a viver um novo ciclo de desenvolvimento econômico caracterizado pela expansão das atividades agrícolas. Recentemente, a bacia do rio Paraguaçu se consolida como uma importante zona agrícola do estado da Bahia, com mais de 18.700 ha de agricultura irrigada.

Nos anos 70, prevendo o colapso no sistema de abastecimento de água de Salvador, a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado da Bahia, por meio da Coordenação de Recursos Hídricos, elaborou o “Plano de Valorização dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraguaçu”, tendo como resultado um diagnóstico da área e estudos detalhados sobre locais para irrigação e possíveis barramentos.

Neste contexto, a barragem de Pedra do Cavalo foi concebida com a finalidade de aproveitamento de

múltiplos usos: abastecimento público, irrigação, geração de energia elétrica e controle de cheias nas cidades históricas de Cachoeira e São Félix.

A barragem foi concluída em 1985 e está situada a cerca de 40 km da foz do rio Paraguaçu, na Baía de Todos os Santos, a aproximadamente 110 km da cidade de Salvador e cerca de 4 km das cidades de Cachoeira e São Félix, respectivamente às margens esquerda e direita.

O reservatório tem uma extensão por volta de 48 km, ao longo do curso d'água, atingindo áreas de vários municípios e alcança, ainda, o município de Feira de Santana, através de um braço formado pelo vale do rio Jacuípe.

O rio Paraguaçu possui um regime hidrológico caracterizado por vazões muito reduzidas nos períodos de estiagem e grandes cheias nos períodos chuvosos. O reservatório de Pedra do Cavalo tem um volume útil de 1.646 hm³, dos quais 699 hm³, compreendidos entre as cotas 120 e 124, são reservados para controle de cheias, o que permite amortecer uma vazão de cheia de 4.510 m³/s.

O complexo é formado pelo Sistema Integrado de Salvador, Sistema Integrado de Feira de Santana e Sistema Integrado da Zona Fumageira, contemplando 15 sedes municipais. Além do fornecimento de água para esses sistemas públicos de abastecimento, o lago de Pedra do Cavalo é utilizado para o abastecimento de comunidades ribeirinhas e propriedades no seu entorno, dessedentação de animais, piscicultura, lazer e pesca artesanal e de subsistência.

O projeto contempla também a utilização da barragem para a geração de energia elétrica para atender à crescente demanda do sistema energético do estado da Bahia. Foram investidos R\$ 250 milhões para a construção de uma usina com uma potência instalada de 160 MW.

Está em construção, no médio curso do rio Paraguaçu, a barragem de Bandeira de Melo que proporcionará um acréscimo da área irrigada na bacia. Atualmente, as demandas de abastecimento público e irrigação representam, respectivamente, 65% e 33% da

disponibilidade hídrica da bacia, incluindo as águas reservadas na barragem de Pedra do Cavallo.

3.6.2 – Gerenciamento do Sistema

As demandas crescentes de água para irrigação e abastecimento humano, na região da bacia a montante da barragem de Pedra do Cavallo, e a provável implantação da segunda ($14\text{m}^3/\text{s}$) e terceira etapas ($21\text{m}^3/\text{s}$) para abastecimento da RMS, geração de energia elétrica e o controle de cheias têm provocado conflitos de uso que necessitam de uma gestão adequada dos volumes armazenados no reservatório.

A barragem de Pedra do Cavallo é gerenciada pelo Governo do Estado da Bahia por meio da Superintendência de Recursos Hídricos – SRH. A concessionária da geração de energia elétrica será responsável pela manutenção e operação da estrutura física da barragem e dos sistemas de monitoramento. A unidade de captação e adução de água para o abastecimento da RMS está sob a responsabilidade da Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA.

As regras para a operação do reservatório são norteadas por alguns condicionantes objetivando garantir os diversos usos previstos:

- i. Garantia das vazões prioritárias para abastecimento da RMS, Feira de Santana, Zona Fumageira e demais localidades abastecidas pelo reservatório conforme projeções definidas pelo Governo do Estado;
- ii. Nível da água (NA) mínimo de 106,0 m, objetivando manter o funcionamento da captação da adutora de Pedra do Cavallo;
- iii. NA máximo na cota 114,5 m para o período chuvoso, objetivando manter um volume de espera para controle de cheia no trecho do rio a jusante;
- iv. Vazão máxima para jusante de $1.500\text{ m}^3/\text{s}$, limite da capacidade de escoamento do canal do rio a jusante sem atingir as populações ribeirinhas;

- v. Vazão mínima para jusante de $10\text{ m}^3/\text{s}$, objetivando a manutenção ambiental do sistema fluvial e estuarino da foz do rio Paraguaçu.

A partir da cota 108 m a geração de energia elétrica é interrompida, ficando o excedente resguardado para alimentação do sistema de abastecimento da RMS.

O volume de espera para controle de cheia está definido para uma vazão de recorrência de 30 anos ($4.533\text{ m}^3/\text{s}$). Nesta condição (cota 114,5 m), o reservatório teria volume de espera suficiente para amortecer a cheia liberando a vazão máxima de restrição da calha de jusante de $1.500\text{ m}^3/\text{s}$. Certamente se o reservatório atingir a cota do NA máximo *maximorum* (124 m), toda vazão afluente ao reservatório deverá ser liberada pelas comportas. Eventos de cheias como a de 1989, que produziu vazões de $6.000\text{ m}^3/\text{s}$, causarão inundações nas cidades e povoados a jusante do reservatório.

A geração de 160 MW condiciona uma vazão de afofamento das turbinas de $85,2\text{ m}^3/\text{s}$, para uma queda nominal de 105 metros. As regras para a geração de energia elétrica fazem parte de um acordo operativo estabelecido entre a Votorantim Cimentos Ltda e o Governo do Estado da Bahia. O acordo, além de uma série de condicionantes ambientais, de manutenção da estrutura do barramento e de implantação de um sistema de monitoramento e alerta, disponibiliza para a geração de energia elétrica o volume armazenado entre as cotas 108 e 114,5 metros.

A elaboração de estudos de planejamento e otimização, bem como a implantação, operação e manutenção da rede hidrométrica da bacia do rio Paraguaçu, em tempo real, para implantação e operação da rede otimizada com vistas à operação ótima na prevenção de cheias, permitirá a previsão com alguns dias de antecedência das vazões afluentes ao reservatório.

4

A Questão Hídrica do Nordeste e Oportunidades de Transferência de Água

A climatologia da Região Nordeste é uma das mais complexas do mundo, caracterizada pela heterogeneidade da sua pluviosidade. Isto se deve, basicamente, à sua enorme extensão (1.540.827 km²) e ao relevo constituído por amplas planícies na região litorânea e vales baixos e superfícies altas, como na Borborema, Araripe, Ibiapaba e Diamantina. O relevo e a extensão territorial interagem com os sistemas zonais e regionais de circulação atmosférica, fator este que merece destaque dada a posição geográfica da região Nordeste em relação aos diversos sistemas de circulação atmosférica do Brasil, cujo sorvedouro localiza-se na região.

A complexidade de fatores resulta em relativa uniformidade térmica, mas com uma significativa variedade climática no que se refere à pluviosidade, aspecto fundamental que diferencia o Nordeste das demais regiões do Brasil. As características de distribuição espacial e temporal e a irregularidade das chuvas têm importância relevante não somente quanto ao aspecto climático, mas, principalmente, no que se refere às conseqüências sócio-econômicas (ver detalhes no Anexo I).

A deficiência hídrica aqui não está apenas restrita ao clima semi-árido, e sim às características dos solos e das rochas presentes na região, onde predominam padrões impermeáveis e rochas cristalinas, que inibem ou dificultam a acumulação de águas subterrâneas.

A resposta de autoridades locais e nacionais ao enorme ônus imposto pelo clima e geologia do semi-árido nordestino foi chamada de política de açudagem, iniciada em fins do século XIX. Esta

política parte do conceito de que o aproveitamento de recursos hídricos depende da construção de obras de armazenamento de água, mediante as quais se poderiam mitigar os efeitos das secas prolongadas e oferecer a garantia de fornecimento necessária à sustentação do abastecimento público e de outras atividades econômicas. A adoção do conceito foi responsável pela construção de milhares de açudes em toda a região que, em conjunto, podem armazenar dezenas de bilhões de m³.

A política de açudagem teve um papel importante no desenvolvimento do semi-árido, reduzindo a sua vulnerabilidade à seca no tocante à disponibilidade de água. Entretanto, não conseguiu reverter o panorama geral da pobreza regional. Os açudes, por necessários que sejam, não são capazes de promover o desenvolvimento por si só, pois outras atividades direcionadas à promoção do desenvolvimento são igualmente relevantes, tais como, distribuição da água, assistência técnica, ganho de eficiência, melhoria dos serviços básicos, etc.

As experiências demonstram que a solução para os problemas de escassez hídrica no Nordeste exige um conjunto de atividades e intervenções que, se organizadas na forma de um programa de longo prazo, poderiam trazer resultados sustentáveis, alguns já em curto prazo. Um programa neste formato poderia seguir uma estratégia de primeiro buscar a otimização da oferta e uso de água nas bacias locais e, posteriormente, ampliar esta oferta por meio da importação de água proveniente de outras regiões. Implica, portanto, uma estratégia de implementação

de atividades no sentido de jusante para montante, na qual os sistemas se iniciariam nas bacias locais e, na medida do necessário, prosseguiriam em direção às bacias doadoras.

Um programa para o Nordeste poderia ter duas dimensões de atuação principais: espacial e temporal, em que se ponderem os diversos tipos de demandas e usuários a serem contemplados.

Atividades na Dimensão Espacial:

- Micro-escala: atendimento às demandas rurais difusas e caracterizado, principalmente, pela população mais pobre (ex. cisternas – P1MC- Programa 1 Milhão de Cisternas, sistemas de abastecimento de água locais – PCPR's, PRODHAM, Sisar, Central);
- Média-escala: atendimento aos pequenos e médios aglomerados urbanos (ex. adutoras médias – PROÁGUA/Semi-árido, PROGERIRH/CE, PGRH/BA);
- Grande-escala: atendimento aos grandes aglomerados urbanos e regiões metropolitanas (ex. grandes adutoras, canais e reservatórios – Castanhão/Eixão/Região Metropolitana de Fortaleza) e grandes projetos de irrigação (Ponto Novo/BA);
- Macro-escala: demandas interestaduais ou regionais para cobrir déficits identificados em bacias onde já tenham sido implementadas as demais ações de otimização da disponibilidade hídrica local (ex. transferência entre bacias - São Francisco).

Atividades na Dimensão Temporal:

- Curtíssimo⁹ e curto prazo¹⁰: apoio à gestão de recursos hídricos; implementação de infraestrutura necessária à otimização da oferta hídrica nas bacias locais – isto inclui a conclusão de obras paralisadas e/ou em andamento assim como a implementação de novas obras; execução de atividades destinadas à gestão da demanda, redução de perdas e melhoria da oferta de

serviços de água e saneamento. A formulação desta primeira fase exigiria organização de ações e programas existentes. O conjunto de ações teria um elevado impacto na melhoria da oferta hídrica e das condições de vida na região;

- Curto e médio prazo¹¹: continuidade das atividades de gestão de recursos hídricos e gestão da demanda; ampliação das atividades de maximização de oferta hídrica em bacias locais (ex. PROAGUA II), e intensificação de programas de revitalização de bacias. Semelhante à primeira fase, a implementação da segunda etapa do programa poderia contar com o apoio de instituições financiadoras e traria impactos positivos diretos aos seguimentos mais carentes da população do semi-árido;
- Médio e longo prazo¹²: início das grandes obras previstas na região que tenham impacto direto e objetivamente quantificável (ex. eixo leste do projeto de transposição do rio São Francisco ou adutoras com a mesma finalidade);
- Longo prazo: término das obras principais; sub-programa de obras complementares, de caráter local, necessárias ao pleno aproveitamento das obras de importação de águas; continuidade do sub-programa de avaliação, monitoramento, planejamento, desenvolvimento de projetos e estudos necessários à definição e implementação de intervenções e programas futuros.

Todas as fases devem contemplar um grande programa de avaliação, monitoramento e planejamento que permita produzir lições que auxiliem no planejamento de ações futuras, além da elaboração de estudos e projetos que se façam necessários para a definição e implantação das fases posteriores.

O conceito de programa que aborde as atividades nas dimensões citadas prioriza a otimização dos recursos locais, o que implicaria a redução de custos, permitindo a utilização de escassos recursos em outros programas prioritários. Por outro lado, a implementação em fases permitiria o refinamento de estudos e projeções, contribuindo para a sustentabilidade das

⁹ Curtíssimo prazo: até 2 anos.

¹⁰ Curto prazo: até 5 anos.

¹¹ Médio prazo: de 5 a 10 anos.

¹² Longo prazo: de 10 a 15 anos.

intervenções, além de possibilitar amplo debate entre todos os grupos envolvidos. Esta estratégia também favoreceria a obtenção de resultados imediatos de curto prazo por meio da conclusão de importantes intervenções a nível local, como por exemplo, os programas de adutoras apoiados pelo PROÁGUA/Semi-Árido e o Programa 1 Milhão de Cisternas.

4.1 – Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas – o Projeto de Integração do Rio São Francisco

Dada a grande variabilidade pluviométrica na região Nordeste, a grande frequência de secas e com o intuito de ampliar a garantia hídrica na região, muitos projetos para transferência de água entre bacias têm sido implantados, tais como os exemplos do Ceará, Paraíba e Bahia, citados no capítulo 3, além de outros.

A proposta mais recente de transferência de águas para o Nordeste é o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). O projeto, elaborado pelo Governo Federal, foi concebido para solucionar, em parte, o problema de abastecimento de água

na região do semi-árido nordestino. Tem como objetivo “promover o equilíbrio de oportunidades do desenvolvimento sustentável para a população residente na região semi-árida”, disponibilizando água para o abastecimento humano. Significa, portanto, prover água como alimento ao corpo, para higiene pessoal e ambiental, e para trabalhar e obter renda necessária a um padrão de vida digno e integrado à sociedade (MIN, 2001)¹³.

O PISF deverá atingir uma área habitada por cerca de 12 milhões de pessoas, no Polígono das Secas do Nordeste, beneficiando, potencialmente, direta e indiretamente, cerca de 45% da população do polígono, concentrada em menos de 20% de sua área. As regiões abrangidas incluem parte dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (MIN, 2001).

O espaço composto pelas bacias receptoras do PISF tem clima quente, com duração do período seco variando de 6 a 11 meses, com significativos desvios pluviométricos anuais.

A Tabela 4.1 apresenta um resumo das características climáticas e os respectivos impactos nos recursos hídricos.

Tabela 4.1. Características climáticas da região do projeto e impactos nos recursos hídricos.

Características	Impacto nos Recursos Hídricos
- Clima quente	- Alto potencial de evaporação
- Regime semi-árido	- Baixos totais precipitados anuais
- Períodos secos não inferiores a 6 meses	- Indisponibilidade hídrica parcial
- Altas magnitudes dos desvios pluviométricos anuais	- Impossibilidade de previsão da disponibilidade hídrica anual

Fonte: MIN (2001).

¹³ Com relação a esse projeto, cabe esclarecer que não houve um engajamento do Banco Mundial em qualquer tipo de análise para um possível pedido de financiamento. Nos últimos anos, por solicitação do Governo Brasileiro, o Banco foi convidado a

contribuir, de forma pontual, na avaliação técnica de propostas. Por consequência, o Banco Mundial realizou diversos trabalhos de avaliação do PISF em várias ocasiões, de 2000 a 2004, com resultados apresentados ao Ministério da Integração Nacional.

A análise destas características climáticas, aliada às características dos solos e da geologia da região, permite concluir ser muito difícil a previsão da disponibilidade hídrica. O rio São Francisco, caracterizado pela perenidade, por estar regularizado e contar com disponibilidade hídrica, apresenta-se como fonte potencial para possível solução de engenharia para transferência de água objetivando mitigar estas limitações.

4.1.1 – O Projeto e seus Trechos Principais

(Fontes: MIN, 2001; MIN, 2004b e FUNCATE, 2001)

O projeto prevê as tomadas d'água a jusante do reservatório da UHE Sobradinho, cujo volume

útil é de 28 milhões de m³, o que permite vazão regularizada de 1.850 m³/s. A UHE Sobradinho tem como restrição ambiental uma descarga mínima de 1.300 m³/s, adicionada aos usos consuntivos no trecho a jusante. Esta e as demais usinas hidrelétricas do rio São Francisco fazem parte do Subsistema Elétrico Nordeste, que compõe o Sistema Elétrico Interligado Nacional – SIN, que supre a carga elétrica de grande parte do Brasil. A Figura 4.1 apresenta um esquema do PISF, indicando seus dois eixos principais:

- Eixo Norte: com tomada d'água em Cabrobó, a montante da ilha Assunção;
- Eixo Leste: com tomada d'água no reservatório da UHE Itaparica.



Figura 4.1. Representação esquemática do PISF
(Fonte: Adaptada de MIN, 2001).

As águas do rio São Francisco são aduzidas ao sistema do PISF por meio de múltiplos recalques e trechos em canal, perfazendo uma altura estática de elevação de 180 m no Eixo Norte e 310 m no Eixo Leste (MIN, 2001).

Eixo Norte

A tomada d'água do Eixo Norte tem capacidade nominal prevista de 99 m³/s, cujas águas captadas no rio São Francisco são recalçadas pelo trecho I no sentido de Jati. O trecho é composto por estações de bombeamento de água, com canais e reservatórios de compensação intermediários. A travessia do divisor de águas entre a bacia do São Francisco e a bacia do rio Jaguaribe, no estado do Ceará, em Jati, é feita por túnel. Na altura do município de Parnamirim está prevista uma derivação de até 10 m³/s no sentido oeste para o trecho VI, que suprirá os açudes Chapéu e Entremontes, na sub-bacia do rio Brígida, afluente do rio São Francisco, no estado de Pernambuco. O trecho I termina no açude Atalho, considerado o principal ponto de distribuição das águas do projeto.

Ali está prevista a derivação para o riacho dos Porcos, com capacidade da ordem de 7 m³/s, o que contribuirá para atender às demandas do Alto e Médio Salgado. Do açude Atalho, o canal segue com capacidade de 89 m³/s até o açude Cuncas, planejado para compor futuramente o projeto.

Do açude Cuncas prevê-se derivação para o trecho II, com capacidade de 50 m³/s, com desagüe no riacho Tamanduá, na bacia do rio Piranhas-Açu. Previu-se a adução de cerca de 10 m³/s para Várzeas de Souza, ficando 40 m³/s para servir a bacia do Alto-Médio Piranhas e suprir as necessidades do açude Armando Ribeiro Gonçalves.

O canal a jusante do açude Cuncas se bifurca para noroeste no trecho III e a nordeste no trecho IV, com desagüe no rio Salgado, na bacia do rio Jaguaribe, e no açude Pau dos Ferros, na bacia do rio Apodi, respectivamente. As capacidades previstas para os trechos III e IV são, respectivamente, de 50 e 40 m³/s e têm o objetivo de incrementar a disponibilidade

hídrica do sistema de açudes Orós-Castanhão, no estado do Ceará, e Santa Cruz, no estado do Rio Grande do Norte (MIN, 2001).

Eixo Leste

Na tomada d'água no reservatório de Itaparica, com capacidade prevista de 28 m³/s, as águas são recalçadas pelo trecho V no sentido do município de Monteiro, no estado da Paraíba. No trecho V está prevista derivação no sentido sul com capacidade de 18 m³/s para suprimento do açude Poço da Cruz, no estado de Pernambuco. O canal do trecho V segue em direção nordeste com capacidade prevista de 18 m³/s, desaguando no rio Mulungú, na bacia do rio Paraíba, seguindo no rio Paraíba até o açude público Epitácio Pessoa (Boqueirão das Cabaceiras), no estado da Paraíba. Na região próxima à divisa com Pernambuco está prevista a derivação de até 5 m³/s para reforçar o abastecimento do Agreste Pernambucano. (MIN, 2001)

Açudes do Sistema

O projeto será, em última análise, integrador da rede hidrográfica e da infra-estrutura existente, com possibilidade de utilizar um aporte externo, o rio São Francisco. A Tabela 4.2 apresenta os açudes que compõem o PISF, no qual cada um apresenta uma operação particular em função da sua capacidade, localização, demandas associadas e de serem ou não receptores diretos das águas transpostas do rio São Francisco. Com base nestes critérios, os açudes do sistema podem ser classificados da seguinte maneira:

- **açudes receptores:** recebem as águas transpostas do rio São Francisco, propiciando ganhos sinérgicos para o sistema (Chapéu, Entremontes, Castanhão, Santa Cruz, Armando Ribeiro Gonçalves, Epitácio Pessoa, Barra do Juá e Poço da Cruz);
- **açudes suplementares:** não recebem as águas do rio São Francisco, entretanto irão operar de forma integrada, aumentando a capacidade de regularização do sistema (Orós, Coremas-Mãe d'Água e Acauã), proporcionando ganhos sinérgicos;

- **açudes complementares:** recebem as águas do rio São Francisco e complementam o suprimento das demandas durante os períodos de paralisação do bombeamento. Entre estes, distinguem-se os que estão implantados e os planejados para integrar o sistema, a saber: existentes (Atalho, Eng. Ávidos, São Gonçalo, Pau dos Ferros, Poções e Camalaú) e planejados (Cuncas).

Tabela 4.2. Disponibilidade hídrica operada dos açudes das bacias receptoras.

Estado	Bacia Hidrográfica	Açude	Vazão regularizada descontadas as perdas (m ³ /s)
Ceará	Salgado	Prazeres	0,21
		Atalho	0,42
		Trussu	0,72
	Médio Jaguaribe	Orós	7,98
		Lima Campos	0,24
	Baixo Jaguaribe	Castanhão	15,11
	Banabuiú	Banabuiú	6,46
Pedra Branca		1,32	
R.M. Fortaleza	SRMF	6,81	
Rio Grande do Norte	Apodi	Angicos	0,00
		Flecha	0,00
		Pau dos Ferros	0,26
		Santa Cruz	2,92
	Piranhas-Açu	Armando Ribeiro Gonçalves	12,75
Paraíba	Piranhas	Eng. Ávidos	1,36
		São Gonçalo	0,34
		Lagoa do Arroz	0,30
		Coremas -Mãe d'Água	7,23
	Paraíba	Camalaú	0,24
		Boqueirão	2,47
		Acauã	1,61
		Poções ¹	0,00
Cuncas	Epitácio Pessoa		2,90
		Cuncas ²	0,00
	Pernambuco	Brigida	Chapéu
Entremontes			1,09
Moxotó		Poço da Cruz	1,15
Riacho do Navio		Barra do Juá	0,43
Total			75.33

(Fonte: MIN, 2001).

1 – vazão regularizada insignificante;

2 – reservatório a ser construído com vazão regularizada insignificante.

4.1.2 – Balanço Hídrico

A disponibilidade hídrica regional para o Projeto foi avaliada por meio dos Estudos de Inserção Regional (MIN, 2001), incluindo as bacias dos rios Jaguaribe/Região Metropolitana de Fortaleza, Piranhas, Apodi, Paraíba, Moxotó e Brígida, do Agreste Pernambucano e a Região Metropolitana de Recife. Estes estudos indicaram que as perdas de água armazenada, mesmo com gestão eficiente dos açudes, atingem cerca de 75%, superando 80% nos açudes menores.

Como se pode observar na Tabela 4.2, a disponibilidade hídrica operada efetiva para comparação com as necessidades da demanda, portanto, já descontadas as perdas por gestão dos açudes, foi avaliada em 75 m³/s (MIN, 2001). Por outro lado, novos pequenos açudes ainda poderão ser construídos, com alta possibilidade de redução da oferta hídrica garantida nos açudes situados a jusante, que são as principais fontes hídricas locais.

Neste contexto, o ganho de oferta por nova açudagem na região torna-se improvável em razão das perdas que devem ocorrer nas bacias receptoras com a construção de açudes menores para distribuir a água, reduzindo as vazões regularizadas de açudes situados a jusante.

Os estudos para a definição do projeto de engenharia e o dimensionamento do sistema (canais, estações elevatórias, estruturas hidráulicas, reservatórios) utilizaram as demandas definidas no relatório de “Cenários de Demanda Hídrica nas Bacias Receptoras” (MIN, 2001). Dos diversos quadros projetados, o Ministério da Integração Nacional escolheu o cenário alternativo C8, cuja demanda total perfaz 158,8 m³/s. Posteriormente, foram feitos ajustes nas demandas dos diversos usos, destacando-se:

- O acréscimo de uma derivação para suprir as demandas do Agreste Pernambucano e da Região Metropolitana do Recife (RMR), avaliadas em 6,8 m³/s, resultando em uma demanda total de 165,6 m³/s;
- As demandas urbanas e de irrigação do projeto foram reavaliadas, baixando para 152 m³/s a demanda total;
- E, em julho de 2004, as demandas foram reavaliadas para o EIA/RIMA, quando a demanda de irrigação difusa foi modificada para 24,3 m³/s, resultando em 164,1 m³/s de demanda total.

A Tabela 4.3 apresenta um resumo das demandas originais e de suas reavaliações.

Tabela 4.3. Resumo das demandas originais do PISF.

Cenário	Consumo Urbano	Consumos Difusos	Irrigação			Demanda Total
			Intensiva	Difusa	Subtotal	
Cenário alternativo C8	35,3	6,0	106,4	11,2	117,6	158,8
Cenário alternativo C8, com Agreste Pernambucano e RMR	41,5	6,0	106,4	11,8	118,1	165,6
Cenário alternativo C8, com Agreste Pernambucano e RMR com demandas reavaliadas	38,1	5,9	95,8	12,2	108,1	152,0
EIA/RIMA julho/2004	38,1	5,9	95,8	24,3	120,1	164,1

Obs.: Demandas em m³/s (Fonte: MIN, 2001 e 2004b).

O projeto de engenharia e o dimensionamento do sistema (canais, estações elevatórias, estruturas hidráulicas, reservatórios) foram elaborados de forma que não haveria restrições para a captação das águas do rio São Francisco. A proposta resultou em uma capacidade hidráulica de 127 m³/s, correspondendo a uma vazão máxima diária de 114,3 m³/s e uma vazão média bombeada de 16 m³/s, para o Eixo Leste, e 48 m³/s, para o eixo Norte. Deve-se registrar que a operação do sistema foi definida de forma a atender, sem falhas, às demandas dos diversos usos e a minorar a vazão bombeada.

Em resumo, o projeto de engenharia foi desenvolvido originalmente considerando:

- o cenário alternativo C8, com uma derivação para o Agreste Pernambucano e para a Região Metropolitana de Recife, perfazendo 152 m³/s;
- a operação que não considera qualquer restrição para captação das águas do rio São Francisco, além do limite de uma vazão máxima diária de 114,3 m³/s.

No entanto, por ocasião do Estudo de Impacto Ambiental (MIN, 2004b), o projeto ficou sujeito a restrições significativas, destacando-se:

- consolidação do EIA/RIMA, quando foi incluída uma demanda difusa social prioritária de 24,3 m³/s;
- Resolução n^o 29 da ANA, de 18 de janeiro de 2005, que determina as principais diretrizes operacionais do PISF.

A inclusão de uma demanda difusa social alterou a demanda total do projeto de 152 m³/s para 164,1 m³/s. O impacto desta modificação ocorre não só em termos do incremento na magnitude da demanda, como também da forma pela qual a água é captada, uma vez que as demandas difusas acrescidas são supridas por meio de captação direta do canal. Se a captação ocorrer desta forma, é improvável que a água chegue aos reservatórios onde poderia haver ganho sinérgico.

A Resolução n^o 29 da ANA estabeleceu diretrizes operacionais importantes, destacando-se:

- outorga preventiva de 26,4 m³/s no rio São

Francisco para atendimento à demanda projetada para o ano de 2025 para consumo humano e dessedentação animal no Nordeste Setentrional, indicando a possibilidade de bombeamento ininterrupto desta vazão;

- possibilidade de captação de uma vazão média diária de 114,3 m³/s, quando o volume do reservatório de Sobradinho estiver acima do menor valor entre:
 - nível correspondente ao armazenamento de 94% do volume útil;
 - nível correspondente ao volume de espera para controle de cheias.

Esta Resolução cria importantes restrições quanto à disponibilidade hídrica do rio São Francisco para o projeto. Verifica-se, também, que a disponibilidade hídrica permanente de 26,4 m³/s, que seria utilizada exclusivamente para consumo humano e dessedentação animal será, quase que integralmente, utilizada para atender a demanda difusa social prioritária de 24,3 m³/s. É importante observar que o caráter restritivo da Resolução demonstra frágil entrosamento e ausência de acordos entre doadores e receptores.

As recentes alterações exigiriam uma reavaliação do projeto de engenharia e do dimensionamento do sistema, bem como de sua operação. Como consequência imediata, haveria necessidade de reavaliação das demandas efetivamente atendidas, benefícios, custos, viabilidade técnico-econômica e ambiental e sustentabilidade operacional do projeto.

As demandas hídricas correspondentes para o horizonte 2025 somam, aproximadamente, 160 m³/s e um déficit potencial de 83 m³/s (MIN, 2004b). É interessante notar que o déficit potencial corresponde, aproximadamente, ao montante de irrigação intensiva nas bacias receptoras.

Desta forma, os 83 m³/s de déficit potencial correspondem ao aporte adicional requerido para o Nordeste Setentrional, o qual permitiria suprir as demandas urbanas (com garantia plena de abastecimento), atender parcela relevante do uso difuso

rural da área e suprir perímetros irrigáveis planejados numa área de aproximadamente 200 mil ha.

As Figuras 4.2 e 4.3 ilustram as disponibilidades atuais com 90% de garantia e as disponibilidades previstas

após a execução do PISF. Nos mesmos gráficos estão indicadas as previsões de demanda para vários usos e situações, ao longo do horizonte de planejamento (FUNCATE, 2001 e MIN, 2004b).

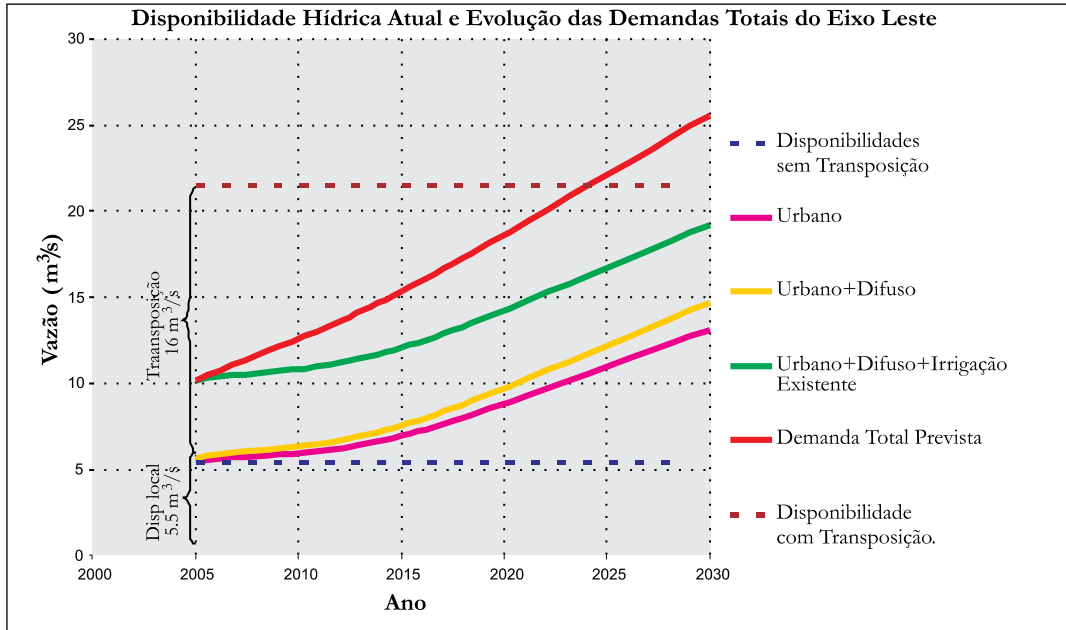


Figura 4.2. Disponibilidade hídrica atual e evolução das demandas totais do Eixo Leste.

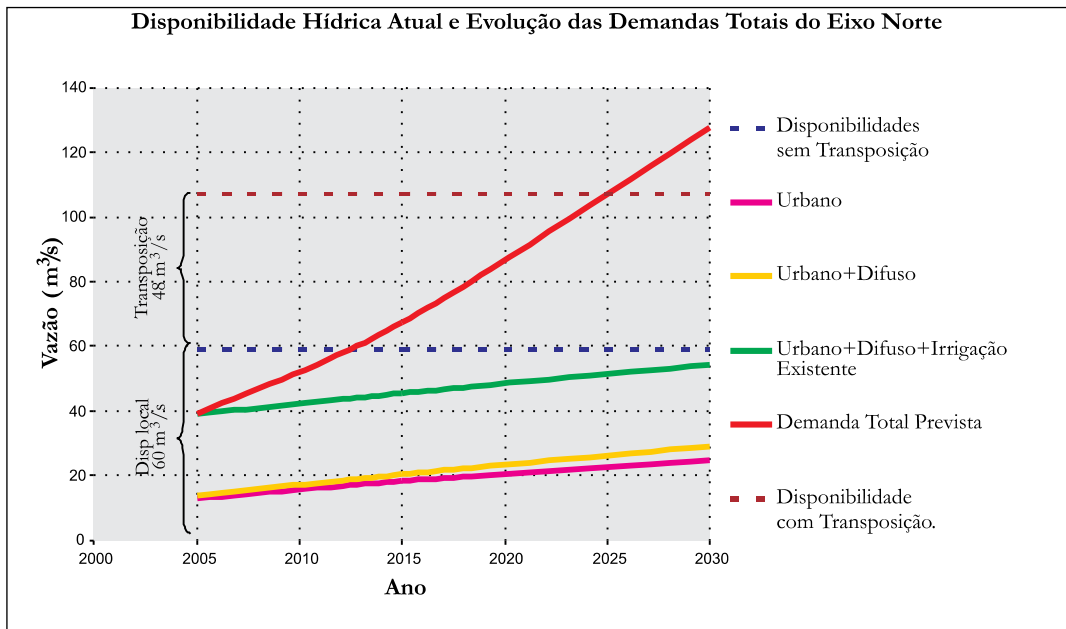


Figura 4.3. Disponibilidade hídrica atual e evolução das demandas totais do Eixo Norte.

Nestes gráficos, as disponibilidades, antes e depois da implementação do PISF, estão indicadas em linhas tracejadas.

A previsão total de consumo para os próximos 25 anos é indicada pela linha vermelha e inclui as demandas adicionais que seriam induzidas pela maior disponibilidade de água propiciada pelo PISF.

A linha verde representa a previsão das demandas urbanas e difusas somadas à demanda de irrigação atualmente existente.

Nota-se que, no caso do Eixo Leste, as disponibilidades atuais estão próximas ao esgotamento enquanto no caso do Eixo Norte ainda existem disponibilidades locais para atender às demandas nos próximos anos. Observa-se, ainda, que as taxas de crescimento da demanda total (linha vermelha) admitidas para o Eixo Norte foram significativamente maiores do que aquelas adotadas para o Eixo Leste, além de serem muito mais acentuadas que o padrão histórico observado na região.

Em ambos os gráficos as diferenças entre as linhas vermelhas e as linhas verdes representam a demanda futura de irrigação e percebe-se que o crescimento desta demanda é o maior responsável pela demanda total. O maior crescimento desta demanda seria justificado pelo efeito indutor que a maior garantia de fornecimento de água exerceria para a criação de novos projetos.

Por outro lado, a previsão de tal crescimento não é certa, pois a implantação de novos projetos de irrigação depende de uma série de outros fatores, além da disponibilidade adequada de água e solo. Esse fato merece consideração quando da análise de sustentabilidade do projeto.

4.1.3 – Operação do Sistema do PISF

O PISF tem como filosofia operacional básica a intensificação da utilização dos recursos hídricos locais, o que significa, em última análise, o uso racional dos volumes armazenados nos reservatórios. Em caso de uma estiagem prolongada, que em condições

naturais impediria o pleno atendimento das demandas, utiliza-se o bombeamento das águas do rio São Francisco para complementar temporariamente a disponibilidade hídrica local, evitando o déficit até que as aflúncias naturais permitam a recuperação parcial dos níveis da água (NA) dos reservatórios. Portanto, o projeto resume-se em um seguro que garante o aporte externo de água em caso de estiagem prolongada.

Esta segurança permitiria o uso mais intensivo das águas dos reservatórios, uma vez que há possibilidade de aporte externo. Isto resulta em NA mais baixos e menor volume reservado. Este uso mais intenso dos recursos hídricos locais aumenta as vazões regularizadas dos reservatórios para atender às demandas associadas, resultando nos seguintes benefícios adicionais:

- diminuição da área superficial dos reservatórios e, conseqüentemente, diminuição das perdas por evaporação;
- aumento do volume de reserva do reservatório, incrementando a capacidade de armazenamento de enchentes e minorando as vazões vertidas ou sangradas (perdas por vertimento).

A diminuição das perdas por evaporação e vertimento, resultante da garantia de um aporte externo proveniente do bombeamento das águas do rio São Francisco, recebeu a denominação de sinergia hídrica. O parâmetro que permite maximizar a sinergia dos reservatórios e do sistema é, basicamente, o volume de alerta de bombeamento. O objetivo de maximizá-la é, em última análise, a busca do volume de alerta de cada reservatório que maximiza o quociente entre a vazão regularizada do reservatório e a vazão bombeada do rio São Francisco.

A operação do sistema com o acionamento do recalque nas tomadas d'água do rio São Francisco resulta em consumo de energia elétrica e, portanto, em custos eventuais e impactos na capacidade de produção de energia das usinas hidrelétricas do rio São Francisco e, conseqüentemente, do SIN. Desta forma, a operação proposta do PISF procura minimizar o acionamento do recalque, tanto em relação à frequência quanto à magnitude das vazões.

Em linhas gerais, a decisão de acionamento do recalque deverá procurar atender, concomitantemente, aos seguintes objetivos principais:

- garantir o atendimento das demandas;
- minimizar o impacto na geração do SIN;
- minimizar as perdas por evaporação e vertimento nos reservatórios que compõem o sistema de transposição.

Estes objetivos são, algumas vezes, conflitantes. Desta forma, o acionamento do recalque nas tomadas d'água deveria ocorrer apenas quando o armazenamento de algum reservatório do PISF atingisse o volume de alerta (ou nível de alerta) de bombeamento.

A simulação da operação do sistema do PISF no horizonte de 2025, para o atendimento da demanda com garantia plena, revelou que a vazão média bombeada para o Eixo Norte seria de 45,2 m³/s, enquanto para o Eixo Leste obteve-se 18 m³/s,

perfazendo um total de 64 m³/s.

A diferença entre o aporte adicional requerido de 83 m³/s e a vazão média bombeada de 64 m³/s, que resulta em 19 m³/s, corresponde à denominada sinergia hídrica.

Portanto, conclui-se que a retirada média do rio São Francisco no horizonte de 2025 seria de 64 m³/s, correspondente a aproximadamente 5% (64/1300) da vazão mínima efluente da UHE Sobradinho e a 3% (64/1850) da vazão regularizada deste aproveitamento. Assim, em termos de disponibilidade hídrica do rio São Francisco, o impacto do PISF é insignificante.

4.1.4 – Análise dos Valores a Serem Cobrados no PISF

Na Tabela 4.4 são apresentados os preços cogitados para serem cobrados no Projeto de Integração do rio São Francisco.

Tabela 4.4. Preços da água a serem cobrados no Projeto de Integração do rio São Francisco.

Estado/Região	Preço (US\$/m ³) ¹	Cobertura do custo	Sector	Fonte
Transposição do São Francisco	0.11	O&M + Custo de capital + custo de oportunidade	Irrigação no NE Setentrional ²	Kelman e Ramos (2004)
	0.08	O&M + Custo de capital	Irrigação no NE com regra operativa da ANA ³	Kelman e Ramos (2004)
	0.019	Custos operacionais e de manutenção	Eixo Norte ⁴	MIN (2004)
	0.042	Custos operacionais e de manutenção	Eixo Leste ⁴	MIN (2004)
	0.007	Custos operacionais e de manutenção	Eixo Norte ⁵	MIN (2004)
	0.034	Custos operacionais e de manutenção	Eixo Leste ⁵	MIN (2004)
	0.064	Custo fixo de operação	Tarifa a ser cobrada no projeto ⁶	MIN (2004)

1 – Cotação Agência Estado/Broadcast (1US\$ = R\$ 2,723 de 28/03/05);

2 – Bombeamento contínuo com vazão média de 47 m³/s;

3 – Bombeamento normal (12 m³/s) e máximo (86 m³/s) quando Sobradinho estiver quase cheio, resultando em uma vazão média simulada de 35 m³/s ;

4 – Não condicionado a níveis elevados em Sobradinho (preço de 29/12/00, cotação de 1 US\$ = R\$ 1,955);

5 – Considerando água do São Francisco e local (sinergia hídrica do projeto em 2025);

6 – Referente à parcela da água garantida continuamente e correspondente ao consumo humano (preço de 30/07/99, cotação de 1 US\$ = R\$ 1,7892).

A discrepância percebida entre os valores cogitados pode ser explicada pela diferença entre as vazões médias transferidas e o custo estimado do projeto. Os dados apresentados na Tabela 4.4 indicam que o preço da água derivado da regra operativa estabelecida pelo termo de outorga para o projeto, conhecido como regra operativa da ANA, é menor que o calculado considerando a condição de bombeamento contínuo definido no projeto original. Na primeira situação, o volume bombeado por ano é menor (Kelman e Ramos, 2004).

Os valores apresentados por MIN (2004b) para o PISF foram determinados com base nos custos fixos (gestão e administração da operação, de manutenção e reposição de equipamentos, e de demanda de energia), nos variáveis (energia para recalques, distribuição da água, e outorga) e nas despesas indiretas estimadas para o projeto, segundo Lanna (2001). Os valores variam de acordo com a destinação da água (Eixo Norte e Leste), com a regra operativa admitida (considerando ou não o nível de Sobradinho) e com a condição de sinergia hídrica (aproveitamento das disponibilidades hídricas locais). O efeito sinérgico reduz o preço da água provavelmente porque contribui para minimizar a transferência de água.

Foi admitido um valor de US\$ 0,064/m³ a ser cobrado aos estados para garantir o pagamento dos custos fixos de operação do PISF, apenas com a parcela da água garantida continuamente e correspondente ao consumo humano (MIN, 2004b). Este valor aproxima-se do sugerido por Kelman e Ramos (2004) para cobrança na irrigação, seguindo a regra determinada no termo de outorga do projeto, que foi de US\$ 0,08/m³.

Segundo Lanna (2001), os custos anuais totais de operação e manutenção do PISF, considerando os preços da cobrança da água de zero e US\$ 0.0073/m³, são respectivamente cerca de US\$ 36 milhões e US\$ 53 milhões para o ano de 2025, conforme

cotação da Agência Estado/Broadcast de 28/03/2005 (1 U\$ = R\$ 2,723). O custo total correspondente ao preço zero de cobrança ocorre em função das despesas gerais da entidade que assumirá a operação do projeto, dos custos fixos (gestão e administração da operação, de manutenção e reposição de equipamentos e da capacidade instalada, e de demanda de energia), e dos custos variáveis (energia para os recalques e distribuição da água entre os Estados, e do custo de outorga da água). Verifica-se que a cobrança pelo uso da água de US\$ 0.0073/m³ causa um incremento de custos da ordem de 51%. O autor ressalta que o impacto pode ser relevante especialmente nos estados que possuem baixa sinergia no armazenamento das águas, como é o caso de Pernambuco, em que o incremento no custo total chegaria a 75%, considerando os valores acima.

4.2 – Análise do Atendimento às Demandas com e sem o PISF

Com o objetivo de avaliar o projeto de transposição das águas do rio São Francisco do ponto de vista da alocação da água para o atendimento às demandas nas bacias receptoras, os autores realizaram uma simulação do sistema com o auxílio de um modelo de rede de fluxo denominado AcquaNet (Porto *et al.*, 2003). Este modelo constitui uma classe de modelos de simulação que contém um algoritmo de otimização que tem se mostrado eficiente.

A otimização dos modelos de rede de fluxo foi executada a cada intervalo de tempo, de forma seqüencial. O intervalo mensal é usualmente o mais utilizado para os problemas de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, embora a técnica seja aplicável a intervalos mais curtos. Deve ser enfatizado, entretanto, que na maioria dos modelos de rede de fluxo, a otimização efetuada não é dinâmica, ou seja, não se garante o ótimo global para um número de intervalos de tempo à frente.

Os usuários podem colocar quantos nós de demanda forem necessários para levar em conta as demandas na bacia, sejam elas consuntivas ou não. O módulo de alocação atenderá a estas demandas de acordo com um valor de prioridade atribuída pelo usuário, que pode variar de 1 a 99, sendo o valor 1 a maior prioridade. Na realidade, as prioridades P e os custos C estão relacionados de forma biunívoca ($C = 10P - 1000$), o que significa que os valores de C que representam prioridades são sempre negativos. Portanto, ao atender uma prioridade, o módulo de alocação estará diminuindo os custos da rede de um valor C por unidade de vazão fornecida.

A operação dos reservatórios é feita utilizando-se o conceito de volume meta ou nível meta, ao qual se atribui uma prioridade. Desta forma, sempre que o volume armazenado for menor que o volume meta, o reservatório guardará água desde que as outras prioridades da rede sejam menores. O volume armazenado acima do nível meta tem custo zero, ou seja, é livre para atender a quaisquer demandas por menores que sejam suas prioridades. Quando o reservatório se encontra abaixo deste volume, ele atende somente às demandas de maior prioridade e procura reter água para atingir o volume meta. As perdas por evaporação dos reservatórios são levadas em conta por meio de processo iterativo.

O sistema de recursos hídricos é representado por uma rede formada de “nós” e “arcos”. Os nós representam reservatórios, demandas, reversões, confluências, e outros pontos importantes de um sistema. Os arcos são os elos de ligação entre os nós e representam trechos de rios, adutoras,

canais e outras estruturas semelhantes. A Figura 4.4 representa a rede de fluxo do sistema de transposição do rio São Francisco, baseada na configuração do projeto tal como proposto.

Foram simulados os seguintes quadros:

- Cenário 1: Concebido para verificar a condição de atendimento das demandas do Nordeste Setentrional sem o PISF;
- Cenário 2: Atendimento às demandas do Nordeste Setentrional com a regra de operação estabelecida pelo termo de outorga fornecido pela ANA (ANA, 2005a). A regra prevê um bombeamento contínuo de $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ para atendimento das demandas quando o reservatório de Sobradinho estiver abaixo dos seguintes volumes percentuais (Jan < 82%; Fev < 84%; Mar < 93%; Abr a Out < 94%; Nov < 89%; e Dez < 81%). Quando estiver acima destes volumes o bombeamento será livre para o atendimento total das demandas.
- Cenário 3: Operação para maximizar o atendimento de todas as demandas do Nordeste Setentrional buscando aumentar os níveis de garantia sem qualquer restrição operativa, ou seja, sem obedecer às condições estabelecidas no termo de outorga.

Na Figura 4.4 os triângulos representam os principais reservatórios do sistema, os círculos correspondem aos nós de confluência ou passagem e os quadrados constituem os nós de demanda. Alguns reservatórios com volumes de regularização pouco significativos foram integrados em um só reservatório equivalente para diminuir a dimensão do problema sem, entretanto, comprometer a qualidade dos resultados.

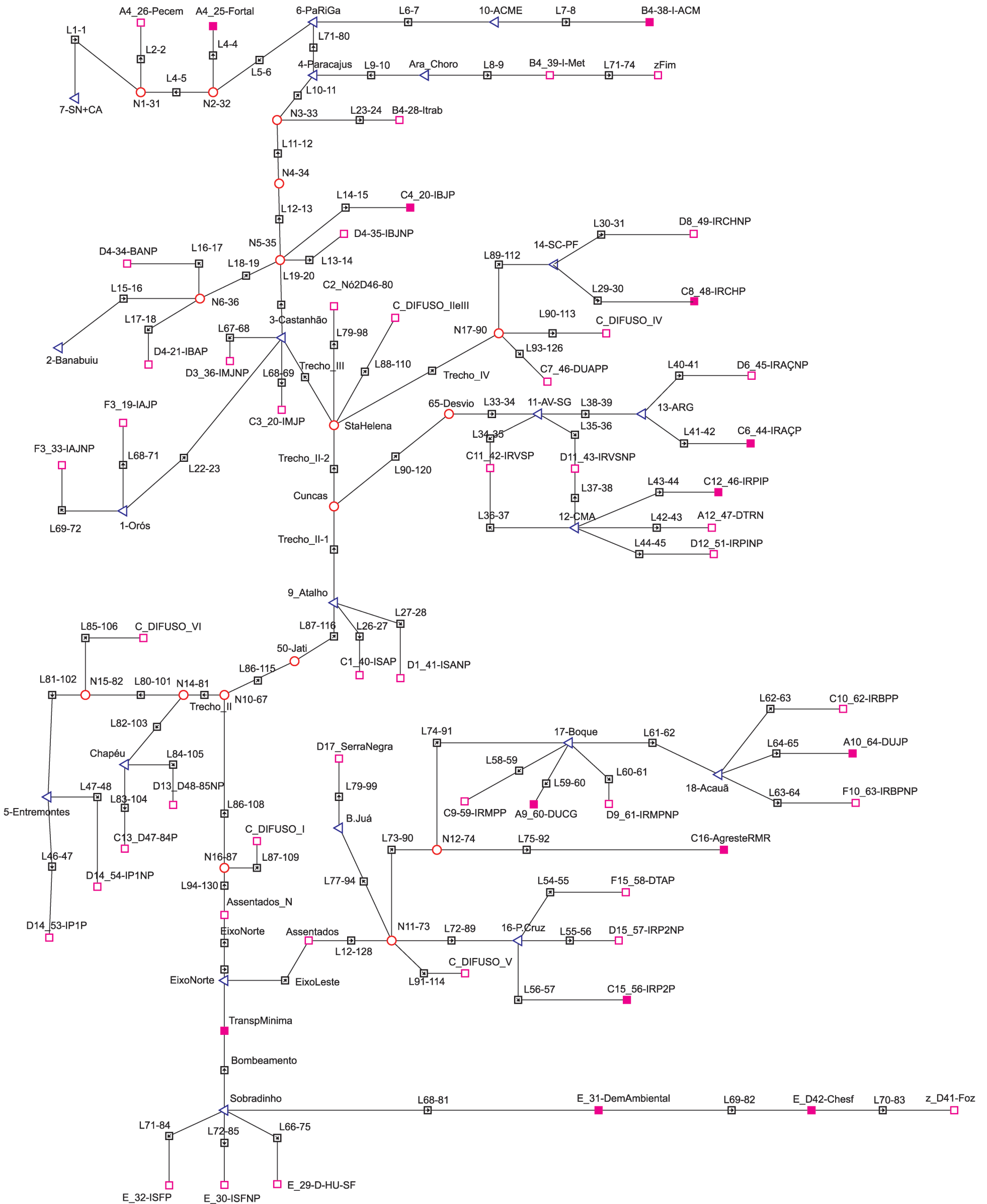


Figura 4.4. Rede de fluxo do sistema de transferência do rio São Francisco.

Em todos os reservatórios foram consideradas perdas por evaporação, que são significativas na região. As perdas por infiltração nos canais foram adicionadas às demandas por uma questão de uniformidade com as simulações anteriormente realizadas durante os estudos de viabilidade econômica. Caso existam dados de infiltração nos canais e reservatórios, o modelo poderá levá-los em conta para refinar as análises.

As demandas do Nordeste Setentrional utilizadas nas simulações foram obtidas do projeto original (MIN, 2001)¹⁴. No que se refere aos consumos na própria bacia do rio São Francisco, as simulações admitiram como pressuposto básico o atendimento dos valores

constantes do Resumo Executivo do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (ANA, 2005b).

A Tabela 4.5 apresenta um resumo com a caracterização das principais demandas existentes no Nordeste Setentrional que serão abastecidas pelo PISF. As maiores prioridades foram conferidas às demandas urbanas e sociais que receberam valores de 1 ou 5. As demandas difusas que englobam pequenos consumos urbanos e irrigações já existentes vêm a seguir, com prioridade 10. Ficam por último as irrigações que até o momento são planejadas ou cogitadas para implementação futura, com prioridade 25.

Tabela 4.5. Caracterização das demandas do Nordeste Setentrional.

Demanda	Descrição	Tipo⁽¹⁾	P⁽²⁾	UF
Assentados_N	Demandas difusas no canal do Eixo Norte	Social	1	
Assentados_L	Demandas difusas no canal do Eixo Leste	Social	1	
C1_40-ISAP	Irrigação social na área do açude Atalho e Santo Antônio	Social	1	CE
D1_41-ISANP	Irrigação difusa na área do açude Atalho e Santo Antônio	IRR DIF	1	CE
C2_nó2D46-80	Demandas entre Santo Antônio e a confluência Jaguaribe Salgado	URB, Social e IRR DIF	1	CE
C3_20-IMJP	Médio Jaguaribe, trecho entre a confluência dos rios Jaguaribe e Salgado e o reservatório Castanhão	URB	10	CE
F3_19-IAJP	Alto Jaguaribe	IRR INT	10	CE
D3_36-IMJNP	Médio Jaguaribe, trecho entre a confluência dos rios Jaguaribe e Salgado e o reservatório Castanhão	IRR INT	25	CE
F3_33-IAJNP	Alto Jaguaribe	IRR INT	25	CE
A4_25-Fortal	Região Metropolitana de Fortaleza	URB	5	CE
A4_26-Pecem	Região do Pecém	URB	5	CE
B4_28-Itrab	Demanda associada ao canal do Trabalhador	URB	10	CE
C4_20-IBJP	Irrigação intensiva no Baixo Jaguaribe	IRR INT	10	CE
D4_35-IBJNP	Baixo Jaguaribe Prioritário	IRR INT	25	CE
B4_38-I-ACM	Demandas urbanas RMF	URB	10	CE
B4_39-I-Met	Demandas urbanas RMF	URB	10	CE

(continua)

¹⁴ A série de vazão média mensal que alimenta o modelo foi de 60 anos, com dados cobrindo o período de janeiro de 1931 a dezembro de 1990. Esta série é considerada satisfatória para estudos dessa natureza.

(continuação)

Demanda	Descrição	Tipo⁽¹⁾	P⁽²⁾	UF
C6_44-IRACP	Demanda urbana no Baixo Açú	URB	10	RN
D6_45-IRACNP	Demanda urbana no Baixo Açú	URB	25	RN
C7_46-DUAPP	Uso humano e animal e irrigação social difusa no Alto e Médio Apodi	URB; IRR DIF	1	RN
C8_48-IRCHP	Demanda urbana Chapada do Apodi (açude Santa Cruz)	URB	10	RN
D8_49-IRCHNP	Irrigação Chapada do Apodi (açude Santa Cruz)	IRR INT	25	RN
A9_60-DUCG	Demanda urbana (Campina Grande)	URB	5	PB
C9_59-IRMPP	Irrigação no Alto Paraíba	IRR INT	10	PB
D9_61-IRMPNP	Irrigação no Alto Paraíba	IRR INT	25	PB
A10_64-DUJP	Demanda urbana do Médio e Baixo Paraíba	URB	5	PB
C10_62-IRBPP	Irrigação no Baixo Paraíba	IRR INT	10	PB
F10_63-IRBPNP	Irrigação no Baixo Paraíba	IRR INT	25	PB
C11_42-IRVSP	Urbano e irrigação nas várzeas de Sousa (Alto Piranhas)	URB; IRR INT	10	PB
D11_43-IRVSNP	Irrigação nas várzeas de Sousa (Alto Piranhas)	IRR INT	25	PB
A12_47-DTRN	Demanda urbana e irrigação no Médio Piranhas	URB; IRR INT	5	PB
C12_46-IRPIP	Irrigação no Médio Piranhas	IRR INT	10	PB
D12_51-IRPINP	Irrigação no Médio Piranhas	IRR INT	25	PB
C13_D47-84P	Irrigação e uso urbano associado ao açude Chapéu	URB; IRR INT	10	PE
D13_D48-85NP	Irrigação açude Chapéu	IRR INT	25	PE
C14_53-IP1P	Social, urbana e irrigação associado ao açude Entremontes	URB, Social e IRR INT	10	PE
D14_54-IP1NP	Irrigação Trecho I em Pernambuco	IRR INT	25	PE
F15_58-DTAP	Demanda prioritária urbana (açude Poço da Cruz)	URB	5	PE
C15_56-IRP2P	Irrigação Trecho V em Pernambuco (açude Poço da Cruz)	IRR INT	10	PE
D15_57-IRP2NP	Irrigação no Trecho V em Pernambuco (açude Poço da Cruz)	IRR INT	25	PE
C 1 6 _ AgresteRMR	Demanda urbana para o Agreste Pernambucano	URB	1	PE
D17_Serra Negra	Irrigação associada ao açude Barra do Juá	IRR INT	10	PE
C4_21-IBAP	Irrigação intensiva no Banabuiú	IRR INT	10	CE
D4_34-BANP	Banabuiú	IRR INT	25	CE

(1) URB – urbana; Social – uso social difuso; IRR INT – irrigação intensiva; IRR DIF – irrigação difusa.

(2) Prioridade.

Os resultados da simulação para os Cenários 1, 2 e 3 estão apresentados nas Figuras 4.5, 4.6 e 4.7, respectivamente. Verifica-se que a maioria das demandas do Nordeste Setentrional é atendida com garantias altas mesmo sem o PISF (Figura 4.5). As garantias de atendimento das demandas com o PISF melhoram significativamente

quando se pode dispor de vazões transpostas do reservatório de Sobradinho, mesmo com a restrição da regra operacional (Figura 4.6 e 4.7). Todas as demandas de irrigação apresentam níveis de garantias acima de 80%, suficientes para sustentar projetos de irrigação intensiva de alto rendimento.

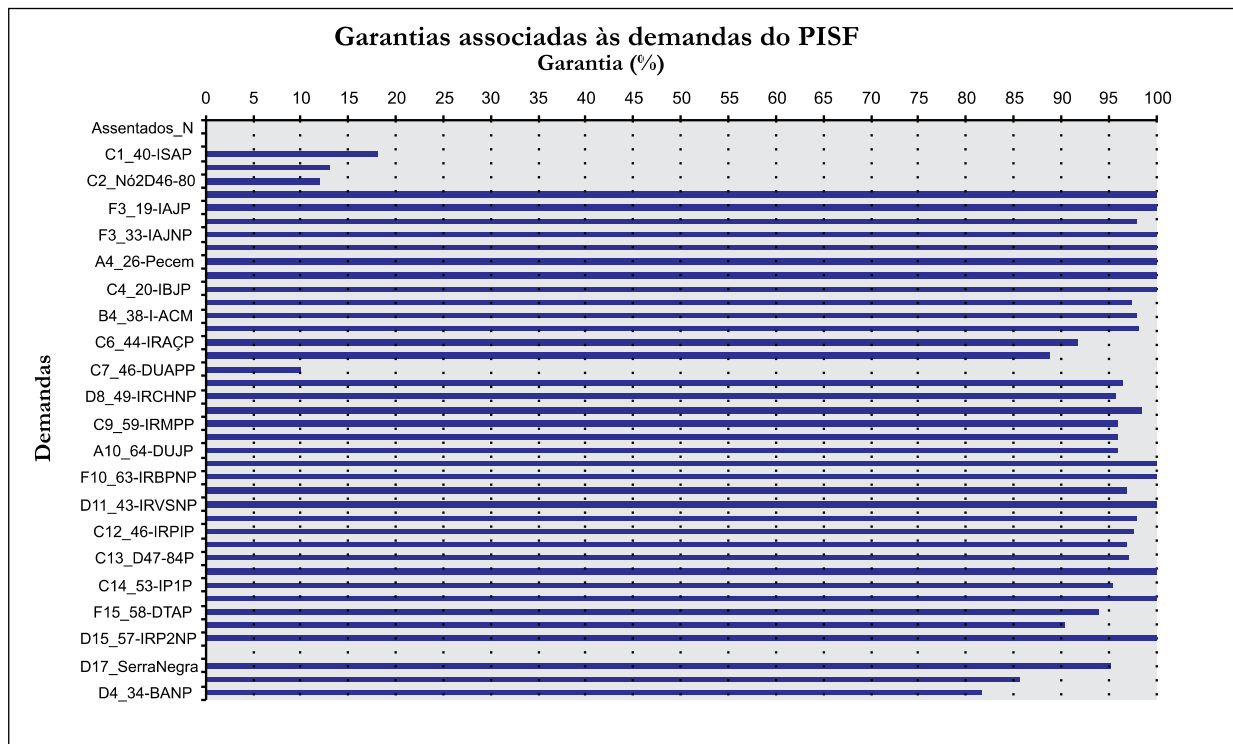


Figura 4.5. Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional sem o PISF (Cenário 1).

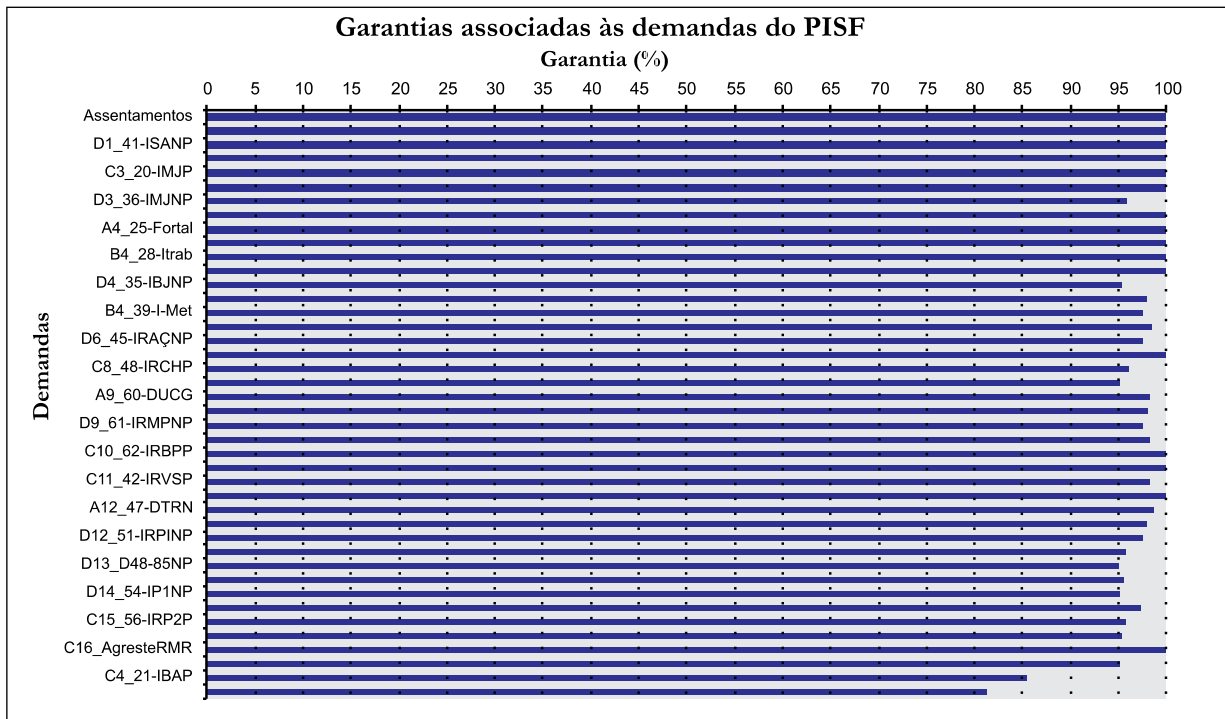


Figura 4.6. Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional com o PISF de acordo com a regra de operação estabelecida pela ANA (Cenário 2).

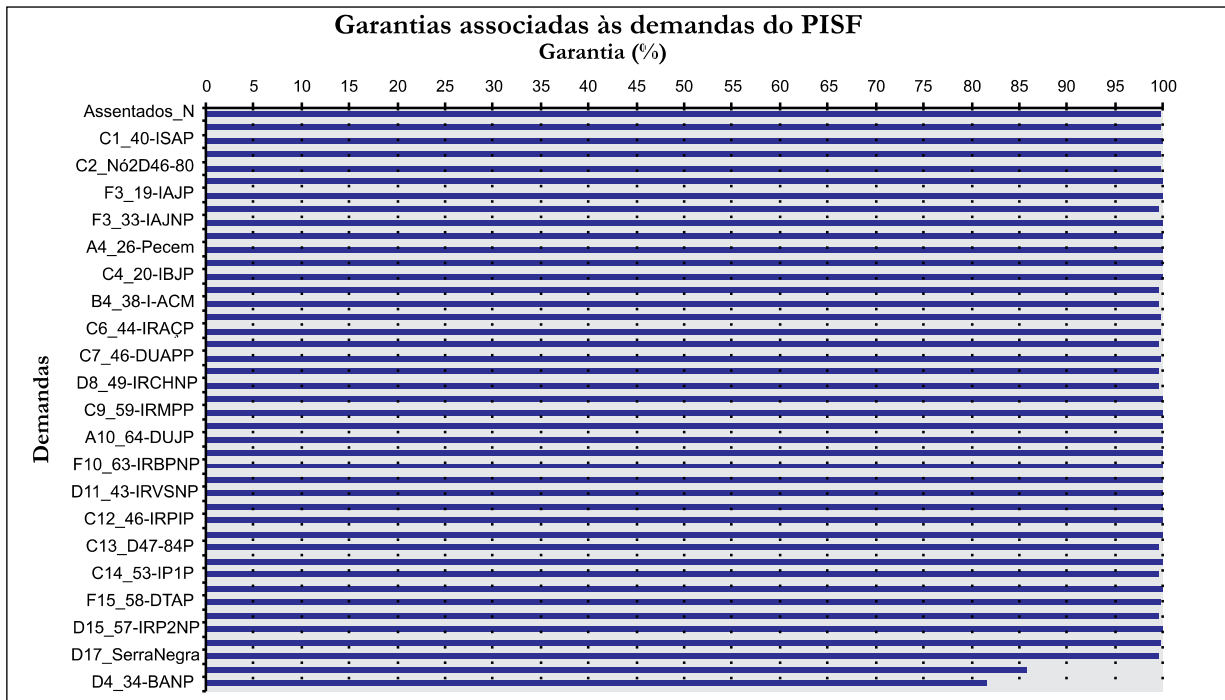


Figura 4.7. Garantias de abastecimento obtidas para as diversas demandas do Nordeste Setentrional com o PISF para maximizar o atendimento (Cenário 3).

Como era esperado, as garantias de atendimento das demandas do PISF para o Cenário 3 aumentaram ainda mais (Figura 4.7) em consequência da inexistência da restrição de bombeamento. Entretanto, a demanda ambiental a jusante de Sobradinho e a demanda da Chesf tiveram suas garantias de atendimento reduzidas quando comparadas ao Cenário 2. Apenas as demandas de irrigação intensivas associadas ao reservatório Banabuiú não tiveram as garantias de atendimento melhoradas, porém seus valores foram superiores a 80%.

Uma comparação dos três cenários em termos de vazões médias bombeadas e da permanência do volume de Sobradinho acima de 80% do volume útil é apresentada na Tabela 4.6. No Cenário 2 a vazão

média bombeada para abastecimento das demandas do Nordeste Setentrional é menor que no Cenário 3. As garantias de atendimento deste último cenário são maiores e a vazão média bombeada para o Eixo Norte representa 74,8% de toda a vazão média bombeada, enquanto no Cenário 2 este valor é de 70,7%. A vazão média bombeada para o Eixo Leste é ligeiramente maior no Cenário 2 quando comparada ao Cenário 3. O reservatório de Sobradinho permanece acima de 80% do seu volume útil durante 52,5%, 61,35% e 50% do tempo nos Cenários 1, 2 e 3, respectivamente. Nota-se que a regra de operação estabelecida no termo de outorga, representada no Cenário 2, favorece o armazenamento de maiores volumes de água, o que significa maior segurança de operação, especialmente em períodos mais críticos de disponibilidade de água.

Tabela 4.6. Comparação dos cenários em termos de vazões bombeadas e permanência de Sobradinho acima de 80% do volume útil.

Cenário	Vazão média bombeada (m ³ /s)	Vazão média bombeada- Eixo Norte (m ³ /s)	Vazão média bombeada- Eixo Leste (m ³ /s)	Permanência de Sobradinho (> 80% do volume útil)
1	-	-	-	56,2 %
2	50,73	35,86	14,87	56,2 %
3	57,72	43,18	14,54	50 %

Os resultados da simulação indicam que a maioria das demandas do Nordeste Setentrional são atendidas com níveis de garantia superiores a 90% mesmo sem o PISF. A garantia de atendimento dessas demandas aumenta com o PISF e o aumento das garantias de abastecimento das demandas está condicionado à maior disponibilidade de água para o atendimento das demandas das bacias receptoras, com ou sem restrição de bombeamento. A regra de operação estabelecida no termo de outorga, ainda que pesem as restrições impostas, permite atingir níveis de garantia satisfatórios para as demandas do Nordeste Setentrional e manter níveis mais elevados de garantia para as demandas ambiental e de geração de energia a jusante de Sobradinho.

Na bacia do São Francisco, os impactos provocados pelo PISF nas disponibilidades para usos ambientais, agrícolas, industriais, de abastecimento humano e de geração de energia elétrica foram pequenos. Estas conclusões referem-se especificamente aos valores de alocação da água constantes no já referido Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (ANA, 2005).

4.3 – Análise do PISF

As preocupações do Governo Federal com a questão da escassez hídrica no semi-árido nordestino são legítimas e meritorias. O problema de crônica falta d'água tem representado um dos principais gargalos para o desenvolvimento harmônico e integrado da

região Nordeste, caracterizada pela alta concentração de pobreza e grandes desigualdades inter-regionais.

O projeto de engenharia do PISF proposto vem sendo elaborado nos últimos anos por empresas conceituadas de consultoria. O PISF foi analisado por equipes nacionais e internacionais, como o *US Bureau of Reclamation*, não havendo questionamentos relacionados ao projeto de engenharia no que diz respeito ao seu arcabouço físico (*lay out*) e ao dimensionamento dos seus equipamentos, canais e outras estruturas.

Ademais, apresenta méritos inegáveis principalmente quando considerados na escala temporal de longo prazo. Dentre estes, pode-se destacar:

- a utilização das águas de um manancial perene e regularizado de grande potencial;

- a vazão transposta (com média de 65 m³/s) é insignificante em comparação à disponibilidade hídrica do rio São Francisco;
- parte dos bombeamentos das águas do rio São Francisco ocorrerá em períodos de excedente hídrico, conforme as simulações da operação do sistema; e
- o significativo aumento das garantias de fornecimento de água na região Nordeste atendida pelo Projeto.

Assim, procedeu-se análise técnica do PISF considerando os aspectos básicos relacionados às principais questões envolvidas em projetos de transferência de águas entre bacias hidrográficas. A Tabela 4.7 apresenta uma síntese desta análise, que utilizou os dados disponíveis no relatório do EIA/RIMA.

Tabela 4.7. Síntese da análise técnica do PISF.

Aspectos Básicos	Projeto de Integração do Rio São Francisco
Base Legal e Institucional	As bases legais e institucionais necessárias para garantir a operação, manutenção e o retorno econômico-financeiro do projeto precisam ser mais bem estruturadas. É necessário definir uma base legal para a cobrança pela água aduzida, a identificação dos usuários, a participação dos estados e da União, eventuais subsídios para assentamentos, dentre outros. Os acordos a serem firmados entre os implementadores do projeto e seus usuários (estados receptores) devem ter força legal para que exista garantia no cumprimento dos acordos estabelecidos na fase de projeto principalmente no que diz respeito ao pagamento da tarifa de água.
Aspectos Gerenciais	Foram elaborados estudos de alternativas do modelo de gestão do PISF. No entanto, precisa estar melhor definido o gerenciador do projeto: (instituição privada ou pública) suas responsabilidades, direitos, etc. Idealmente, a agência operadora do sistema deveria participar das discussões sobre o projeto e da construção da obra, o que facilitaria a operação e manutenção futura..
Participação do Usuário	Os usuários do projeto, em tese, são os Governos dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. No entanto, os usuários finais - empresas de abastecimento, indústrias e, em maior parcela, irrigantes - não foram envolvidos e alguns não foram identificados. Por exemplo, a irrigação que responde por 57,4 % da demanda não tem usuários identificados. Seria importante que os maiores usuários do sistema estejam identificados, que sua disposição a pagar seja estabelecida e que estes possam participar do processo de implementação do projeto por meio de algum tipo de fórum de usuários do PISF.

(continua)

(continuação)

Aspectos Básicos	Projeto de Integração do Rio São Francisco
Sustentabilidade Financeira e Administrativa	A sustentabilidade financeira e administrativa do projeto está diretamente vinculada à definição de uma base legal, institucional e gerencial. Os altos custos operacionais, resultantes em grande parte do uso da energia, devem ser garantidos pela cobrança da água. Para isto, os valores envolvidos e os compromissos deveriam estar bem definidos.
Impactos Ambientais nas Bacias Doadora e Receptoras	<p>Os impactos na bacia doadora estão bem definidos e são relativamente pequenos e gerenciáveis com um eficiente programa de mitigação e gestão ambiental. Com relação às bacias receptoras, a concepção e seleção de alternativas de traçado dos respectivos eixos considerou adequados critérios ambientais evitando ou minimizando impactos sobre unidades de conservação, terras indígenas, patrimônio cultural, etc.</p> <p>Os impactos negativos identificados referem-se principalmente aos impactos diretos da implantação como operação do PSIF e são, em geral, mitigáveis e/ou compensáveis por medidas adequadas.</p> <p>O EIA/RIMA, no entanto, não considerou os impactos regionais promovidos tanto pela implantação como operação do PSIF na região do Nordeste Setentrional e não avaliou os riscos de não implementação de uma série de pré-requisitos importantes e dos investimentos a jusante, que pudessem garantir a capilaridade do sistema.</p>
Adoção de Medidas Compensatórias	<p>O EIA identificou os impactos ambientais e recomendou algumas medidas. Além disso, foram previstos sete programas ambientais compensatórios, que incluem apoio técnico às prefeituras, desenvolvimento de comunidades indígenas, apoio às unidades de conservação, implantação de faixa de proteção dos reservatórios, implantação de infra-estrutura de abastecimento de água às populações ao longo dos canais, fornecimento de água e apoio técnico para pequenas atividades de irrigação ao longo dos canais para comunidades agrícolas e desenvolvimento de atividades de piscicultura.</p> <p>Deveria também ser definida a parcela de compensações à bacia doadora. Parece ser intenção do Governo fazer isto por meio do Programa de Revitalização da Bacia do São Francisco. Portanto, as atividades a serem apoiadas neste programa, seus custos, fonte de recursos e cronograma de implantação devem estar bem definidos.</p>
Custos de Projetos de Transferência de água	<p>O custo de implantação do PISF foi avaliado em R\$ 4,5 bilhões. Esse valor parece não incluir os custos adicionais de transporte da água até o usuário final e os projetos coligados, como as áreas irrigadas. Seria importante então, se estabelecer o custo total do projeto de forma a se fazer uma contraposição com os seus benefícios totais estimados. Igualmente necessário seria a definição das responsabilidades pela implementação de todas as etapas até a entrega de água aos usuários finais. Por exemplo, nos projetos de irrigação do eixo Norte, quem faria a adução da água às áreas pré-selecionadas? Quem implantaria a estrutura de uso comum dos projetos? Assume-se que o setor privado se responsabilizaria por toda infra-estrutura parcelar (<i>on-farm</i>).</p>

A análise apontou algumas áreas do projeto atual que ainda precisam de detalhamento, por exemplo: apoio a procedimentos de gestão integrada, adequada e eficiente; redução de perdas físicas nos sistemas de distribuição para o abastecimento urbano e para a irrigação; além do preenchimento dos requisitos técnicos, os investimentos e os arranjos institucionais necessários à sua consecução.

Em que pese a qualidade dos projetos de engenharia, verifica-se que o PISF necessita de uma base legal, institucional e gerencial mais bem estruturada, que garanta sua sustentabilidade econômica e administrativa. Além disso, o PISF seria fortalecido se aumentasse o envolvimento dos estados beneficiários nas questões decisórias fundamentais. A implantação das obras pelo Governo Federal, sem o comprometimento legal, institucional e gerencial dos estados envolvidos (exportadores e importadores da água) constitui risco para a sustentabilidade do projeto, pois sua operação tenderá a ficar restrita a emergências.

Partindo da existência de uma infra-estrutura de açudagem que garanta uma disponibilidade razoável de recursos hídricos para grande parte do semi-árido, é razoável admitir-se que as ações de curto e médio prazos deveriam priorizar a construção de infra-estruturas de adução e distribuição, acompanhadas da implementação de melhores sistemas de gestão. Esta propriedade de “capilaridade” é essencial, principalmente quando se leva em conta que grande parte da população nordestina encontra-se dispersa por vastas regiões semi-áridas. Foi este o pressuposto do Programa PROÁGUA/Semi-Árido, por exemplo, que investiu, preferencialmente, em adutoras e sistemas de gestão e apenas complementarmente em açudagem. Um programa com tais características possui também a vantagem de apresentar resultados a curto prazo e com custos menores.

O Eixo Norte fornecerá água preponderantemente para projetos de irrigação, demonstrando um enfoque voltado a objetivos de desenvolvimento regional¹⁵. Por

¹⁵ As demandas para adução em favor da Região Metropolitana de Fortaleza só se configuram para cenários em horizontes futuros, da ordem de 15 anos.

seu turno, no Eixo Leste prepondera o atendimento às demandas urbanas (mais propriamente urbano-industriais, já que não há como separá-las), em especial no Agreste da Paraíba (Campina Grande) e de Pernambuco.

A análise das demandas dos Eixos Norte e Leste concluiu que há possibilidade de escalonamento na implantação com ganhos econômicos e financeiros expressivos¹⁶, por exemplo:

- mesmo sem o PISF seria possível atender às demandas atuais e projetadas dos usos urbano e difuso em todo o Eixo Norte, até 2012;
- para o atendimento das demandas de irrigação dos projetos existentes e em implantação na região do Eixo Norte, haveria necessidade do projeto de PISF no ano de 2010 para o trecho localizado na bacia do rio São Francisco e, no ano de 2016, no trecho para o Ceará;
- haveria necessidade de solução de médio prazo para o déficit hídrico da região no trecho em Pernambuco, correspondendo à bacia do rio Moxotó;
- para o atendimento das demandas urbanas e difusas na região no trecho no estado da Paraíba, há necessidade de um aporte externo de água a partir do ano de 2011.

Os impactos negativos mais significativos identificados no EIA/RIMA referem-se a:

- Fase de construção – perda e fragmentação de áreas de vegetação nativa, perda de habitats e redução da biodiversidade da fauna terrestre, aumento das tensões sociais e quebra de relações sociais e comunitárias;
- Fase de operação – perda e fragmentação de áreas de vegetação nativa, estabelecimento de novos habitats aquáticos, alteração na qualidade da água e da vida aquática nas bacias receptoras, introdução de espécies potencialmente nocivas ao homem e modificação do regime fluvial.

¹⁶ Sem a realização de estudo de sensibilidade ou revisão das projeções à luz do que ocorreu nos últimos anos.

Os impactos positivos identificados referem-se, principalmente, à fase de operação do empreendimento, sendo os mais significativos: redução da exposição da população aos efeitos da seca, geração de emprego e renda, aumento da reposição de água subterrânea, aumento da população de peixes, aumento da oferta de água, redução da exposição da população a tratamentos de saúde e óbitos, dinamização da agropecuária e diminuição do êxodo rural e da pressão sobre as grandes cidades.

No entanto, os estudos ambientais não esclarecem a complexa situação ambiental vigente no Baixo São Francisco. A dinâmica ambiental do BSF foi inicialmente modificada com a construção do reservatório de Sobradinho, há cerca de 30 anos, e da cascata de usinas hidrelétricas da CHESF, promovendo a regularização de vazões e a retenção de sedimentos. Com a construção da Usina de Xingó, que opera em regime de ponta, nova alteração no regime hídrico do Baixo São Francisco foi realizada, passando a se verificar diariamente alterações significativas de vazão no rio a jusante, com situações de vazões altas e de vazões baixas características de períodos de estiagem, com os conseqüentes impactos sobre a dinâmica hídrica local. Apesar da retirada de vazão pelo PSIF não promover modificação na situação vigente no Baixo São Francisco, a percepção da população local é de que qualquer projeto que demande a retirada de água do São Francisco irá promover maiores alterações, agravando o quadro de degradação do rio.

Ademais, os estudos ambientais apresentam algumas carências importantes:

- o PSIF possui algumas premissas básicas entre as quais as referentes a uma boa gestão dos recursos hídricos existentes na região e a serem adicionalmente aportados pela transposição, além de uma significativa redução de perda dos sistemas atuais de abastecimento de água (cerca de 45 a 50 % para um patamar de 25%). Por certo essas premissas, do ponto de vista ambiental, são bastante adequadas em função de uma melhor racionalização de usos desse recurso natural

escasso. No entanto, o projeto não especifica e não prevê as medidas e os investimentos necessários para que se alcance essa gestão mais eficiente.

- o Projeto, ao possuir um claro caráter norteador e estruturante para o desenvolvimento da região do Nordeste Setentrional, guarda dependência direta de investimentos em projetos de utilização da água em perímetros de irrigação e de distribuição para abastecimento urbano (estruturas de adução, tratamento e distribuição), e para outros usos como o desenvolvimento turístico. Esses investimentos “de ponta” não estão dimensionados no Projeto de Transposição, tanto espacialmente quanto em termos técnicos, institucionais e de recursos financeiros.

Na avaliação empreendida não há clareza quanto aos beneficiários diretos e indiretos do Projeto assim como daquela população excluída desses benefícios e que deverão ser atendidos por programas complementares.

A avaliação ambiental empreendida no EIA/RIMA não contempla a análise de impactos referentes aos projetos associados (*ações a jusante*) e o de desenvolvimento induzido pelos mesmos. Como exemplo citam-se os impactos decorrentes da agricultura irrigada sobre os meios natural e sócio-econômico, os impactos sobre a infra-estrutura de saneamento – esgotamento sanitário das cidades e localidades a serem abastecidas, os conseqüentes efeitos de poluição dos rios, etc.¹⁷

É importante destacar que os impactos indiretos e cumulativos desse processo podem trazer, muitas vezes, efeitos maiores que o próprio projeto de transposição. Não há no EIA/RIMA uma tentativa de abordagem consistente para essas questões, incluindo o detalhamento dos benefícios sociais desse desenvolvimento.

¹⁷ Ressalte-se que as áreas a serem atendidas pelos projetos associados são significativamente maiores que as áreas referentes à construção da infra-estrutura da transposição e dos rios e reservatórios receptores, avaliadas no EIA/RIMA.

Por outro lado, os eixos de transposição possuem potencial para uma indução de concentração de populações atualmente dispersas, podendo vir a constituir fator de ordenamento territorial da malha urbana e rural da região. Contudo, a avaliação empreendida não considerou esse potencial de forma aprofundada (estrutura fundiária, ordenamento das áreas urbanas, benefícios sociais, etc.), analisando diversos cenários futuros de desenvolvimento e ordenamento territorial, os seus impactos sócio-econômicos e as respectivas ações complementares necessárias.

A compreensão e avaliação do conjunto de impactos indiretos e do desenvolvimento induzido pelo PSIF demandaria um processo mais abrangente de análise, com uma visão mais estratégica. Esse processo deve incluir tanto o PSIF e os projetos associados (ações de ponta), quanto as iniciativas e investimentos em realização e planejados para a região. O instrumento de *Avaliação Ambiental Regional – AAR*, pode se mostrar mais apropriado para esse processo. Com a AAR pode-se avaliar os impactos ambientais acumulativos e interativos de atividades e projetos múltiplos que possam estar sendo executados, planejados ou simplesmente propostos. Este tipo de avaliação pode ser parte de processo de planejamento regional contribuindo para a formulação de estratégias de investimentos mais sustentáveis e para o fortalecimento da capacidade de manejo ambiental a nível regional.

Após análise do PISF, observou-se que seria oportuna a elaboração de novos estudos para: (a) avaliação criteriosa dos diversos sistemas estaduais de gestão existentes na região e não só dos quatro estados beneficiários; (b) avaliação institucional criteriosa dos diversos atores institucionais envolvidos no processo, tanto os estaduais como os federais, os privados e/ou da sociedade civil organizada; (c) avaliação jurídica das diversas situações geradas pelo Projeto; (d) definição clara das funções inerentes ao empreendimento e das suas fases, desde o planejamento macro até a operação; (e) montagem de alguns cenários e opções de arranjos institucionais para o empreendimento, com matriz de vantagens, desvantagens, riscos e

pontos fortes de cada uma delas; (f) e posicionamento técnico sobre a melhor alternativa institucional.

De posse desses novos dados seria importante a discussão com todos os envolvidos, principalmente o comitê da bacia do rio São Francisco, os estados doadores e beneficiários, os atores federais envolvidos e a ANA (outorgante), compatibilizando o Projeto com o Plano de Bacia o qual enfoca utilização máxima dos recursos hídricos na própria bacia.

A questão institucional para o PISF precisa ser avaliada com grande antecedência para possibilitar a elaboração de estudo de viabilidade e criação de arcabouço que garanta o sucesso do empreendimento.

A análise econômico-financeira deveria ser rigorosa para esclarecer questões fundamentais da operação do projeto, como a identificação das fontes de recursos para o ressarcimento aos investidores e/ou financiadores.

Sob a ótica do interesse de empreendimentos de agricultura irrigada a serem desenvolvidos a partir do projeto, deveria ser levado em consideração no contexto e como requisito para a sua viabilidade um conjunto amplo de ações integradas que contemplem as unidades de produção, negócio, gestão geopolítica, perímetros e distritos de irrigação e desenvolvimento (pólos regionais), mediante a elaboração de projetos estratégicos e operacionais de engenharia que, respeitando as características específicas de propósitos-recursos-sistemas, abranjam algumas das seguintes temáticas:

- engenharia de produção agrícola (primária de matérias primas);
- fortalecimento da gestão municipal e de organização de comunidades e de produtores;
- planos de negócios de produtos/*commodities* e de *marketing*;
- manejo ambiental e de ecoturismo em áreas de reserva permanente e de lazer/recreação;
- engenharia de obras de interesse coletivo (hidráulicas, viárias, de comunicação e de energia);
- capacitação de recursos humanos e de educação à distância; e,

- acompanhamento e avaliação da gestão de empreendimentos, públicos e privados.

O conceito de revitalização da bacia do rio São Francisco precisa ser discutido e claramente definido para que se possa identificar as ações a serem realizadas, baseando-se em informações técnicas e não apenas em demandas dos estados. A revitalização do São Francisco tem sido aspecto de grande controvérsia. Nesse contexto, torna-se relevante a definição do que se espera da revitalização e quais as atividades a serem realizadas. É importante que as ações sejam tecnicamente avaliadas no intuito de minimizar as pressões políticas no processo.

O exposto indica que uma implementação escalonada do projeto, de jusante a montante, seria ideal para:

- explorar ganhos potencialmente elevados mediante a gestão das demandas, induzindo a racionalização dos consumos industrial (modernização de circuitos, etc.) e urbano (redução

de perdas físicas e comerciais, reconhecidamente elevadas);

- complementar a infra-estrutura local, potencializando sua capacidade, inclusive de distribuição de água às famílias de baixa renda, de modo a mitigar a demanda por inversões estruturais de abrangência regional e propiciar a obtenção imediata de benefícios sociais que seriam postergados, tanto pela competição por recursos fiscais escassos, quanto pela expectativa de conclusão das obras da transposição;
- observar que a própria distribuição de água nessas áreas urbanas depende de investimentos complementares dos concessionários (adutoras, estações de tratamento de água, rede de distribuição e ligações domiciliares), com eventuais subsídios para famílias de menor renda, caracterizando um ambiente de competição por recursos escassos, entre as mega intervenções do PISF e as obras capilares necessárias à mitigação de condições de pobreza urbana e rural.

5

Lições Aprendidas

Transferências de água entre bacias hidrográficas têm sido realizadas por vários países inclusive o Brasil. Na maioria das vezes, ocorrem de regiões com alta disponibilidade hídrica, onde existem grandes reservas, para áreas que apresentam escassez e necessitam de projetos para assegurar o abastecimento. Cada projeto contempla peculiaridades de natureza física, política, histórica e econômica, que determinam, por sua vez, soluções próprias. Estas diferenças excluem a possibilidade de utilizar fórmulas encontradas por projetos elaborados em outros países para solucionar problemas específicos locais. Entretanto, não se pode desprezar o fato que a experiência adquirida provê lições úteis que poderão contribuir para viabilizar a implementação desse tipo de aproveitamento de recursos hídricos e garantir sua sustentabilidade financeira, operacional, ambiental e social.

Os fatores apontados neste capítulo podem ser vistos, portanto, como um conjunto de pré-condições necessárias (embora não suficientes) para que um projeto de transferência de água tenha sucesso. Para tornar mais concreto o papel destes fatores, procurou-se ilustrá-los com exemplos extraídos das experiências internacionais e nacionais citadas.

5.1 – Base Legal e Institucional

Geralmente transferências de água entre bacias são regidas por acordos ou leis que servem para amparar as ações físicas e institucionais combinadas entre a bacia doadora e receptora. Dispositivos legais sólidos são necessários para garantir o cumprimento dos compromissos de todas as partes envolvidas

e os benefícios a que têm direito. Desta forma, procura-se assegurar que o desempenho de projetos que requerem altos investimentos, cujos benefícios se realizam em longo prazo, não fique sujeito a contingências políticas, administrativas e econômicas de curto prazo.

As experiências demonstram que os projetos devem sempre considerar os planos de bacias e se inserir no contexto do planejamento global dos planos nacionais de recursos hídricos, para garantir os direitos dos usuários, o atendimento aos critérios de gestão, às necessidades e prioridades das bacias envolvidas. O sistema institucional para a gestão do empreendimento, sua construção, operação e manutenção devem ser acordados previamente, por meio de compromissos formais dos atores envolvidos, de forma a garantir o sucesso do projeto.

Nos Estados Unidos, as transferências de água são, em geral, controladas por leis estaduais no aspecto quantitativo e por leis federais no aspecto de qualidade. A regulamentação é procedida por meio de sistema de direitos de água, contabilidade de água e da administração de acordos interestaduais (USDI, 2004).

É exemplar o caso da distribuição da água do rio Colorado, objeto de um tratado assinado pelos estados interessados e aprovado pelo Congresso Americano, o “Colorado River Water Compact” (Tratado do rio Colorado). A Constituição Americana prevê a figura do *Compact*, ou seja, um pacto assinado entre um ou mais estados que deve ser submetido à aprovação do Congresso, passando a ter força de Lei. Pelos termos de um pacto – que apresenta igualmente o poder de limitar direitos de água previamente

existentes e reconhecidos legalmente – os estados podem estabelecer como partilhar os recursos de uma bacia hidrográfica. A regulação do uso da água pelo instrumento reconhece, antes de mais nada, a importância do recurso, cujo desenvolvimento está geralmente associado a investimentos de grande porte, necessitando, portanto, de respaldo legal e institucional fortes e sustentáveis em longo prazo.

No caso da “Snowy Mountains Hydroelectric Scheme – Esquema Hidrelétrico das Montanhas de Snowy – SMHS”, por exemplo, notou-se a necessidade de criação da Iniciativa da Bacia Murray-Darling, uma parceria entre o governo australiano e as comunidades com o objetivo de regulamentar o Acordo da Bacia Murray-Darling. O Acordo teve a intenção de promover e coordenar o planejamento e gerenciamento efetivos para o uso equitativo, eficiente e sustentável da água, do solo e dos outros recursos naturais da bacia.

5.2 – Aspectos Gerenciais

A complexidade e a existência de conflitos são atributos inerentes aos grandes sistemas de aproveitamento de recursos hídricos e o gerenciamento eficaz e eficiente desses sistemas constitui fator absolutamente necessário ao seu sucesso. Gerenciamento de recursos hídricos significa prover água na quantidade requerida, com qualidade adequada, onde e quando necessário, a custos viáveis e de forma ambientalmente sustentável. Fica claro que é importante realizar um grande número de ações, após a construção das obras, para que a água chegue efetivamente ao usuário final. O atributo, usualmente conhecido pelo termo *capilaridade*, é essencial para que os benefícios esperados se concretizem. No passado, inúmeras experiências fracassaram porque a água foi disponibilizada sem especificação clara de seus usos e usuários, em locais distantes dos centros de consumo e sem projetos que efetivamente colocassem a água onde, quando e como o usuário final necessitava.

As experiências demonstram que o desenvolvimento e a implementação de projetos de transferência de águas devem, imprescindivelmente, se processar de forma pactuada com as entidades interessadas e com os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos das regiões envolvidas.

É essencial que os beneficiários da transferência sejam claramente identificados, assim como aqueles que eventualmente sejam prejudicados pelo projeto. Tal definição é relevante pois os primeiros deverão, de alguma forma, pagar pelo benefício recebido, enquanto os últimos devem receber alguma compensação. Igualmente devem estar claros os custos operacionais e a forma como serão pagos.

O caso da transposição do rio Colorado para o Big Thompson, C-BT, é um bom exemplo da importância que os aspectos gerenciais representam para o sucesso do empreendimento. O “Northern Colorado Water Conservancy District – Distrito para a Conservação de Água do Norte do Colorado – NCWCD”, entidade que opera o sistema, foi criado, antes da implementação das obras, pelos condados que seriam beneficiados. Estes condados também aprovaram leis destinando parcelas dos impostos territoriais da região para cobrir parte dos custos de operação e manutenção financeira do empreendimento e que atualmente representam cerca de 46% do orçamento do NCWCD.

No Peru, no Projeto Especial Chavimochic, por exemplo, a administração é realizada por um órgão executivo desvinculado do governo regional de La Libertad e conta com autonomia técnica, econômica, financeira e administrativa. O projeto tem participação de investidores privados que cultivam produtos irrigados para exportação (PEC, 2005).

Como exemplo brasileiro, pode ser citado o caso do Sistema Cantareira. Para projetar, construir e operar o sistema foi criada uma empresa mista, a antiga COMASP que, posteriormente, foi absorvida pela SABESP. É importante ressaltar que desde a concepção do Sistema Cantareira existia uma definição clara de como ele seria operado e de quais seriam os beneficiários do empreendimento.

No caso da transposição Coremas – Mãe D’Água, observa-se que a obra, até o momento, não produziu os benefícios planejados. Não existem análises sistematizadas a respeito das razões responsáveis por tal fato e estas devem ser múltiplas e complexas. É digno de registro, entretanto, que não parece ter havido por parte dos realizadores da obra maior preocupação com os aspectos gerenciais aqui discutidos.

5.3 – Participação do Usuário

Embora a participação governamental nos projetos de recursos hídricos seja sempre importante, inclusive com o aporte de subsídios significativos, é essencial perceber que o envolvimento dos beneficiários e dos impactados por estes projetos é igualmente importante. O papel usualmente não se restringe apenas à pressão política para que o projeto seja ou não desenvolvido, mas também envolve aspectos de co-responsabilidade pelas obras, sua operação, manutenção e amortização. É necessário que o usuário se envolva com o projeto a partir do seu início, uma vez que assim poderá saber que custos e responsabilidades lhe caberão e poderá participar do processo decisório a respeito destas questões.

A participação é sem dúvida aspecto chave para a aceitação social de projetos de transferência de água. O envolvimento da sociedade na definição das políticas de gerenciamento da bacia, nas discussões dos projetos e na análise dos conflitos de uso da água ajuda a incorporar aspectos sociais e ambientais, além de fornecer uma primeira idéia da disposição que a sociedade tem para pagar pelos custos do projeto. O comitê de bacia hidrográfica é a instância legal e legítima para dirimir conflitos e negociar pactos, de forma responsável e transparente. No contexto, a definição dos papéis e responsabilidades das partes envolvidas, o comprometimento e participação da sociedade, a identificação e avaliação conjunta dos problemas, soluções e alternativas, são aspectos importantes a serem observados.

Novamente o C-BT é exemplar neste aspecto. Após uma fase inicial em que a atuação política dos interessados constituiu papel chave para a aprovação do projeto, notou-se a presença efetiva dos usuários na operação do “Northern Colorado Water Conservancy District”.

O caso da transposição de águas do rio Piracicaba para a Região Metropolitana de São Paulo também é ilustrativo. Em 1974, emitiu-se a primeira outorga do Sistema Cantareira, com vigência até 2004. De início o papel dos usuários foi pouco significativo, fato que posteriormente levou a comunidade da bacia do Piracicaba a se organizar para participar mais

ativamente dos processos decisórios relativos à gestão dos recursos hídricos da bacia.

Durante os 30 anos de vigência desta outorga, a comunidade da bacia do Piracicaba organizou-se com o propósito de gerir de forma mais racional e sustentável os recursos hídricos da região. Inicialmente foi criado o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, entidade que reuniu todos os municípios da região, mobilizando as forças políticas regionais. Posteriormente, com a instituição do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criou-se o Comitê Estadual das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Mais recentemente, instituiu-se também o Comitê Federal destas bacias com base na Lei 9433. Quando do vencimento da outorga inicial, em agosto de 2004, já existia na bacia um conjunto de fóruns participativos experientes em embates e negociações.

Os debates a respeito da concessão da nova outorga foram longos e acirrados, muitas vezes emocionais e extremados. Além da participação das entidades acima citadas e da SABESP, empresa que reverte as águas do Piracicaba e as distribui para a Região Metropolitana de São Paulo, participaram também das negociações a ANA, a Secretaria de Recursos Hídricos, Energia e Saneamento e o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, na qualidade de instituições com importantes atribuições de gestão de recursos hídricos em níveis estadual e federal. Estas últimas elaboraram estudos técnicos de alto nível e exerceram também papel de mediação essencial para o bom termo dos entendimentos.

O Termo de Outorga foi então finalmente emitido, com a concordância de todos os interessados, garantindo direitos de alocação da água para a Bacia do Piracicaba e para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, por meio de regras bem definidas de operação do Sistema Cantareira. O termo também previu algumas medidas compensatórias a serem implementadas pela SABESP.

Caso exemplar de participação de usuários na tomada de decisão foi o Projeto da Barragem do Castanhão, no estado do Ceará, como pode ser observado pela leitura do Quadro 5.1.

Quadro 5.1. Participação da sociedade civil - Caso do Projeto Castanhão-CE Elaborado por Francisco Pardailan Farias Lima

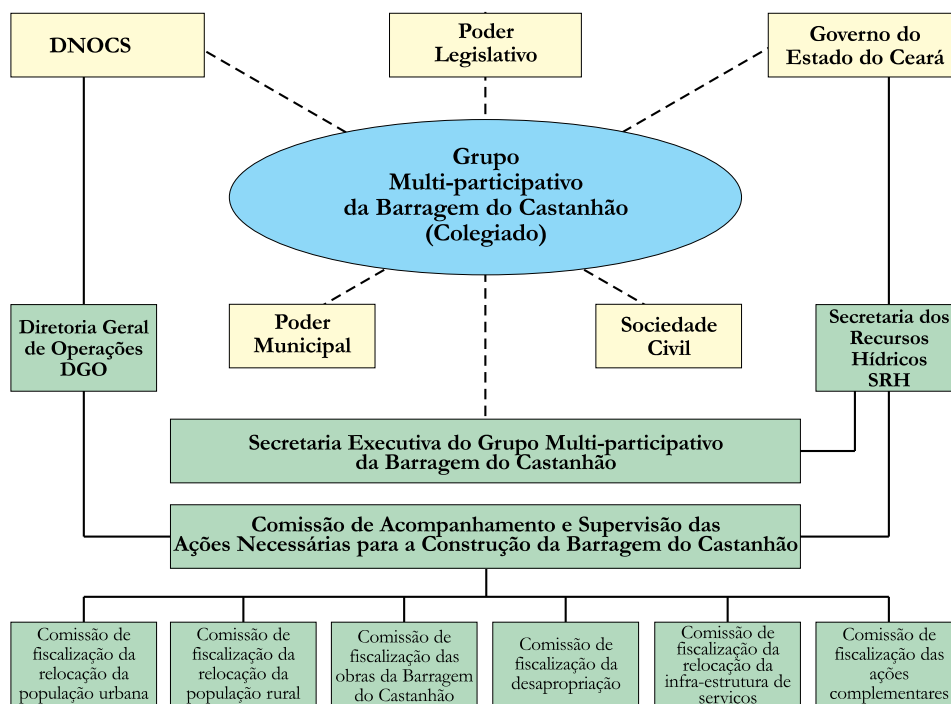
No início das obras e ações do Projeto Castanhão, efeitos impactantes foram sentidos profundamente no meio antrópico, atingindo uma população superior a 12 mil pessoas, que com grandes prejuízos da sua história, cultura e tradição tiveram que ser retiradas da área a ser inundada pelo lago formado pela barragem do Castanhão.

O momento era oportuno para uma nova e profunda modificação, criando-se uma efetiva parceria entre os promotores das obras (Governo do Estado do Ceará e DNOCS) para uma experiência social de condução de um grande empreendimento. Surgiu, então, pelo Decreto nº 23.752, de 18 de julho de 1995, do Governo do Estado do Ceará, o Grupo Multi-participativo do Castanhão (GM) em cujo espaço estavam presentes todos os atores (Governo e Sociedade) envolvidos.

A Figura mostra a forma como foi estruturado o GM nas suas funções de articulação, deliberação, execução e acompanhamento, com a presença dos promotores das obras (Governo do Estado do Ceará e DNOCS), do Poder Legislativo Estadual, do Poder Municipal dos municípios diretamente envolvidos com o Projeto Castanhão e, de forma marcante, da Sociedade Civil dos municípios atingidos.

Doze representantes dos municípios de Jaguaribara, Alto Santo, Jaguaretama e Morada Nova passaram a compor o colegiado, número expressivo se comparado com o total de participantes desse grande fórum social que somava dezessete membros. Junte-se a isso a importância da escolha, feita diretamente pelos municípios entre os atores mais representativos dos anseios e aspirações da sociedade civil desses municípios.

Legalmente e institucionalmente o GM estava formado. Restava acompanhar a sua atuação como experiência que envolvia um farto exercício de cidadania. Tentava-se encontrar uma nova fórmula na qual não se reproduzissem experiências outras em que, por um lado, a sociedade cobrava simplesmente os seus direitos e o Poder Público teria, por outro lado, que fazer as suas obrigações.



Legenda
 ————— Articulação e Deliberação
 - - - - - Execução e Acompanhamento

Estrutura do Grupo Multiparticipativo

Criou-se, então, a parceria na qual se discutiam esses direitos e essas obrigações. Pergunta-se, então, quais as razões que fizeram desse colegiado a base para a condução descentralizada e participativa de um projeto da magnitude do Castanhão.

Primeiro, a determinação do Governo do Estado do Ceará de inovar com a implantação dessas ações em respeito ao sentimento de um povo que, se antes lutou contra o Castanhão, se alinhou, posteriormente, na compreensão da importância social dessa obra para o estado do Ceará, o que induziu a sua efetiva participação como grande parceiro, cobrando, fiscalizando, ajudando na resolução dos grandes impactos que são provocados por uma ação desse porte.

O GM desenvolvia os seus trabalhos de forma itinerante, percorrendo, em suas reuniões mensais, as sedes municipais e os distritos diretamente atingidos. As reuniões do Grupo tinham caráter público e toda a população usava o direito de colocar as suas opiniões e defender os seus interesses.

Quase 100 reuniões mensais foram realizadas e registradas em mais de 6000 páginas de transcrições, de 300 páginas de atas e 360 fitas de gravações. Esse acervo é público e ficará disponível no futuro, para qualquer consulta, no Museu do Projeto Castanhão.

Das grandes discussões e decisões emanadas desse colegiado merecem destaque:

- O problema das desapropriações e indenizações de amplas faixas de terra (mais de 60.000 ha) é geralmente traumático, mas cujo desenvolvimento com o GM, a partir da a criação de uma tabela justa de indenizações, da ordem dos pagamentos e das suas prioridades decididas no seio do Colegiado permitiram enfrentar a questão de forma transparente;
- Todo o processo de transferência da população foi analisado, discutido e as soluções foram propostas dentro do Grupo, desde o destino de cada família, passando pela escolha do local da futura moradia e com total sentimento de respeito a cada família impactada nas suas tradições e costumes;
- A participação do planejamento do município de Jaguaribara, o mais atingido pela inundação de terras, o qual, através da ativa participação do GM, recebeu terras doadas pelos municípios vizinhos, num total de mais de 80 mil ha de solos de boa qualidade.

Todo esse exercício social desenvolvido durante oito anos deveria servir como exemplo para a condução futura de grandes obras públicas, nas quais a sociedade deverá estar presente, desempenhando o seu papel de parceira e comprometida também com obrigações para a boa condução de grandes ações.

5.4 – Sustentabilidade Financeira e Administrativa

Sistemas de aproveitamento de recursos hídricos requerem investimentos de grande porte e costumam ter impactos sociais, econômicos e ambientais (positivos e negativos) de grande significado. A experiência demonstra que é essencial, portanto, que o projeto seja operado e mantido adequadamente para que atinja seus objetivos.

Sob o aspecto de sustentabilidade econômica e financeira do projeto é possível admitir que os custos de capital sejam parcial ou totalmente subsidiados a partir de decisões políticas claras e de cunho social. Entretanto, os recursos necessários para a sua operação e manutenção devem ser providos pelos beneficiários do projeto, independentemente de dotações orçamentárias governamentais que

usualmente estão sujeitas a contingências fiscais, políticas, administrativas, financeiras e econômicas, fora do controle dos usuários.

Além dos aspectos econômicos e financeiros, é essencial também que se garanta a sustentabilidade administrativa da operação dos projetos. As entidades responsáveis por estes serviços devem ser eficientes na aplicação dos recursos que administram, livres de injunções políticas indevidas e de contingenciamentos orçamentários.

Dois características são importantes nessa discussão: a titularidade e a propriedade de direito de uso da água. No oeste dos Estados Unidos, por exemplo, o desenvolvimento dos recursos hídricos foi moldado com base no sistema de titularidade de uso, que estabelece uma lista de prioridade de acesso à água em que o critério de hierarquia é a data de apropriação. O funcionamento desse sistema é garantido pelo registro de direitos de uso da água semelhante ao sistema brasileiro de registro de imóveis¹⁸. O usuário detentor de um determinado direito de água pode comercializá-lo, vendendo-o ou alugando-o livremente. Estabelece-se assim um mercado de águas em que o valor do recurso é estabelecido por mecanismos de oferta e procura, no qual um direito antigo tem maior valor que um direito mais recente, pois o primeiro corresponde a uma maior garantia de fornecimento. Da mesma forma e pelo mesmo motivo, águas reguladas por reservatórios tendem a ter maior valor que aquelas sujeitas às incertezas do ciclo hidrológico.

Em situações onde a água é um bem privado, o título de propriedade nos EUA indica claramente as quantidades envolvidas, limitações de uso em situações de escassez e as condições para negociação do título. Para evitar que a propriedade privada da água sirva a propósitos especulativos, o sistema americano adota o critério em que a água deve ser utilizada para produzir benefícios efetivos. O detentor de direitos

¹⁸ No Brasil, há experiências localizadas de titularidade de direitos de uso da água, com registro em cartório, como o caso da Fonte Bateiras, no sul do Ceará.

de água pode perdê-los se não utilizar o recurso.

Sistemas de gestão de recursos hídricos em que os direitos de uso podem ser livremente negociados entre os usuários da bacia, através de um mercado de água, podem apresentar vantagens no processo de transferência de água, pois os mecanismos econômicos tendem a estabelecer uma maior eficiência do uso do recurso (Ballester, 2004).

No Colorado, este sistema de mercado de água tem funcionado bem no âmbito do NCWCD, onde o mercado é regulado pela autoridade governamental instituída e as disputas resolvidas em um tribunal da água – *Water Court*. Neste caso, as transações de mercado são feitas somente na área geográfica do distrito e sob a sua supervisão (USDI, 2004 e Braga, 2000).

Simpson *apud* Braga (2000) aponta alguns pontos que devem ser levados em conta para que um mercado de água possa funcionar, a saber: existência de sólido sistema de direito de uso da água, métodos de quantificação da outorga com base em volumes anuais e facilmente verificáveis pelos usuários, sistema administrativo gerenciador que propicie segurança para as transações, existência de infraestrutura e de meios de incrementar esta infraestrutura para uso da água por parte do comprador e existência de mecanismos de participação e compensação de terceiros.

No Brasil, e em inúmeros outros países, o conceito de titularidade privada da água e de mecanismos de mercado para regular seu uso não é admitido¹⁹. De acordo com a Lei nº 9.433/1997, os corpos hídricos são de domínio público, e seu uso está sujeito às normas legais relativas à arrecadação e aplicação de recursos financeiros públicos, peculiares a dominialidade ao qual o corpo hídrico está vinculado.

Como a cobrança pelo uso da água é relativa ao uso de um bem público, o entendimento jurídico é que

¹⁹ No caso de Bateiras, o direito à água faz parte da escritura pública, podendo, ou não, ser vinculado à posse da terra.

os recursos financeiros só poderão ser movimentados por instituições públicas, tendo, obrigatoriamente, que passar pelo Orçamento Geral da União. Muitas vezes isso se traduz em grandes dificuldades para implementar a cobrança e para investir diretamente os recursos arrecadados, pois o sistema de gestão fica sujeito à adoção de medidas de contingenciamento pelo Governo, das dotações orçamentárias dos recursos financeiros dos órgãos e fundos federais.

No que se refere aos projetos de transferência de águas, essa questão traz como consequência a incerteza de que os recursos da cobrança sejam, prioritariamente, aplicados nas bacias onde foram arrecadados. O que se espera é que os valores sejam investidos em ações que conduzam à recuperação e à preservação da quantidade e da qualidade da água nas bacias envolvidas, de acordo com as prioridades estabelecidas nos planos de desenvolvimento dos sistemas de aproveitamento hídrico, disso dependendo a sustentabilidade econômica e administrativa dos projetos.

Para ilustrar a importância da sustentabilidade financeira e econômica nestes sistemas registra-se que nos casos do Sistema Cantareira e da Reversão do Alto Tietê para Baixada Santista, por exemplo, nunca houve problemas de sustentabilidade financeira, pois os preços da água praticados para abastecimento público e produção de energia sempre foram capazes de cobrir os custos de operação e recuperar os investimentos.

5.5 – Impactos Ambientais nas Bacias Doadora e Receptora

Projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas provocam alterações no regime hidrológico tanto na bacia doadora quanto na receptora. Essas mudanças produzem impactos de natureza quantitativa e qualitativa. Na bacia receptora pode-se verificar modificações na erosão e no curso do rio, dependendo do volume de água recebida e das condições específicas do terreno. Na bacia doadora, pode ocorrer degradação da qualidade da água em decorrência da diminuição da vazão para diluição de poluentes e prejuízo ao ecossistema aquático pela

alteração da cadeia alimentar, igualmente dependendo das quantidades de água envolvidas.

Os estudos de impactos ambiental em projetos de transferência devem considerar as possíveis interações e consequências provocadas nas comunidades e no meio ambiente de ambas as bacias, e devem estabelecer regras e políticas específicas a serem seguidas após a sua implementação.

Apesar de as avaliações ambientais representarem uma importante ferramenta para identificar impactos de projetos hídricos, muitas vezes elas não são suficientes para proteger e preservar os recursos hídricos, especialmente se os estudos forem executados depois que os elementos essenciais do projeto já estiverem definidos. Uma boa política seria exigir que os projetos explicitassem critérios e alternativas para proteger e restaurar ecossistemas aquáticos ameaçados. Tais políticas são emergentes em diversos países, como na África do Sul, onde a nova Lei de águas estabelece uma maior prioridade à demanda de água para os ecossistemas do que para muitos outros usos, incluindo energia, agricultura e indústria (Hiriji, 1998).

O caso do mar de Aral, apesar de não ser uma transferência de águas entre bacias, mas cujos impactos possuem natureza similar, constitui-se em bom exemplo de que os impactos ambientais negativos podem ser muito significativos. O uso consuntivo da água nas bacias contribuintes foi de tal porte que desequilibrou totalmente o balanço hídrico do lago, a ponto de se cogitar a transposição de águas de outras bacias, a custos elevadíssimos, para reestabelecer o equilíbrio anterior.

No caso do projeto de transposição do rio Ebro, na Espanha, o decreto, que não permitiu a sua implantação, citava que um dos motivos para sua proibição seria o fato de as questões ambientais não terem sido levadas em consideração na elaboração da proposta. Os aspectos ambientais questionados incluíam: os efeitos da diminuição da vazão do rio Ebro a jusante; a não avaliação das medidas necessárias para a proteção do rio, nem das espécies protegidas

existentes; a não análise da possível salinização da água nas bacias doadora e receptora; e a falta de cadastro dos usuários das águas do rio.

O mais importante, porém, é reconhecer que grandes projetos de transferência de água têm como objetivo induzir o desenvolvimento de uma região e que, portanto, os seus impactos positivos e/ou negativos estão além dos limites físicos das obras de infraestrutura. Técnicas modernas como a Avaliação Ambiental Regional podem auxiliar na identificação e gerenciamento destes impactos.

5.6 – Adoção de Medidas Compensatórias

Quando se trata do aproveitamento da água, é bastante comum que os benefícios obtidos por uma parte da sociedade se façam em prejuízo de outra. Este fato não deve ser, em princípio, impeditivo do desenvolvimento de projetos de recursos hídricos, desde que as chamadas medidas compensatórias sejam devidamente consideradas e implementadas.

Nos casos em que esta questão foi ignorada, foram impostos, como consequência, enormes custos às gerações futuras. Exemplos ocorridos no Brasil e em outros países mostram que, em princípio, é legítimo o pleito de medidas compensatórias por parte dos que foram ou são prejudicados e que a implementação justa destas medidas pode constituir fator decisivo para a obtenção de suporte político e financeiro para o empreendimento. A sustentabilidade do projeto no longo prazo costuma ser muito maior quando as compensações são acordadas consensualmente, pois neste caso todos os participantes terão interesse na manutenção do acordo.

A definição destas medidas pode constituir problema complexo e de difícil resolução porque freqüentemente são afetadas por fatores emocionais, interesses conflitantes, desconhecimento técnico e, até mesmo, atitudes preconceituosas ou ideológicas. A título de exemplo citam-se a seguir alguns projetos que utilizam medidas compensatórias na sua formulação.

A descrição do projeto C-BT menciona uma série de compensações para a bacia doadora que foram essenciais para a sustentação política, ambiental e econômica do projeto.

A recente outorga concedida à SABESP para utilizar as águas do Sistema Cantareira não só estabeleceu regras de operação dos reservatórios para satisfazer às demandas da bacia do rio Piracicaba, mas também atribuiu à empresa a responsabilidade de adotar uma série de outras medidas compensatórias.

É importante ressaltar também que a legislação brasileira de recursos hídricos prevê a possibilidade de cobrança pelo uso da água. Embora a aplicação desta ferramenta seja ainda incipiente no país, representa importante oportunidade de transferência de recursos da bacia receptora para a bacia doadora.

5.7 – Cobrança da Água em Projetos de Transferência de Água

Um aspecto fundamental das políticas de transferência de água é a compensação financeira pelo uso da água na bacia importadora, que representa o valor associado à cobrança por um volume transferido. A cobrança não deve ser caracterizada como um tributo e sim como um instrumento regulador e controlador do uso da água. Seu valor deve ser determinado em um contexto de eficiência econômica, levando-se em consideração os impactos sobre as receitas e os custos de produção dos empreendimentos que usufruem da água, os custos fixos, os de operação e manutenção de estruturas de armazenamento e distribuição de água, e os administrativos.

Também devem ser considerados critérios regionais relacionados à disponibilidade hídrica, aleatoriedade das demandas, garantias de fornecimento da água armazenada em reservatórios e investimentos para mitigação ambiental e recuperação de recursos hídricos. De acordo com Kelman e Ramos (2004), deve-se definir um preço ótimo que resulte numa alocação dos recursos hídricos de máximo benefício, avaliando-se o real custo de alocação e o valor da água para os diversos setores usuários. A análise do custo da

água deve considerar os custos de capital, de operação e manutenção, de oportunidade e externalidades econômicas e ambientais.

Para verificar diferenças de preços cobrados nos projetos de transferência de água são analisadas algumas experiências de cobrança em outros países.

A cobrança da água pode se dar de várias formas, dependendo do tipo de direito de uso que foi concedido. Nos Estados Unidos, os usuários adquirem um direito de propriedade permanente de um determinado volume de água, podendo inclusive comercializá-lo, vendendo-o ou alugando-o livremente. O valor da água é estabelecido por mecanismos de oferta e procura. Segundo Lund e Israel (1995a), as negociações de transferência de água no oeste dos Estados Unidos são realizadas para um curto prazo, normalmente um ano, e o preço varia de acordo com as condições de mercado durante aquele ano, qualidade da água, seu armazenamento e distribuição. Os autores (1995b) acrescentam ainda que no custo da água estão incluídos, além do preço de compra, o de distribuição, armazenamento e o de tratamento da água transferida. Citam que a cidade de San Francisco pagou, em 1991, US\$ 0,036/m³ de água, sendo que o preço final, incluindo os custos de armazenamento e de distribuição, ficou entre US\$ 0,203/m³ e US\$ 0,284/m³.

A evolução dos preços de direito de água do projeto Colorado – Big Thompson, depois que se estabeleceu o sistema de mercado da água no Distrito, a partir de 1960, mostra que o custo do direito de um metro cúbico de água por ano aumentou vertiginosamente, saindo de aproximadamente US\$ 0,15/m³ em 1964, passando a cerca de US\$ 3,2/m³ em 1980, a US\$ 8,11/m³ em 1999, a US\$ 17,37/m³ em 2000 e alcançando US\$ 12,74/m³ em 2004 (NCWCD, 2004).

O orçamento financeiro do Distrito administrador do projeto Colorado – Big Thompson é composto das seguintes fontes de recursos: (a) taxa de 0,1% sobre o valor venal de todas as propriedades localizadas em sua área de atuação, incluindo aquelas que não usam água; (b) cobrança pela cota de água que for vendida ou alugada (neste valor não estão incluídos

os custos de operação e manutenção do sistema; em 1999, o valor da cobrança era de US\$ 0,0083/m³ para uso agrícola, US\$ 0,02/m³ para uso doméstico e US\$ 0,026/m³ para uso industrial); (c) cobrança por serviços onde estão incluídos os custos de operação e manutenção (em 1999 este custo foi de US\$ 0,017/m³); e (d) receitas referentes a rendimentos de aplicações financeiras (NCWCD, 2004).

Considerando que a soma das cobranças pela cota de água e pelos serviços corresponderiam à cobrança pelo uso da água prevista na legislação brasileira, nota-se que o valor para o uso agrícola representa 58% e 67% do preço pago pelos usos industrial e doméstico. Isso caracteriza um subsídio desses usos em relação ao uso agrícola. Na verdade, o custo da água produzida pelo NCWCD embute vários subsídios: (a) o pagamento do investimento sem juros e sem correção pela inflação; (b) a cobertura de cerca de 50% do orçamento por taxas de propriedade gerais; e (c) o repasse de grande parte dos custos de investimento aos consumidores de energia elétrica. Apenas o primeiro subsídio recai sobre o Tesouro Americano, uma vez que os outros dois são internalizados, ou seja, são pagos por fornecedores e consumidores de energia, localizados na área do projeto, pois estes são indiretamente beneficiados pela maior disponibilidade de água na região. As taxas e cobranças garantem a sustentabilidade econômica e financeira do Distrito, uma vez que ele não depende de dotações orçamentárias municipais, estaduais ou federais (Porto, 2000).

No projeto de transferência de água Tajo-Segura (Espanha), o custo médio da água pago por irrigantes que trabalham com culturas ineficientes na bacia receptora, no período de 1980 a 2000, foi de US\$ 0,082/m³. Uma análise que determinou o equilíbrio entre a quantidade a ser transferida e o preço a ser pago pela água, excluindo os custos de produção e transporte, recomendou um preço de US\$ 0,46/m³. A receita líquida obtida com culturas intensivas na área variou de US\$ 2,08/m³ a US\$ 4,76/m³. Estes dados indicam que a água deveria ser alocada entre os usuários mais eficientes (Ballester, 2004).

O preço da água no setor agrícola é o fator chave para a capacidade de manutenção e de operação dos sistemas de abastecimento de água. Muitos países integrantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 1999) ainda subsidiam o preço da água usada na agricultura. Isso implica dizer que, nesses países, o preço da água não reflete o custo real necessário para assegurar a estabilidade financeira dos seus sistemas de abastecimento, representando apenas os custos de operação e de manutenção dos sistemas

de irrigação, acrescido, em alguns casos, de uma cobrança utilizada para internalizar as externalidades econômicas e ambientais. Fatores sociais, econômicos e hidrológicos podem influenciar o mecanismo e os critérios que definem o preço da água em vários países. Contudo, esses preços podem servir de parâmetro para comparação da cobrança da água em diferentes países. Na Tabela 5.1 são apresentados dados de preços cobrados por alguns países membros da OECD.

Tabela 5.1. Variação de preço da água na agricultura em alguns países membros da OECD.

País	Preço (US\$/m³)	Cobertura do custo
Austrália	0,0024 a 0,0195	100% O&M + controle de salinidade e reposição de capital
Grécia	0,021 a 0,082	100% O&M + administração
França	0,0031 a 0,158	100% O&M + reposição de capital
Portugal	0,01 a 0,042	100% O&M
Espanha	0,027 a 0,133	100% O&M + % de reposição de capital
Reino Unido	0,028 a 0,136	100% dos custos

Fonte: OECD (1999).

No Brasil, a cobrança pelo uso da água foi iniciada de forma pioneira na bacia do rio Paraíba do Sul. O cálculo da cobrança para os setores de saneamento, industrial e agropecuário leva em conta parâmetros técnicos (captação, consumo e carga orgânica) e econômico (preço público unitário). Na Tabela 5.2 são apresentados os preços cobrados em algumas bacias e regiões do Brasil.

De uma forma geral, os preços brasileiros são menores que os preços cobrados em outros países.

As diferenças são devidas basicamente ao fato de que no Brasil não são considerados os custos de investimento, nem os de operação e manutenção, na composição do preço da tarifa da água. E os subsídios fornecidos ao setor agrícola são ainda maiores. Nos casos da bacia do rio Paraíba do Sul e dos projetos de irrigação da CODEVASF, por exemplo, os preços da água referem-se exclusivamente ao custo de captação da água bruta, por isso os seus valores são mais baixos.

Tabela 5.2. Preços da água cobrados no Brasil.

Estado/Região	Preço (US\$/m ³) ¹	Cobertura do custo	Setor	Fonte
Ceará	0.01	O&M + custo do consumo de energia	Concessionárias delegadas de serviço público de abastecimento de água potável	COGERH (2005)
	0.246	O&M + custo do consumo de energia	Industrial	COGERH (2005)
	0.0073	O&M + custo do consumo de energia	Irrigantes do canal do Trabalhador	COGERH (2005)
	0.0015	O&M + custo do consumo de energia	Irrigantes do Vale do Acarape	COGERH (2005)
CODEVASF	0.0016	O&M + custo de capital	Irrigantes na bacia do São Francisco	Kelman e Ramos (2004)
Paraíba do Sul	0.0029	Cobrança pelo uso da água (captação)	Industrial e saneamento	ANA (2003)
	0.00007	Cobrança pelo uso da água (captação)	Agropecuário	ANA (2003)
	0.00006	Cobrança pelo uso da água (captação)	Aqüicultura	ANA (2003)

1 – Cotação Agência Estado/Broadcast (1US\$ = R\$ 2,723 de 28/03/05).

Na bacia do rio Paraíba do Sul, os impactos da cobrança sobre o custo de produção e sobre a rentabilidade do produtor agrícola foram considerados insignificantes (inferiores a 0,5%). O impacto na produção industrial da bacia pode atingir até 1% sobre os custos, chegando a 1,5% sobre a rentabilidade. E o impacto sobre o custo do setor elétrico pode chegar a 4,4% (ANA, 2003).

Estudos econômicos realizados no projeto Coremas – Mãe d'Água indicaram que na medida em que se aumenta o preço da água a partir de US\$ 0,30/m³ e de US\$ 0,80/m³, algumas culturas, como o melão entressafra e a melancia safra, respectivamente, passam a não serem lucrativas. Para valores maiores que R\$ 1,00/m³, considerando-se as demais incertezas inerentes ao processo produtivo agrícola, a atividade pode se tornar não atrativa para os irrigantes, do ponto de vista do retorno econômico (Curi, 2004).

Cabe salientar que os valores do preço da água deveriam ser amplamente discutidos com a população e governos para conhecimento e análise antecipada dos reais impactos financeiros nas comunidades.

As experiências comprovam que é recomendável incorporar, na medida do possível, os custos de capital, operação e manutenção ao preço da cobrança pelo uso da água transferida. Essas medidas contribuirão para diminuir as incertezas relacionadas à sustentabilidade financeira de um projeto de tal natureza.

Comparando-se as Tabelas 4.4 e 5.2, observa-se que no caso do Projeto de Integração das águas do rio São Francisco, os preços assumem valores maiores que os empregados em outras regiões brasileiras. Isso se deve ao fato de se ter considerado os custos de capital, de operação e manutenção no preço da água.

6

Conclusões e Recomendações

O novo traço da política de recursos hídricos no Brasil tornou sua gestão mais organizada e moderna. Os princípios consagrados pela nova legislação, tais como a participação da comunidade na gestão do recurso; a descentralização dos processos decisórios; o reconhecimento do valor econômico da água; e a organização da outorga de direito de uso da água constituem verdadeira revolução no campo das políticas públicas do País. Estes princípios vêm sendo efetivamente aplicados em praticamente todas as regiões do Brasil, redundando em experiências promissoras. Espera-se que todo esse arcabouço seja a base para que os projetos de recursos hídricos tenham a tendência de serem bem planejados, melhor gerenciados, mais eficientes, geradores de mais riqueza e bem estar à sociedade e que apresentem melhores garantias de retorno dos investimentos. É diante do novo paradigma sob o qual se encontra o setor de recursos hídricos brasileiro que os acordos de transferência de água entre bacias hidrográficas devem ser analisados.

Transferências de águas entre bacias hidrográficas têm sido usadas como alternativa de planejamento e de manejo de recursos hídricos há muito tempo, em várias partes do mundo, incluindo o Brasil. A importância e os impactos positivos alcançados por muitos projetos foram e são considerados incontestáveis. Por outro lado, é inegável que estes projetos resultaram em impactos negativos nas bacias doadora e receptora, mesmo naqueles casos considerados bem sucedidos. A mitigação desses impactos e o critério de eficiência no uso da água,

em ambas as bacias, são os elementos que podem levar à sustentabilidade dos projetos.

O sucesso no gerenciamento das complexas relações políticas, sociais e inter-institucionais em projetos desta natureza envolve a adoção de medidas compensatórias ambientais, sociais e econômicas. Os exemplos citados indicam que a negociação proativa e o alcance de soluções onde os “ganhadores” e “perdedores” são claramente identificados assim como a definição sobre as compensações necessárias viabilizaram o estabelecimento de projetos de transferência de água. É importante frisar que as medidas compensatórias devem ser discutidas levando em conta as particularidades e os interesses das bacias envolvidas. Obras de transposição costumam acirrar uma série de aspectos políticos e emocionais que deverão ser resolvidos ou minimizados por processos de negociação e legitimação, sob pena de comprometer a sustentabilidade do projeto ao longo de sua existência. O objetivo final do complexo trabalho de planejamento e elaboração de tais projetos deve ser a construção de uma solução do tipo *win-win* (em que todas as partes têm ganhos).

A experiência mostra que processos de transferência de água entre bacias são complexos e têm longo período de maturação. Alguns deles foram implementados em épocas quando não existiam grandes preocupações, por exemplo, com a preservação do meio ambiente. Outros foram construídos sem que houvesse efetiva participação de usuários e grupos de interesse no planejamento das ações e na tomada de decisão. Cedo ou tarde, projetos com essas características tiveram

que pagar o ônus da falta de conhecimento ou do planejamento inadequado, tendo que readequar suas metas a uma nova realidade.

Transferências de águas entre bacias hidrográficas correspondem à introdução de mais um uso consuntivo na bacia doadora, quando se considera apenas a questão do balanço hídrico. Entretanto, estas transferências geralmente implicam em uma série de outros aspectos importantes pois podem comprometer a sustentabilidade do projeto, se não forem devidamente equacionados. Neste trabalho foram apontados alguns desses aspectos, quais sejam: 1) base legal e institucional, 2) aspectos gerenciais, 3) participação do usuário, 4) sustentabilidade econômica, financeira e administrativa, 5) impactos ambientais nas bacias doadora e receptora, 6) adoção de medidas compensatórias, e 7) custos de projetos de transferência de água. Estes tópicos constituíram importantes fatores de êxito em projetos já implantados e podem ser considerados como um excelente ponto de partida para enfrentar os desafios que os novos projetos de recursos hídricos brasileiros apresentarão.

Um tópico importante também abordado neste trabalho foi o projeto proposto para a integração da bacia do rio São Francisco ao Nordeste Setentrional. O objetivo desse trabalho não foi apresentar uma análise detalhada do PISF em sua concepção mais recente. As evidências têm demonstrado que em um horizonte temporal de longo prazo, o rio São Francisco ofereceria uma opção viável para compensar eventuais déficits hídricos no Nordeste Setentrional. Por outro lado, as experiências internacionais e nacionais mostram que projetos com concepção modular, focalizados nas demandas prioritárias (ex. abastecimento humano, energia, etc.), implementados no sentido de jusante para montante e embasados por acordos legais sólidos trazem maiores benefícios. Além disso, este trabalho identificou algumas importantes lacunas na proposta atual do PISF que mereceriam tratamento mais aprofundado antes de uma decisão final sobre a implementação do projeto.

Como recurso que é, a água pode ser indutora do bem estar e saúde das populações, além do desenvolvimento social e econômico de vastas regiões, como historicamente tem sido observado. Entretanto, para que este recurso se transforme efetivamente em riqueza, saúde e melhores condições de vida, alguns requisitos são imprescindíveis. É necessário que a água chegue ao usuário final na quantidade necessária, com qualidade compatível com seus usos e a custos que garantam a sustentabilidade dos projetos.

Neste contexto, torna-se necessária a construção de infra-estrutura de adução e distribuição (capilaridade), acompanhada necessariamente pela prática de gestão eficaz e sustentável dos sistemas de recursos hídricos para que as águas transpostas efetivamente produzam os benefícios sociais e econômicos almejados. Prover água com estes atributos é o grande objetivo do que se entende por Gestão de Recursos Hídricos, prática que o Banco Mundial vem apoiando e que o Governo Federal e os governos estaduais vêm se esforçando para implementar no Brasil. Fica assim evidente que a gestão racional da água deve contemplar medidas estruturais e não estruturais.

As experiências internacionais mostram que a água é condição necessária para a melhoria da qualidade de vida e crescimento econômico, mas está longe de ser condição suficiente. Não há evidências de que, uma vez disponibilizada a água, eventuais demandas reprimidas se materializariam de forma imediata. Ao contrário, a análise de projetos implementados revela que outras variáveis exógenas adquirem dimensão decisiva para que os empreendimentos alcancem o desejado estágio de sustentação e viabilidade financeira, consolidando a demanda por recursos hídricos.

Estudo recente realizado pelo Banco Mundial, dedicado a analisar os impactos sociais e as externalidades da agricultura irrigada na região semi-árida do país, ilustra este ponto. O estudo constatou que, ao lado dos aspectos positivos da irrigação como solução potencial de problemas relacionados ao desenvolvimento

econômico e social e à redução da pobreza, persistem deficiências importantes concernentes aos projetos de irrigação apesar destes terem assegurado o suprimento de água. Fatores como modelo gerencial, falta de regularização fundiária, distorção de mercado, fator de ordem creditícia, controles fito-sanitários, etc. foram identificados como impedimento para uma expansão e consolidação mais rápida desta atividade. O Estudo conclui que antes de se investir na expansão de novas áreas, deveria ser prioridade a consolidação e conclusão de áreas já parcialmente desenvolvidas.

Por esta razão a formulação de planos para implementação de grandes projetos deve incluir processos holísticos e multi-disciplinares que analisam os custos e benefícios e/ou os impactos positivos e negativos a partir de uma visão ampla de desenvolvimento regional.

Espera-se que as lições e as experiências apresentadas neste estudo possam contribuir para enriquecer o processo de formulação de projetos que envolvam a transferência de água entre bacias hidrográficas.

7

Referências Bibliográficas e Bibliografia Consultada

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Estudos de apoio à implantação de agências e de cobrança pelo uso da água aplicados à bacia do rio Paraíba do Sul**. Brasília: ANA/FGV, 2003. (Convênio de Cooperação Técnica, n. 18).
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução nº 29 da ANA**, de 18 de janeiro de 2005a, que determina as principais diretrizes operacionais do PISF.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resumo executivo do plano decenal de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. [on line]. <www.ana.gov.br/prhbsf>. 04 Mai. 2005b.
- ARAL Sea Link, The. [on line]. <www.aralsea.com>. dez. 2005.
- BALLESTERO, E. Inter-basin water transfer public agreements: a decision approach to quantity and price. **Water Resources Management**. v. 18, p. 75-88, 2004.
- BRAGA, B. **Transferência de água: desafios metodológicos**. [s.l.] : [s.n], 2000.
- CAGECE. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ. **Sistema integrado de abastecimento da RMF**. [on line]. <www.cagece.com.br/abastecimento_agua_RMF.asp>. 22 Mar. 2005.
- CAMPOS, J. D.; AZEVEDO, J. P. S. de; MAGALHÃES, P. C.; GAGO, J. R. de F. **Intrusão salina, disponibilidade hídrica e concessão de outorgas: como interrelacioná-las na bacia do rio Guandu?** *In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Curitiba, 2003.
- CASANA, A. C. **Racionalizar el uso del agua demanda-Proyecto Chavimochic**. [on line]. <www.laindustria.com/satelite>. 14 Fev. 2005.
- CASTRO, H. L. **Avaliação da disponibilidade hídrica para abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo com o uso de um SSD – Sistema de Suporte a Decisões**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da USP para a obtenção do Título de Mestrado em Engenharia. Universidade de São Paulo, 2003.
- COGERH. COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Instrumentos legais e de gestão**. [on line]. <www.cogerh.com.br>. 28 Mar. 2005.
- COLORADO BASIN RIVER FORECAST CENTER. **River forecasts and data**. [on line]. <www.cbrfc.noaa.gov>. 27 Jun. 2005.

- COMITÊ PCJ. COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. **Câmara técnica de monitoramento hidrológico**. [on line]. <www.comitepcj.sp.gov.br>. 14 Fev. 2005.
- CURI, R. C.; CURI, W. F.; OLIVEIRA, M. B. A. Análise de alterações na receita líquida otimizada de um perímetro irrigado no semi-árido sob condição de variações hídricas e econômicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 9, n. 3, p. 39-53, 2004.
- DBA. DOREA BOOKS AND ART. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **O caminho das águas**, Ceará, Brasil, 2004.
- ESPAÑA. **Real Decreto Ley**. Boletín Oficial del Estado, Jun. 2004
- ESPINEL, R. L. **El potencial agroindustrial y exportador de la península de Santa Elena y de los recursos necesarios para su implantación**. [on line]. <www.sica.gov.ec/agronegocios>. Out. 2002.
- FUNCATE. FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS. **Reavaliação da capacidade requerida e da operação do sistema de transposição das águas do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional**. Relatório Técnico, 2001.
- GWENA. GREENWOMEN ECOLOGICAL NEWS AGENCY. **Aral sea today, tomorrow and in the future: the overview of scientific publications, analysis, comments**. Kazakhstan, 1999. [on line] <www.mit.edu/people>. 29 Jul. 2005.
- HIRIJI, R. **Inter-basin water transfers: emerging trends**. Environment Matters 1998. Presented at 15th International Conference on Water Resources Management; 1998 Mai. 22, Fortaleza.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil – Região Nordeste**. SERGRAF, 1977.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Uso múltiplo da água – Paraíba do Sul, 2000**. [on line]. <www.ibge.gov.br>. 13 Jun. 2005.
- ICID. INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE. [on line]. <www.icid.org>. 29 Jul. 2005.
- JOHNSON, R. M. E.; CAMPOS, J. D.; MAGALHÃES, P. C.de; CARNEIRO, P. R. F.; PEDRAS, E. S. V.; THOMAS, P. T.; MIRANDA, S. F. P.de. **A construção do pacto em torno da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul**. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba. 2003.
- KARAMOUZ, M.; SZIDAROVSKY, F.; ZAHRAIE, B. **Water resources systems analysis**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2003.
- KELMAN, J.; RAMOS, M. Custo, valor e preço da água na agricultura. In: THAME, A. C.de M. (org.) **A cobrança pelo uso da água na agricultura**. Embu: IQUAL, 2004.
- LANNA, A. E. **Estudo institucional e tarifário para o projeto de transposição do rio São Francisco para os estados receptores**. FUNCATE. 2001. 56p (Relatório Técnico).
- LHDA. LESOTHO HIGHLANDS DEVELOPMENT AUTHORITY. [on line]. <www.lhwp.org.ls>. out. 2004.
- LHWP. LESOTHO HIGHLANDS WATER PROJECT. **Overview of Lesotho Highlands water project**. [on line]. <www.lhwp.org.ls>. out. 2004a.

- LHWP. LESOTHO HIGHLANDS WATER PROJECT AUTHORITY. **Annual Report**. [on line]. <www.lhwp.org.ls>. out. 2004b.
- LUND, J. R.; ISRAEL, M. Optimization of transfers in urban water supply planning. **Journal of Water Resources Planning and Management**. v. 121, n. 1, 1995a.
- LUND, J. R.; ISRAEL, M. Water transfers in water resources systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**. v. 121, n. 2, 1995b.
- MAGALHÃES, P. C.; CAMPOS, J. D. **A crise das águas**. [on line]. Notícia em 31/07/2003. <www.planeta.coppe.ufrj.br>. 13. Jun. 2005.
- MARQUES, A. C. M.; VIDON, A. C.; MATUOKA, Y. **Projetos Chavimochic (Peru) e Traslase Daule – Santa Elena (Equador)**. Consórcio ENGECORPS-HARZA, 1998.
- MAKIBARA, H. O plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista. **Revista Água e Energia**, 1998.
- McKINNEY, D. C.; KARIMOV, A. K. **Aral sea regional allocation model for the Amu Darya river**. Almaty, 1997. (USAID – U. S. Agency for International Development).
- MEXICAN TREATY. EUA, T.S. N°. 994, 59 Stat. 1219, 1944.
- MIN. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL **Estudos de inserção regional**. VBA Consultores, 2001.
- MIN. MINISTÉRIO da INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Programa de desenvolvimento da agricultura irrigada: projeto várzea de Souza**. [on line]. <www.integracao.gov.br>. Out. 2004a.
- MIN. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Estudos de impacto ambiental**. Consórcio Ecology Brasil, Agrar e JP Meio Ambiente, 2004b.
- MWRI. MINISTRY of WATER RESOURCES & IRRIGATION of EGYPT. **El Salam canal project**. The Sinai Project Authority, 1996.
- MWRI. MINISTRY of WATER RESOURCES & IRRIGATION of EGYPT. **North Sinai development Project: the project achievements**. [on line]. <www.mwri.gov.eg/mwr_en>. 2003.
- NCWCD. NORTHERN COLORADO WATER CONSERVANCY DISTRICT. **Comprehensive annual financial report**. Berthoud: CBT, 2004. 72p. (Finance & Accounting Department).
- NCWCD. NORTHERN COLORADO WATER CONSERVANCY DISTRICT. **Project map**. [on line]. <www.ncwcd.org/project&features>. 2005.
- NOAA-AVRR. [on line]. <http://noaasis.noaa.gov>. 2005.
- OECD. ORGANISATION for ECONOMIC CO-OPERATION and DEVELOPMENT. **Agricultural water pricing in OECD countries**. ENV/EPOC/GEEI(98)11/FINAL. Paris, 1999. 60p.
- PEC. PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC. **Etapas y alcances**. [on line]. <www.chavimochic.gob.pe>. 14 Fev. 2005.
- PGR. PROCURADORIA GERAL da REPÚBLICA. **MPF/PB investiga abandono de projetos de irrigação financiados com recursos federais**. [on line]. <www.pgr.mpf.gov.br>. Jan. 2005.

- PORTO, R. L. L., BOMBONATO, C., LIBOA H., CASTRO H. L. e SILVA S. A. **Sistema de suporte a decisões para a operação de grandes sistemas produtores da SABESP. Anais do 13º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**; Belo Horizonte: ABRH, 1999.
- PORTO, R. L. L.; ROBERTO, A. N.; SCHARDONG, A.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. **Sistema de suporte a decisão para análise de sistemas de recursos hídricos**. *In*: SILVA, R. C. V. Métodos numéricos em recursos hídricos, 6. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 93-240.
- PORTO, R. L. L. **Gestão de recursos hídricos em regiões semi-áridas: experiências internacionais**. São Paulo, 2000. (Relatório de Consultoria).
- QUOSY, D. E.D. E. **Agricultural development in Egypt across two millenniums**. Virtual Global Super Project Conference, 2001. (World Development Federation). [on line]. <www.wdf.org/gspc>. 2005.
- RING, E. **Release the rivers, let the Volga and Ob refill the Aral Sea**. [on line]. <www.ecoworld.org>. 2005.
- RIVER MURRAY URBAN USERS. [on line]. <www.murrayusers.sa.gov.au>. 2005.
- SEDUR. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Programa de recuperação e preservação de manancias de abastecimento de água da RMS**. 2004.
- SEMADS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO. Notícias em 15/04/2003. [on line]. <www.semads.rj.gov.br>. 13 Jun. 2005.
- SHRE. SNOWY HYDRO RENEWABLE ENERGY. **Snowy Mountains Scheme**. [on line]. <www.snowyhydro.com.au>. 27. out. 2004.
- SRHCE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. **Estudo para atendimento das demandas hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza**. Estudo de Viabilidade, Parte II, 2002.
- TEIXEIRA, F. J. C. **Modelos de gerenciamento de recursos hídricos: análises e proposta de aperfeiçoamento do Sistema do Ceará**. Série Água Brasil, Banco Mundial, Brasília, v. 6, 2003.
- UNESCO. **Nature and resources**. Vol. 35, N° 2, 1999.
- USBR. **Citizen's guide to Colorado water law**. [on line]. <www.usbr.gov>. Jun. 2005.
- USDI. UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Bureau of Reclamation. **Colorado – Big Thompson project**. [on line]. <www.usbr.gov/dataweb.html>. 27 Out. 2004.
- USGS. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Calendar year streamflow for Arizona**. USGS 09380000 Colorado River AT Less Ferry, AZ. [on line]. <http://nwis.waterdata.usgs.gov>. 29 Jul. 2005.
- WANG, L.; FANG, L.; HIPEL, K.W. **Water rights allocation in the Aral sea basin**. [on line]. <www.cwn-rce.ca/Docs>. 11 nov. 2005.
- WATER TECHNOLOGY NET. **Shanxi Wanjiashai Yellow River diversion project**. [on line]. www.water-technology.net. out. 2004.

WBG. WORLD BANK GROUP. **Wanjiashai water transfer: Project Information Document** [on line].
<www.worldbank.org.cn>. 27 Out. 2004a.

WBG. WORLD BANK GROUP. **Wanjiashai water transfer**. Staff Appraisal Report -15999 CHA. [on line].
<www.worldbank.org.cn>. Out. 2004b.

YEN, J.H.; CHEN, C.Y. **Allocation strategy analysis of water resources in south Taiwan**. Water Resources Management, v. 15, p. 283-297, 2001.

Anexo I

Clima e as Incertezas da Região Nordeste²⁰

I.1 Análise dos Totais Anuais Precipitados

Os totais precipitados decrescem da região litorânea para o interior, como consequência da orientação dos sistemas de correntes perturbadas, cuja frequência diminui no sentido do interior do sertão (semi-árido). O oeste da região Nordeste é caracterizado pela isoietas de 1500 mm, cujas chuvas ocorrem pela influência das correntes perturbadas de oeste e norte. O leste apresenta totais anuais de precipitação superiores a 1250 mm, caracterizados pelas chuvas frontais de sul e “pseudo-frontais” de leste.

A região semi-árida não possui mais de 1000 mm de precipitação anual e, em 50% desta área, os índices são inferiores a 750 mm. Na região do Raso da Catarina, fronteira entre os estados da Bahia e de Pernambuco, e na depressão de Patos, na Paraíba, os totais precipitados médios são inferiores a 500 mm (ver Figura I.1). É importante notar a existência de núcleos de totais precipitados mais elevados, por influência de fatores orográficos, como Areia na Paraíba e Triunfo em Pernambuco.

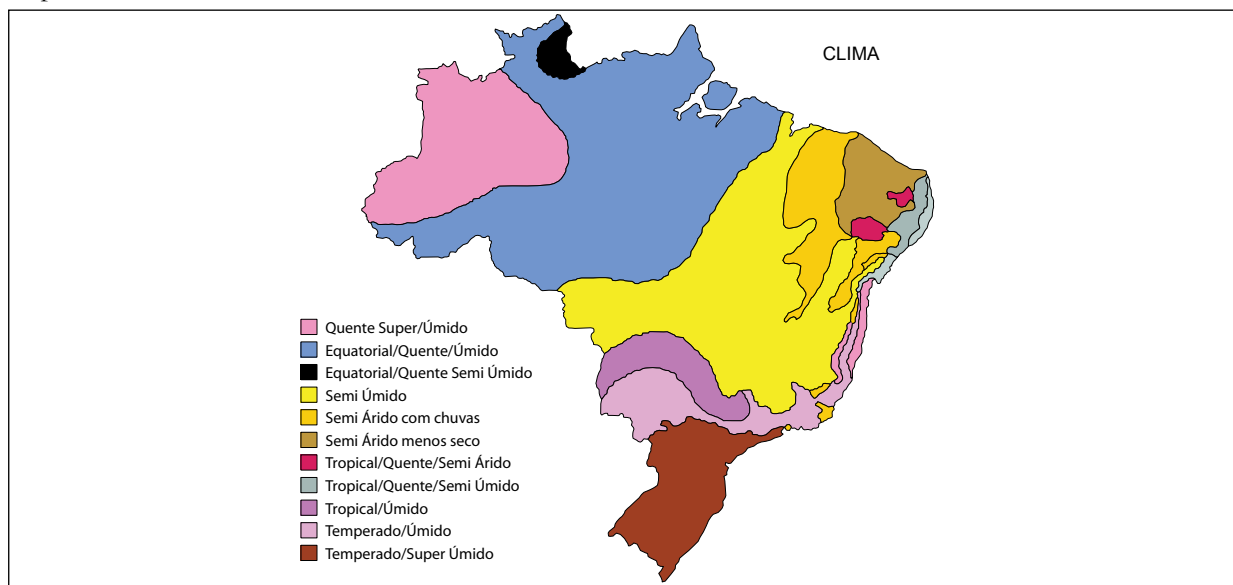


Figura I.1. Mapa de climas do Brasil

(Fonte: IBGE)

²⁰ A maioria das informações presentes neste anexo foi extraída de relatório do Ministério da Integração Nacional (MIN, 2001).

I.2 Análise do Trimestre mais Chuvoso

Na região Nordeste, como é típico de regiões tropicais pouco sujeitas às influências marítimas, a distribuição temporal das chuvas caracteriza-se por uma forte concentração em poucos meses. Neste tocante, a desigualdade na distribuição durante o ano assume feições como uma das mais contrastantes do mundo.

A concentração das chuvas em três meses consecutivos é sempre superior a 50%, atingindo índices de 65 a 70% na região semi-árida. Apenas a Zona da Mata e o Agreste apresentam uma concentração média inferior a 50%. A distribuição espacial da concentração média das precipitações no trimestre mais chuvoso está relacionada diretamente com a marcha estacional da precipitação e, portanto, com os sistemas de correntes perturbadas. As menores concentrações trimestrais ocorrem na área litorânea oriental que corresponde à região cuja marcha estacional é do tipo mediterrâneo. Os índices apresentados tornam-se ainda mais significativos ao se considerar que a região semi-árida (sertão do setor setentrional) possui apenas dois meses chuvosos, março e abril, o que resulta em concentrações ainda maiores.

Na região meridional o trimestre chuvoso evolui de oeste para leste do período de novembro a janeiro para março a maio. Na região de regime mediterrâneo, correspondente ao litoral oriental, os trimestres chuvosos são abril a junho ou maio a julho. Por sua vez, na região setentrional, o trimestre chuvoso evolui de oeste para leste no período de janeiro a março para março a maio (IBGE, 1977).

Assim, a forte concentração estacional resulta que, em grande parte da região Nordeste, o regime de precipitação se caracteriza pela existência de uma estação relativamente muito chuvosa e um período muito seco, de duração variável, quando as chuvas são raras e de baixa intensidade.

I.3 Análise do Período Seco

A distribuição da duração do período seco é muito complexa na região Nordeste devido aos efeitos

orográficos, que exercem uma influência significativa para as precipitações. Verifica-se que, via de regra, as superfícies elevadas abreviam o período seco, enquanto as depressões o prolongam. Variações significativas ocorrem em regiões circunvizinhas. Por exemplo, na depressão de Patos (Paraíba) ocorre de 9 a 11 meses secos, enquanto as áreas vizinhas possuem de 7 a 8 meses secos. O município de Triunfo, localizado a 1.060 m na Borborema em Pernambuco, possui um período seco de 3 meses enquanto as áreas vizinhas têm 7 meses.

De uma forma geral, o período seco no Nordeste é tanto mais prolongado quanto mais distante da periferia e mais próximo do interior estiver a área. A área mais úmida é a periferia oriental, onde a seca dura, na maior parte, no máximo 3 meses. No entanto, o que caracteriza a grande parte da região é um período seco que se prolonga por, no mínimo, 6 meses. Deslocando-se do litoral oriental e da periferia ocidental para a região central (semi-árida), o período seco cresce em intensidade, atingindo 10 a 11 meses na depressão de Patos na Paraíba e no raso da Catarina, na divisa entre a Bahia e Pernambuco.

A análise da distribuição estacional do período de secas indica que o regime – que se estende de oeste para leste, da Serra da Ibiapaba até o Planalto da Borborema e, no sentido norte-sul, do litoral setentrional até o rio São Francisco no “cotovelo”, onde está localizado o município de Cabrobó – caracteriza-se pela conjugação da seca de Primavera da zona equatorial sul-americana e da seca de Verão do litoral oriental. A extensão continental, o relevo e a posição em relação às outras áreas resultam em interferências que impedem a homogeneidade desta área. Por exemplo, na Chapada do Araripe a seca é concentrada no período Inverno-Primavera.

I.4 Desvios das Alturas Pluviométricas

Thorntwaite *apud* MIN (2001) afirmou que: “num deserto, sabe-se o que esperar do clima e planeja-se de acordo. O mesmo é verdadeiro para as regiões úmidas. Os homens foram muito iludidos pelas regiões semi-áridas porque elas às vezes são úmidas,

às vezes desertos e às vezes um meio termo entre os dois”. Esta referência caracteriza a irregularidade do clima semi-árido onde, de um ano para outro, os totais precipitados podem ser significativamente diferentes.

O Nordeste é a região brasileira que apresenta os desvios pluviométricos mais acentuados em relação à média. Verifica-se que quase toda a área apresenta um desvio médio superior a 25%. Além disso, no “Polígono das Secas”, este desvio intensifica-se, atingindo até 50%, o que significa um dos maiores do mundo (IBGE, 1977).

Outro aspecto que merece destaque refere-se à distribuição espacial dos desvios pluviométricos anuais. A região pode apresentar as mais diferentes combinações de desvio, ou seja, positivo ou negativo

em toda a área ou diferenciados nos setores meridional, setentrional e oriental. Não obstante, deve-se considerar que nas regiões de clima tropical submetido à grande variabilidade pluviométrica, os fortes desvios negativos (“grandes secas”) são mais freqüentes que os desvios positivos (“anos chuvosos”) de igual magnitude, de onde se conclui que as regiões mais secas, quanto à quantidade de chuva e à extensão, são as de maior variabilidade (maiores desvios) e menor possibilidade de previsão.

Estas magnitudes de desvios e a impossibilidade da sua previsão por si justificam qualitativamente a necessidade de soluções estruturais, uma vez que não é possível o desenvolvimento econômico de uma região que não permite antever, com uma mínima segurança, a expectativa de disponibilidade hídrica anual.

Banco Mundial



SÉRIE Água Brasil 7

Julho 2005

Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas

Para informações adicionais sobre o Banco Mundial
consultar a internet nos sites:

www.bancomundial.org.br
www.worldbank.org/br

ou diretamente por meio do nosso escritório em Brasília:

Banco Mundial
SCN Quadra 02 - Lote A
Ed. Corporate Financial Center - Conj. 303/304
Brasília - Brasil
Tel: 55(61) 3329 1000
Fax: 55(61) 3329 1010

ISBN 858819213-6



9 788588 192133