



A questão da água no Nordeste

República Federativa do Brasil

Dilma Vana Rousseff

Presidenta

Ministério do Meio Ambiente

Izabella Mônica Vieira Teixeira

Ministra

Agência Nacional de Águas - ANA

Diretoria Colegiada

Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)

Dalvino Troccoli Franca

Paulo Lopes Varella Neto

João Gilberto Lotufo Conejo

Paulo Rodrigues Vieira

Secretaria-Geral (SGE)

Mayui Vieira Guimarães Scafuto

Procuradoria-Geral (PGE)

Emiliano Ribeiro de Souza

Corregedoria (COR)

Elmar Luis Kichel

Auditoria Interna (AUD)

Edmar da Costa Barros

Chefia de Gabinete (GAB)

Horácio da Silva Figueiredo Júnior

Coordenação de Articulação e Comunicação (CAC)

Antônio Félix Domingues

Coordenação de Gestão Estratégica (CGE)

Bruno Pagnoccheschi

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Ney Maranhão

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH)

Valdemar Santos Guimarães

Superintendência de Gestão da Informação (SGI)

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos (SAG)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)

Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendência de Regulação (SRE)

Francisco Lopes Viana

Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos (SUM)

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Flávia Gomes de Barros

Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)

Luís André Muniz

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Marco Antônio Raupp

Ministro

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE

Presidente

Mariano Francisco Laplane

Diretor executivo

Marcio de Miranda Santos

Diretores

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Gerson Gomes



A questão da água no Nordeste



A questão da água no Nordeste

© Agência Nacional
de Águas (ANA)

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3,
Blocos B, L, M e T
CEP: 70610-200 - Brasília, DF
PABX: (61) 2109 5252
www.ana.gov.br

© Centro de Gestão e
Estudos Estratégicos (CGEE)

SCN Qd 2, Bl. A, Ed. Corporate Financial Center
sala 1102
CEP: 70712-900 - Brasília, DF
Telefone: (61) 3424.9600
www.cgEE.org.br

Edição / *Tatiana de Carvalho Pires*

Capa / *Eduardo Oliveira*

Diagramação / *Diogo Moraes*

Gráficos / *Mariana Brito*

Apoio Bibliográfico / *Lilian Thomé*

Revisão / *Anna Cristina de Araújo Rodrigues*

Projeto Gráfico / *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)*

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Contrato do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)/Agência Nacional de Águas (ANA) - 2010. Ação: Organização de um Livro versando sobre a Questão da Água na Região Nordeste - 18.1.1.

Todos os direitos reservados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.
Impresso em 2012

Catálogo na fonte

C389q Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Brasil)

A Questão da Água no Nordeste / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

p.; il, 24 cm

ISBN 978-85-60755-45-5

1. Recursos Hídricos. 2. Qualidade da água. 3. Balanço Hídrico.
4. Brasil, Nordeste
I. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos II. Agência Nacional de Águas III. Título.

CDU 551.577.38 (812/813)



A questão da água no Nordeste

Supervisão

Antonio Carlos Filgueira Galvão

Coordenação

Antonio Rocha Magalhães

Consultor

José Roberto de Lima

Autores

Ana Paula Fioreze
Anna Paola Michelano Bubel
Antonio Édio Pinheiro Callou
Bruna Craveiro de Sá Mendonça
Carlos Motta Nunes
Ciro Garcia Pinto
Cristine Ferreira Gomes Viana
Dirceu Silveira Reis Junior
Eduardo Sávio P. R. Martins
Flávia Simões Ferreira Rodrigues
Francisco de Assis de Souza Filho
Francisco José Coelho Teixeira
Francisco Lopes Viana
João Carlos de Mendonça Nascentes
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho
José Aguiar de Lima Júnior

José Nilson B. Campos
José Otamar de Carvalho
José Yarley de Brito Gonçalves
Julien Burte
Luciano Meneses Cardoso da Silva
Luiz Gabriel T. de Azevedo
Marcel Bursztyn
Márcia Regina Silva Cerqueira
Coimbra
Patrick Thomas
Paulo Nobre
Robson Franklin Vieira
Rodrigo Flecha Ferreira Alves
Suely Salgueiro Chacon
Walt Disney Paulino

Os textos apresentados nesta publicação são de responsabilidade dos autores.

Lista de Siglas

AL	Estado de Alagoas
ANA	Agência Nacional de Águas
ASA	Articulação com o Semiárido Brasileiro
BA	Estado da Bahia
BHRFSF	Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
BNB	Banco do Nordeste do Brasil S.A
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Cagece	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco
C-BT	Big Thompson Project
CCCII	Centro de Clima Canadense
CCCMA	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis
CE	Estado do Ceará
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgoto
CEIVAP	Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERTOH	Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CMMAD	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Codevasf	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
COMASP	Segurança e Produtividade do Sinduscon/SP
COSIGUA	Companhia Siderúrgica da Guanabara
CPATSA	Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CPRM	Serviço Geológico do Brasil

CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CTC	Coordenação Técnica de Combate à Desertificação
CTMH	Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico
CVSF	Comissão do Vale do São Francisco
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
DASP	Departamento Administrativo do Serviço Público
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNOCS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento do Rio de Janeiro
Eco-92	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
EIA	Estudos de Impacto Ambiental
EMAE	Companhia de Eletricidade responsável
Ematerce	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
ETENE	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
EUA	Estados Unidos da América
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FNMA	Fundo Nacional do Meio Ambiente
FUNCATE	Fundação de Ciências e Tecnologias Espaciais
Funceme	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Fundaj	Fundação Joaquim Nabuco
GFDL	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
GTDN	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
HADCM ₃	Hadley Centre Coupled Model
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICID	Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IET	Índice de Estado Trófico
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura
INGÁ	Instituto de Gestão das Águas e Clima-Bahia
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IOCS	Inspetoria de Obras Contra as Secas
IPA	Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IQA	Índice de Qualidade das Águas
IRI	International Research Institute for Climate and Society
ITCZ	Zona de Convergência Intertropical
LHWP	Lesotho Highlands Water Project
LHWRF	Lesotho Highlands Water Revenue Fund
MA	Estado do Maranhão
MAM	Anomalias pluviométricas sobre o Nordeste em março-abril-maio
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MIN	Ministério da Integração Nacional
Minter	Ministério do Interior
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
NAO	Ocilação do Atlântico Norte
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NCWCD	Northern Colorado Water Conservancy District
NDJ	Oscilação do Atlântico Norte durante novembro-dezembro-janeiro

NE	Região Nordeste
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OECD	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMJ	Ondas de Madden e Julian
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONGs	Organizações Não Governamentais
OSC	Organizações da Sociedade Civil
PAM	Plano de Atividades e Metas
PAN-Brasil	Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos de Seca
PAPP	Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural no Nordeste
PB	Estado da Paraíba
PBAs	Projetos Básicos Ambientais
PCJ	Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
PE	Estado de Pernambuco
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PFPT	Programa de Frentes Produtivas de Trabalho
PI	Estado do Piauí
PIB	Produto Interno Bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
PLANVASF	Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco
PLIRHINE	Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNDR	Política Nacional de Desenvolvimento Regional
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRODHAM	Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental
Pronaf	Programa Nacional da Agricultura Familiar
PRSF	Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RM	Região Metropolitana
RMSP	Região Metropolitana São Paulo
RN	Estado do Rio Grande do Norte
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SE	Estado de Sergipe
SEMADS	Secretaria de Meio Ambiente e de Desenvolvimento Urbano do Estado
SEPLAN-PR	Secretaria de Planejamento da Presidência da República
SEPRE	Secretaria Especial de Políticas Regionais
SHR-BA	Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia
SHRE	Snowy Hydro Renewable Energy
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIRAC	Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria
Sisar	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SMHS	Snowy Mountains Hydroelectric Scheme
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
Sudene	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
Suvale	Superintendência do Vale do São Francisco
TR	Tempo de Retorno
TSA	Trópico Semiárido do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UHE	Usina Hidrelétrica
UKHI	Serviço Meteorológico da Inglaterra
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC	Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas
USBR	United States Bureau of Reclamation

USDI	United States Department of the Interior
USGS	United States Geological Survey
UTE	Usina Termelétrica de Santa Cruz
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
WBG	World Bank Group
WWTP	Wanjiazhai Water Transfer Project
ZCAS	Zonas de Convergência Intertropical do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCITS	Zonas de Convergência Intertropical do Atlântico Sul e do Ramo Sul da ITCZ

Sumário

Apresentação	17
Agradecimentos	19
Introdução	21
Resumo executivo	22
Capítulo 1	
As origens das águas no Nordeste	31
Introdução	31
O ciclo anual das precipitações e da evaporação	33
Variabilidade interanual das precipitações sazonais	36
Mudanças climáticas globais e disponibilidade hídrica sobre o Nordeste:	39
Conclusões	43
Capítulo 2	
As secas e seus impactos	45
Introdução	45
Dimensões e manifestações das secas	49
As áreas de ocorrência de secas no Nordeste	57
Mudanças climáticas, desertificação e secas	65
Impactos das secas	67
Redes de infraestrutura hídrica e de proteção social	90
Considerações finais	97
Capítulo 3	
As águas do Nordeste e o balanço hídrico	101
Introdução	101
Os eventos extremos	115
Perspectivas futuras	119
Capítulo 4	
Os usos da água e o desenvolvimento regional	123
Os aspectos envolvidos na diversidade do Nordeste que condicionam os recursos hídricos	123
As disponibilidades hídricas do Nordeste	128
Os usos, as demandas hídricas atuais e a infraestrutura para o desenvolvimento regional	140

Síntese das disponibilidades hídricas	146
Perspectivas de atendimento das demandas urbanas futuras	148
Inserção do planejamento dos recursos hídricos no desenvolvimento regional	150
Capítulo 5	
A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: usos, balanço hídrico, gestão e desafios	157
Caracterização geral da bacia	157
Usos múltiplos da água	164
Balanço hídrico	173
Gestão dos recursos hídricos e desafios para sua implementação	175
Considerações finais	179
Capítulo 6	
Águas do futuro e o futuro das águas	181
Introdução	181
Águas do futuro: desafios e cenários	183
Veredas e caminhos das águas (análise e diretrizes)	200
Agenda para o futuro das águas	208
Observações finais	217
Capítulo 7	
A questão ambiental e a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Nordeste	219
Condições ambientais do Nordeste e sua relação com a quantidade e qualidade das águas	220
Efeitos das condições ambientais sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos hídricos	236
A qualidade da água nos principais corpos hídricos do Nordeste	241
Os desafios da gestão da qualidade da água	245
Capítulo 8	
Recuperação ambiental e revitalização de bacias	247
Introdução	247
A recuperação de bacias hidrográficas como vetor de sustentabilidade	248
A constatação da degradação nas bacias hidrográficas	251
A degradação de bacias hidrográficas no Nordeste brasileiro	254
A revitalização de bacias hidrográficas no Nordeste	255
Revitalização de bacias hidrográficas: um espaço de possibilidade à integração de políticas	259
Considerações finais	261

Capítulo 9

A evolução das políticas públicas no Nordeste	263
Introdução	263
Definições	265
A seca de 1877-1879 como geradora das políticas públicas	268
As políticas públicas relativas às secas	269
As políticas relacionadas com o desenvolvimento regional	277
O gerenciamento das águas	278
As políticas do futuro	281
Síntese final	287

Capítulo 10

Gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste	291
Antecedentes históricos e primeiras iniciativas de gerenciamento de recursos hídricos no Nordeste – período de 1500 a 1960	291
A implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste (1960 – 2010)	298
Perspectivas futuras para o gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste	328

Capítulo 11

Integração de bacias hidrográficas	333
Introdução	333
Experiências internacionais	335
Experiências brasileiras	352
Lições aprendidas	361
Conclusões e recomendações	371

Capítulo 12

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF	375
Introdução	375
Histórico e concepção	376
Descrição do projeto	377
O processo de discussão e licenciamento	380
O início das obras	383
A gestão das águas do PISF	383
Histórico do processo de montagem do sistema de gestão do PISF	384
Um olhar crítico sobre o projeto	387

Considerações finais	391
Referências	393
Anexo 1	
Série de Debates sobre A QUESTÃO DA ÁGUA NO NORDESTE	421



Apresentação

Este livro é fruto de trabalho colaborativo entre a Agência Nacional de Água (ANA) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), e visa colocar à disposição da sociedade brasileira uma série de informações sobre a dinâmica dos recursos hídricos no Nordeste, seus avanços, fragilidades e desafios, de forma a subsidiar análises e processos decisórios pertinentes. O livro destina-se a todos aqueles que têm interesse na questão da água no Semiárido e no desenvolvimento regional nordestino.

O trabalho teve início com uma série de debates em 2008 sobre “A Questão da Água no Nordeste”, e contou com a participação de especialistas, técnicos de governos, tanto federal como estaduais, e também representantes de organizações da sociedade civil (os resultados encontram-se publicados em CD-Rom, e disponíveis em www.cgge.org.br e www.ana.gov.br). Numa segunda fase, com base nessas discussões, um grupo de especialistas elaborou Notas Técnicas sobre os principais temas considerados estratégicos – tais como clima, balanço hídrico, qualidade da água, gestão integrada de recursos hídricos e integração de bacias hidrográficas – que agora subsidiam os capítulos seguintes desta publicação.

A gestão das águas no Nordeste representa um desafio a ser enfrentado. É preciso que, tratando-se de fator escasso na Região, a água seja administrada de forma eficiente e eficaz. Assegurar que a água esteja disponível para as diferentes formas de consumo implica viabilizar investimentos de distintas naturezas e, sobretudo, gerenciar cuidadosamente sua oferta e o uso. Isso se torna mais complexo diante da realidade climática da Região e dos vários interesses que envolvem desde as instâncias de governo até as diversas categorias de usuários.

O desenvolvimento sustentável do Semiárido é uma questão estratégica para o país. Como elemento imprescindível ao desenvolvimento, a água precisa ser administrada de forma a permitir que os diversos usos ligados ao bem-estar da população e ao crescimento econômico sejam adequadamente atendidos.

Nesse quadro abrangente da questão dos recursos hídricos no Nordeste, os progressos realizados nos últimos anos em matéria de infraestrutura e de gestão integrada foram positivos, mas ainda há muito o que se fazer para aperfeiçoar o sistema de gestão e para enfrentar as ameaças advindas das mudanças climáticas.

Vicente Andreu Guillo
Presidente da ANA

Mariano Francisco Laplane
Presidente do CGEE



Agradecimentos

Várias pessoas e instituições contribuíram para a realização deste livro. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos dirigentes da ANA, na pessoa do ex-presidente José Machado, do atual presidente Vicente Andreu, do diretor Dalvino Troccoli Franca e do ex-diretor e atual coordenador de Gestão Estratégica Bruno Pagnoccheschi, e do CGEE, na pessoa da ex-presidenta Lúcia Carvalho Pinto de Melo, do atual presidente Mariano Francisco Laplane, do diretor Antonio Carlos Figueira Galvão e da assessora Carmem Sílvia Corrêa Bueno, os quais não apenas asseguraram as condições para a realização da série de debates sobre "A Questão da Água no Nordeste" e para a preparação do livro, como participaram diretamente em diversas ocasiões, acompanhando todo o processo e contribuindo com valiosas orientações, informações e sugestões.

Da mesma forma, os agradecimentos vão para as equipes técnicas da ANA e do CGEE, pela sua participação nos debates e pelas inúmeras sugestões. Um agradecimento especial é dirigido aos participantes dos seis debates realizados em 2008, por suas contribuições técnicas para o entendimento da questão da água no Nordeste. Vários desses participantes concordaram em escrever os capítulos que fazem parte deste livro. Gostaria também de agradecer pelo apoio administrativo e financeiro recebido tanto no âmbito da ANA quanto do CGEE.

Durante o processo de preparação do livro, foi importante o papel desempenhado pelo consultor José Roberto de Lima, do CGEE, durante todas as etapas. Também quero agradecer às equipes de contratos e de eventos do CGEE, nas pessoas de Alexandra Kruger da Silva, Elaine Michon, Silvana Rolon e Solange Figueiredo, e da ANA, na pessoa de Magaly Vasconcelos Arantes de Lima, pela organização dos dois *workshops* de autores, realizados em 2011. Finalmente, agradeço a Tatiana Pires, Eduardo de Oliveira e Diogo Alves, da equipe de editoração do CGEE, pelo importante apoio para a editoração e publicação deste livro.

Antonio Rocha Magalhães
Coordenador



Introdução

Antonio Rocha Magalhães¹

Em 2008, a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) realizaram uma série de debates sobre a questão da água no Nordeste. Os debates ocorreram alternativamente nas sedes da ANA e do CGEE, em Brasília, e envolveram eminentes especialistas e tomadores de decisão sobre a questão regional e os diversos aspectos da política de recursos hídricos. Os temas debatidos e os nomes dos especialistas estão referidos no final deste livro. Os debates foram organizados em um relatório, disponível em forma eletrônica (ANA, CGEE).

Concluído o projeto, os anos de 2009 e 2010 foram dedicados à realização da Segunda Conferência Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas (ICID+18), organizada pelo CGEE, com o patrocínio do Governo do Ceará, do Ministério do Meio Ambiente, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, do Ministério da Integração Nacional e do Banco do Nordeste do Brasil, e com apoio e participação da ANA e muitas outras instituições brasileiras e internacionais. De novo, a temática dos recursos hídricos em regiões secas foi debatida, dessa vez não só em relação ao Nordeste do Brasil, mas também das regiões semiáridas de outras partes do mundo (ICID+18, 2010).

Em 2011, em face da repercussão positiva alcançada com a realização da série de debates e das discussões na ICID+18, a ANA e o CGEE resolveram organizar e publicar um livro sobre o tema, com vistas a uma disponibilização mais ampla, sobretudo para interessados não especialistas, como estudantes, tomadores de decisão do governo, do setor privado e da sociedade civil, e para estudiosos em geral. Considerou-se que o livro seria útil e que, embora muito se fale sobre a problemática da água no Nordeste, não existe uma fonte de informação atualizada e facilmente disponível que ajude a esclarecer dúvidas e mesmo preconceitos que muitas vezes são expostos quando o assunto é a discussão das alternativas para o desenvolvimento regional. Há temas que geram controvérsias, como, por exemplo, a discussão sobre política de acumulação *versus* uso da água; a questão dos grandes projetos *versus* os pequenos aproveitamentos; a morte de rios (por causa do desmatamento e da degradação ambiental) e as possibilidades de revitalização de bacias; o gerenciamento da água; as implicações da variabilidade e das mudanças climáticas; as soluções para o enfrentamento das secas; e a ideia de integração entre bacias hidrográficas.

¹ Líder de Projeto, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Na verdade, há necessidade de mais estudos e mais divulgação sobre o tema das águas do Nordeste e do Semiárido. No ano de 1980, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) publicou o que se pode dizer que foi o estudo mais importante até hoje: o Plano Integrado de Recursos Hídricos do Nordeste (PLIRHINE), com dados de balanço hídrico sobre 24 grandes bacias de dez estados da região. Esse estudo, embora agora desatualizado, continua sendo uma referência importante. Quinze anos depois, nos anos de 1994 e 1995, o Projeto Áridas, por meio do seu Grupo de Recursos Hídricos, produziu uma série de trabalhos seminais e introduziu a ideia de sustentabilidade nas ações referentes a otimização da oferta e gerenciamento dos usos da água (Projeto Áridas). Foram definidos indicadores de sustentabilidade, construídos cenários tendenciais e desejados, analisadas as vulnerabilidades às variações e mudanças climáticas e sugeridas diretrizes para uma política de desenvolvimento sustentável (MCKAUGHAN, 2008). Os estudos do Projeto Áridas influenciaram na formulação de políticas de recursos hídricos tanto em nível federal quanto de alguns estados². A coletânea de estudos do Projeto Áridas está disponível por via eletrônica (http://www.mi.gov.br/infrastrukturahidrica/publicacoes/projeto_aridas.asp) e também em forma de livro (VIEIRA, 2000).

Resumo executivo

Nas últimas duas décadas, aconteceram importantes mudanças sobre a questão dos recursos hídricos no país e no Nordeste em particular. A partir de 1997, o Brasil passou a contar com uma Lei das Águas, em substituição ao antigo Código das Águas. Já antes disso, dois Estados (São Paulo e Ceará) haviam promulgado suas respectivas leis estaduais de recursos hídricos. Avanços significativos foram alcançados nos aspectos institucionais, tanto no Governo Federal quanto em vários estados, com a criação de secretarias para cuidar da política de recursos hídricos. Em 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA). Nesse contexto, uma nova síntese que resumisse o conhecimento e atualizasse a discussão sobre a política de gerenciamento dos recursos hídricos no Nordeste mostrou-se necessária, e este livro se coloca como uma resposta a essa necessidade.

O livro está organizado em 12 capítulos (ver o sumário), acrescidos de introdução e conclusões. Para cada capítulo, foram convidados um ou mais especialistas, entre os que participaram da série de debates ANA/CGEE. Um trabalho desses, escrito a múltiplas mãos, corre o risco de resultar em um todo heterogêneo, com diferentes estilos e enfoques em cada capítulo. Isso é até certo ponto inevitável. Neste trabalho, para diminuir essa possibilidade, começamos por definir um escopo geral e realizar um *workshop* inicial com os autores, para construir a ideia de um projeto comum.

² Ramon Rodrigues, secretário de Irrigação do Ministério de Integração Nacional. Apresentação durante a ICID+18 em Fortaleza de 16 a 20 de agosto de 2010.



Um segundo *workshop* foi realizado com base em uma primeira versão dos diversos documentos, quando pontos de superposição foram identificados e compatibilizados. Além disso, um processo de revisão interativo, entre autores e entre estes e a coordenação do projeto, no CGEE, foi realizado em múltiplas rodadas de comentários e novas versões. O relatório da série de debates deveria ser o ponto de partida para cada autor.

A qualidade técnica de cada capítulo é garantida pela qualificação dos respectivos autores. Foram eliminadas algumas áreas de superposição, mas ainda assim há temas, como a questão das secas e a política de águas, que são tratados em mais de um capítulo. Nestes casos, trata-se de visões diferentes e complementares, de modo que enriquecem o tratamento do tema, por isso há recorrência quanto ao tratamento de alguns temas em diferentes partes do livro.

O capítulo 1 versa sobre a origem das águas do Nordeste. A região depende de chuvas que anualmente caem sobre o seu território – com exceção do Rio São Francisco, que recebe significativa contribuição da água da Região Sudeste, e do Rio Parnaíba, com uma contribuição menor oriunda de Tocantins, na Região Amazônica. As chuvas do Nordeste são causadas por movimentos de nuvens influenciados, principalmente, pelas temperaturas da superfície do mar no Atlântico Tropical e no Pacífico Equatorial (neste caso, graças aos fenômenos El Niño e La Niña). Na verdade, o Nordeste tem três principais regimes de chuvas. Um que abrange os estados do sul da região (Bahia, parte norte de Minas Gerais, sul do Piauí e do Maranhão), que é influenciado por frentes frias vindas do sul. O segundo, abrangendo o norte do Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, partes de Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia), é influenciado pelos deslocamentos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), por sua vez influenciada pela oscilação das temperaturas de superfície entre o Atlântico Sul e Norte. E o terceiro, na zona costeira a leste (Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia), influenciado por ventos alísios do Sudeste e distúrbios atmosféricos vindos do Atlântico. O capítulo ainda introduz o problema da variabilidade anual e interanual, refletida nos episódios de secas e veranicos, bem como as perspectivas de clima futuro, diante do problema das mudanças climáticas e do risco de que os processos de desertificação avancem sobre a região.

O capítulo 2 retoma o tema da variabilidade climática e detalha o problema das secas que historicamente marcaram a sociedade nordestina. A seca se caracteriza, sob o aspecto meteorológico, como uma redução na precipitação anual, em relação à média de precipitação em anos considerados normais. Em um ano de grande seca, a redução de precipitação pode ser superior a 50%. Além da redução na quantidade de chuva, a intensidade da seca também depende da sua distribuição no tempo e no espaço. Em anos de seca, o período com superávit hídrico, que é de quatro meses em anos normais, pode reduzir-se para um, dois ou três meses, tempo insuficiente para o cultivo agrícola. A primeira seca de que se tem notícia no Nordeste data de 1558. Desde então, foram registrados 112

anos de seca até 2010. As secas variam segundo a intensidade dos seus impactos, que podem ser de natureza econômica, ambiental e social. Tradicionalmente, a primeira consequência da seca é a falta d'água, que afeta o abastecimento de pessoas e de animais, bem como as atividades agrícolas.

Os impactos da seca dependem da vulnerabilidade das pessoas, das atividades econômicas e do meio ambiente. As pessoas pobres são, naturalmente, as mais vulneráveis, porque não dispõem de meios para enfrentar crises de qualquer natureza. O Semiárido, como se sabe, tem a maior parte da sua população em condição de pobreza, portanto, de alta vulnerabilidade. Entre as atividades econômicas, as que dependem diretamente do clima são mais vulneráveis, de modo especial a agricultura de sequeiro e a pecuária. Em conjunto, a pequena agricultura de subsistência, praticada por trabalhadores rurais e pequenos produtores, forma o conjunto econômico e social mais vulnerável à seca.

No Nordeste, tradicionalmente, os impactos sobre a agricultura de subsistência têm sido devastadores. Sem chuva não há produção de sequeiro. Assim, essa atividade pode cessar completamente e afetar milhões de pessoas, incluindo trabalhadores rurais, meeiros e pequenos e médios proprietários. De repente, milhões de pessoas ficam sem a sua subsistência, o que acarreta uma calamidade social. Em episódios paradigmáticos de grandes secas, como em 1887-89, 1915, 1932, 1958, 1983, milhões de pessoas foram afetadas e tiveram sua sobrevivência comprometida. Nas secas mais antigas, a quantidade de pessoas que morriam de fome, sede e doenças ligadas à desnutrição provocada pela seca podia chegar a várias centenas de milhares. Por isso a seca no Nordeste se caracteriza, sobretudo, como um grave problema social.

O impacto efetivo sobre as pessoas e suas atividades varia também com o resultado de políticas públicas e estratégias de resposta às secas. No Nordeste, ao longo do último século e meio, foi criada infraestrutura de acumulação de água em açudes e infraestrutura de transportes, que tem se mostrado capaz de assegurar o abastecimento de água para a maioria da população em anos de secas. O desenvolvimento econômico, nos últimos 50 anos, reduziu a participação da agricultura no Produto Interno Bruto (PIB), o que se refletiu em menor impacto econômico da redução de chuvas. E as recentes políticas de proteção social têm criado uma rede de proteção para as pessoas mais pobres. Em consequência, uma grande seca meteorológica em 2010 não repetiu a experiência de calamidade social, como ocorrido há um par de décadas.

O capítulo 3 discute o balanço hídrico no Nordeste. O balanço hídrico compara oferta e demanda de água para um determinado período. Do lado da oferta, a maior parte da precipitação que acontece é evaporada. Segundo o Projeto Áridas (VIEIRA, 2000), com base em dados do PLIRHINE, o total de precipitação em um ano normal chega a 1.730 bilhões de metros cúbicos, dos quais 1.523 bilhões são evaporados ou evapotranspirados, enquanto 149 bilhões se escoam superficialmente e



58 bilhões se infiltram no solo. Dessa forma, a quantidade de água que retorna à atmosfera na forma de evapotranspiração corresponde a 88% da precipitação. Durante quatro meses do ano, a precipitação supera a evapotranspiração, gerando superávit de água (antes de qualquer uso). Nos outros oito meses, ocorre o contrário. A política de acumulação de água em açudes permitiu transportar o superávit de água no tempo, da estação úmida para a estação seca. Os anos de seca, quando o déficit entre precipitação e evapotranspiração se estende para os demais meses, provocam uma ruptura na oferta de água e impedem o atendimento dos diversos usos. Os principais usos são a irrigação e o abastecimento urbano, que consomem respectivamente 47% e 26% da oferta de água. Entre as 24 bacias hidrográficas do Nordeste, há muitas em situação de criticidade, quanto ao balanço hídrico. Há descompasso entre a oferta e a demanda de água, agravado pela má utilização na irrigação e pelo desperdício nos sistemas urbanos. Há também crescentes problemas ligados à qualidade da água. No tocante às águas subterrâneas, há os depósitos em áreas sedimentares, que correspondem a 40% do território nordestino, onde a água é abundante e de boa qualidade. Nos demais 60%, predominam solos rasos, cristalinos, com água pouca, salobra e salgada. Estes últimos dominam o espaço dos estados mais afetados pelas secas, como Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte. O caso do Rio São Francisco, cujas águas se originam em sua maior parte fora do Nordeste, é tratado no capítulo 5.

O tema dos usos da água e o desenvolvimento regional é discutido no capítulo 4. A água, além de ser um fator necessário para todas as formas de vida, é um insumo importante para a maior parte das atividades humanas, em particular para as atividades ditas de desenvolvimento. Os estudos de localização industrial consideram a existência de água, em quantidade e qualidade adequadas, como um fator primordial para atração de investimentos, quer em atividades industriais, quer na agricultura e nos serviços. No Nordeste, a implantação de grandes polos industriais, como o Complexo Petroquímico de Camaçari, o Polo Industrial de Suape, o Polo de Pecém, o Terceiro Polo Industrial Diversificado do Ceará, depende fundamentalmente da existência de oferta de água garantida. A oferta de água é analisada neste capítulo, assim como também nos capítulos 1, 3 e 5. Aqui se discutem os usos e as demandas hídricas mais importantes no Nordeste, destacando o abastecimento humano, a agricultura irrigada, a indústria e os usos não consuntivos, como a hidroeletricidade, a navegação e o turismo. No tocante ao atendimento dessas demandas, há ainda no Nordeste grandes desafios a serem superados para atender a totalidade das necessidades de abastecimento humano, com a universalização do saneamento básico. Para superar esses desafios, a agenda ligada ao gerenciamento da água e à universalização do acesso aos serviços de água e esgotos deve merecer atenção prioritária na política de desenvolvimento regional e nacional.

O Rio São Francisco, por sua importância, mereceu um capítulo especial. O rio nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e percorre 2.696 km até chegar à foz, no Atlântico, na fronteira de

Alagoas e Sergipe. Percorre os estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Está dividido em quatro sub-bacias: Alto, Médio, Sub-Médio e Baixo São Francisco, sendo que as duas últimas correspondem ao território Semiárido, onde estão 57% do percurso do rio. A Bacia do São Francisco responde por 70% da oferta de água de todo o Nordeste, sendo que dessa oferta o estado de Minas Gerais contribui com 73%. Ou seja, a maior parte das águas do São Francisco não depende de chuvas caídas no Nordeste, mas no Sudeste. O São Francisco é uma bênção para o Nordeste, porque cruza uma ampla região do Semiárido. O rio tem uma vazão média de 2.848 metros cúbicos por segundo (m^3/s), com uma variação durante o ano entre 1.077 e $5.290m^3/s$. A vazão regularizada por meio de obras hídricas, especialmente da barragem de Sobradinho, é de $1.846m^3/s$. O São Francisco teve um papel histórico na ocupação do território. Os principais usos da água são para a produção de energia elétrica, por meio da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), com 10.290 MW de capacidade instalada; para irrigação, com 514 mil hectares irrigados, dos quais 181 mil ha em perímetros públicos; e para saneamento básico em benefício das cidades da bacia. Outros usos se destinam ao controle de cheias, à navegação e ao turismo e recreação, à pecuária, à mineração e à indústria (neste caso, especialmente, no Alto São Francisco, na região metropolitana de Belo Horizonte). Quanto ao balanço hídrico, segundo o autor, a situação como um todo pode ser considerada confortável, mas há sub-regiões da bacia, especialmente no Semiárido, onde há estresse hídrico. Nos últimos anos, houve significativo esforço para implantar sistema de gestão na bacia do São Francisco, destacando-se o Comitê da Bacia, desde 2001, e a elaboração do Plano Decenal, em 2003. Entre os desafios presentes, há preocupação com a qualidade da água e com possíveis impactos de mudanças climáticas, que poderão reduzir o fluxo de vazão do rio.

O capítulo 6 retoma a análise do conjunto das bacias do Nordeste, com foco no futuro. A disponibilidade de água no Nordeste, como visto no capítulo 1, é condicionada pelas chuvas e será afetada com as mudanças climáticas em andamento. No Nordeste, as mudanças climáticas levarão, como em outros lugares, a um aumento de temperatura, que forçosamente se refletirá em aumento de evaporação, afetando a disponibilidade hídrica. Os cenários de precipitação são incertos, com alguns modelos indicando queda e outros aumento de chuvas. Pode haver redução na vazão de vários rios, inclusive do rio São Francisco. Pode aumentar o número de meses com déficit hídrico durante o ano. Ao mesmo tempo, graças ao aumento da população, da urbanização e da expansão da agricultura, deve aumentar a demanda de água para irrigação, abastecimento e indústria. Isso significa que, no futuro, haverá desafios adicionais para assegurar o equilíbrio entre oferta e demanda de água no Nordeste. O autor se estende sobre a evolução da gestão de água no Brasil e no Nordeste e sugere diretrizes e uma agenda para uma política nacional de águas para o Semiárido, com vistas a uma gestão adequadas das águas no futuro.



Considerando a questão ambiental e qualidade da água, tema do capítulo 7, ressalta-se que a qualidade da água no Nordeste do Brasil é afetada por processos antrópicos e por processos naturais. No caso dos rios intermitentes, que são a maioria dos rios nordestinos (exceção do São Francisco e do Parnaíba), o período seco acarreta perda na qualidade da água, enquanto os períodos de cheias, sobretudo quando há vertimento nas barragens, leva à melhoria na qualidade. São, no entanto, os processos antrópicos que causam os problemas ambientais mais sérios, incluindo os efluentes domésticos e industriais, resíduos sólidos, desmatamento, erosão, contaminação por pesticidas agrícolas e mais recentemente a produção de resíduos da aquicultura. Esses problemas levam a eutrofização dos corpos d'água, assoreamento das barragens, contaminação por metais pesados, pesticidas, vetores de doenças de veiculação hídrica, aumento de salinidade. A gestão das águas no Nordeste não deve, pois, preocupar-se apenas com a quantidade, mas também com a qualidade.

É importante, portanto, cuidar da recuperação ambiental e da revitalização das bacias hidrográficas afetadas. Por isso o capítulo 8 mostra que o tema deve ser visto no contexto da sustentabilidade ambiental dos territórios ocupados pela bacia hidrográfica. É preciso reverter a degradação e recuperar a qualidade ambiental, a cobertura vegetal, sobretudo nas margens dos corpos d'água, a biodiversidade. A revitalização de uma bacia implica proteger a biodiversidade da Caatinga, combater a desertificação, promover o saneamento ambiental, manejar adequada e racionalmente os recursos de solo e água. Revitalizar as bacias hidrográficas do Nordeste deve ser um dos principais desafios da política de desenvolvimento regional. Há algumas experiências promissoras, especialmente o Programa de Revitalização da Bacia do São Francisco e o Programa de Desenvolvimento Ambiental do Ceará.

A questão da água no Nordeste tem sido objeto de políticas públicas por mais de um século, de forma estreitamente associada ao problema das secas. Este é o assunto do capítulo 9, sobre Água e Políticas Públicas no Semiárido. A questão da água sempre esteve no centro das políticas para o Nordeste. A grande seca de 1877-79 foi um marco importante para as políticas para o Semiárido. Um papel importante foi desempenhado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), criado em 1909. O principal componente dessa política foi o armazenamento de água em açudes grandes, médios e pequenos. Ao longo de mais de cem anos, o DNOCS construiu muitos açudes grandes, como o Castanhão e o Orós, no Ceará, e o Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte. Em cooperação com estados e com particulares, construiu grande quantidade de açudes médios e pequenos. Mais recentemente, alguns estados têm assumido a construção de outros açudes, para completar o aproveitamento hídrico de suas bacias hidrográficas. Pode-se dizer que essa política de acumulação de água foi bem-sucedida e assegurou condições para a vida da população no interior. Sem esses açudes, o interior do Semiárido seria escassamente povoado. Também foi importante para assegurar o abastecimento das zonas urbanas e metropolitanas.

A partir de meados do século XX, houve maior preocupação com o desenvolvimento regional, com repercussões sobre a demanda e a oferta de água. O crescimento econômico ajudou a reduzir a vulnerabilidade econômica ao problema das secas, na medida em que reduziu a participação no PIB de setores mais dependentes das estações chuvosas, como a agricultura. Mais recentemente, políticas de proteção social, como os programas Bolsa Família e Aposentadoria Rural, também ajudaram a reduzir a vulnerabilidade das pessoas mais pobres, que normalmente são mais atingidas pelas secas. As políticas públicas continuaram evoluindo, incorporando a preocupação com a sustentabilidade do desenvolvimento e, de modo particular, com o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. No conjunto, essas políticas ajudaram a reduzir a vulnerabilidade e os impactos das secas sobre as pessoas e sobre a economia, mas há desafios que ainda precisam ser superados.

O capítulo 10 descreve e analisa o processo de gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste. Os autores fazem um histórico sobre a evolução da gestão da água no Brasil e mostram o grande progresso alcançado nos últimos vinte anos. Em 1988, a nova Constituição deu competência à União para legislar sobre a água. Em 1992, a Conferência de Dublin fixou os princípios modernos para o gerenciamento integrado e a Rio 92 sacramentou a ideia de desenvolvimento sustentável. No Nordeste, o Projeto Áridas, em 1994/95, avançou na discussão sobre uso sustentável dos recursos hídricos. Foram fundamentais os avanços na legislação, começando com alguns estados e tendo um marco importante na Lei Federal 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Outro marco importante foi a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), no ano 2000. Os autores deste capítulo descrevem o SINGREH e os avanços alcançados e exemplificam casos exitosos da prática da gestão integrada no Nordeste. A legislação e o arcabouço institucional existente são satisfatórios, tanto no nível federal quanto no estadual, mas ainda insuficientes em nível de bacia hidrográfica. Alguns desafios dizem respeito à necessidade de implementar instrumentos como a cobrança e o enquadramento de recursos hídricos, assim como os planos de bacia.

A transferência de águas entre bacias hidrográficas é uma alternativa que tem sido frequentemente utilizada, no mundo antigo e no mundo moderno, para enfrentar problemas de déficit hídrico e melhorar as condições de sustentabilidade da oferta de água. O capítulo 11 apresenta e analisa experiências mundiais e brasileiras de integração entre bacias. A importação de água geralmente é uma alternativa que pode representar custos significativos, mas que pode trazer maiores benefícios sociais e econômicos. Projetos de integração sempre implicam impactos ambientais e sociais, que precisam ser analisados e compensados, tanto na bacia doadora quanto na receptora. Tais projetos envolvem muitos interesses e instituições, por isso necessitam ser negociados. Em alguns casos, na experiência internacional, o processo de negociação, até alcançar um acordo entre todas as partes, levou muito tempo. O autor apresenta experiências levadas a efeito nos Estados Unidos, na Austrália,



na China, na África do Sul, na Espanha e no Peru. No Brasil, foram apresentados os casos da Baixada Santista (um caso interessante em que a transferência foi revertida depois de várias décadas), de Piracicaba e Alto Tietê, em São Paulo, de Sistema Coremas-Mãe D'Água, na Paraíba, e de Paraíba do Sul, nos estados de Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Também se registra a experiência de transferência de águas da bacia do Jaguaribe para a bacia metropolitana de Fortaleza, no Ceará. Cada experiência é um caso à parte, mas a análise conjunta permite tirar lições importantes nos aspectos institucionais, de gerenciamento, de participação dos usuários, de sustentabilidade financeira e administrativa e em relação ao tratamento de externalidades ambientais e medidas compensatórias.

Ainda sobre o tema de importação de água de outras bacias, o capítulo 12 apresenta o caso do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). A ideia desse projeto remonta aos tempos do Segundo Império, tendo sido retomada a partir da década de 1980. Presentemente (2012), o projeto se encontra em fase de construção da infraestrutura, compreendendo dois eixos. O eixo Norte levará água do São Francisco para as bacias dos rios Apodi e Piranhas Açu, no Rio Grande do Norte e na Paraíba; Jaguaribe, no Ceará; e Brígida e Terra Nova, em Pernambuco. O eixo Leste levará águas para as bacias do rio Paraíba, na Paraíba, e do Agreste pernambucano. O PISF fará a transposição de 26,4 metros cúbicos por segundo de águas do rio São Francisco, número equivalente a 1,4% da vazão regularizada do rio. Os principais desafios para o funcionamento do projeto dizem respeito ao estabelecimento de instituições para gestão da oferta e da demanda e de instrumentos para assegurar a sustentabilidade financeira e administrativa do projeto.



Capítulo 1

As origens das águas no Nordeste

Paulo Nobre¹

Introdução

Este capítulo versa sobre as origens das águas superficiais na Região Nordeste do Brasil, com ênfase nos processos atmosféricos e oceânicos que condicionam a distribuição espacial e temporal das precipitações pluviométricas sobre a região e as perspectivas de alterações futuras dos padrões de chuvas devido às mudanças climáticas globais.

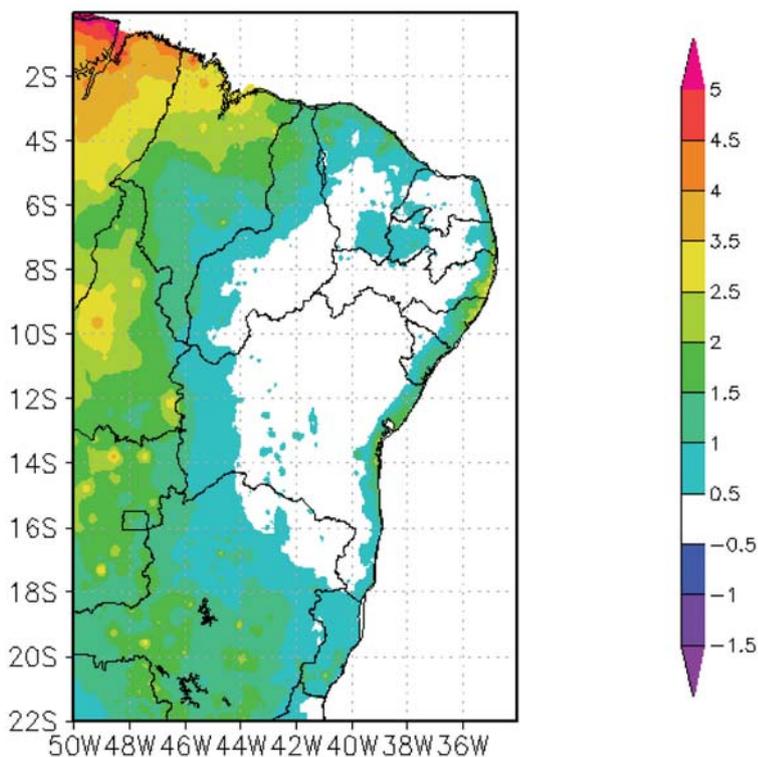
As águas superficiais do Nordeste, em oposição àsquelas provenientes de aquíferos profundos, são provenientes, sobretudo, de chuvas que caem em bacias hidrográficas totalmente contidas na própria região. O regime de chuvas é concentrado em quatro meses durante o ano, com picos em novembro-dezembro na porção sul, março-abril na porção norte e junho-julho na parte leste do Nordeste. Além desses, precipitações que ocorrem na bacia hidrográfica do rio São Francisco em Minas Gerais também contribuem para o total de águas pluviais disponíveis no Nordeste.

O que determina as chuvas do Nordeste são os movimentos atmosféricos que favorecem, ou inibem, os processos de formação de nuvens precipitantes sobre a região. Dentre os fatores globais que mais diretamente controlam a circulação atmosférica sobre o Nordeste estão as temperaturas da superfície do mar sobre os oceanos Atlântico Tropical e Pacífico Equatorial. Em função da combinação das condições dos oceanos Atlântico e Pacífico, ocorre grande variabilidade interanual dos totais pluviométricos sobre o Nordeste e dos quais resulta a alternância de anos de seca e de cheias.

Dos totais pluviométricos sobre a região, parte é evapotranspirada ou infiltra nas camadas subsuperficiais do solo, sendo o excedente escoado através de cursos d'água de vazão natural intermitente ao longo do ano. A Figura 1.1 mostra o balanço anual entre precipitação e evaporação para a Região

¹ Pesquisador do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/INPE

Nordeste, indicando que, na média anual, os totais pluviométricos aproximadamente igualam a evaporação sobre toda a porção semiárida do Nordeste, desde o norte de Minas Gerais até o Ceará e Rio Grande do Norte. Os totais pluviométricos anuais superam a evaporação sobre uma estreita faixa ao longo do litoral da Bahia ao Rio Grande do Norte, o litoral do Ceará e o oeste da Bahia e Piauí e todo o estado do Maranhão. A evaporação supera a precipitação sobre o Oceano Atlântico. Tal balanço pode ser mais bem compreendido por meio da inspeção da evolução climatológica da precipitação e evaporação diárias, como mostrado na Figura 1.2, com excedente hídrico durante os meses de dezembro a maio e déficit hídrico durante o restante do ano.



GrADS: COLA/IGES

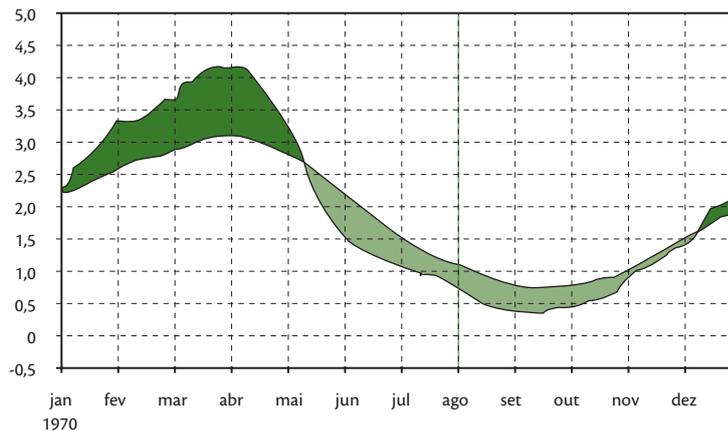
Fonte dos dados: Projeto PROCLIMA, INPE/CPTEC.

Figura 1.1 – Balanço Precipitação menos Evaporação, média anual (em mm/dia).

A combinação de elevadas taxas de evapotranspiração, solos rasos com pouca capacidade de armazenagem de água em aquíferos e o caráter concentrado das precipitações anuais leva à condição



de clima semiárido e bioma caatinga da Região Nordeste do Brasil. Desta forma, o déficit hídrico estacional durante parte do ano e excedente hídrico durante o período chuvoso sobre cada região do Nordeste são característicos do clima semiárido. Nas páginas que seguem, o regime pluviométrico sobre o Nordeste é discutido, assim como sua variabilidade interanual e possíveis impactos das mudanças climáticas globais.

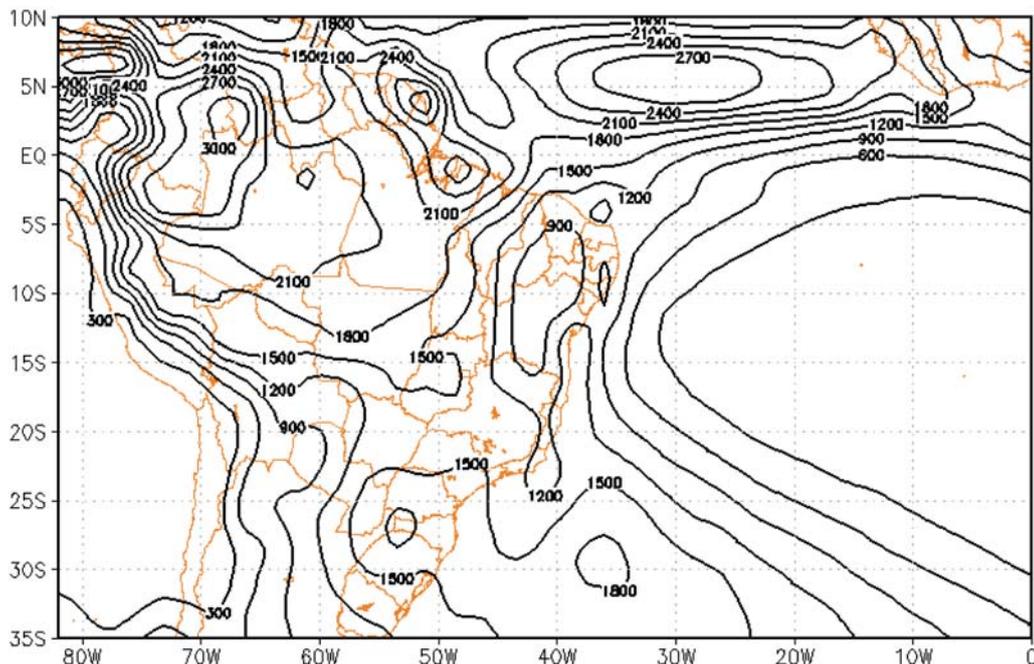


Fonte dos dados: Projeto PROCLIMA, INPE/CPTEC.

Figura 1.2 – Precipitação (linha preta contínua) e evaporação (linha preta tracejada) climatológica diária para porção semiárida do Nordeste compreendida entre os paralelos 13s-3s e os meridianos 45w-35w. Área hachurada em vermelho/verde indica valores de excedente/déficit hídricos, em mm/dia.

O ciclo anual das precipitações e da evaporação

A Região Nordeste se posiciona numa área de transição entre os elevados totais anuais de precipitação da Região Amazônica, que ultrapassam a marca dos 3.000 mm/ano, e a região central do Atlântico Sul, com totais anuais de precipitação sob o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul inferiores a 300 mm/ano (Figura 1.3). Assim, a Região Nordeste recebe totais pluviométricos anuais entre 600 mm/ano na sua parte central a 1.800+ mm/ano na porção amazônica do Maranhão, com totais entre 1.200 a 1.500 mm/ano na região do litoral (Figura 1.3). Tais totais pluviométricos anuais são gerados por sistemas atmosféricos atuantes na região e modulados pelas Temperaturas da Superfície do Mar (TSM), tanto sobre o Oceano Atlântico Tropical quanto sobre o Pacífico Equatorial e discutidos na próxima seção deste capítulo.

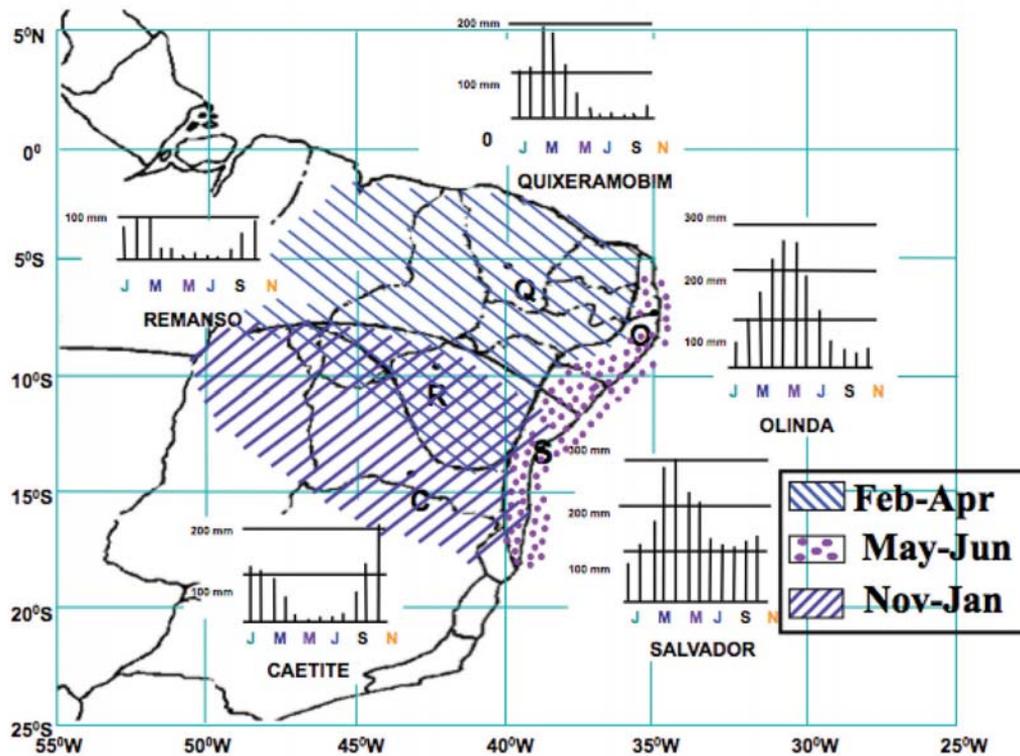


Fonte dos dados: CMAP/NOAA. Paulo Nobre, comunicação pessoal, 2011.

Figura 1.3 – Totais climatológicos anuais de precipitação sobre a América do Sul e Atlântico Tropical e Sul (mm/ano), média para o período 1961-1990.

Com distribuição anual de totais pluviométricos concentrados em quatro meses do ano, o regime de chuvas sobre a Região Nordeste é dividido em três tipos, ilustrados na Figura 1.4. As precipitações sobre a porção sul do Nordeste, englobando os estados da Bahia, norte de Minas Gerais e sul do Maranhão e Piauí, apresenta quadrimestre mais chuvoso de novembro a fevereiro, com os máximos pluviométricos durante dezembro e janeiro. Os principais mecanismos atmosféricos causadores das chuvas sobre a porção sul do Nordeste são frentes frias provenientes de altas latitudes do Hemisfério Sul e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Figura 1.5).

A porção norte do Nordeste, compreendida pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, o oeste da Paraíba, Pernambuco e Alagoas, e o norte-nordeste da Bahia, tem regime pluviométrico anual centrado no período de janeiro a abril. O principal mecanismo causador de chuvas sobre o norte do Nordeste é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Figura 1.5), a qual é fortemente modulada pelos campos de TSM sobre o Atlântico Equatorial.

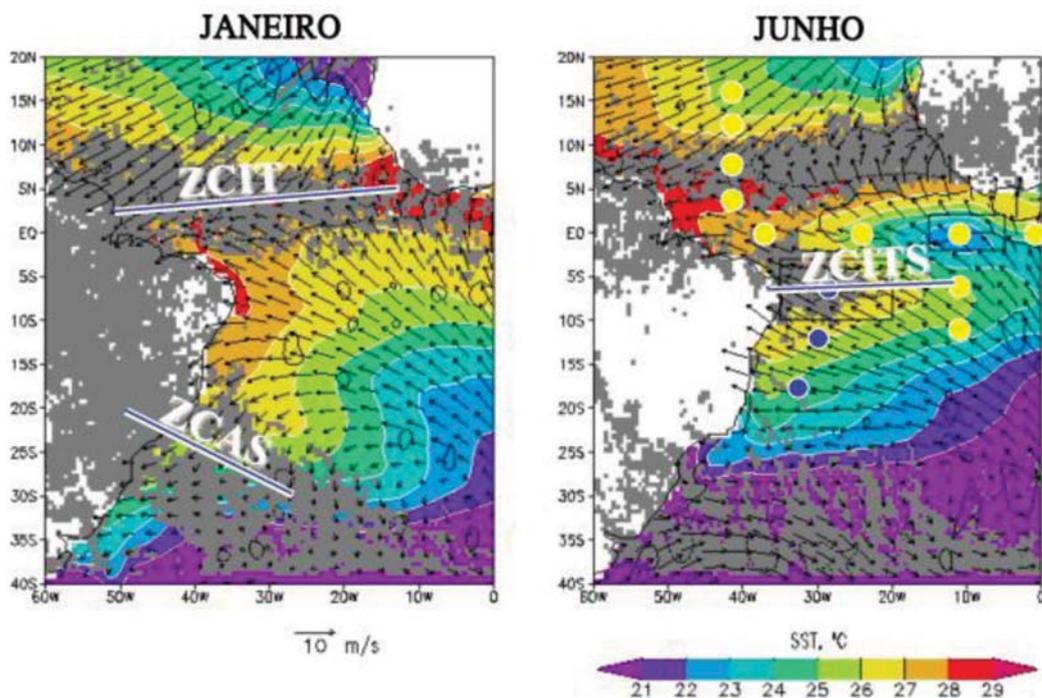


Fonte: Kousky et al. (1980)[6].

Figura 1.4 – Esquemático dos principais regimes pluviométricos sobre o Nordeste do Brasil, conforme legenda da figura. Os diagramas de barras mostram a distribuição média anual em cidades representativas dos regimes pluviométricos amostrados.

A porção leste do Nordeste, englobando as regiões do agreste e litoral dos estados de Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, tem seu período chuvoso nos meses de abril a julho. Os principais mecanismos causadores de chuvas durante a estação chuvosa do leste do Nordeste são a convergência dos ventos alísios de sudeste, formando uma banda sul da ZCIT (Figura 1.5) e a atuação de distúrbios atmosféricos que se propagam da África para oeste.

Outros mecanismos que organizam as precipitações pluviométricas sobre a região como um todo, contribuindo para a geração dos totais anuais pluviométricos sobre o Nordeste, são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e as oscilações de 30-60 dias, também conhecidas como oscilações de Madden e Julian, discutidos na próxima seção.



Fonte: Adaptado de Grodsky e Carton (2002)[20]. Os círculos em amarelo e azul no quadro (b) indicam as posições das boias ancoradas do Projeto PIRATA

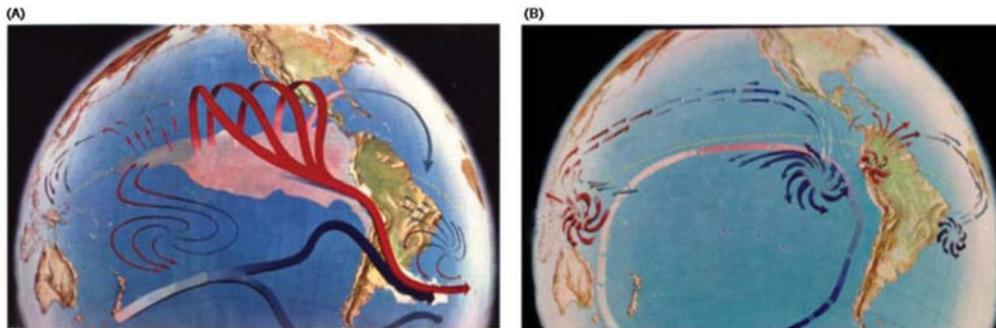
Figura 1.5 – Ilustração das zonas de convergência intertropical (ZCIT), do Atlântico Sul (ZCAS) e do ramo sul da ITCZ (ZCITS) durante (a) janeiro e (b) julho e indicadas pelas regiões sombreadas em cinza. As setas indicam o escoamento do vento em cada período. Os contorno e áreas coloridas representam os campos de TSM.

Variabilidade interanual das precipitações sazonais

As variações interanuais dos totais pluviométricos sobre a Região Nordeste ocasionam, nos anos de déficit pluviométrico, a assim chamada seca, i.e., período prolongado de estiagem que ocorre durante o período climatologicamente chuvoso sobre uma região. As secas são fenômeno recorrente no Nordeste, afetando de forma mais notável a porção semiárida na parte norte do Nordeste. Dentre os fatores de maior importância na determinação de condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de anos de seca no norte do Nordeste, se encontram os campos de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical com o assim chamado padrão de dipolo ou gradiente meridional de anomalias de TSM, com a ocorrência de **águas anormalmente quentes** ao norte do equador e frias ao sul do equador durante o período de março-abril-maio; as condições



opostas de anomalias de TSM ao norte e ao sul do equador no Atlântico Tropical (i.e., **águas mais quentes** sobre o Atlântico Equatorial e Sul; e mais frias no Atlântico Tropical Norte) são observadas em anos com pluviometria acima da média no período de março a maio de cada ano. Os diagramas esquemáticos mostrados na Figura 1.7 ilustram as circulações atmosféricas e condições dos campos de TSM associados com condições de chuvas acima ou abaixo da média sobre as regiões norte e leste do Nordeste, respectivamente.



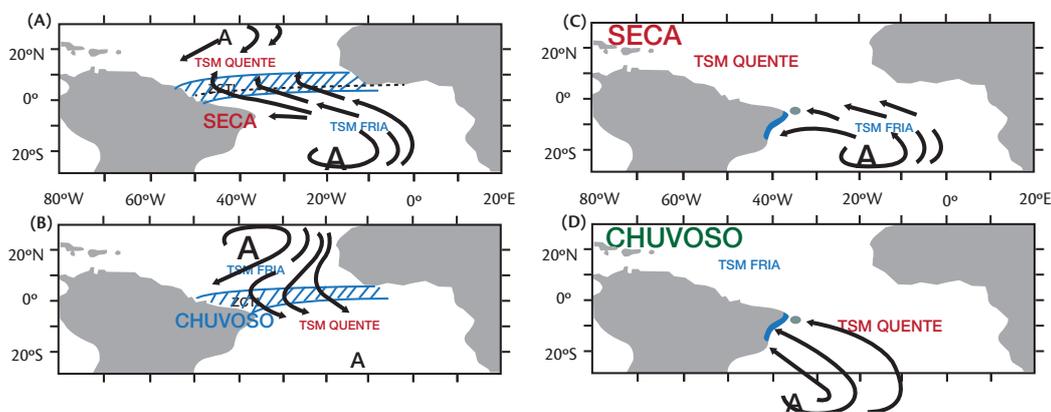
Fonte: Adaptado de Revista Ciência Ilustrada, Ano II, nº15, 1983, Ilustração de Héctor Gomez Alisio

Figura 1.6 – Representação esquemática das circulações atmosféricas induzidas pelo fenômeno (a) de aquecimento do Pacífico Equatorial Leste em anos do fenômeno El Niño e (b) de resfriamento do Pacífico Equatorial Leste em anos de La Niña.

Outros aspectos da circulação atmosférica global também são normalmente associados com variabilidade interanual da precipitação sobre o norte do Nordeste. Um exemplo notável são as anomalias de circulação atmosférica sobre a Terra Nova e Groenlândia, parte da oscilação atmosférica denominada Oscilação do Atlântico Norte (NAO da sigla em inglês) durante novembro-dezembro-janeiro estarem associadas com anomalias pluviométricas sobre o Nordeste em março-abril-maio. O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) sobre o Pacífico Equatorial também mostra forte conexão com a ocorrência de secas no Nordeste. A ocorrência da fase quente do ENOS, i.e., com o aquecimento das TSM sobre o Pacífico Equatorial Leste, é normalmente associada com o deslocamento das células convectivas atmosféricas da Indonésia para o Pacífico Central e Leste, por meio da liberação de calor latente de condensação durante o processo de formação de nuvens profundas, acarretando assim o aumento do ramo descendente da circulação zonal a leste da fonte de calor, sobre o leste da Amazônia e Nordeste do Brasil. Em decorrência do aumento da subsidência atmosférica de larga escala sobre o Nordeste, há inibição da formação de nebulosidade local, a ZCIT se desloca para

norte e se instala o cenário de seca no Nordeste e leste da Amazônia. Em anos nos quais se observa a fase fria do ENOS, também referida por La Niña, o efeito do Pacífico Equatorial é de favorecimento do aumento da precipitação no Nordeste e leste da Amazônia. As circulações atmosféricas induzidas pelas fases quente e fria do fenômeno ENOS estão ilustradas na Figura 1.6.

Além dos padrões de circulação atmosférica controlados por campos de anomalias de TSM nos oceanos tropicais e padrões de teleconexões que modulam a precipitação sobre o Nordeste em escala de tempo interanual, também há distúrbios atmosféricos que causam variabilidade pluviométrica em escalas espaciais e temporais menores, causando variações intrasazonais da precipitação. Dentre estes fenômenos, os mais significativos são as Ondas de Madden e Julian (OMJ), com frequência de 30 a 60 dias e que se propagam dos Oceanos Índico e Pacífico para leste sobre a América do Sul e Nordeste; e distúrbios atmosféricos de leste, que se propagam do continente africano para oeste, atingindo o Nordeste. Enquanto as OMJ causam modulação intrasazonal de baixa frequência, favorecendo a ocorrência de veranicos, i.e., períodos de interrupção das chuvas por algumas semanas, os distúrbios de leste atuam na faixa de frequência de cinco dias e estão frequentemente associados com a organização da convecção profunda ao longo da costa leste do Nordeste, causando precipitações intensas e inundações.

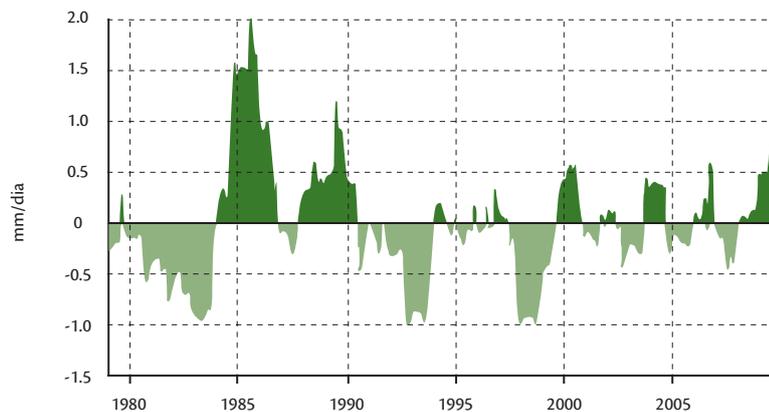


Adaptado de: C. A. Nobre e L. C. B. Molion (1988) [21] (A e B) e Rao e Cavalcanti (1993) [7] (C e D)

Figura 1.7 – Diagrama esquemático das influências do Oceano Atlântico Tropical na modulação de anos com precipitação (a) abaixo da média e (b) acima da média climatológica para a porção norte da Região Nordeste e (c) abaixo da média e (d) acima da média climatológica para a porção leste da Região Nordeste.



Assim, a distribuição espacial/temporal da pluviometria sobre o Nordeste é fruto do casamento de uma plêiade de fenômenos, de escala planetária a local, o que resulta em uma distribuição dos totais pluviométricos muito variáveis ano a ano. A Figura 1.8 ilustra a variabilidade interanual da pluviometria sobre o semiárido da Região Nordeste para o período de 1979 ao presente. São notórios na Figura 1.8 os períodos de déficit pluviométrico nos anos de 1983, 1993 e 1998, anos nos quais ocorreram intensos episódios do fenômeno ENOS no Pacífico Equatorial.



Fonte de dados NOAA/NCEP CMAP [22]. Comunicação pessoal, Paulo Nobre.

Figura 1.8 – Série temporal de anomalias pluviométricas sobre o Nordeste, média na área entre 46W-36W e 3S-13S, relativa à climatologia do período de 1979-2009.

Mudanças climáticas globais e disponibilidade hídrica sobre o Nordeste:

Em adição aos processos atmosféricos e oceânicos que causam a variabilidade dos totais pluviométricos interanual a intrasazonal sobre o Nordeste, discutidos acima, há evidências observacionais e de resultados de modelos matemáticos do clima global que indicam a existência de tendências de variações sistemáticas nas escalas de dezenas a centenas de anos, as quais são devidas em parte ao acúmulo de gases de efeito estufa de origem antrópica na atmosfera. Estudos de geração de cenários de mudanças climáticas, realizados com modelos matemáticos do sistema terrestre para o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), apresentam indicadores convergentes sobre a tendência de aumento das temperaturas do ar sobre a Amazônia e o Nordeste. Já sobre a pluvio-

sidade, os sinais dos modelos globais utilizados para os estudos de mudanças climáticas apresentam sinais menos convergentes do que para a temperatura, não obstante predominem resultados indicando para possível redução dos totais pluviométricos anuais sobre o Nordeste do Brasil.

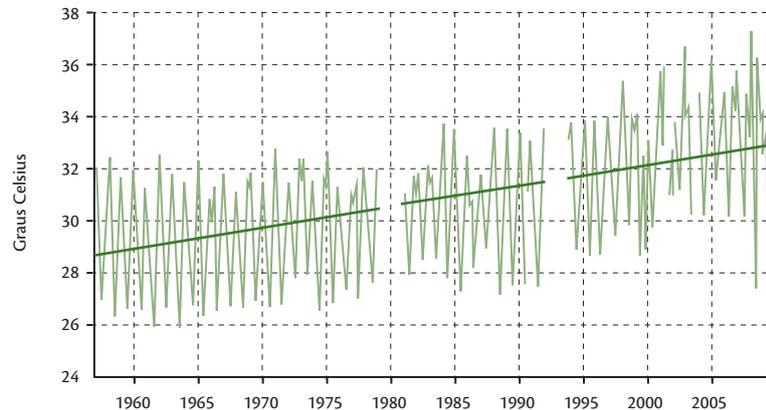
Estudos mais detalhados dos impactos das mudanças climáticas globais sobre a América do Sul indicam que a Região Nordeste do Brasil se encontra dentre as regiões mais vulneráveis **às mudanças climáticas**, com um quadro de aumento da temperatura média do ar, aumento da frequência de noites quentes e diminuição dos totais anuais de precipitação sobre a região. Estudos de detecção de mudanças climáticas sobre o Nordeste também indicam um forte aquecimento do ar em alguns postos meteorológicos com séries temporais com mais de quarenta anos de dados, como detectado num estudo de Lacerda e Nobre (2010) sobre o sertão de Pernambuco. Tal estudo também documenta a redução pluviométrica anual e o aumento da frequência da ocorrência e duração de veranicos em postos pluviométricos com séries longas de dados no sertão de Pernambuco. A Figura 9 ilustra o aumento das temperaturas máximas na estação climatológica do Instituto de Pesquisas Agropecuárias de Pernambuco (IPA), em Vitória de Santo Antão – PE, onde se registrou um aumento de aproximadamente 0,8 grau **Celsius por década** no período de 1950 a 2010, marca similar ao observado na localidade Araripina – PE. Enquanto o aumento de temperatura do ar mostrado na Figura 1.9 está muito acima da média global, que é de aproximadamente 0,7 grau centígrado em cem anos, indica que valores médios de aquecimento global não se aplicam para todas as localidades. Dependendo de condições microclimáticas locais, assim como dos padrões de mudança do uso da terra, é plausível que as mudanças climáticas já em curso, assim como durante as próximas décadas, serão diversas.

Quanto à precipitação, a variabilidade espacial e as tendências de mudanças com o tempo são ainda mais variáveis do que a temperatura. Em estudo recente ainda não publicado, Nobre e Lacerda (comunicação pessoal, 2011) coletam evidências observacionais em conjunto de postos pluviométricos com mais de 40 anos de dados no semiárido de Pernambuco, indicando uma tendência à diminuição dos totais pluviométricos anuais e aumento da duração máxima de veranicos. Combinado com as observações de tendência de aumento de temperatura do ar e assumindo representatividade das séries temporais analisadas para todo o semiárido, conclui-se que as condições para aridização do semiárido são um processo já instalado.

Para final do século XXI, os cenários de mudanças climáticas do IPCC-AR4 indicam que a Região Nordeste venha a registrar um aquecimento médio entre 2 a 4 °C, relativamente à media climatológica dos últimos 30 anos, e 15-20% mais seco. Alta evaporação, induzida pelo aumento da temperatura, e



redução da pluviosidade devem afetar a disponibilidade de umidade do solo e reduzir os volumes de água armazenada em açudes, com a área mais afetada sendo o semiárido.



Cortesia F. Lacerda e P. Nobre (2011), comunicação pessoal.

Figura 1.9 – Série temporal de temperatura máxima mensal para a estação climatológica do IPA em Vitória de Santo Antão, PE. Reta de regressão (linha verde) com tendência de 0.799 C/década.

Assim, a região semiárida do Nordeste, onde chove em média 600 milímetros por ano de modo concentrado em poucos meses, sofre grande risco de desertificação; i.e., mais seco, com solos empobrecidos e menor diversidade biológica. Com a diminuição das chuvas, uma quantidade menor de água percola no solo, reduzindo a recarga dos lençóis freáticos. Estima-se que possa ocorrer uma redução de até 70% na recarga dos aquíferos na Região Nordeste, como mostrada na Figura 1.10 para duas condições de balanços hídricos para a região em condições atuais e futuras num cenário de mudanças climáticas.

As projeções de clima futuro publicadas pelo Quarto Relatório do IPCC (IPCC AR4) mostrou cenários de ocorrência de secas e eventos de precipitação extremos em diversas áreas do planeta. No Brasil, a região mais vulnerável às mudanças climáticas globais é o semiárido do Nordeste. A maioria dos modelos globais do IPCC AR4 mostra reduções de precipitações e aquecimento que podem ultrapassar os 3°C no semiárido nordestino em meados do século XXI. Tal conjunção de fatores da pluviometria e temperatura poderiam acarretar, como exemplo, uma redução de até 20% nas vazões do rio São Francisco.

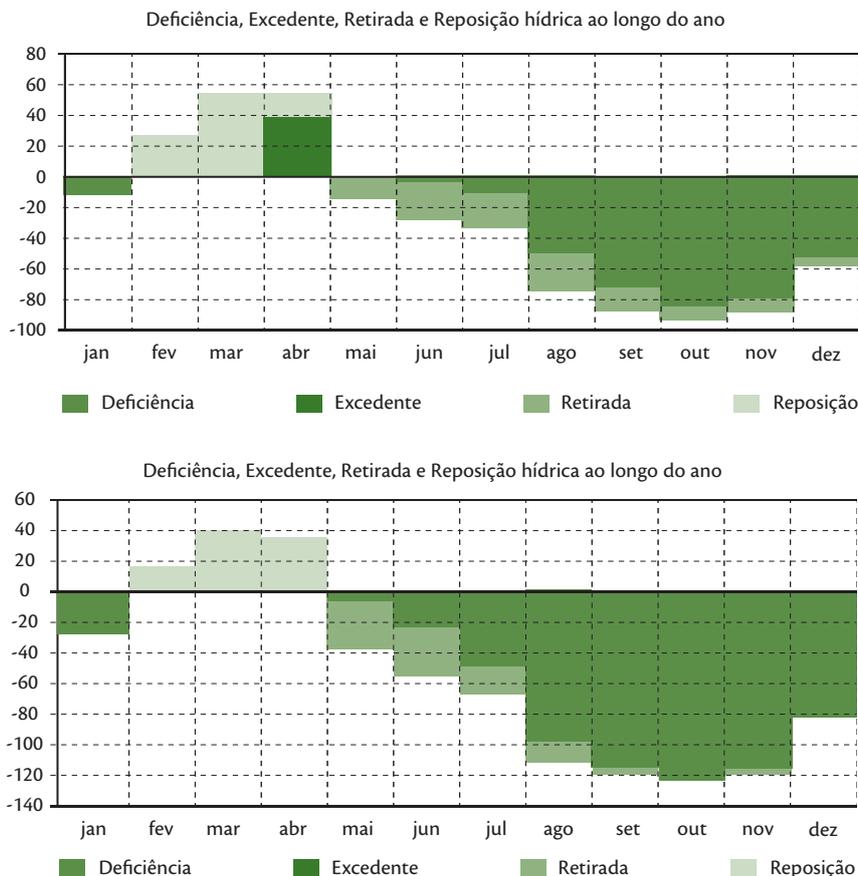


Figura 1.10 – Balanços hídricos para a Região Nordeste do Brasil obtidos pelos valores de temperatura e precipitação presentes (normais climatológicas para o período de 1961-1990) e para cenário futuro (2071-2100), utilizando valores médios dos modelos HADCM3, GFDL, CCCMA, SCIRO e NIES para o cenário a2 de aquecimento global. Adaptado de [19]

O Relatório do Clima do Brasil, produzido recentemente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), avalia as mudanças climáticas no Brasil até o final do século XXI. Utilizando modelos atmosféricos regionais com resolução de até 50 km, o relatório conclui que, no cenário otimista de emissões globais de gases de efeito estufa do IPCC AR4, o aquecimento sobre o Nordeste do Brasil chegaria a 1-3 °C e a chuva ficaria entre 10-15% menor que no presente. Já no cenário climático pessimista, e mais próximo dos níveis observados de emissões globais de gases de efeito estufa, as temperaturas aumentariam de 2 °C a 4 °C e as chuvas reduziriam entre 15-20% no Nordeste até o final do século XXI. Como consequências de tais cenários de mudanças no clima do Nordeste, o relatório do INPE lista aos seguintes impactos:



- “A caatinga pode dar lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas, com predominância de cactáceas. O desmatamento da Amazônia também afetará a região.
- Um aumento de 3°C ou mais na temperatura média deixaria ainda mais secos os locais que hoje têm maior déficit hídrico no semiárido.
- A produção agrícola de subsistência de grandes áreas pode se tornar inviável, colocando a própria sobrevivência do homem em risco.
- O alto potencial para evaporação do Nordeste, combinado com o aumento de temperatura, causaria diminuição da água de lagos, açudes e reservatórios.
- O semiárido nordestino ficará vulnerável a chuvas torrenciais e concentradas em curto espaço de tempo, resultando em enchentes e graves impactos socioambientais. Porém, e mais importante, espera-se uma maior frequência de dias secos consecutivos e de ondas de calor decorrente do aumento na frequência de veranicos.
- Com a degradação do solo, aumentará a migração para as cidades costeiras, agravando os problemas urbanos.”

Conclusões

Este capítulo delineou os principais processos atmosféricos e oceânicos responsáveis pelos regimes pluviométricos, dos ciclos anuais de chuvas e sua variabilidade interanual sobre o Nordeste do Brasil. Notadamente, as temperaturas da superfície do mar sobre as bacias dos oceanos Atlântico Tropical e Pacífico Equatorial, nesta ordem, representam os mais importantes campos de escala global responsáveis pela ocorrência de anos de secas ou precipitações abundantes sobre a Região Nordeste do Brasil. Resultado das condições oceânicas globais, as chuvas sobre o setor norte do Nordeste apresentam um dos mais altos graus de previsibilidade sazonal do planeta. Do ponto de vista de mudanças climáticas globais, estudos observacionais e de modelagem climática global recentes evidenciam tendências de aumento da temperatura do ar e diminuição dos totais pluviométricos anuais no semiárido do Nordeste, sugerindo que processos de “aridização” devido ao conjunto de práticas de uso do solo e das mudanças climáticas globais devidas ao acúmulo de gases de efeito estufa globais estejam em curso no Nordeste do Brasil.



Capítulo 2

As secas e seus impactos

Otamar de Carvalho¹

Dou-me a exercício de lhes mostrar a seca; quando e como se processa tão vil despojamento da natureza; a retirada sem ingratidões, tática, dos que renunciam amargurados à fidelidade da convivência telúrica; e emigram, regressam um dia para reelaborar tudo outra vez, os verdes principalmente, a irreprimível amor pelo Ceará. (Eduardo Campos, 1983: 17.)²

Além desta apresentação, este capítulo contempla os seguintes tópicos: Introdução; Dimensões e manifestações das secas; As áreas de ocorrência de secas no Nordeste; Mudanças climáticas, desertificação e secas; Impactos das secas; Redes de infraestrutura hídrica e de proteção social; e Considerações finais. Uma listagem das referências bibliográficas consultadas e/ou referidas também é apresentada ao final.

Introdução

O enfrentamento das questões subjacentes à escassez (relativa) de água no Nordeste tem sido pautado pela variabilidade climática e, no limite, pela ocorrência de secas na região – anuais ou plurianuais. No presente, e mais ainda no passado, os problemas relacionados a essa problemática foram submetidos a estudos em boa medida resultantes das pressões sociais levadas a público pela imprensa. Giacomo Raja Gabaglia, importante membro da Comissão Científica de Exploração, inte-

¹ Economista e Doutor em Economia, é pesquisador da Geoeconomia, Estudos e Pesquisas em Sustentabilidade, empresa sediada no Rio de Janeiro. Agradeço as sugestões oferecidas por Margarida C. L. Mattos. Não lhe cabe, porém, qualquer responsabilidade por eventuais equívocos derivados da incorporação que eu tenha feito de suas sugestões. Igualmente, quero agradecer às pesquisadoras da Funceme Margareth Silvia Benicio de Souza Carvalho e Meiry Sakamoto, assim como a Hypérides Pereira de Macedo, pelas informações que me disponibilizaram sobre as ocorrências de secas no Nordeste e no Ceará dos anos de 2000 a 2010.

² CAMPOS, Eduardo. A viuvez do verde; ensaio. Fortaleza: Edições Imprensa Oficial do Ceará, 1983.

grada por cientistas enviados, em janeiro de 1859, ao Ceará, por D. Pedro II (BRAGA, 1962: 15-49), abre espaço que respalda esta percepção. A tal percepção se seguem também vislumbres sobre os permanentes apoios demandados do governo:

Na hora em que escrevemos [1861], Pernambuco e Bahia gemem sob os horrores dos resultados desta calamidade, e ainda se deve ter na mente os artigos publicados no *Correio Mercantil*, do Rio, pelo ilustrado Sr. Dr. Viriato de Medeiros. Queixumes erguidos da imprensa e de longa data têm tornado inseparáveis ao pensamento de qualquer brasileiro – Província do Ceará e calamitosa falta de chuvas – e, como lei invariável e insuperável de desastres, se admitem as secas em dadas zonas do Norte do Império Americano. Segundo uns, o Ceará é o Jó do Norte, condenado por fenômenos superiores à vontade do homem, e este deve confessar-se vencido pela natureza e dizer: observarei e fugirei. Segundo outros, empregando esta ou aquela medida auxiliar administrativa, se cortaria o mal, mas frequentemente com a condição que o governo se tornasse como que o pai generoso, que abre a bolsa ao filho perdulário, que no ócio e no deleite se esquece do dia de amanhã. (Raja Gabaglia, 1877: 3-4.)

Secas como as de 1915, 1932, 1958 e 1970 impuseram prejuízos de magnitude e natureza variada sobre os viventes nas áreas semiáridas do Nordeste. Complicaram a vida de milhares e milhares de nordestinos residentes no espaço cognominado de Polígono das Secas, instituído como figura oficialmente “protegida” pelos governos da União e dos estados. Antes daquelas secas, por seus impactos paradigmáticos, reconhecidos em todo o país, a mais notada foi a de 1877-1879³. Isto ocorreu não apenas por seus efeitos sobre os seres humanos mortos, o número de animais dizimados e o destroçamento da frágil economia sertaneja. Assim também foi por causa das descrições e registros efetuados sobre aqueles três anos, em proporção ampla, comparadas às descrições produzidas sobre secas plurianuais anteriores, como a de 1791-1794. Apesar de intensa, pouco se escreveu sobre aqueles anos de extrema dificuldade. Interessante é notar que essas secas têm sido dadas e tidas como mais comuns ao Ceará⁴ do que a outras províncias das áreas afetadas pelas secas no espaço hoje conhecido como Nordeste do Brasil⁵.

3 Os livros de Rodolfo Teófilo – a “História da Seca de 1877-1880” (1922) e “A Fome” (1979) – contribuíram para a notoriedade dessa seca. Sua temática ainda desperta interesses atualmente, como prova o esforço realizado por Cícinato Ferreira Neto, com o livro “A Tragédia dos Mil Dias: a Seca de 1877-79 no Ceará”, publicado em 2006.

4 Isto parece dever-se ao peso da produção historiográfica do (ou sobre o) Ceará, gerada por pensadores como Giacomo Raja Gabaglia (1877), Viriato de Medeiros (1877), Marco Antonio de Macedo (1878), Thomas Pompeu de Souza Brasil (1909), Guilherme Studart (1910), Joaquim Alves (1958) e Thomas Pompeu Sobrinho (1958).

5 Pernambuco legou estudos importantes, dentre os quais cabe referir os “Trabalhos do Congresso Agrícola do Recife”, de outubro de 1878. (1978).



As grandes secas mencionadas, assim como a seca plurianual de 1979-1983 – que afetou até o presente o maior número de pessoas no Semiárido Nordestino –, produziram notáveis e variados impactos. Por sua magnitude exigiram múltiplas respostas por parte dos governos e da sociedade. Ao longo dos mais de 450 anos, que vêm de 1559 para cá⁶, houve inúmeras mudanças a respeito da ocorrência das secas, seja em relação ao avanço do conhecimento dos fatores que a produzem ou em relação aos esforços realizados para atender as populações por elas afetadas.

Na segunda década do século XXI, já se dispõe de informações que permitem relativizar a dureza das palavras do poeta Gonzaga Jr. (o Gonzaguinha), quando diz: “Pobreza, por pobreza/ sou pobre em qualquer lugar,/ a fome é a mesma fome que vem me desesperar”⁷. Isso já não é tanto assim, porque o Nordeste passou a contar com redes de infraestrutura hídrica e redes sociais de proteção às famílias mais carentes das áreas semiáridas do Nordeste, com base nas quais alguns anos de seca fortes, do ponto de vista meteorológico, são quase despercebidos por boa parte da população. Foi o que ocorreu com a seca de 2010, especialmente no Ceará, como se verá no item 2.6.2 adiante.

Os estudos realizados sobre as secas, nos anos de sua ocorrência, como os produzidos de 1958 até 1998, contribuíram para que se dispusesse de uma melhor compreensão dos seus impactos. Neste sentido, foram produzidos os seguintes:

- i) Banco do Nordeste do Brasil (BNB). A seca de 1958; consequência da seca e sugestões para minimizar seus efeitos. Fortaleza: 1958. S. n. t.;
- ii) Ministério do Interior-Minter. DNOCS. Frentes de serviço; estudo socioeconômico da população atingida pela seca de 1970. Fortaleza: DNOCS, 1972. 236 p. Il.;
- iii) PESSOA, Dirceu & CAVALCANTI, Clóvis. Caráter e efeito da seca nordestina de 1970. Recife: Sudene. Assessoria Técnica, 1973. 236 p. Il. (Pesquisa e estudos realizados pelo SIRAC – Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria.)
- iv) Ministério do Interior-Minter. Sudene. Frentes de serviço; estudo socioeconômico da população atingida pela seca de 1976. Recife: 1977. Xerox. 294 p. Il.
- v) PESSOA, Dirceu; CAVALCANTI, Clóvis; PANDOLFI, Maria Lia; & GUIMARÃES NETO, Leonardo. A seca nordestina de 79-80. Recife: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Ceará; Sudene & Fundaj, 1983. 829 p. Il. + Anexos, com mapas climáticos;

⁶ Em "A Revolução Nordestina-1", Rinaldo dos Santos (1984) informa, com base em documentos do Padre Serafim Leite, que a primeira seca no Nordeste teria ocorrido nos sertões da Bahia, em 1559. Lopes de Andrade informara anteriormente, com base no testemunho do beneditino Loreto do Couto, que o primeiro ano de fome produzida pela seca no Brasil acontecera em 1564. Cf. Lopes de Andrade. "Introdução à sociologia das secas". Prefácio de Gilberto Freyre. Rio de Janeiro: A Noite, 1948, p. 76. (Nota de pé-de-página 2.)

⁷ Letra da música "Pobreza por Pobreza", de Gonzaga Jr., do Disco "Canaã", em 33 rpm, de 1968, produzido pela RCA Victor.

- vi) MAGALHÃES, Antonio Rocha & BEZERRA NETO, Eduardo. Orgs. Impactos sociais e econômicos de variações climáticas e respostas governamentais no Brasil. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 1991. 328 p.;
- vii) CARVALHO, Otamar de. Coord., EGLER, C. A. G. & MATTOS, Margarida M. C. L. Variabilidade climática e planejamento da ação governamental no Nordeste semiárido – avaliação da seca de 1993. Brasília: SEPLAN-PR & IICA, 1994. 201 p. II.;
- viii) DUARTE, Ricardo. A seca nordestina de 1998-1999: da crise econômica à calamidade social. Recife: Sudene & Fundaj, 1999. 134 p. II.; e
- ix) ALBUQUERQUE, Roberto Cavalcanti de. Nordeste: uma estratégia para vencer o desafio da seca e acelerar o desenvolvimento. Recife: Sudene, 2000. (Coleção, Sudene 40 anos.). 169 p. II.

Os estudos referidos desvendaram várias particularidades das secas, em suas múltiplas dimensões. Pôde-se, por exemplo, a partir da pesquisa sobre a “Seca de 1970”, identificar os segmentos mais frágeis da população afetada pelas secas e a natureza de seus diferentes impactos sobre os trabalhadores rurais sem terra e os pequenos proprietários. (PESSOA & CAVALCANTI, 1973.) Mostraram também – durante a “Seca de 1987” – a importância da organização social que começava a ser construída por esses atores sociais. (MAGALHÃES & BEZERRA NETO, Orgs., 1991: 42-43.) (Veja-se o Quadro 2.1 adiante.)

As evidências a este respeito vão sendo notadas por conta da diminuição relativa da população rural no Semiárido. Embora importante, essa mudança é grave, pois embute um novo problema: o crescimento urbano nas cidades de todos os portes do Semiárido, *pari passu* ao crescimento da rurbanização.⁸ Com essas mudanças ampliam-se as dimensões e escalas das secas, devendo-se notar que tais alterações não expressam a ocorrência de menor número de secas menos intensas. As secas vêm há já algum tempo, pelo menos de fins dos anos de 1980 para cá, sendo (re)conhecidas como parte integrante do fenômeno das mudanças climáticas. O domínio do processo de causação das secas tem permitido ao Brasil fazer progresso em relação ao estudo dessas mudanças. As contribuições mais importantes a este respeito são devidas, em boa medida, aos estudos e pesquisas realizados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por intermédio do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Secretaria de Biodiversidade e Florestas e da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental.

8 Veja-se, sobre o assunto: FREYRE, Gilberto. “Rurbanização: que é?” Recife, [IINPSO], 1961. (Reeditado, em 1982, pela Ed. Massangana, sob o mesmo título.) Para Gilberto Freyre, rurbanização é um “processo de desenvolvimento socioeconômico que combina, como formas e conteúdos de uma só vivência regional (a do Nordeste, por exemplo ou nacional – a do Brasil como um todo) valores e estilos de vida rurais e valores e estilos de vida urbanos. Daí o neologismo rurbano.” (Op. cit., p. 57.)



Quadro 2.1 – A seca como fator de organização social e participação da comunidade

“Pela primeira vez, [durante a ‘Seca de 1987’ no Ceará], as comunidades foram convocadas a participar de diferentes fases do Programa (de Emergência). Desde logo, na fase de eleição das metas localizadas. Com isso, pretendeu-se evitar dois equívocos. De um lado, o de as metas serem preconcebidas pelo Governo e em seguida impostas de cima para baixo, com as impropriedades de quem tem a percepção técnica (intelectual) dos problemas, mas não a percepção vivencial. De outro lado, o equívoco de as metas serem identificadas de baixo para cima, no sentido Comunidade-Governo, e, portanto mescladas por limitações de outra natureza.

A solução consistiu na adoção combinada dos dois métodos, dentro da expectativa de que é possível ultrapassar, pela soma deles, as insuficiências de cada um. Assim, o Governo contribuiu com o ‘Plano de Mudanças’ (1987-1991), que nasceu de amplo debate com os mais diferentes segmentos da sociedade, quer durante a fase política que antecedeu as eleições estaduais, quer em seguida à instalação do governo eleito. Por isso, foi possível fazer do ‘Plano de Mudanças’ o documento matriz ou, como dito antes, balizador das metas do Programa.

As Comunidades, ao apresentarem, através dos Grupos de Ação Comunitária, suas reivindicações, para a preparação do Programa, fizeram-no com o senso do concreto, de que se encontravam na condição insubstituível de sujeito situado no epicentro do problema, na sua múltipla dimensão: (a) climática; (b) econômica; (c) social; e (d) ecológica. Sujeito, portanto, do qual, legitimamente, partiram demandas e para o qual, de modo igualmente legítimo, convergiram resultados.

(...) O principal resultado (da experiência) foi qualitativo: a possibilidade de execução de uma ação emergencial capaz de superar as principais dificuldades desse tipo de ação quer de natureza política, técnica ou financeira; a viabilidade de utilização de toda a máquina do Estado na execução de uma programação adaptada, porém coerente com seus objetivos permanentes; o cumprimento de critérios objetivos, independentes de injunções políticas de curto prazo. Isso foi possível por causa do processo de redemocratização no Brasil, que permitiu a descentralização do poder e a participação do público-meta; e pela emergência, no Estado do Ceará, de governantes oriundos de uma nova classe política ligada a valores urbano-industriais, em detrimento de classe política tradicional, ligada à propriedade de grandes áreas de terra. (...)

O Estado, ao tomar a iniciativa de promover os direitos das comunidades, explicitados através da participação, se expôs às demandas que daí para frente passaram a ser exercitadas por elas, inclusive no tocante à preservação da fidelidade da execução à concepção do Programa e à sua doutrina. As comunidades assumiram a prerrogativa de indicar que obras se lhes afiguravam válidas; exerceram vigilância no sentido de que se realizassem obras, cujos resultados fossem passíveis de fruição social versus realização de obras em médias e grandes propriedades; reivindicaram a manutenção do nível de remuneração da bolsa de trabalho equivalente ao valor do salário mínimo; demandaram a fixação de um calendário de pagamento dessas bolsas.” (Magalhães, Vale, Peixoto & Ramos. “Organização governamental para responder a impactos de variações climáticas”. In: Magalhães & Bezerra Neto. Orgs., 1991: 42-43.)

Dimensões e manifestações das secas

Segundo os registros de historiadores e pesquisadores de vários domínios do conhecimento, é grande o número de secas ocorridas no Norte do Brasil (como se dizia antigamente) ou no Nordeste (como se diz hoje). Desde 1559, quando o Padre Serafim Leite fez anotações sobre a primeira seca, em terras do Sertão da Bahia (Santos, 1984: 17),⁹ até 2011, ocorreram 72 secas no Nordeste brasileiro, como mostram as Tabelas 2.1 e 2.2. Isso dá a média de uma seca para cada 6,3 anos, ao longo de 452 anos de registros sobre esse fenômeno. Do total de 72 secas, 40 foram anuais e 32 plurianuais.

⁹ Itamar de Souza e João Medeiros Filho, em “Os Degredados Filhos da Seca” (1983:29), também fazem referência à seca de 1559.

O número de secas, como se vê na Tabela 2.1, cresce à medida em que a região vai sendo povoada. Tanto é assim que a primeira seca produziu impacto mais grave sobre a população indígena, menos preparada para enfrentar a falta de alimentos. O colonizador alfabetizado apenas registrou o fato, mas não foi afetado por essa limitação. Significa dizer que a seca acontece de concreto onde tem gente, e gente que sabe fazer registros sobre a falta de chuva e a falta de alimentos. Certo mesmo é que a seca é “percebida” onde há gente; mesmo assim, o fenômeno climático ocorre de qualquer forma. A Tabela 2.2 mostra, que, ao longo dos séculos XVI e XVII, só ocorreram nove secas, quatro no século XVI e cinco no século XVII. A situação começa a mudar no século XVIII, ao longo do qual ocorreram 25 secas, sendo oito anuais e 17 plurianuais.

De acordo com os critérios especificados nas notas da Tabela 2.1, as 72 secas havidas envolveram 112 anos de secas. Significa dizer que esse número de anos de secas corresponde a 24,8% do total dos 452 anos que vão de 1559, inclusive (ano da primeira seca) a 2010 (ano da última seca).

Não há registros específicos de seca em relação aos espaços correspondentes aos atuais estados do Maranhão, Piauí, Alagoas e Sergipe.¹⁰ Isto não significa que não tenham ocorrido secas naqueles territórios. O que acontece é que em alguns deles, como o Maranhão, não há espaços semiáridos. Ali pode haver redução da precipitação pluviométrica, mas não necessariamente secas. No Piauí, houve secas no correr dos 452 anos referidos. As ocorrências a este respeito ou foram subentendidas como ligadas às secas do Ceará ou não alcançaram a mídia e a academia. A ausência de registros de secas no Piauí deve-se ao fato de as terras desse estado terem estado nos séculos XVII e XVIII ora integradas à Província de Pernambuco, ora à Província da Bahia, passando, em 1715, para a jurisdição da Província do Maranhão.¹¹ Ligações semelhantes ocorreram também aos atuais estados de Alagoas¹² e Sergipe.¹³

10 As secas ocorridas nesses estados encontram-se referidas ao agregado da Região Nordeste.

11 Veja-se o site “PiauíHP, Valorizando o Piauí”, para as informações referentes à ligação do Piauí às Províncias de Pernambuco, Bahia e Maranhão. Cf. http://www.piauihp.com.br/capitania_do_piaui.htm (Acessado em 15.07.2011.)

12 Alagoas esteve integrada a Pernambuco até o primeiro quartel do século XIX. Cf. http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_capitais_do_Brasil (Acessado em 16.07.2011.)

13 Sergipe esteve integrada à Província da Bahia até 1820. Cf. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sergipe> (Acessado em 16.07.2011.)



Tabela 2.1 – Nordeste do Brasil. As secas do Nordeste, do século XVI ao século XXI

ANOS DE SECA NO SÉCULO XVI, POR ESTADO

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
					1559		1	-	1	-	Santos (1984)
				1564	1564		1	-	1	-	Andrade (1948)
				1583	1583		1	-	1	-	Alves (1953); Carvalho et alii (1973)
				1587			1	-	1	-	Idem
Subtotal							4	-	4	-	

ANOS DE SECA NO SÉCULO XVII, POR ESTADO

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
1603							1	-	1	-	Alves (1953); Carvalho et alii (1973)
1608							1	-	1	-	Idem
				1614	1614		1	-	1	-	Idem
1645							1	-	1	-	Idem
	1652						1	-	1	-	Idem
Subtotal							5	-	5	-	

ANOS DE SECA NO SÉCULO XVIII, POR ESTADO

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
	1707-1711	1710-1711	1710-1711	1709-1711			-	3	-	5	Alves (1953); Carvalho et alii (1973)
	1721-1725	1721	1721	1720-1721			1	2	1	4	Idem
		1723-1727	1723-1727	1723-1727			-	1	-	4	Idem
			1730				1	-	1	-	Idem
	1736-1737	1736	1736-1737	1735-1737			1	2	1	3	Idem
			1744-1747				-	1	-	4	Idem
			1746-1747				-	1	-	2	Idem
				1748-1751			-	1	-	4	Idem
	1754						1	-	1	-	Idem
				1771-1772			-	1	-	2	Idem
	1760						1	-	1	-	Idem
	1766	1766					1	-	1	-	Idem
	1772						1	-	1	-	Idem
	1777-1778	1777-1778	1777-1778	1776-1778			-	2	-	3	Idem
		1784		1783-1784			1	1	1	2	Idem
	1791-1793	1791-1793	1791-1793	1790-1793			-	2	-	4	Idem
Subtotal							8	17	8	37	

ANOS DE SECA NO SÉCULO XIX, POR ESTADO

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
	1804		1803-1804				1	1	1	2	Alves (1953); Carvalho et alii (1973)
		1808					1	-	1	-	Idem
	1810						1	-	1	-	Idem



	1814		1819-1820		1	1	1	2	Idem
1824-1825	1825	1824-1825	1824-1825		1	1	1	2	Idem
1829-1830	1833		1833-1835		1	2	1	5	Idem
1844-1845	1845	1845-1846	1845-1846		1	2	1	3	Idem
1877-1879	1877-1879	1877-1878	1877-1879		-	2	-	3	Idem
1888-1889	1888-1889	1888-1889	1888-1889		-	1	-	2	Idem
1898	1898	1898	1898		1	0	1	-	Idem
Subtotal					8	10	8	19	

ANOS DE SECA NO SÉCULO XX, POR ESTADO¹⁴

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
1903							1	-	1	-	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
						1915	1	-	1	-	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
1919							1	-	1	-	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
						1931-1932	-	1	-	2	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
1942	1942	1942					1	-	1	0	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
						1951-1953	-	1	-	3	Pompeu Sobrinho (1982); Sudene (1981)
						1958	1	-	1	-	Carvalho et alii (1973)
1966	1966	1966					1	-	1	-	Carvalho et alii (1973); Maia Gomes (2001)
						1970	1	-	1	-	Carvalho et alii (1973)
1972							1	-	1	-	Carvalho (1988)
			1976	1976			1	-	1	-	Sudene (1977)

▲											
						1979-1983	-	1	-	5	Carvalho (1988)
						1987	1	-	1	-	Magalhães & Bezerra Neto, Orgs. (1991)
						1990-1993	-	1	-	4	Carvalho, Egler & Mattos (1994)
						1997-1998	-	1	-	2	Duarte (1999)
Subtotal							10	15	10	16	

ANOS DE SECA NO SÉCULO XXI, POR ESTADO¹⁵

Província e/ou Estado Indefinido	Estados Especificados					Região Norte e/ou Nordeste	Número de Secas		Número de Anos de Secas		Fontes
	Ceará	R. G. Norte	Paraíba	Pernambuco	Bahia		Anuais	Plurianuais	Anuais	Plurianuais	
						2001	1	-	1	-	Funceme (2011)
						2002	1	-	1	-	Funceme (2011)
						2005	1	-	1	-	Funceme (2011)
						2007	1	-	1	-	Funceme (2011)
						2010	1	-	1	-	Funceme (2011)
Subtotal							5	-	5	-	
Total							40	32	40	72	

FONTES DOS DADOS BÁSICOS: As referidas na 12ª coluna desta tabela.

Nota: Os números escritos em vermelho correspondem a anos de seca anual ou de seca plurianual, ocorridas em mais de um Estado. Significa dizer que a seca de 1877-1879, por exemplo, registrada como acontecida no Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco, corresponde a apenas uma seca. Por isso, está marcada em vermelho no caso do Ceará, mas não conta como seca individualizada havida no Rio Grande do Norte e em Pernambuco. Como número de secas corresponde a um; como número de anos de seca corresponde a três anos. Procedeu-se da mesma forma em relação aos anos de seca anual, como 1942, registrado como tendo sido de seca no Ceará, no Rio Grande do Norte e na Paraíba. Nesse caso, também se conta 1942 como ano de uma seca apenas. Os anos não repetidos, referentes a secas anuais, também estão em vermelho, sendo contados também assim.

¹⁴ Embora eu já houvesse trabalhado várias as fontes referentes às secas do Século XX, em outros estudos, cotejei-as, por dever de ofício, com o levantamento feito por Maia Gomes. (2001: 91-92.)

¹⁵ Informações colhidas junto à Funceme, em julho de 2011.

**Tabela 2.2 – Secas anuais e plurianuais ocorridas no Nordeste, nos séculos XVI a XXI**

SÉCULO	SECAS ANUAIS		SECAS PLURIANUAIS		SECAS ANUAIS E PLURIANUAIS	
	NÚMERO DE SECAS (A)	Nº DE ANOS DE SECAS (B)	NÚMERO DE SECAS (C)	Nº DE ANOS DE SECAS (D)	Nº TOTAL DE SECAS (A) + (C)	Nº TOTAL DE ANOS DE SECAS (B) + (D)
Século XVI	4	4	-	-	4	4
Século XVII	5	5	-	-	5	5
Século XVIII	8	8	17	37	25	45
Século XIX	8	8	10	19	18	27
Século XX	10	10	5	16	16	26
Século XXI	5	5	-	-	5	5
TOTAL	40	40	32	72	73	112

FONTES DOS DADOS BÁSICOS: Tabela 2.1, anterior.

Pelo que se vê, era difícil para os historiadores e pesquisadores dos séculos XVI, XVII e parte do XVIII registrar secas específicas em relação ao território dos atuais Estados do Maranhão, Piauí, Alagoas e Sergipe.

Vejamos agora algumas especificidades físicas das secas. Esse fenômeno ocorre em áreas semiáridas, mas também pode acontecer em áreas úmidas. Isto porque dito evento tem sido definido como correspondendo a um período seco (*dry spell*), em relação às condições normais locais, no tocante às chuvas. Também há secas em áreas áridas, porque ali a quantidade de chuva depende, criticamente, de uns poucos eventos ligados à precipitação pluvial. As secas são anuais ou plurianuais, totais ou parciais, devendo-se sua maior ou menor abrangência espacial à suscetibilidade de um dado território à variabilidade climática. Já defini alhures alguns tipos de seca (CARVALHO, 1979: 21-23; e CARVALHO, 1988: 75-78), prévios a outras tipologias gerais¹⁶. Quero, porém, destacar a classificação adotada por Aiguo Dai, pesquisador do *National Center for Atmospheric Research*, em Boulder, Colorado, nos Estados Unidos, em densa revisão sobre o significado das secas no contexto do aquecimento global.¹⁷

Essas são as bases para a comparação realizada por Dai sobre os Índices de Seca mais comumente utilizados. A classificação de Dai abrange os seguintes tipos de seca: *seca meteorológica*, *seca agrícola* e *seca hidrológica*. (Vide Quadro 2.2.) A discussão dessas categorias é feita considerando os desdobramentos espaciais de cada uma delas. Daí ter ele incluído uma quarta categoria, denominada de

¹⁶ Dentre essas, veja-se, por exemplo, a estabelecida por Campos & Studart. (2005: 3-4.)

¹⁷ Veja-se, a respeito: DAI, Aiguo. "Drought under global warming: a review". In: WIREs Clim Change 2010. DOI: 10.1002/wcc.81.

seca regional. A comparação considera variáveis relacionadas ao cálculo de cada Índice, à classificação das secas, às qualidades e às limitações dos índices. É o que se mostra na Tabela 2.3 adiante.

O artigo de Aiguo Dai trata, de forma inovadora, dos avanços científicos alcançados em relação aos estudos das secas e às suas correlações com as mudanças climáticas e o aquecimento global. Dele, entretanto, não constam referências aos problemas provocados pelas secas, no que em particular diz respeito às especificidades de uma região como o Nordeste Semiárido, onde ainda prevalecem inadequadas relações sociais de produção. Problemas potenciados pelas secas – e, no limite, pelas mudanças climáticas –, como os que caracterizam a *questão agrária*, em países em desenvolvimento, também costumam afetar o avanço da irrigação, considerada como uma das soluções de largo alcance para a minimização dos efeitos desse fenômeno. Para mim, essa ausência parece dever-se ao fato de a questão agrária, melhor dizendo, a estrutura agrária não constituir empecilho ao progresso da irrigação em países como os EUA ou a Austrália, onde esse tipo de problema não mais se coloca.¹⁸

No Brasil e em particular no Nordeste Semiárido, esse problema - da questão agrária - se coloca e se impõe com clareza.¹⁹ Caracteriza-se como tão forte a ponto de se poder afirmar, categoricamente, que a seca não é um problema apenas meteorológico, mas fundamentalmente social. Esta é a percepção que se passou a ter sobre o assunto, a partir dos anos de 1950, quando a seca começou a ser estudada no contexto da *problemática do desenvolvimento*. Por sinal, esta é uma das contribuições mais importantes derivadas da percepção adotada por Celso Furtado nos estudos do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN) e da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), bem assim como a daqueles que pautaram seus percursos de estudo e de trabalho sobre a problemática e as possibilidades de desenvolvimento do Nordeste pelo pensamento estabelecido por Furtado.²⁰

18 Derivo esta percepção a partir do que vi, ouvi, falei e registrei durante o “Congresso Internacional de Irrigação e Drenagem” realizado na cidade de Fort Collins, Estado do Colorado, EUA, em 1987.

19 Nessa região a *estrutura agrária* caracteriza-se como problema quando vastas áreas de terra - onde se pratica a agricultura de sequeiro - têm de ser desapropriadas para nelas se poder implementar projetos de desenvolvimento hidroagrícola, baseados na irrigação. Com a desapropriação, desorganizam-se as atividades econômicas pretéritas e a vida de pequenos, médios e até de grandes proprietários, além dos trabalhadores sem terra. As terras identificadas como irrigáveis passam, primeiro, para o domínio público e, depois, para o domínio privado, mediante a prática do arrendamento empresarial. Essa situação acontece em relação aos *projetos de irrigação pública*. Quando a irrigação é privada, de fato, com investimentos “on farm”, realizados pelos donos de terra, o problema se coloca com menos intensidade. Aparece aí quando os citados proprietários são beneficiados, extraordinariamente, por investimentos públicos “off farm”. Ou então quando um ou mais proprietários não podem ou não querem realizar *obras de uso comum*, impedindo a extensão de determinados benefícios aos proprietários vizinhos, que já praticam ou pretendem praticar a irrigação em parte de suas terras.

20 Veja-se, sobre o assunto: FURTADO, Celso. “A Fantasia Desfeita”. In: *Obra Autobiográfica de Celso Furtado*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 3 v. V. 1.



Quadro 2.2 – Tipologia das secas

A seca meteorológica ocorre em um período de meses a anos, com precipitação abaixo da normal climatológica. Muitas vezes, é acompanhada de temperaturas acima do normal, que precedem e podem causar outros tipos de secas. Esse tipo de seca é produzido por anomalias persistentes (por exemplo, alta pressão), segundo padrões de circulação atmosférica de grande escala, muitas vezes, provocados por anômalas temperaturas da superfície do mar (TSM) ou por outras condições remotas. Condições locais específicas, como evaporação reduzida e umidade associada a solos secos e temperaturas altas, muitas vezes aumentam as anomalias atmosféricas.

A seca agrícola corresponde a um período em que os solos ficam secos, como resultado de precipitação pluviométrica abaixo da média e de eventos de chuva intensa, mas menos frequentes, com evaporação acima do normal. Esses fatores determinam produção reduzida das lavouras e diminuição do crescimento das plantas.

A seca hidrológica ocorre quando a vazão dos rios e o armazenamento de água em aquíferos, lagos ou reservatórios caem abaixo dos níveis médios a longo prazo. A seca hidrológica se desenvolve mais lentamente, pois envolve água armazenada que se esgota, mas não é repostada. A falta de precipitação, muitas vezes, desencadeia secas agrícolas e hidrológicas, mas outros fatores, incluindo precipitações mais intensas, mas menos frequentes, gestão inadequada da água e erosão, também podem causar ou aumentar esses tipos de seca. Por exemplo, o sobrepastoreio conduz ao aumento da erosão, assim como a elevadas tempestades de poeira, a exemplo das que amplificaram a seca caracterizada pelo Dust Bowl de 1930 nas Grandes Planícies da América do Norte. (DAI, 2010: 2.)

De todo modo, a ênfase na seca como problema social precisa ser relativizada, porque sem seca meteorológica, seca agrícola e seca hidrológica, como aqui definidas, não haveria “seca como problema social”. O que se chama de “seca social” é uma manifestação exacerbada das secas, enquanto problema da sociedade. Neste sentido, é uma expressão ampliada dos impactos das secas, visualizados por intermédio de suas múltiplas manifestações.

As áreas de ocorrência de secas no Nordeste

As secas se constituíram, durante muito tempo, em um problema do Norte. Como tal, ficaram assim conhecidas até às duas primeiras décadas do século XX, quando passaram a ser tratadas e enfrentadas por instituições criadas com a específica missão de minimizar os seus efeitos sobre a população do espaço que ia, aos poucos, sendo denominado de Nordeste. Das consequências do problema das secas deram conta, inicialmente, a Inspetoria de Obras Contra as Secas-IOCS, criada em 1909, e a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas-IFOCS, instituída, no lugar daquela, em bases mais bem estruturadas em 1919.

Esta percepção foi bem destacada por Durval Muniz de Albuquerque Jr., para quem a palavra Nordeste foi inicialmente usada “para designar a área de atuação da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), criada em 1919. Neste discurso institucional, o Nordeste surge como a parte do Norte sujeita às estiagens e, por esta razão, merecedora de especial atenção do poder público federal.” Na década de 1920, a separação geográfica entre Norte e Nordeste ainda se encon-

trava em processo. Para Albuquerque Jr., é só naquele momento (década de 1920) que “começa a surgir nos discursos a separação entre a área amazônica e a área ‘ocidental’ do Norte, provocada principalmente pela preocupação com a migração de ‘nordestinos’ para a extração da borracha e o perigo que isto acarreta para o suprimento de trabalhadores para as lavouras tradicionais do Nordeste.” (ALBUQUERQUE JR., 2001: 68).

Certo é que as secas foram consideradas como fenômeno específico da região Norte, até as duas primeiras décadas do século XX, ainda que posteriormente vários e importantes pensadores e formadores de opinião tenham continuado a tratá-las como “problema do Nordeste”. Esse Nordeste não existiu desde sempre, ou seja, desde a descoberta do Brasil. O Nordeste que se constituiu, formalmente, nos anos de 1910-1920, “é, em grande medida, filho das secas; produto imagético-discursivo de toda uma série de imagens e textos, produzidos a respeito deste fenômeno, desde que a grande seca de 1877 veio colocá-la como o problema mais importante desta área.” (ALBUQUERQUE JR., 2001: 68.)

O espaço imagético definidor das áreas de ocorrência de seca foi, primeiro, o Polígono das Secas, criado em 1936.²¹ Nesse espaço, a IFOCS continuou atuando até o final de 1945, sendo substituída em janeiro de 1946 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). No início dos anos de 1970, o Polígono passou a ser denominado, extraoficialmente, de Trópico Semiárido do Nordeste (TSA). Para cuidar das questões ligadas ao progresso técnico das áreas afetadas pelas secas, foi criado, em 1974, o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (CPATSA),²² com sede em Petrolina, Pernambuco, integrando a estrutura da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Alguns anos depois, passou-se a denominar o TSA, preferencialmente, de Nordeste Semiárido. Para tratar de questões relacionadas aos domínios da ciência e tecnologia nessa região, foi criado, em 2004, o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), com sede em Campina Grande, na Paraíba.

Algumas das mais importantes particularidades do Semiárido, do ponto de vista espacial e de sua pluviometria, podem ser visualizadas na Figura 2.1, adiante, da qual constam as principais áreas de incidência de seca.

Para compreender a problemática dessa região, é fundamental estabelecer as diferenças entre aridez e secas. “A aridez é uma característica climática permanente. A seca é um processo extremo que ocorre em uma determinada área e lugar. A seca meteorológica e a aridez são frequentemente

21 O Polígono das Secas foi instituído pela Lei nº 175, de 07 de janeiro de 1936, como regulamentação do disposto no Art. 177 da Constituição da época.

22 Posteriormente, o CPATSA passou a ser denominado de Embrapa Semiárido.



associadas, porque as regiões mais secas são usualmente aquelas onde é maior a variabilidade da precipitação. As consequências econômicas das secas são também importantes para as regiões menos áridas, por duas razões principais: (i) por causa do despreparo das pessoas dessas regiões para enfrentar ou conviver com os efeitos das secas recorrentes; e (ii) porque os maiores investimentos na agricultura podem sofrer grandes perdas durante as secas.²³

O Brasil passou a tratar as categorias de áreas secas, aridez e índices de secas, bem recentemente, no contexto da redelimitação do Semiárido Nordestino. A redelimitação, realizada em 2004/2005, tomou por base estudos conduzidos por Grupo de Trabalho Interministerial integrado por profissionais do Ministério da Integração Nacional (MI), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e de algumas de suas entidades vinculadas, assim como por instituições estaduais de referência na área, como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Criado pela Portaria Interministerial nº 06, de 29 de março de 2004, dos Ministérios da Integração Nacional e do Meio Ambiente, o Grupo de Trabalho mencionado estudou e redefiniu os limites da Nova Região Semiárida do Nordeste, no contexto da Região Semiárida do FNE (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste), à luz dos seguintes critérios:

- i) Limites da isoieta de 800 mm (municípios com precipitação média anual igual ou inferior a 800 mm);
- ii) Índice de aridez (municípios com índice situado entre os limites de 0,21 a 0,50); e
- iii) Déficit hídrico (municípios com déficits hídricos diários iguais ou superiores a 60%).

Como área especial, a Nova Região Semiárida do Nordeste está em boa medida fundada no âmbito das premissas e dos objetivos da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), posta em prática sob o comando do Ministério da Integração Nacional (MI). O relatório final do referido Grupo de Trabalho foi aprovado pela Portaria Interministerial nº 001, de 10 de março de 2005, dos Ministérios da Integração Nacional, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Pelo relatório citado, a Nova Região Semiárida do FNE está integrada por 1.133 municípios²⁴ pertencen-

23 Essas e outras diferenças estão referidas em magno trabalho, organizado por VUJICA, Yevjevich; CUNHA, Luís; & VLACHOS, Evan, Orgs. Coping with droughts. Littleton, Colorado, Water Resources Publications, 1983: 6.

24 Após a conclusão do relatório do GT Interministerial referido, verificou-se, durante a elaboração do Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido-PDSA, haverem sido criados dois novos municípios em 2001, resultantes de desmembramentos de unidades territoriais incluídas na região: Barrocas, na Bahia, desmembrado de Serrinha; e Jundiá, no Rio Grande do Norte, desmembrado de Várzea. [MI-SDR. PDSA, 2005: 14. (Nota 1 da Tabela 2.1.)] O PDSA foi produzido sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional-MI, com a cooperação técnica do IICA, pela seguinte equipe de consultores: Otamar de Carvalho (Coordenador), Claudio A. G. Egler, Margarida M. C. L. Mattos e Mauro Márcio Oliveria.

centes aos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo. Sua superfície total é de 980.089,26 km². (Vide figura 2.2)

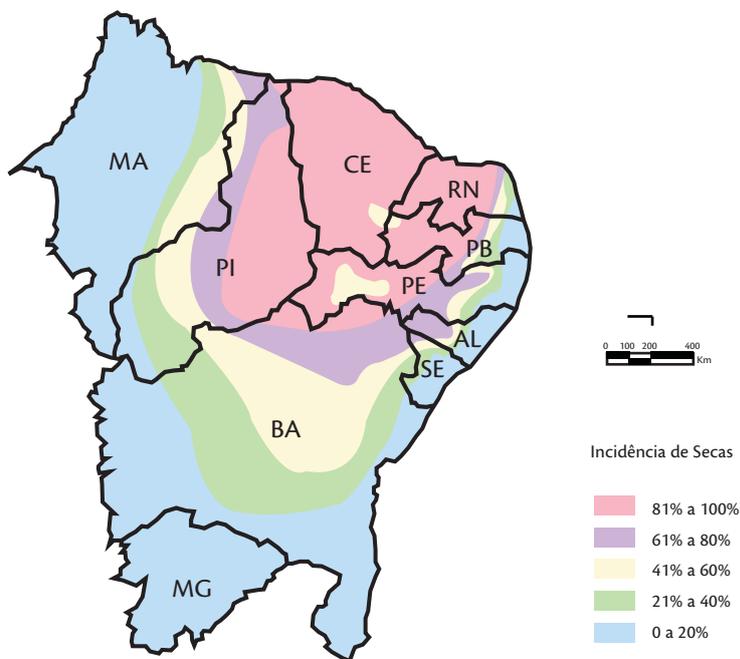


Figura 2.1 – Nordeste – Áreas de Incidência de Secas.



Tabela 2.3 – Comparação dos índices de seca mais usados

TIPO	DENOMINAÇÃO DO ÍNDICE	DESCRIÇÃO DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DAS SECAS	QUALIDADES DO ÍNDICE	LIMITAÇÕES DO ÍNDICE
Seca Meteorológica	Índice Palmer de Gravidade da Seca (IPGS)	Baseado em um modelo de balanço hídrico de duplo conjunto de camadas, o IPGS mede a disparidade do equilíbrio hídrico em relação a uma condição normal	-4.0 ou menos: seca extrema; de -3.0 a 3.99: seca severa; de -2.0 a 2.99: seca moderada; de -1.0 a 1.99: seca suave; de -0.5 a a 0.99: seca incipiente ou veranico; de 0.49 a -0.49: quase normal.	Considera tanto o estoque de água (precipitação) como a demanda (potencial de evaporação)	Não é adequado para áreas montanhosas e cobertas de neve; pode requerer ajustes
	Índice Padrão de Precipitação (IPP)	Ajuste e transformação de um registro de precipitação de longo prazo a uma distribuição normal com relação ao índice IPP que tem média zero e desvio padrão unitário	-2 ou menos: extremamente seco; de -1.5 a -1.99: muito seco; de -1.0 a -1.49: moderadamente seco; de -0.99 a 0.99: quase normal.	Pode ser construído sob diferentes escalas temporais; é simétrico para ambas as seca ou pequeno período de chuvas; diz respeito a probabilidade	Requer dados de precipitação de longos períodos; não considera a evaporação
	Porcentagem de Precipitação (PP)	Classificação da precipitação dos últimos 3 meses comparado ao recorde climatológico de precipitação trimestral, que é dividida em 10 quartis ou decis	1-2 decis (abaixo de 20%): muito abaixo do normal; decis 3-4: abaixo do normal; decis 5-6: próximo ao normal.	Permite uma medida estatística da precipitação; bons resultados em testes limitados	Requer dados de precipitação de longos períodos; não considera a evaporação
Seca Agrícola	Medida de Umidade do Solo (MUS)	O conteúdo da umidade do solo é calculada por meio de um modelo de superfície da terra determinada pela precipitação observada, temperatura e outros determinantes atmosféricos	A seca pode ser definida com base nos percentis da Medida de Umidade do Solo (MUS), isto é, ≤ ao 20º percentil: muito seco; 20-40%: seco; 40-60%: quase normal.	Considera as condições anteriores	Requer determinadas informações atmosféricas e um modelo de topografia
	Índice Palmer de Umidade Anormal (IPUA)	O índice mede a umidade anormal para um dado mês no modelo Palmer	Percentis deste índice podem ser usados para definir seca	Rápida resposta para o déficit corrente de precipitação	Não leva em consideração condições anteriores

TIPO	DENOMINAÇÃO DO ÍNDICE	DESCRIÇÃO DO ÍNDICE	CLASSIFICAÇÃO DAS SECAS	QUALIDADES DO ÍNDICE	LIMITAÇÕES DO ÍNDICE
Seca Hidrológica	Déficit Total de Água (D)	$D = D \times M$, onde D é o período durante o qual vazão está abaixo do nível normal e M é a média de partida da vazão para o longo prazo, ou seja, durante o período D	D pode necessitar de normatização para a definição de seca	Cálculo simples	Não há informação para sub-bacias nem classificação padrão para seca
	Índice Palmer de Seca Hidrológica (IPSH)	Calculado usando o mesmo modelo Palmer do IPGS, mas com um critério mais rigoroso para o fim da seca ou pequeno período de chuvas	Valores similares ao IPGS, mas com variações menos bruscas	Uso de um modelo de balanço hídrico para avaliar o efeito tanto da precipitação como da temperatura	Não é adequado para áreas montanhosas ou cobertas de neve; pode necessitar de renormatização
	Índice de Estoque de Água de Superfície (IEAS)	Calculado por bacia hidrográfica baseado em região congelada, vazão, precipitação ou reservas acumuladas	Valores normatizados similares aos do IPGS	Considera áreas de gelo condensado e estoque de água	Depende de formulações para bacia
Seca Regional	Índice de Área de Seca (IAS)	Porcentagem de uma dada região sob condição de seca baseada no índice de intensidade de seca	A seca é definida com base em um índice específico	Quantifica a extensão da área de seca	Não fornece a intensidade média da seca para a região
	Índice de Gravidade da Seca (IGS)	Peso da área com índice médio de intensidade de seca sobre a área total de seca em dada região	A seca é definida com base em um índice específico	Quantifica a intensidade da seca para uma região	Não fornece a extensão da área de seca.

FONTE: DAI, Aiguo. "Drought under global warming: a review". In: WIREs Clim Change 2010 DOI: 10.1002/wcc.81, p. 3.

O Nordeste e suas áreas semiáridas têm sido objeto da ação de várias instituições. Entidades com funções abrangentes – como o DNOCS (criado em 1945), a Comissão do Vale do São Francisco (de 1946), a CHESF (de 1948), o Banco do Nordeste do Brasil (de 1952) e a Sudene (de 1959) – dedicaram parcela considerável de seus esforços ao combate e à convivência com as secas. O trabalho por elas realizado, dos anos de 1950 para cá, ao lado de outras instituições públicas – federais, estaduais e municipais –, de instituições privadas e, no passado mais recente (de pouco mais de 20 anos até o corrente ano de 2011), por Organizações Não Governamentais (ONGs) e por outras organizações da sociedade civil, agregou valor ao progresso que se observa na Região Nordeste como um todo e no Semiárido em particular.



De 1950 para cá, ou seja, há sessenta anos, as secas já constituíam um **problema do Nordeste** em geral e de suas áreas semiáridas em particular. Hoje, porém, não dá mais para dizer que as secas – por sua emergência e dimensões – constituem um problema nacional, como quis Arrojado Lisboa, o primeiro inspetor de secas, com seu ideário técnico e humanista.²⁵ Vários pensadores do Nordeste bem que beberam em suas águas, construindo avanços importantes. Certo é que as secas, como fenômeno social e político, foram sendo vagarosamente desconstruídas, assim como o conceito de região, como se propuseram Chico de Oliveira, em sua “Elegia para uma Re(li)gião”, nos idos de 1977, e Albuquerque Jr., em 1996, com “A Invenção do Nordeste e outras Artes”.

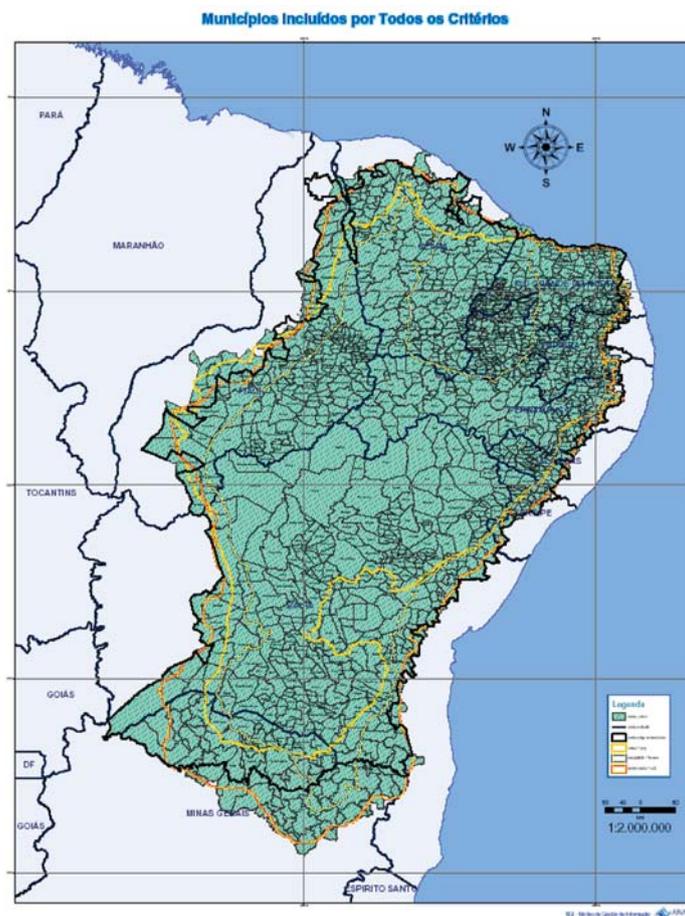
Fixando esses mais de 60 anos, pode-se verificar que se vive atualmente um tempo no qual as preocupações por que passamos continuam exigindo esforços ainda maiores, em relação ao enfrentamento dos problemas referidos às secas. São esforços notáveis, por conta de sua magnitude e da escala que engendram. De fato, já não podemos, no Nordeste, nos preocupar tão somente com a visita recorrente das secas, diminuindo a produção agrícola e pastoril do “Polígono das Secas”, do “Trópico Semiárido” ou do “Nordeste Semiárido”; ou, mesmo, reduzindo a produção de alguns segmentos das atividades urbano-industriais.

Apesar da minimização da importância social, política e econômica das secas, os problemas de hoje são mais graves do que os de ontem, porque começamos a assumir a noção e o entendimento de que há um processo de desertificação em curso, em várias das áreas semiáridas do Nordeste. Começamos a compreender que esses novos problemas são causados e agravados por mudanças climáticas globais. Essas mudanças, como as que determinavam a ocorrência de secas, têm amplitude global. O que vemos no Nordeste hoje são os efeitos de mudanças que vêm ocorrendo lentamente, mas de forma crescente, nos últimos dois séculos, após o advento das grandes transformações econômicas e sociais engendradas pelas diversas revoluções tecnológicas - das industriais à da informática e da biotecnologia. Essas transformações podiam ser mais positivas se realizadas de forma mais equilibrada, em relação ao consumo dos recursos naturais.

As atividades econômicas básicas dos espaços semiáridos do Nordeste, ainda relativamente fortes ali, por volta de meados do século XIX, para os valores e as medidas de então, foram pautadas pela exploração do complexo gado-algodão-lavouras alimentares. O modo de exploração vigente desde aquela época foi responsável em boa medida pela degradação ambiental das áreas afetadas pelas secas. Os efeitos dos processos de produção realizados ainda não foram devidamente compreendidos e explicados. Na ausência dessa explicação, não fomos capazes de

²⁵ Veja-se, sobre o assunto, seu texto clássico: “O Problema das Secas”, apresentado em 1913, em Conferência na Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro.

encontrar alternativas para criar e estruturar novas bases para a economia do território afetado pelas secas no Nordeste.²⁶



Fonte: Ministério da Integração Nacional-MI. Relatório final do Grupo de Trabalho Interministerial para redelimitação do Semiárido Nordestino e do polígono das secas. Brasília: março, 2005, p. 68 (Mídia eletrônica) e p. 4 (Mídia impressa).

Figura 2.2 – Nova Delimitação do Semiárido Nordestino.

²⁶ Nossa tarefa nem seria tão difícil, se tomássemos como referência os problemas de natureza semelhante enfrentados por outras sociedades, como a da Índia e a de vários países da África, administrados segundo regras, em muitos sentidos, bem mais autoritárias e violentas do que aquelas a que fomos submetidos. Veja-se, sobre o assunto, por exemplo: Lawrence James [Raj: the making and unmaking of British India, (1997)]; Mike Davis [Holocaustos coloniais (2002)]; e Michael Mortimore [Adapting to drought: farmers, famines & desertification in West Africa (2009)].



Com o desmonte das atividades humanas estruturadas em torno da economia daquele complexo, de fins dos anos de 1970 para o princípio dos anos de 1980, a população mais pobre vivendo no Semiárido ficou temporariamente sem opção. Tecnicamente fragilizada, não pôde criar saídas baseadas no próprio empreendedorismo, até porque também lhe faltavam os recursos financeiros. Sem tecnologia e sem capital, teria grande dificuldade para avançar. Essa população enfrentou fases de concessão de ajudas variadas, até a concessão de apoios mais permanentes, com a instituição, em outubro de 2003, do Programa Bolsa Família. Esse programa viabilizou a constituição de uma espécie de “solidariedade compartilhada”, de grande importância social. Mesmo que a “economia sem produção”, de que fala Maia Gomes, em “Velhas Secas, em Novos Sertões” (2001), não represente uma realidade concreta completa, os recursos movimentados pelo programa mencionado têm garantido a sobrevivência e algumas transformações, com ganhos de dignidade nada desprezíveis, num universo em que a economia se move de forma tão desigual.

Mudanças climáticas, desertificação e secas

É recente o conhecimento disponível a respeito da inter-relação entre mudanças climáticas, desertificação e secas. Mas já dura mais tempo a preocupação com as questões a elas referidas. De fato, a imprensa mundial já assinalava, nos idos de 1970, ainda que sem o rigor técnico de hoje, a ocorrência de mudanças climáticas em quase toda a superfície da Terra. Vale a pena atentar para o que dizia a respeito o escritor baiano Manuel Pinto de Aguiar, em 1981, sobre essas questões. Há mais de 30 anos, ele escrevia, como que anunciando os esforços a serem feitos para compreender os problemas e as indagações que nos fazemos nesta segunda década do terceiro milênio. Dizia ele:

“Em 1977, a Organização Meteorológica Mundial afirmava, que ‘ainda temos um conhecimento rudimentar das causas da atual flutuação climática’. Mas a mutação é incontestável. Divergem as opiniões se a médio ou longo prazo. Mas reconhecem-na. A perquirição das causas processa-se intensamente. Em 1975, o Centro de Pesquisas da Atmosfera, em Boulder, [Colorado], Estados Unidos, constatou, por exemplo, que a temperatura da Terra diminui quando aumentam as manchas solares. Mas se as forças agem nesse sentido, não menos deve atuar a ação do homem, inclusive com a redução do investimento vegetal do planeta, com as modificações introduzidas na composição da atmosfera, perturbando não apenas o equilíbrio do ar que respiram todos os seres vivos, mas a própria luz e radiação recebidas do espaço exterior. Há quem afirme, por exemplo, que a redução do ozônio nas camadas mais elevadas da atmosfera – onde exerce ação protetora contra os raios ultravioletas – é provocada pelos clorofluorcarbonos usados, cada dia mais, nos nossos *sprays*.”

(...)

“Se esses são problemas relativamente recentes, bem mais antigo é o da existência de amplas zonas áridas, ou de irregular regime pluviométrico, em que se alternam períodos de precipitação satisfatória com outros, de prolongadas estiagens. (PINTO DE AGUIAR, 1983: 21 e 25.)

O agravamento das secas, a escassez de água, a degradação ambiental não apenas das áreas semi-áridas do Nordeste e o avanço das queimadas no Bioma Caatinga propiciaram matéria para a produção de artigos científicos, matérias e editoriais diversos na imprensa nacional sobre essas questões durante anos recentes. Essa produção contribui para a sociedade se dar conta de que a vulnerabilidade dos espaços semiáridos, frente às alterações do ciclo hidrológico, é grande. Mostra também que as secas continuam a produzir impactos notáveis, seja no Nordeste do Brasil, no Oeste dos Estados Unidos, em algumas faixas do Oeste da Índia, em amplas áreas do Sahel, assim como em partes da Argentina e do Chile.

Os documentos elaborados durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92), realizada no Rio de Janeiro em 1992, foram ratificados por vários países, inclusive o Brasil. Juntamente com a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudança do Clima, a Eco-92 trouxe à tona os problemas da desertificação. Para cuidar da gestão desses problemas, foi instituída, em 1994, a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD). O Brasil ratificou essa Convenção em 1997 e até agosto de 2003 cento e noventa países eram dela signatários. A instituição da UNCCD beneficiou-se das contribuições técnicas aportadas em 1992 pela Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas (ICID) (*International Conference on Climate, Sustainability and Development in Semiarid Regions*) – realizada em Fortaleza, Ceará, em apoio aos trabalhos da Rio 92.

A UNCCD define a desertificação como um processo que culmina com a degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, como resultado da ação de diversos fatores, com destaque para as variações climáticas e as atividades humanas. (MMA. SRH. PAN-Brasil, 2004.)

As secas têm sido estudadas segundo conhecimento técnico variável, independentemente das possibilidades oferecidas pelas bases técnicas e materiais disponíveis. É importante desfazer imprecisões que cercam esse fenômeno no Nordeste. Da apologia ao pouco caso, referente à “indústria das secas”, a última década do século XX marcou o início de uma relativa perda de importância do fenômeno das secas, diante da maior relevância atribuída ao fenômeno das mudanças climáticas. As duas temáticas estão estreitamente relacionadas, pois ambos os fenômenos são produzidos por fatores que comandam a variabilidade do clima.



Saliente-se, pois, em relação ao Nordeste Semiárido, a circunstância de os fatores responsáveis pela ocorrência das secas terem passado a ser vistos numa perspectiva reflexa, determinada [mas não dada] pela emergência das mudanças climáticas. Talvez isso tenha acontecido em consequência do fato de as instituições dedicadas ao estudo dessa matéria disporem de uma melhor base técnica e material para o desenvolvimento de suas atividades. Reconhece-se que no ápice dessas instituições encontra-se o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

As evidências colhidas ao longo de vários anos de estudo sobre tais matérias me levam a afirmar que a ordem de importância dos três eventos naturais referidos neste item, ao nível do discurso, pelo menos, agora é esta: *Mudanças Climáticas, Desertificação e Secas*. E assim é tanto nas discussões feitas no Brasil quanto em muitas das que se operam em escala internacional.

Impactos das secas

O exame dos impactos ou efeitos das secas constitui o foco central deste capítulo. Tomo por base o que consta dos itens anteriores e referências especificadas no primeiro subitem deste item. Os desdobramentos aqui apresentados apoiam-se, de modo mais específico, nas reflexões enfileiradas nos seguintes trabalhos: (i) o livro organizado por Magalhães & Bezerra Neto (1991); (ii) o livro organizado por Vujica, Cunha & Vlachos (1983); (iii) o Relatório por mim elaborado (2008), a respeito do Tema 1 dos seis Debates sobre “A Questão da Água no Nordeste”; e (iv) o já mencionado artigo de Aiguo Dai (2010).

Os impactos das secas são desdobrados a seguir em relação aos seguintes tópicos: (i) Referências básicas; (ii) Tipologia dos impactos; (iii) Impactos sociais; (iv) Impactos econômicos; (v) Impactos institucionais; (vi) Impactos políticos; e (vii) Impactos ambientais.

Referências básicas

Minha primeira referência está afeta ao livro organizado por Magalhães & Bezerra Neto (1991), escrito na esteira de um projeto patrocinado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Nele está descrita a experiência posta em prática pelo governo do Ceará, para enfrentar os impactos da seca de 1987. O livro, como se viu no Quadro 2.1 anterior, destaca a importância da “participação da comunidade” nas iniciativas destinadas ao atendimento das populações atingidas pelas secas. Pelo que foi proposto e realizado, no curso da seca de 1987 no Ceará, percebe-se que o fortalecimento das comunidades constitui fator precípuo, determinante mesmo, para o soerguimento da economia e da sociedade de territórios submetidos à ocorrência de secas.

Por sua abrangência, o livro constituiu uma espécie de antecipação (ou base) para a concepção do **Projeto Áridas**, elaborado nos anos de 1993-1994, com o apoio do Banco Mundial, do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), da Secretaria de Planejamento da Presidência da República (SEPLAN-PR) e dos governos dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia, tendo como fonte principal de recursos o Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural do Nordeste (PAPP) (Segmento de Estudos), financiado pelo Banco Mundial. A execução dos estudos do Projeto Áridas deu-se ainda no contexto de cooperação técnica e institucional firmada pelo IICA e aqueles mesmos estados, na esfera do PAPP. (Magalhães, 1993.)

O livro *Impactos sociais e econômicos e variações climáticas e respostas governamentais no Brasil*, coordenado por Magalhães & Bezerra Neto, publicado em dezembro de 1991, foi bem utilizado nos trabalhos de concepção, negociação (entre o governo federal, governos estaduais, organizações não governamentais, instituições de apoio financeiro, como o Banco Mundial e o Banco do Nordeste, e instituições de cooperação técnica) e formulação do Projeto Áridas.²⁷ Editado com apoio do PNUMA e do Governo do Estado do Ceará, o livro consta de uma apresentação do então governador do Ceará, Ciro Gomes, de uma nota dos organizadores (Magalhães & Bezerra Neto) e de 14 artigos sobre a temática da seca e do clima, *vis-à-vis* as respostas praticadas por diferentes esferas de governo.

Em segundo lugar, procuro apoio em várias abordagens do livro *Coping with Droughts*, organizado por Yevijevich Vujica, Luís Cunha & Evan Vlachos, obra de largo alcance em relação ao estudo das secas, tanto em termos teóricos quanto empíricos. Esse livro foi publicado em Littleton, Colorado, sob os auspícios do *Water Resources Publications*, em 1983. Nele está construída uma clara percepção sobre os impactos das secas. Aludida percepção é bem distinta daquilo que os agricultores pensam a respeito das secas, especialmente quando se procura saber o que entendem sobre esse fenômeno o agricultor que faz a agricultura em bases técnicas ditas modernas e o agricultor que a pratica em bases técnicas de caráter extensivo ou “tradicional”. A diferença vale para o agricultor moderno de uma região desenvolvida, árida e semiárida, como a do Oeste dos Estados Unidos da América. Vale também para o agricultor dedicado à agricultura familiar de bases extensivas, de uma região, também semiárida, como o Nordeste brasileiro. A diferença é mais bem sentida para quem paga um preço pela água, como acontece com o agri-

27 O livro síntese do Projeto Áridas foi publicado em 1995. Consulte-se, a respeito: PROJETO ÁRIDAS. Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1995. 232 p. Sobre o assunto, veja-se, também: MAGALHÃES, Antonio Rocha. “Understanding the implications of global warming in developing regions: the case of Northeast Brazil”. In: Jurgen Schmandt and Judith Clarkson. Ed. The regions and global warming: impacts & response strategies, Oxford University Press, 1992



cultor do Oeste Americano. Para este, “A seca existe quando o governo diz a você que não há água suficiente”.²⁸

Coping with Droughts também foi organizado a partir da elaboração de vários artigos, estruturados em três partes: (i) Introdução (trata-se de uma das mais amplas e densas introduções que já tive a oportunidade de ler sobre as matérias aqui tratadas); (ii) Respostas (ou Estratégias) e Mitigação dos impactos das secas; e (iii) Estudos de casos de secas.

Os organizadores desse livro chamam atenção para duas questões importantes. Dizem, em primeiro lugar, que “A tarefa central para todos os envolvidos na luta contra os efeitos das secas não consiste apenas em estudar a variedade de respostas técnicas e não técnicas para os problemas postos pelas secas; mas desenvolver alternativas de soluções para os problemas conhecidos, para viabilizar tomadas de decisão e para compreender os riscos e incertezas envolvidos com este importante fenômeno”. Dizem, em segundo lugar, que havia muito material escrito sobre os diversos desdobramentos desse fenômeno, até então. Mas se tratava, quase sempre, de contribuições descritivas, “com algumas avaliações dos impactos, complementadas por limitados esforços de previsão de secas ou de indicação de novas pesquisas. O argumento do livro, assim como a demanda por novos trabalhos, está pautado pela necessidade de desenvolver (ou produzir) uma melhor compreensão da escala e amplitude sobre as medidas e providências disponíveis para controlar e mitigar os impactos das secas. Além disso, é necessário conceber políticas que desenvolvam (explícita e implicitamente) metodologias de planejamento preventivo,²⁹ expressas pelos escritos de vários dos colaboradores do livro”. (VUJICA, CUNHA & VLACHOS, 1983: xi)

Também põem em destaque que os esforços destinados ao enfrentamento dos efeitos das secas devem servir principalmente aos propósitos de redução e, mesmo, de eliminação dos seus impactos. O conceito de seca deve estar bem claro, pois sua definição costuma variar segundo os pontos de vista dos profissionais (meteorologistas, hidrólogos, geógrafos, economistas) envolvidos na abordagem das atividades humanas praticadas nas áreas afetadas por esse fenômeno. Por exemplo, um grande déficit de água com duração significativa, para um dado uso ou interesse, é definido, por uns, como seca. Outros descrevem as secas com base em um conjunto de variáveis, às vezes considerando-as como equivalentes a parâmetros. Por isso, é necessária precisão no trato das variá-

28 A frase, em inglês, é a seguinte: “Drought is when the Government tells you there is not enough water”. (Washington Farmer.) (Vujica, Cunha & Vlachos, 1983: ix.) A frase dita por aquele agricultor significa que ele não vai dispor de água suficiente para sua irrigação ou para as tarefas do dia a dia em sua fazenda. Para aquele agricultor, a frase dá a entender que os reservatórios diminuíram seus volumes de água e a quota de água que lhe era destinada não poderá mais lhe ser entregue naquele momento.

29 De forma explícita, os primeiros esforços de planejamento preventivo em relação ao enfrentamento dos problemas das secas no Brasil foram sistematizados no começo dos anos de 1970, após a grande seca de 1970, com a elaboração de um plano específico sobre essa matéria. Veja-se, a propósito: CARVALHO, Otamar de et alii. Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste. Brasília: Ministério do Interior-Minter, 1973. 267 p. il.

veis, cujas características essenciais são as de constituírem variáveis randômicas, porque seus valores mudam de uma seca para outra aleatoriamente. Ademais, não se pode deixar de considerar as secas como fenômenos sociais, porque seus efeitos sobre a economia, a saúde e o bem-estar da população, além de outros, apresentam significativos impactos. As secas são concebidas pelos autores de *Coping with Droughts* como desastres relacionados aos seres humanos. “Se as sociedades não fossem afetadas pelas secas, sua investigação teria caráter meramente especulativo de significância abstrata”. (VUJICA, CUNHA & VLACHOS, Orgs. 1983: 5.)

O terceiro ponto de apoio está referido ao que de importante foi abordado no *Debate 1 de “A Questão da Água no Nordeste”, particularmente na documentação e experiências nele abordadas, descritas no Relatório desse Debate* (Clima e Disponibilidade de Água nas Bacias Hidrográficas do Semiárido). Sem dúvida, os avanços ali registrados indicam que já se conta com razoável base de informações para a condução de iniciativas de convivência e solução dos problemas ligados às Mudanças Climáticas, ao combate à Desertificação e à mitigação dos efeitos das Secas. (CARVALHO, 2008.)

As mudanças e os avanços no nível de conhecimentos sobre o clima estão acontecendo, em boa medida, por conta das demandas da sociedade do Nordeste, que viu sua economia crescer em volume e qualidade dos anos de 1980 para cá. Isso tudo, apesar dos descompassos dos anos de 1990, considerados como integrantes da chamada “década perdida”. Com o progresso econômico, os estados do Nordeste compreenderam a necessidade de investir em estudos de Ciência & Tecnologia, nos domínios do clima e da meteorologia.

Os Estudos do Projeto Áridas – assim como os realizados a respeito dos processos de desertificação no Nordeste – têm contribuído para ampliar a base técnica de conhecimentos em matéria de clima. Neste sentido, foram fundamentais as contribuições apresentadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) – por intermédio da Coordenação Técnica de Combate à Desertificação (CTC) –, com apoio do IICA, PNUD e UNESCO –, pelo INPE, CPTEC e IICA, assim como o suporte financeiro do Banco do Nordeste, por intermédio do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE). Graças a esses esforços, o preconceito sobre a possibilidade de prever secas e mudanças



climáticas, muito forte nos anos de 1960 e 1970, foi sendo, aos poucos, eliminado. Com essa base foi mais fácil passar dos estudos de previsão de secas para o estudo das mudanças climáticas.³⁰

Os avanços de C&T nas áreas aqui referidas também contribuíram, positivamente, para a veiculação de informações sobre secas, de forma menos convencional. Essa divulgação passou a ser feita em períodos em que a regra é a falta de chuvas, como acontece no Nordeste Semiárido, nos meses de maio-junho a dezembro. Em outubro e novembro de 2008, por exemplo, essas informações foram levadas à mesa de milhares de brasileiros, durante a hora do jantar, por meio das “moças da previsão do tempo”, do *Jornal Nacional*, da Rede Globo de Televisão. Foi isso que se viu em relação a mais de 80 municípios do Ceará, colocados em situação de emergência, no mês de novembro de 2008. Essa caracterização não significa que aqueles municípios estavam, realmente, em estado de seca. Novembro não é mês de chuvas no Ceará. Novembro é mês seco, sem chuvas. A seca divulgada não caracterizava, mesmo, uma situação de seca no Ceará. Significava, isto sim, que as reservas de água disponíveis para abastecimento à população e aos animais já não eram suficientes. A situação de calamidade costuma ser posta em prática pelas autoridades locais como forma de encontrar meios, ainda que precários, para minimizar as condições de falta de água nas áreas de demanda rural difusa. A esses lugares não chegaram ainda os resultados das ações implementadas pelo governo federal, em articulação com os governos estaduais, no contexto do *Proágua Semiárido*. Esse Programa constitui uma das iniciativas mais relevantes dos governos (federal e estaduais), já levadas à prática, em relação ao aproveitamento sustentável dos recursos hídricos nas áreas afetadas pelas secas no Nordeste. (CARVALHO, 2008: 10-11.)

Por carência de água e de sistemas adequados de distribuição desse recurso é que os carros-pipas continuam sendo utilizados no Nordeste. Na realidade, os carros-pipa passaram a se caracterizar como um Sistema não convencional de abastecimento de água, em muitas áreas do Semiárido. A extinção de seu uso continua sendo um desejo, ainda não concretizado. Esse tipo de problema deixará de ocorrer quando a rede hídrica disponível e em processo de desenvolvimento for ampliada,

30 A este respeito, merece destaque o trabalho iniciado, em 1991, pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, estruturando o “Projeto de Monitoramento de Tempo e Clima e de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Esse Projeto foi coordenado por Hélio Guedes de Campos Barros, à época diretor de Planejamento da Secretaria de Ciência e Tecnologia da Presidência da República. O projeto tinha por objetivo a execução, no Nordeste, de pesquisas sobre: monitoramento de tempo e clima; monitoramento dos recursos hídricos de superfície e subterrâneos; e estudo das disponibilidades hídricas e usos prioritários da água. Podia, ainda, equipar laboratórios de sensoriamento remoto, para facilitar e ampliar o conhecimento técnico-científico sobre o meio ambiente regional. Foi implantado no último trimestre de 1991, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, onde foram instalados Núcleos Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos. O leque de funções desses núcleos era amplo. Ia, dentre outras áreas, da operação e manutenção das redes hidrometeorológicas dos Estados à manutenção de Programa de Estágios para Pesquisadores de Universidades, Centros ou Institutos de pesquisa. Concedia ainda suporte à constituição de uma biblioteca setorial especializada. Os Núcleos Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos atuavam como parte de uma Rede Nacional de Coleta, Análise e Disseminação de Dados e Informações Hidrometeorológicas. (NOBRE, BARROS & MOURA FÉ, 1993; E CARVALHO, EGLER & MATTOS, 1994.)

incorporando novas adutoras aos sistemas convencionais de abastecimento de água. O Nordeste Semiárido conta hoje com uma **Rede de Infraestrutura Hídrica** regularmente estruturada. Essa rede vai sendo ampliada e consolidada graças ao esforço de instituições como o DNOCS, Sudene e, mais recentemente, dos governos estaduais da região.

As questões relacionadas ao impacto das secas foram objeto de descrição e análise no curso das apresentações e discussões abordadas na Sessão: Secas – Impactos sobre a economia, sociedade e meio ambiente, respostas governamentais e políticas de convivência – do mencionado Debate 1, Tema 1: Clima e disponibilidade de água nas bacias hidrográficas do Semiárido.³¹

O expositor daquela sessão, Marcos Holanda (do Instituto de Pesquisa, Planejamento e Gestão do Ceará-Ipece), abordou questões ligadas ao “Clima: Impactos sobre a economia e sociedade”, com foco particular nas condições prevalentes no Estado do Ceará. Nos comentários à exposição de Marcos Holanda, Carlos Caldas Lins (da Fundação Joaquim Nabuco) abordou três tipos de impactos sobre as secas: impactos ambientais; impactos econômicos; e impactos sociais. O desdobramento desses comentários foi feito em linha que se aproxima das abordagens constantes dos livros organizados por Magalhães & Bezerra Neto (1991) e por Vujica, Cunha & Vlachos (1983).

O quarto ponto de apoio mais específico está referido ao já mencionado artigo de Aiguo Dai (2010), no que em particular se refere às suas linhas de abordagem sobre como as secas estão mudando no mundo; e como as secas poderão mudar nas próximas décadas. As questões ligadas ao primeiro aspecto são tratadas em perspectiva histórica, mediante o exame das variações das secas em diferentes regiões do mundo, no curso do século XX. Na sequência, ele apresenta as alterações observadas na aridez, a partir de 1950, quando se passou a dispor de registros instrumentais relativamente abundantes, sobre as secas e o aquecimento global. (DAI, 2010: 4-12.) As mudanças na ocorrência das secas, nas próximas décadas, são descritas tomando por base modelos numéricos e vários estudos sobre simulações a respeito de futuras mudanças no clima. (DAI, 2010: 12-14.)

Tipologia dos impactos

Os impactos das secas têm sido dolorosos. Continuam sendo intensos porque repercutem sobre economias frágeis e pessoas que não têm como resistir às dificuldades produzidas e/ou ampliadas

31 Essa sessão foi conduzida sob a responsabilidade dos seguintes profissionais: Bruno Pagnoccheschi (diretor da ANA), na função de moderador; Marcos Holanda (do Ipece, como expositor), Carlos Caldas Lins (da Fundaj) e Aderaldo Souza Silva (da Embrapa Semiárido), como comentadores.



pelas secas. As populações mais afetadas são desprovidas de anteparos de qualquer natureza. Pensadas em perspectiva histórico-retroativa, ou seja, de hoje até quando começamos a dispor de registros sobre tais eventos – no princípio da segunda metade do século XVI –, as secas têm sido consideradas como fenômenos que parecem afetar de forma mais específica os que viveram no meio rural. Como espaços (quase) sempre considerados insensíveis aos impactos das secas, as cidades de maior porte, como as capitais das Províncias do Norte, atuaram como local de destino certo dos que fugiam das agruras da variabilidade e das incertezas características das áreas submetidas ao clima semiárido.

As populações mais afetadas pelas secas pertenceram sempre às categorias dos trabalhadores rurais sem terra e dos pequenos proprietários. As pessoas incluídas nessas categorias não acumulavam excedentes para consumo nos tempos de “vacas magras”. Nos anos de grandes secas, como as referidas anteriormente, até mesmo grandes proprietários podiam se tornar presas da escassez generalizada e da fome que não respeitava as porteiras das cercas que protegiam muitas casas-grandes. Nos anos em que o sol e as temperaturas elevadas prevaleciam sobre temporadas climáticas outrora amenas, nenhum chefe de família – pertencente a qualquer uma das categorias referidas – sabia o que fazer diante das secas medonhas, em particular quando, havido um ano sem chuva (ou de pouca chuva), se juntavam um ou mais outros anos de seca, como aconteceu na seca plurianual de 1877-1879 e naquela outra (a de 1979-1983) que, um século depois, ganharia notoriedade ímpar.

Aqueles eram tempos difíceis. Depois da “tragédia dos mil dias” (seca de 1877-1879), começaram a ocorrer movimentos e revoltas em várias partes do país. (FERREIRA NETO, 2006.) Essa efervescência social iria se prolongar ao longo de toda a República Velha. “Com o lançamento do clássico ‘Os Sertões’, de Euclides da Cunha, em 1902, a Guerra de Canudos (1893-1897), por força da destruição do Arraial de Belo Monte e do morticínio ali ocorrido, trouxe a lume uma realidade praticamente desconhecida pelas elites brasileiras em relação ao que ocorria naqueles territórios e às populações neles dispersas.” (ALMEIDA, 2010: 117.)

Os autores de *Coping with Droughts* elaboraram um quadro interessante a respeito da classificação e dos desdobramentos dos impactos provocados pelas secas, que são por eles estruturados em três tipos: impactos econômicos, impactos ambientais e impactos sociopolíticos, na forma especificada a seguir. [VLACHOS & JAMES, 1983: 44-73. In: VUJICA, CUNHA & VLACHOS (1983).]

Impactos Econômicos. Compreendem perdas econômicas impactadas pelas secas em relação à produção de laticínios e carne; perdas econômicas da produção agrícola impactadas pelas secas; danos e perdas de colheita às culturas perenes; perdas econômicas provocadas pelas secas à produção de madeira; perdas econômicas à produção da pesca; perdas econômicas pelo impacto

das secas nos negócios recreativos (redução de patrocínio, etc.); perdas econômicas para os fabricantes e vendedores de equipamentos recreativos; perdas econômicas para as indústrias afetadas por cortes de energia relacionados às secas; perdas econômicas para as indústrias diretamente dependentes da produção agrícola (fabricantes de fertilizantes, por exemplo, processadores de alimentos, etc.); desemprego produzido pela queda de produção decorrente da seca; pressão sobre as instituições financeiras (quebras, falências, maiores riscos de crédito, insuficiências de capital, etc.); perdas de receita para os governos estaduais e municipais (redução de impostos básicos e taxas de licenciamento para caça, pesca, etc.); perdas de receitas de empresas de fornecimento de água (deficiência de receitas e lucros inesperados); perdas econômicas pela prejudicada navegabilidade de córregos, rios e canais; elevação do custo de transporte ou de transferência de água; e custo do desenvolvimento de fontes novas ou suplementares de água.

Impactos ambientais. Abrangem danos às espécies animais; danos a espécies de peixe; danos a espécies de plantas; efeitos sobre a qualidade da água (e. g. concentração de sais); efeitos sobre a qualidade do ar (poeira, poluentes); e alterações na qualidade visual e da paisagem (poeira, cobertura vegetal, desertificação, etc.).

Impactos sociopolíticos. Envolvem problemas de segurança pública, a partir de incêndios em faixas de florestas; fluxos de problemas relacionados à saúde (e. g. redução de fluxos selvagens, aumento da concentração de poluentes, etc.); distribuição desigual das ajudas das secas, *vis-à-vis* a magnitude dos impactos; e impactos no estilo de vida.

Como autor e não apenas como editor, Evan Vlachos agrega a ocorrência de impactos políticos aos impactos sociais. Considera haver muitas maneiras de separar a totalidade dos impactos sociopolíticos, destacando as seguintes: (i) a separação dos efeitos das secas em termos demográficos, institucionais, econômicos, políticos e recursos normativos de um dado sistema; (ii) verificação da ocorrência dos impactos das secas em termos de localização geográfica, tipo de uso da água e efeitos de curto *versus* efeitos de longo prazo; e (iii) envolvimento dos impactos em um contexto socio-cultural mais amplo, no qual as condições locais, as variações regionais, as dependências nacionais ou aspectos internacionais produzem impactos diferenciados. [VLACHOS, 1983: 44-53. In: VUJICA, CUNHA & VLACHOS (1983.)]

Destaca ainda o seguinte: “Quando reunidos de forma combinada, os impactos transversais que podem ocorrer em uma determinada extremidade dizem respeito aos impactos de ‘curto prazo’, ‘diretos’, ‘não cumulativos’, que são os mais conhecidos efeitos da seca, especialmente no setor agrícola (a exemplo dos que produzem diminuição de rendimento, fluxos baixos na vazão dos rios, redução de usos domésticos, etc.). No outro extremo, as consequências dos efeitos ‘indiretos’, de



‘longo prazo’, ‘cumulativos’ refletem os efeitos mais sutis e de longo alcance, que são sempre difíceis de avaliar. Aqui se pode pensar sobre alterações de longo alcance potencial para o regime ecológico, mudanças no estilo de vida, deslocamentos de grande alcance social, até mesmo nas grandes mudanças civilizacionais que têm caracterizado os efeitos de longo alcance de secas continuadas”. [VLACHOS, 1983: 53. *In*: VUJICA, CUNHA & VLACHOS (1983.)]

Da leitura das obras até aqui referidas, reforçada pelas contribuições aportadas pelos participantes do Debate 1 de “A Questão da Água no Nordeste”, adotaremos as seguintes categorias de impactos das secas: sociais, econômicos, institucionais, políticos e ambientais. Os impactos sociais afetam as pessoas no que toca à saúde, educação, emprego e migrações. Os impactos econômicos referem-se aos prejuízos causados pelas secas sobre a economia em geral, a arrecadação, a produção agrícola, a pecuária, a pesca interior e os gastos governamentais em programas de emergência. Os impactos institucionais, por seu turno, estão relacionados às mudanças por que passam as instituições públicas que executam programas, assistenciais ou de desenvolvimento, destinados a propiciar uma convivência mais efetiva da economia e da sociedade com as secas. Os impactos políticos dizem respeito às consequências das secas sobre as formas e procedimentos adotados (no processo decisório) pelos agentes públicos e privados para enfrentar as questões colocadas por esse problema. Os impactos ambientais dizem respeito às alterações provocadas pelas secas ao meio ambiente em geral, particularizando-se as referentes à utilização indiscriminada dos recursos de solo, água e vegetação.

É válido a expressão de que o sertanejo continua sendo, antes de tudo, um forte, como destacava Euclides da Cunha, no final do século XIX. Ainda assim, os nordestinos que continuam enfrentando as secas, praticamente desprovidos de meios materiais, podem já não morrer à míngua às margens das estradas, mas, quando ocorre, a fome de hoje é tão aniquiladora quanto a de ontem. No limite, isto significa que a população flagelada pelas secas têm pouco para sacrificar em relação ao seu já baixo padrão de vida.

Para qualificar e, sempre que possível, quantificar os efeitos dos impactos mencionados, as instituições responsáveis pela realização de iniciativas de apoio ao desenvolvimento de áreas susceptíveis à ocorrência de secas, como o Semiárido Nordestino, tomam por base variáveis, indicadores e índices como os apresentados na Tabela 2.3 anterior. Consideram também variáveis como número de municípios atingidos, área afetada, população afetada, trabalhadores alistados nos programas de emergência e gastos com esses programas, considerados na Tabela 2.7 adiante.³²

32 Essa tabela foi deslocada para o subitem 2.6, adiante, para oferecer suporte e garantir lógica às discussões referidas à diminuição relativa dos impactos das secas.

Impactos sociais

As condições de vida das populações residentes no Nordeste Semiárido são particularmente afetadas em consequência da ação de fatores como os seguintes: (i) incerteza e intranquilidade pela carência de água para consumo humano, para os animais e para a produção agrícola; (ii) necessidade de transferir expressivos contingentes de rebanhos bovinos para áreas imunes ou menos afetadas pelas secas, como ocorreu em relação os estados do Maranhão e de Goiás, do começo até meados da segunda metade do século XX; (iii) busca de oportunidades de trabalho remunerado em outras áreas, em razão da desorganização das atividades econômicas conduzidas nas áreas de secas; (iv) maior probabilidade de doenças causadas pela nutrição deficiente ou pelo consumo de água contaminada; (v) desagregação familiar em consequência da migração forçada para outras áreas (dentro ou fora do semiárido), por parte dos chefes de família; e (vi) escassez de alimentos básicos nas áreas mais afetadas.

Neste sentido, referem-se a seguir alguns dos impactos das secas sobre a saúde, a educação, o emprego e as migrações.

Impactos sobre a saúde. A escassez de água é de todas as consequências das secas a mais crítica. O ser humano é pouco resistente à falta de água. Além dos racionamentos usualmente praticados em redes públicas durante as secas, aqueles que são obrigados a utilizar água de açudes ou poços, nos limites de sua capacidade de armazenamento, não podem encontrar água de boa qualidade em fontes de abastecimento com essas condições.

A desnutrição ainda é um dos principais fatores da defasagem do Nordeste brasileiro em relação às regiões mais desenvolvidas do país. A desnutrição no Nordeste responde pelo desenvolvimento corporal retardado e limitado dos habitantes pobres da região e, em certa medida, por sua baixa produtividade no trabalho. A mortalidade infantil é alta na região, estando ligada à desnutrição e à deficiência ou ausência de serviços de água e esgoto, assim como à falta de serviços de coleta de lixo.

A desnutrição no Nordeste chega a ser crônica. É grande a proporção de crianças da região com indícios de desnutrição que já chegaram a se aproximar dos 50%. Essa proporção é quase duas vezes superior à encontrada nas regiões Sul e Sudeste. Embora historicamente mais grave na Zona da Mata, o quadro de desnutrição no Semiárido é igualmente preocupante, como se constatou no curso das secas de 1990 a 1993. Essa condição é ainda mais severa no meio rural.³³

33 Situação bem mais grave ocorreu, com certeza, em todas as secas anteriores ao século XX.



São reduzidas as informações quantitativas sobre a afetação da capacidade de aprendizagem das crianças pela desnutrição. As pesquisas realizadas sobre o assunto têm estabelecido uma forte correlação entre baixo rendimento escolar e desnutrição. Reforçam no mesmo sentido a tendência à redução do tamanho médio dos trabalhadores rurais da Zona da Mata do Nordeste. Essa mesma tendência passou a ser observada no Semiárido, principalmente a partir da seca de 1979-1983. Embora não haja estudos específicos sobre a redução do tamanho médio dos trabalhadores residentes no Semiárido, os relatórios sobre o acompanhamento do Programa de Emergência, conduzido pelo governo para atender, naquele período, a cerca de três milhões de trabalhadores, oferecem indicações que confirmam aludida tendência.³⁴

Segundo informações veiculadas pelo jornal O Globo, do Rio de Janeiro, de 11 de setembro de 1983, sobre as consequências do último ano da seca de 1979-1983, a população do Nordeste vinha tendo sua estatura diminuída. O nordestino que, em 1975, tinha, em média, aos 18 anos, cinco centímetros na altura e quatro e meio quilos no peso, a menos que o paulista, tendia a ter sua estrutura física diminuída ainda mais rapidamente após os cinco anos de seca na região.³⁵ Com a melhora dos níveis de renda e emprego, assim como dos serviços de saúde, o quadro é hoje bem diferente. Na primeira década do século XXI, cerca de 12 milhões de nordestinos migraram da classe “D” para a classe “C”³⁶.

De acordo com estudos realizados pela Embrapa Semiárido, a seca provoca impactos de grande magnitude sobre as famílias rurais do Semiárido. Nos anos de seca, uma família de 05 pessoas: (i) despende uma média mensal de 03 dias-homem de trabalho em busca de água; e (ii) perde 05 semanas de trabalho/ano, em virtude de diarreias contraídas com a ingestão de águas contaminadas.³⁷

Impactos sobre a educação. A comparação entre regiões e grupos sociais no Brasil indica uma variação expressiva nas taxas de analfabetismo. Essas taxas, na Região Nordeste, eram três vezes e meia superiores (35,9%) às da Região Sudeste (10,9%), em 1989, para pessoas de 10 anos ou mais. “Mais acentuado, ainda, era o diferencial por níveis de renda: entre os jovens de 10 a 14 anos, com renda familiar *per capita* de mais de 2 salários mínimos, era praticamente residual a chance de analfa-

34 Sobre o assunto, veja-se a pesquisa da Fundação Joaquim Nabuco, sobre essa seca, em relação aos anos de 1979 e 1980: Pessoa, Cavalcanti, Pandolfi & Guimarães Neto. A seca nordestina de 79-80. Recife: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Ceará; Sudene & Fundaj, 1983. 829 p. Il. + Anexos, com mapas climáticos.

35 “Subnutrição reduz peso e tamanho do nordestino.” O Globo, Rio de Janeiro, 11 set., 1983, p. 12.

36 Informações a este respeito foram divulgadas pela economista Tânia Bacelar, professora da UFPE, e pelo economista José Sydrião de Alencar Jr., diretor do Banco do Nordeste, durante o Fórum “Desafios do Nordeste”, realizado em Recife-PE, no Auditório JCPM Trade Center, no dia 30 de setembro de 2011. Veja-se, a respeito: “Os desafios para manter o crescimento”. Revista Nordeste, ano 6, 60ª edição, out., 2011: 62-67, p. 62-63.

37 A CAATINGA VIÁVEL; o melhoramento que incrementa a produção. (Entrevista com Everaldo Porto.) In: Guia Rural Embrapa: 200 receitas para produzir mais. São Paulo, Abril, 1991: 71.

betismo (2,6%), chance que, todavia, se tornava 14 vezes mais alta para os jovens com renda familiar até 1/2 salário mínimo *per capita* (36,3%)". (OLIVEIRA, 1993:42.)

Os níveis de instrução da população nordestina continuam sendo altamente deficientes. A qualidade dos serviços educacionais varia com o tipo de gestão (pública ou privada), a unidade administrativa (região, estado ou município) e o domicílio (urbano ou rural). A qualidade do ensino também deixa muito a desejar, quando comparada com a oferecida nas regiões Sudeste e Sul.

Os efeitos das secas sobre a educação aparecem nos baixos níveis de instrução. É o que mostram as taxas de analfabetismo, que são bem mais elevadas no Nordeste do que nas regiões Sul e Sudeste. O mesmo ocorre com os níveis de renda. No começo dos anos de 1990, "era praticamente residual a chance de analfabetismo (2,6%), chance que, todavia, se tornava 14 vezes mais alta para os jovens [do Nordeste] com renda familiar de até 1/2 salário mínimo *per capita* (36,3%)". (OLIVEIRA, 1993: 42.)

Impactos sobre o emprego. O *status* econômico e financeiro permite identificar no meio rural do Nordeste Semiárido pelo menos três estratos de população: assalariados sem terra, pequenos proprietários e médios e grandes proprietários. (MIRANDA, 1990: 198-199.)

A seca expressa a impossibilidade de trabalho para os assalariados, parceiros e pequenos arrendatários. Para os pequenos proprietários, significa perda total ou expressiva de sua produção. Os médios e os grandes proprietários podem explorar seus campos até as últimas possibilidades ou utilizar pequenos excedentes financeiros para as necessidades vitais. Podem vender parte de suas posses ou se endividar com o comércio local ou, excepcionalmente, obter algum financiamento bancário. A adesão dos pequenos proprietários e trabalhadores às correntes migratórias ou às frentes de serviço é decisão extrema. Para os assalariados, parceiros e arrendatários, o retorno após as secas significa voltar às mesmas condições de vida e emprego inseguros.

A situação referida vigorou durante a vigência das atividades do consórcio gado-algodão-lavouras alimentares. Àquela época, os impactos das secas estavam ligados mais diretamente à produção, até mesmo nas médias e grandes propriedades. Ali, a produção de alimentos diminuía primeiro, a de algodão em seguida e, em situações extremas, boa parte dos rebanhos bovinos era afetada. De fato, para os médios e grandes proprietários do Semiárido, a seca geralmente não afetava sua sobrevivência, restringindo-se bem mais à produção.

As áreas de lavouras (permanentes e temporárias) no Semiárido apresentam extensões reduzidas. Ali, o número de estabelecimentos com superfície inferior a 100 hectares ainda representa uma percentagem alta, em relação ao total de estabelecimentos, não inferior a 70%. A literatura relativa



a este assunto tem mostrado que são os pequenos estabelecimentos os que mais produzem as lavouras alimentares. É neles também onde a população rural tem encontrado ocupação, ainda que pautada por baixos níveis de produtividade e renda. Deve-se, por isso, estar atento para o fato de que os estabelecimentos agropecuários do Semiárido oferecem muito mais uma condição de sobrevivência ao trabalhador rural do que de emprego efetivo. O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) vem contribuindo, é bem verdade, para melhorar essas condições, especialmente depois da instituição do Programa do “Seguro Safra”. Mas essa é uma conquista ainda recente. Nos anos de seca, o quadro continua sendo de grandes dificuldades para os que se dedicam à labuta no meio rural.

A reeducação e adaptação dos trabalhadores ainda constituem caminho de estreitas possibilidades de concretização. A nova indústria nordestina, *per se*, não deu conta de aumentar o nível de emprego, de acordo com a demanda.³⁸ O setor serviço tem criado, proporcionalmente, mais empregos do que os setores industrial e agrícola. Mas não tem sido capaz de aumentar a oferta em condições de satisfazer a demanda. O custo da geração de um novo emprego e a escolha das atividades a serem apoiadas, com vistas ao aumento da oferta de emprego, constitui o centro dessa questão fundamental. As alternativas a este respeito consistem em apoiar mais as possibilidades econômicas ligadas aos setores não agrícolas. A população que migra para as cidades demanda soluções urgentes, para não se entregar aos vícios da violência, cultuada pelo “não ter o que fazer”.

Os investimentos diretos realizados na implantação e operação de áreas irrigadas, assim como os investimentos complementares em infraestrutura (econômica e social), têm apresentado efeitos econômicos sobre as atividades urbano-industriais de grande magnitude. Os exemplos mais expressivos podem ser constatados em áreas como o Vale do Jaguaribe, no Ceará; Vale do Açu, no Rio Grande do Norte; Submédio São Francisco, mormente nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA; oeste da Bahia; e Área Mineira do Polígono das Secas, onde estão localizados os principais polos de desenvolvimento do Nordeste alicerçados na irrigação. Os investimentos públicos e privados aplicados nas atividades deste subsetor estão criando economias externas e efeitos multiplicadores que têm permitido a localização de um crescente número de agroindústrias processadoras de matérias-primas locais nas áreas semiáridas da região. O resultado é a criação de atividades econômicas dotadas de capacidade de autopropagação e de efeitos positivos sobre o emprego, tanto em relação às atividades agrícolas como às urbano-industriais. As áreas dinamizadas por diferentes tipos de artesanato (de couro, de alimentos, de confecção e de

38 E não se poderia esperar que a indústria sozinha resolvesse essa magna questão.

adereços diversos) e do turismo (urbano e rural) complementam esse conjunto de atividades não agrícolas geradoras de emprego.

Mencionado conjunto de atividades vem estruturando saídas positivas para as crises geradas historicamente pelas secas, reduzindo os níveis de desemprego.

Impactos sobre as migrações. As migrações para fora do Nordeste (extra-regionais) representam uma perda de população, mas têm funcionado, de certo modo, como instrumento de regulação do desemprego e do subemprego, principalmente no Semiárido. A relação entre a população do Nordeste e a população do Brasil vem diminuindo a cada década, girando atualmente nos limites dos 29 a 30%. As secas plurianuais ou anuais têm acelerado as migrações extrarregionais, reduzindo as pressões sobre a terra, os serviços, o emprego e a renda.

As migrações intrarregionais, mais frequentes até as secas de 1979-1983 e de 1990-1993, criaram problemas para todos os estados do Nordeste, pelas maiores pressões sobre o emprego, os investimentos e os serviços (de saúde, educação e transportes). De certo modo, geraram problemas para os grandes proprietários de terra, pela diminuição da oferta de mão de obra de baixo custo. Por conta disso, os governos foram pressionados por essa categoria de proprietários para que fossem criados programas emergenciais, que dessem sustentação aos trabalhadores da Região. (CARVALHO, 1988: 265-269.)

As migrações atualmente assumem novas feições, especialmente em anos de seca. Os trabalhadores do Nordeste (semiárido ou não) viraram migrantes sazonais. Saem do Nordeste em busca de emprego no Sudeste e no Centro-Oeste, durante as secas ou nos períodos de safra das grandes lavouras dessas duas regiões. Terminados os períodos de colheita, muitos deles regressam, outros não. Os que ficam por lá dão lugar à criação de um novo personagem no Nordeste: as *viúvas de maridos vivos*, ou seja, as esposas cujos maridos saem para tentar a vida fora do seu lugar de nascimento. Poucos, entretanto, retornam aos seus lares.

Impactos econômicos

Do ponto de vista da avaliação dos impactos econômicos, foram trabalhados levantamentos e sistematizadas informações sobre o Produto Interno Bruto (PIB), em anos de seca e em anos de normalidade climática. As informações produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – divulgadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) – estão sintetizadas nas Tabelas 2.4 e 2.5, das quais constam, respectivamente, os números absolutos e relativos da distribuição seto-



rial do PIB (da agropecuária, da indústria e dos serviços) no Nordeste, referentes aos seguintes anos de seca: 1969, 1970, 1980, 1987, 1990, 1991, 1992, 1993, 1997, 1998, 2001, 2002, 2005 e 2007.³⁹

As secas constituem preocupação recorrente para o governo. Suas ocorrências no espaço nordestino são distintas, sendo progressivo o alargamento das áreas atingidas. Assim como não atingem de maneira uniforme o espaço regional, as secas no Nordeste apresentam efeitos diversos sobre a economia. O exame das contribuições dos três setores da economia regional em anos de seca do período 1969/2007 reforça essa afirmativa. O setor serviços (ou terciário) apresenta sensível crescimento de sua participação, secundado com menor regularidade pelo setor industrial.

Tal realidade deriva do fato de as atividades dos setores industrial e de serviços independerem, em grande medida, das chuvas para serem desenvolvidas. O setor serviços, por exemplo, elevou sua participação no PIB do Nordeste para uma marca superior a 50%, a partir de 1969. O crescimento das atividades terciárias também está relacionado aos movimentos de migrantes para os centros urbanos, onde garantem a subsistência, prestando pequenos serviços de variado nível de exigência tecnológica. Aludido crescimento também tem dependido do pagamento de diversos tipos de “bolsa”, dentre as quais se destaca o Bolsa Família. As atividades do setor industrial, mesmo as dependentes de matérias-primas agrícolas e pastoris, dispõem da alternativa dos mercados extrarregionais, para assegurar a manutenção da produção. Vão-se tornando mais dinâmicas com o crescimento do mercado interno, impulsionadas por investimentos governamentais. Com o suporte do crescimento dos setores secundário e terciário, além da contribuição das atividades extrativas minerais, menos afetadas pelas secas, o PIB da região manteve tendência crescente nos anos de seca referidos na Tabela 2.4.

Outra tendência a assinalar diz respeito à participação decrescente do PIB da agropecuária no PIB do Nordeste. No mesmo período (1969/2007), a participação da agropecuária no PIB do Nordeste passa de 35,8%, em 1969, para 7,6%, em 2007. (Tabela 2.5.)

Os impactos das secas sobre a economia do Nordeste mostram-se mais elevados em relação às atividades agropecuárias. Foram sobremodo particulares no Semiárido, onde a agropecuária apresenta maior peso relativo. Há exceções, naturalmente, fruto da própria diversidade com que as secas atingem a região. Essa tendência leva a uma diminuição do período de recuperação das atividades agrícolas e

39 As informações do PIB referentes à seca de 2010 no Nordeste, segundo os setores econômicos, ainda não estavam disponíveis em julho de 2011. Por isso não constam das Tabelas 2.4 e 2.5. Foram, entretanto, disponibilizadas como Valor Adicionado, total e setorial, pelo Instituto de Pesquisa, Planejamento e Gestão do Ceará-Ipece, para o Ceará. Aludidas informações serão examinadas no item 2.6.2 adiante.

pastoris. A partir de 1980, o segundo ano da seca de 1979-1983, a agropecuária não mais logrou atingir contribuição superior a 20% do PIB.⁴⁰

O comportamento dos setores econômicos em épocas de seca aponta para um quadro de forte desequilíbrio da economia regional e para uma intensa concentração espacial da renda gerada. Esse desequilíbrio continuou acentuado até o início da primeira década do século XXI. Até então a seca significava, para a economia do Semiárido, redução de mercado – pela expulsão de parte da população, pela migração, pelo desemprego, ou ainda pela interrupção da produção das lavouras, especialmente as alimentares. Embora com pequena expressão econômica, pelo seu peso numérico, a parcela de população excluída do mercado respondia por uma brusca diminuição da renda disponível e, por consequente, das atividades econômicas mais afetados pelas secas.

Os impactos econômicos mostram-se de forma mais clara, quando se examinam as taxas anuais de crescimento do PIB, em anos de seca, como os que acabam de ser referidos. É disso que trata a Tabela 2.6. O ano de 1969 foi, como se costuma dizer, um ano de “inverno” fraco (ou de pouca chuva). Nele, o desempenho das atividades agropecuárias deixou a desejar. Mas 1970 foi um ano de forte seca. A taxa de crescimento do PIB das atividades agropecuárias, em 1970, comparado a 1969, foi de menos 29,62%. Entre os anos de seca de 1970 e 1980, houve alguma recuperação, embora tenham sido de seca os anos de 1976 e 1979 – primeiro ano da seca quinquenal de 1979-1983.

No subperíodo 1987-1990, a taxa anual de crescimento do PIB da agropecuária foi de menos 9,48%. Também foram negativas as taxas anuais de crescimento dos subperíodos de 1990-1991 (menos 10,01%), 1991-1992 (menos 0,74), 1992-1993 (menos 12,30%) e 1997-1998 (menos 13,30%).

Ao longo dos 36 anos que medeiam o período 1969/2007, houve taxas de crescimento negativa do PIB do setor industrial nos subperíodos de 1998-2001 (menos 3,78%) e 2002-2005 (menos 5,23%). O setor terciário também apresentou taxas negativas em subperíodos do período 1969/2007. Foi o que aconteceu no subperíodo 1991-1992 (menos 0,39%), 1993-1997 (menos 1,19%) e 1998-2001 (menos 0,47%).

As taxas de crescimento do PIB da economia do Nordeste também mostram os efeitos das secas do período 1969-2007. Foram inferiores a 2,0%, em quatro subperíodos (1987-1990, 1991-1992, 1997-1998 e 2002-2005). E foi negativa no subperíodo 1998-2001: menos 1,40%.

⁴⁰ A decadência das atividades do consórcio gado-algodão-lavouras alimentares, pautada pela ocorrência do Bicudo do Algodoeiro (*Anthonomus grandis Boheman*) e pela desorganização da produção agropecuária imposta pela seca de 1979-1983, contribuiu para a perda de importância das atividades desse setor – no Nordeste em geral e no Semiárido em particular.



Tabela 2.4 – Distribuição setorial dos valores do PIB do “Nordeste do IBGE”,⁴¹ em anos de seca, no período de 1969/2007

ANO	NÚMEROS ABSOLUTOS (R\$ 1.000, a preços de 2000)			
	AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	SERVIÇOS	TOTAL
1969	10.609.804,05	3.402.749,20	15.624.328,40	29.636.881,66
1970	7.467.049,66	6.126.992,02	19.811.554,16	33.405.595,84
1980	15.148.373,29	12.729.394,80	46.516.621,57	74.394.389,67
1987	18.824.972,76	17.744.710,65	57.636.833,69	94.206.517,10
1990	13.961.421,29	21.385.781,32	63.763.193,89	99.110.396,50
1991	12.563.372,62	24.953.576,34	69.588.427,53	107.105.376,48
1992	12.470.415,71	27.177.639,49	69.316.542,57	108.964.597,77
1993	10.936.982,34	33.437.475,07	75.157.604,22	119.532.061,63
1997	13.399.443,20	44.415.206,45	71.644.134,81	129.458.784,47
1998	11.616.984,08	46.434.681,40	73.226.503,41	131.278.168,88
2001	12.256.368,03	41.371.684,84	72.207.843,20	125.835.896,08
2002	12.286.243,20	45.803.488,66	93.509.591,36	151.599.323,22
2005	12.532.632,64	38.989.722,02	102.288.782,82	153.811.137,48
2007	13.313.337,26	44.868.280,50	116.158.623,55	174.340.241,31

FONTE DOS DADOS BÁSICOS: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> (Acessado em 28.06.2011.)

No período 1969/2007, as atividades agropecuárias do Nordeste cresceram a uma taxa de apenas 0,63% ao ano. O melhor desempenho foi o do setor industrial, com taxa anual de crescimento de 7,43%. O setor terciário cresceu a 5,73% ao ano, enquanto a economia do Nordeste cresceu a 5,05% ao ano, no mencionado período. (Tabela 2.6.)

Essas informações mostram que a economia do Nordeste como um todo e de seus setores em particular continua sendo impactada pelas secas. O ritmo de crescimento das atividades econômicas ainda passa por períodos de descontinuidade. Não é para menos, ao longo dos 36 anos do período 1969/2010, 21 deles (55,6%) foram de seca, total ou parcial.⁴² Isso ajuda a explicar a perda de importância relativa das atividades agropecuárias do Nordeste, em relação ao PIB da economia regional.

⁴¹ Região integrada pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.

⁴² Os 20 anos de seca referidos são os seguintes: 1969, 1970, 1972, 1976, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1987, 1990, 1991, 1992, 1993, 1997, 1998, 2001, 2002, 2005, 2007 e 2010.

Tabela 2.5 – Distribuição setorial do PIB do “Nordeste do IBGE”, em anos de seca, no período de 1969/2007

ANO	PARTICIPAÇÃO (%)			
	AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	SERVIÇOS	TOTAL
1969	35,8	18,3	59,3	100,0
1970	22,4	18,3	59,3	100,0
1980	20,4	17,1	62,5	100,0
1987	20,0	18,8	61,2	100,0
1990	14,1	21,6	64,3	100,0
1991	11,7	23,3	65,0	100,0
1992	11,4	24,9	63,6	100,0
1993	9,1	28,0	62,9	100,0
1997	10,4	34,3	55,3	100,0
1998	8,8	35,4	55,8	100,0
2001	9,7	32,9	57,4	100,0
2002	8,1	30,2	61,7	100,0
2005	8,1	25,3	66,5	100,0
2007	7,6	25,7	66,6	100,0

FONTE DOS DADOS BÁSICOS: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> (Acessado em 28.06.2011.) (Cálculos baseados na tabela 2.5.)

Também são consideráveis os impactos sobre a arrecadação de tributos. “Tudo indica que nos anos de seca a arrecadação total dos estados da região não cai, ou cai muito pouco, graças à injeção de recursos financeiros provenientes das transferências federais – reforçadas nesses anos – e aos gastos com os chamados programas de emergência.” A arrecadação nos estados do Nordeste, durante os anos de seca, mascara não apenas as limitações da economia local como a distribuição espacial das atividades econômicas. Em 1978, ano de inverno normal, no Ceará, a relação entre o volume de impostos arrecadados na capital e no estado como um todo foi da ordem de 64%. (CARVALHO, 1988: 256.)

Na linha explorada anteriormente, Arraes & Castelar (1992)⁴³ também encontraram evidências concretas sobre o impacto das secas nas finanças públicas. As hipóteses levantadas e as análises por eles realizadas seguem procedimentos aproximados aos desenvolvidos por Carvalho (1988), referidos no parágrafo anterior. Em seu estudo, sobre as secas no Ceará, no período 1970-1985, Arraes & Castelar trabalharam um modelo, no qual consideraram três situações: (i) recessão no Brasil e

⁴³ “The effect of drought on public finances in the state of Ceará”. In: MAGALHÃES, Antonio Rocha & GLANTZ, Michael. Ed. Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brasil. Brasília: Esquel Brazil Foundation, 1992. 155 p.



ausência de seca no Ceará; (ii) ausência de recessão no Brasil e seca no Ceará; e (iii) ausência de recessão no Brasil e ausência de seca no Ceará.

Tabela 2.6 – Taxas médias anuais de crescimento do PIB na região “Nordeste do IBGE”, em anos de seca do período 1969/2007 (%)

SUBPERÍODOS	PARTICIPAÇÃO (%)			
	AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	SERVIÇOS	TOTAL
1969-1970	-29,62	80,06	26,80	12,72
1970-1980	7,33	7,59	8,91	8,34
1980-1987	3,15	4,86	3,11	3,43
1987-1990	-9,48	6,42	3,42	1,71
1990-1991	-10,01	14,03	9,14	8,07
1991-1992	-0,74	8,91	-0,39	1,74
1992-1993	-12,30	23,03	8,43	9,70
1993-1997	5,21	7,36	-1,19	2,01
1997-1998	-13,30	4,55	2,21	1,41
1998-2001	1,80	-3,78	-0,47	-1,40
2001-2002	0,24	10,71	29,50	20,47
2002-2005	0,66	-5,23	3,04	0,48
2005-2007	3,07	7,27	6,56	6,46
1969-2007	0,63	7,43	5,73	5,05

FONTE DOS DADOS BÁSICOS: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx> (Acessado em 28.06.2011.) (Cálculos baseados na Tabela 2.5.)

Em relação à primeira situação, as receitas públicas anuais do Ceará teriam sido 15% mais baixas. No que se refere à segunda situação, as receitas públicas anuais do Ceará, no período referido, teriam sido 10,4% superiores. Por fim, em relação à terceira situação, as receitas públicas do Ceará teriam sofrido uma perda média anual de 1,2%. (ARRAES & CASTELAR, 1992: 36-37)

Os resultados encontrados por Arraes & Castelar (1992: 38) estão assim sintetizados:

“(a) uma seca provoca queda na produção agrícola e, portanto, no produto total, mas (b) desencadeia ações de apoio por parte do governo federal (não consideradas no modelo), que (c) injetam recursos financeiros na economia, por meio do pagamento em dinheiro de salários e pela compra de insumos; o resultado serve, então (d) para estimular a atividade do setor serviços, principalmente do subsetor da construção civil (por meio das “frentes de trabalho”), o comércio e o setor de importação; assim (e) aumentando a base de arrecadação de tributos do Estado.”

“O efeito total das secas e dos programas de apoio à população afetada pelas secas tem dois desdobramentos: (a) um, como efeito da seca, que é negativo, e (b) outro, como efeito da ação de emergência, que é positivo, e cujo valor absoluto é maior (ou pelo menos foi maior no período em estudo) do que o do valor correspondente ao efeito da seca.”

No contexto do desenvolvimento do Nordeste ou do Ceará esses efeitos são positivos apenas de forma aparente. Os acréscimos de receitas arrecadadas por conta da injeção de recursos transferidos em anos de seca, comparados às menores receitas em anos de ausência de seca, não são aplicados em investimentos. Na melhor das hipóteses, eles são utilizados em consumo imediato por parte da população assistida nesses anos.

As melhoras só são visíveis quando produzidas por investimentos, a exemplo dos que têm sido feitos em muitas áreas da hinterlândia semiárida do Nordeste, em infraestrutura, em particular a de recursos hídricos, na produção (agrícola e industrial), nos serviços modernos, na educação e em ciência e tecnologia. São esses os investimentos que reduzem a vulnerabilidade da economia. A seca ocorrida em 2010, no Ceará, como se discutirá no item 2.6.2, adiante, foi forte do ponto de vista meteorológico, mas seus impactos econômicos e sociais foram bem reduzidos.

Impactos institucionais

Os impactos institucionais dizem respeito às mudanças por que passam as instituições públicas que executam programas – assistenciais ou de desenvolvimento – destinados a propiciar uma convivência mais efetiva da economia e da sociedade com as secas.

A ação do Estado na Região Nordeste até o final dos anos de 1950 pautou-se pela ocorrência das secas, que condicionavam todas as políticas federais. Neste sentido, a participação governamental era caudatária dos acontecimentos. De fato, o fator determinante para a instituição da IOCS, em 1909, esteve, em grande medida, associado às secas ocorridas no início do século XX. O enfoque das obras contra as secas estava calcado na ampliação da capacidade de armazenamento de água. Com a construção de açudes, buscava-se proteger a agricultura de sequeiro e os rebanhos. A irrigação era pensada e tratada de forma secundária, embora fosse enfatizada ao nível do discurso. Depois é que viriam as ações desenvolvidas por novas instituições, como o DNOCS, o BNB, a CHESF, a Codevasf, a Sudene e a Embrapa.

A participação dos estados ganhou corpo e expressão a partir dos anos de 1980, com a perda relativa de prestígio de algumas instituições federais – como o DNOCS e a Sudene. O impacto das secas sobre



as instituições pode, assim, ser expresso pelo papel por elas desempenhado (positivamente ou não) no tocante à solução dos impactos sociais, econômicos e ambientais, resultantes da ocorrência das secas. As instituições referidas criaram as condições básicas para o desenvolvimento do Nordeste e a convivência de sua população com as secas. Tiveram carreira ascendente, enfrentaram crises particulares, determinadas por conjunturas econômicas desfavoráveis, vivendo algumas delas penoso ostracismo.

A renovação dessas organizações está a depender da definição de novas missões institucionais. Sua concretização será decidida, de forma adequada ou não, pela classe política, em contexto cuja consistência envolverá, forçosamente, uma mais ampla e efetiva participação da sociedade, do Brasil e do Nordeste.

Impactos políticos

Os impactos políticos têm a ver com as formas e os procedimentos adotados no processo decisório, para que as questões colocadas pela ocorrência de secas possam ser enfrentadas pelos diferentes grupos sociais. Tradicionalmente, os grupos políticos mais conservadores do Nordeste Semiárido têm tratado a questão das secas privilegiando a defesa de seu patrimônio, de forma a maximizar o usufruto dos benefícios oficiais disponíveis. A sociedade em geral, até os anos de 1950, respondia ao quadro de calamidade próprio das secas com ações de caráter filantrópico.

A atuação das Organizações Não Governamentais (ONGs), bem como a dos sindicatos de trabalhadores rurais, esteve constringida pelo regime autoritário que dominou o Estado brasileiro até 1985, quando teve início o processo de redemocratização do país. A partir da seca de 1987, foi intensificada a contribuição dos setores mais organizados da sociedade civil, tanto na concepção quanto na execução de programas em benefício da população atingida pela seca. A partir de então, na linha das possibilidades abertas pela redemocratização, os sindicatos de trabalhadores rurais, as organizações não governamentais e a Igreja passaram a ter uma atuação mais permanente, desenvolvendo inclusive parceria em programas especiais promovidos pelos governos federal e estaduais.

Na seca de 1987, inaugurou-se, por iniciativa do governo do estado do Ceará, como já referido, uma nova sistemática de atendimento à população, caracterizada por orientação que atribuía grande parcela de responsabilidade aos municípios e às comunidades locais. Foi essa orientação que presidiu a criação das frentes produtivas de trabalho, com base nas quais foi instituído o Programa de Frentes Produtivas de Trabalho (PFPT), implementado em 1993.

Impactos ambientais

No limite, os impactos ambientais correspondem a alterações que podem reduzir a capacidade de recuperação dos ecossistemas. Ecossistemas pouco densos como os das Caatingas, dos Cerrados e dos Carrascos, têm, em geral, menor diversidade que os não sujeitos a estresse hídrico, como os Brejos de Altitude. Apresentam, entretanto, maior resistência às perturbações ambientais. As Caatingas e os Carrascos, quando sujeitos a imprevisibilidades ambientais, tendem a apresentar maior diversidade de estratégias de reprodução. Assim, a ordem decrescente de resistência às perturbações, apresentada pelas formações nordestinas, deve ser a seguinte: Caatingas, Cerrados, Carrascos e Brejos. (SAMPAIO et alii: 1991: 13-36.)

Esses impactos são notáveis no que se refere à vegetação e aos processos de desertificação. De fato, a desertificação é entendida como um fenômeno integrador de processos econômicos, sociais e naturais e/ou induzidos, que destroem o equilíbrio entre o solo, a vegetação, o ar e a água, bem como a qualidade de vida humana nas áreas sujeitas à aridez e semiaridez (edáfica e/ou climática). Como causas mais frequentes da existência desse fenômeno, podem ser indicadas algumas atividades humanas: sobrepastoreio, desmatamento, mineração e cultivo excessivo, em regime de irrigação ou de sequeiro, além do sistema de propriedade da terra e da superpopulação. (RODRIGUES, 1987.)

Os processos de degradação ambiental podem ser caracterizados: (i) pela eliminação da cobertura vegetal original e presença de uma cobertura invasora, com a conseqüente redução na biodiversidade e, portanto, no patrimônio genético regional; (ii) por perda parcial ou total do solo, seja por fenômenos físicos (erosão) ou por fenômenos químicos (salinização/alcalinização), acompanhada do aumento da frequência de redemoinhos e tempestades de areia; (iii) pela diminuição na quantidade e qualidade dos recursos hídricos, afetando principalmente o escoamento superficial; (iv) pela redução na fertilidade e produtividade do solo, afetando a produtividade e produção (animal e agrícola), gerando o abandono de terras, principalmente nos casos de mineração; e (v) pela diminuição da densidade demográfica, aumento relativo no número de jovens e anciãos e predomínio do sexo feminino, em função da alta migração do sexo masculino, que contribuem para aumentar a população na periferia dos centros urbanos. (FERREIRA, 1994.)

Os autores de *Coping with Droughts* destacam que “Um dos impactos dramáticos de longo prazo das secas, combinado com as atividades humanas, é a degeneração (e, no limite, a transformação) dos ecossistemas produtivos em desertos, no processo de desertificação. (...) A desertificação não é um produto exclusivo das secas. A desertificação pode ser acelerada pelas secas, graças a fenômenos como a ação do vento em anos secos, a erosão do solo em períodos de secas e pós-secas, e, particularmente, graças a ações humanas responsáveis pelo manejo inadequado da terra, dos solos,



das lavouras e dos rebanhos. Esses usos indevidos da terra são considerados uma das causas básicas do aumento dos impactos das secas e da desertificação nas áreas por elas afetadas. Além disso, as áreas desertificadas refletem mais a radiação solar do que as terras originais, por causarem alterações no regime térmico da atmosfera que, em consequência, tende a ampliar ou intensificar as secas. Ademais, o aumento nas tempestades de areia, associado aos processos de desertificação, pode também contribuir para a intensificação das secas". (VUJICA, CUNHA & VLACHOS, Orgs. 1983: 10.) (Esta discussão se presta para oferecer suporte ao combate à desertificação, sem se tratar apenas de degradação ambiental, como está reforçado no parágrafo que se segue.)

O uso inadequado dos recursos naturais potencia a degradação ambiental. É o que vem acontecendo com vários açudes do Semiárido, que perdem capacidade de armazenamento, por conta de processos erosivos e consequente assoreamento, em áreas onde a retirada da vegetação deixa os solos descobertos susceptíveis à erosão hídrica.

Impactos sobre a sustentabilidade das atividades econômicas. A sustentabilidade do desenvolvimento segundo a teoria clássica estaria expressa pela expansão de um setor moderno frente a frente com o tradicional, com a crescente participação de poupanças voluntárias. Em decorrência das pressões populacionais sobre os recursos naturais, a sustentabilidade deve incluir também o bem-estar social e o uso racional dos recursos naturais. Assume-se que a *unidade produtiva* típica do Nordeste Semiárido deve ser integrada ao mercado. Neste sentido, a *sustentabilidade* seria compreendida como a gradativa redução da *vulnerabilidade* da economia do Semiárido às periódicas crises de produção, por sua vez decorrentes da variabilidade das condições climáticas. (CARVALHO, EGLER & MATTOS, 1994:41.)

Na ausência de progresso técnico, é impossível compatibilizar sustentabilidade e competitividade. No caso do Semiárido, essas relações são relevantes, não apenas para reduzir a vulnerabilidade da economia regional, mas também para elevar sua produtividade e aumentar sua competitividade com outras regiões.

A domesticação de espécies xerófilas e a transformação de explorações extrativistas em cultivos é outra alternativa que vem se desenvolvendo progressivamente no Nordeste. Estudos sobre o impacto das secas em plantas xerófilas no Semiárido indicam que essas espécies são menos afetadas pelas secas do que as culturas alimentares básicas, como o feijão, o milho e a mandioca, cujas perdas nos anos de seca podem chegar a ser totais. (DUQUE, 1951.)

Impactos sobre os recursos hídricos. No Semiárido, a água é o recurso natural mais escasso. A água para abastecimento às populações (urbanas e rurais), para geração de energia, dessedentamento dos

rebanhos, labor dos agricultores, especialmente dos que praticam a irrigação, assim como dos que se dedicam a empresas agroindustriais, depende do seu controle eficiente.

A disponibilidade de água no Nordeste corresponde a uns 40% da capacidade nominal de armazenamento dos açudes e barragens ali existentes. Em alguns meios da região ainda há uma percepção pouco adequada a respeito das disponibilidades e da capacidade de armazenamento dos açudes e barragens existentes na região. Essa percepção talvez decorra do fato de a demanda por recursos hídricos no Semiárido nordestino exacerbar-se nos anos de seca. As áreas onde as secas ocorrem com mais frequência apresentam características que propiciam impactos diferenciados às pessoas afetadas e às atividades econômicas por elas desenvolvidas. Os impactos continuam, entretanto, sendo mais graves para as populações mais pobres e para os pequenos produtores rurais. Nessas áreas, a ação governamental continua sendo demandada, tanto no que diz respeito ao conhecimento mais detalhado dos problemas de escassez de água quanto no que se refere às providências relacionadas à melhor utilização dos recursos hídricos.

Os maiores impactos sobre os recursos hídricos estão relacionados à redução das fontes de abastecimento nos anos de seca, especialmente das águas armazenadas em açudes de menor capacidade. Em anos normais e em particular nos de seca, as instituições responsáveis pela gestão dos recursos hídricos acompanham com razoável precisão o consumo de água nesses reservatórios, assim como o reabastecimento realizado durante os períodos de chuva. Açudes de médio porte podem não ser reabastecidos plenamente durante os períodos chuvosos de alguns anos de chuvas normais. Açudes de grande porte também podem ficar em condições pouco favoráveis. Nesses casos, fica prejudicado o atendimento das demandas por eles supridas.

Esses problemas vêm tendo seus efeitos minimizados com a construção de adutoras destinadas ao transporte de água dos açudes para as cidades. Tal processo tende a ser mais eficiente se sua construção é pautada por ligações em rede. A construção de sistemas simplificados de abastecimento, juntamente com a construção de “cisternas de placa”, tem ajudado a minimizar os impactos das secas em matéria de abastecimento de água.

Redes de infraestrutura hídrica e de proteção social

Das 72 secas registradas do século XVI até o presente, algumas se tornaram paradigmáticas, pelos impactos produzidos sobre a população e a economia do Nordeste. Além das já mencionadas na Introdução, como a de 1877-1879, a de 1915, e mesmo a de 1932, outras ganharam notoriedade particular. Neste segundo rol, podem ser incluídas as secas de 1958, 1970, 1976, 1979-1983 e 1997-



1998. No curso do século XXI, houve cinco secas: em 2001, 2002, 2005, 2007 e 2010. Seus impactos, entretanto, foram menos visíveis. Isso aconteceu em virtude da maior efetividade da *Rede de Infraestrutura Hídrica* que veio sendo construída no Nordeste, a partir, principalmente, do último quartel do século XIX, e da Rede de Proteção Social, iniciada nos anos 1980.

Essas redes estão integradas por obras de infraestrutura hídrica, realizadas por instituições com responsabilidades diretas de apoio à população e ao desenvolvimento, bem como da realização de estudos e pesquisas nos domínios climáticos e meteorológicos – a exemplo da IOCS, IFOCS e DNOCS; Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), Superintendência do Vale do São Francisco (Suvale) e Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf); Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF); Banco do Nordeste do Brasil S. A.; Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); Sudene; Embrapa; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); e Instituto Nacional do Semiárido (INSA), dentre as situadas na órbita federal. Agregaram-se ao esforço dessas instituições, no último quartel do século XX, órgãos inovadores dos estados nordestinos – como a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme); Instituto de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA); Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia (SRH); e Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ) Bahia – e organizações da sociedade civil.

Continuaram sendo intensos os impactos das secas ocorridas na segunda metade do século XX. Expressam-se aqui alguns traços de sua magnitude, para poder compreender melhor a redução de seus impactos no curso da primeira década do século XXI. As evidências a este respeito serão trabalhadas em relação à seca ocorrida no Ceará em 2010.

Magnitude das secas da segunda metade do século XX

Com sua população crescendo a taxas idênticas às do Brasil (cerca de 2% nos anos de 1970 a 1980) ou um pouco superiores (2,9% no período de 1980-1991),⁴⁴ o Nordeste demandou ações mais efetivas do governo federal e dos governos estaduais em matéria de infraestrutura em geral e de infraestrutura hídrica, em particular, a partir da segunda metade do século XX. O aumento da oferta de água foi considerável, chegando-se a dispor de uma capacidade de armazenamento total superior a 85 bilhões de metros cúbicos de água (*medida de estoque*), *vis-à-vis* uma disponibilidade da ordem de 92 bilhões de metros cúbicos de água por ano (*medida de fluxo*) e uma demanda potencial, para todos os usos, da ordem de 22 bilhões de metros cúbicos, por ano (também uma medida de fluxo).

44 Carvalho & Egler, 2003: 69.

Esse último agregado abrange as demandas da população urbana e rural, dos animais, da irrigação, da agroindústria, de distritos agroindustriais e ecológica. (GONDIM FILHO, 1994.)⁴⁵

Os gastos governamentais com a execução dos Programas de Emergência de Seca, em suas diferentes denominações, têm sido elevados. Em alguns estados, têm correspondido a mais de 3/4 dos valores referentes às perdas de safra. No estado do Ceará, um dos mais afetados por qualquer seca que ocorra no Nordeste, foram gastos, em 1979, recursos com o Programa de Emergência equivalentes a 81,5% do valor referente à perda de safra naquele ano. (CARVALHO, 1979: 43.) A situação em estados como o Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba, que têm suas economias agrícolas fortemente susceptíveis às secas, não é muito diferente.

De 1950 para cá, foram de seca os seguintes anos ou períodos: 1951-1953, 1958, 1966, 1970, 1972, 1976, 1979-1983, 1987, 1990-1993, 1997-1998, 2001, 2002, 2005, 2007 e 2010. O exame de algumas variáveis-chave (número de municípios atingidos, área afetada, população atingida, trabalhadores alistados e gastos com os Programas de Emergência de Secas), como as explicitadas na Tabela 2.7 adiante, permite verificar a magnitude das secas de 1958, 1970, 1976, 1979-1983 (ano a ano), 1993 e 1998, para os quais se dispõe das informações organizadas na mencionada tabela.

Os dispêndios efetuados pelo governo federal nas secas de 1958, 1970, 1976, 1979-1983 e 1998 alcançaram montantes realmente extraordinários. Na seca de 1958, foram gastos recursos equivalentes a US\$ 802,6 milhões, a preços de maio de 1998, montante superior aos despendidos na seca de 1970, correspondentes a US\$ 429,5 milhões. Na seca de 1976, de muito menor expressão, do ponto de vista da variabilidade climática, pois se tratava de uma seca parcial, foram gastos US\$ 446,0 milhões. (Tabela 2.7)

Foi, porém, na seca de 1979-1983 que o governo despendeu a maior soma de recursos até hoje. Os gastos realizados naqueles cinco anos foram de US\$ 7,799,1 milhões. Dos cinco anos do citado período, os anos em que foram gastos menores volumes de recursos foram os de 1979 e 1982. Mesmo assim, os montantes desembolsados em cada um desses dois anos corresponderam a valores superiores ao da seca de 1970, mas não muito distantes dos aplicados na seca de 1958. Também não era para menos. Ao final da seca de 1979-1983 estavam alistados nas frentes de emergência 2.763,9 mil trabalhadores nordestinos.

Na seca de 1993, os gastos realizados pelo governo federal também foram vultosos. O número de alistados foi de 1.942.905 pessoas. A execução do Programa de Frentes Produtivas de Trabalho (PFPT) exigiu

⁴⁵ A demanda ecológica, de acordo com os estudos do Projeto Áridas, foi considerada como correspondendo a 10% do escoamento superficial disponível. (GONDIM FILHO, 1994; e VIEIRA, Coord., et alii, 2000.)



a mobilização de US\$ 521,7 milhões, por parte do governo federal, parte dos quais foi pago no começo de 1994. A alocação desses recursos nos estados do Nordeste foi feita sob a orientação da Sudene.

A seca de 2010 no Ceará

Estudos realizados pelo Instituto de Planejamento do Ceará (Iplance)⁴⁶ reforçam as evidências de que a riqueza desse estado está praticamente concentrada no município da capital. A participação do município de Fortaleza na arrecadação do ICMS do estado, em 1980, representava 65,7%. Em 1990, ascendeu a 78,6%. (IPLANCE, 1992: 8, Tabela 3.) Esses números sugerem o esvaziamento da economia do interior cearense. Nesses 10 anos (1980-1990), a Região Nordeste sofreu o impacto de cinco anos de seca total (1979-1983) e de dois anos de seca parcial (1987 e 1990).

A tendência ao aumento da concentração da riqueza, apesar das transferências governamentais durante os anos de seca, é indicativo do fato de que, cada vez mais, o interior do estado se distancia da área mais dinâmica da economia cearense, correspondente ao município da capital. Essa crescente concentração espacial da riqueza, juntamente com a contribuição significativa do setor informal da economia, diminui consideravelmente as possibilidades de aproveitamento econômico do Semiárido. Mudanças neste sentido podem ser obtidas com a interiorização de atividades do setor industrial. A política industrial posta em prática no Ceará, a partir de 1990, constitui exemplo a este respeito. Mais de 20.000 empregos foram gerados por esse tipo de política no município cearense de Sobral.

Em 2010, o Ceará foi afetado por uma seca meteorológica bem caracterizada. No final de maio daquele ano, as chuvas ali ocorridas correspondiam a 53% da Normal Climatológica no estado. Ou seja, as chuvas então registradas estavam 47% abaixo da média. A seca de 2010 resultou da ação do *El Niño*, que impediu a chegada ao Nordeste e ao Ceará, principalmente, da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), conforme informações da Funceme.

A palavra seca parecia estar caindo em desuso. Mas em maio de 2010, a Funceme informava que fevereiro de 2010 havia sido o mês com menor índice de precipitação nos últimos 98 anos, apresentando um índice de chuvas 68% abaixo da média. Destaques a este respeito haviam sido fornecidos pelo meteorologista David Ferran, da Funceme, ao jornal Diário do Nordeste, divulgadas pelo site Crato Notícias, no mesmo mês de maio, em matéria sob o título “Ceará tem período mais seco em

46 O Iplance deu lugar ao Instituto de Pesquisa, Planejamento e Gestão do Ceará (Ipece), fundado em 14 de abril de 2003.

98 anos".⁴⁷ A precipitação esteve abaixo da média, na mesma época, no Sertão Central do Ceará (Boa Viagem, Monsenhor Tabosa, Canindé, Caridade e Irauçuba, entre outros municípios).

O site Avicultura Industrial⁴⁸ noticiou, em 10 de setembro de 2010, que a safra cearense de grãos registrara em agosto de 2010 a segunda maior perda de produção dos últimos 15 anos, ficando à frente somente de 1998, ano em que a seca constituía o prosseguimento da iniciada em 1997. Na comparação com agosto de 2009, a safra fora 56,17% menor.

A última situação a este respeito havia sido mesmo a registrada em 1998, quando o volume de chuvas no estado ficara 48% abaixo da média. A circunstância de a seca de 2010 ter sido a mais severa nesse período de 12 anos foi registrada por vários jornais, dentre os quais cabe destaque para *O Povo*, do Ceará.

O governo do Ceará chegou a decretar situação de emergência em 79 municípios, conforme Decreto publicado em 29.10.2010, no Diário Oficial do estado. Na justificativa do governo, foi destacada a influência do *El Niño*, causando irregularidades significativas na quantidade e na distribuição temporal e espacial das chuvas no estado do Ceará. Como consequência, apontava-se sério comprometimento no armazenamento de água. A medida tinha validade de 90 dias, mas podia ser prorrogada até completar 180 dias.⁴⁹

A Funceme informou em outras ocasiões, ao longo do ano de 2010, que as chuvas naquele ano haviam sido mal distribuídas. De acordo com Gláucia Barbieri, meteorologista da Fundação, apenas a seca de 1998 fora pior do que a de 2010; no ano de 2005, o quadro foi semelhante. A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce) informou também que 31% das áreas de produção rural não chegaram a ser plantadas por falta de chuvas, naquele ano. Não faltou água para consumo humano e animal, apesar da estiagem. O Gerente da Operação Pipa da 10ª Região Militar, coronel Luiz Benício, informou que 73 municípios cearenses estavam recebendo água de caminhão-pipa. A ação era executada pelo Exército e pela Secretaria Nacional de Defesa Civil.⁵⁰

47 Cf. <http://cratonoticias.files.wordpress.com/2010/05/0097.jpg> (Acessado em 10.07.2011.)

48 Cf. <http://www.aviculturaindustrial.com.br> (Acessado em 10.07.2011.)

49 Informações de *O Povo on-line*, 02.11.2010. (Acessado em 24.05.2011.)

50 Notícia divulgada pelo Jornal Folha de São Paulo, de 09.06.2010.



Tabela 2.7 – Nordeste. Municípios, área, população atingida pelas secas, trabalhadores alistados e gastos efetuados em programas de emergência nos anos de 1958, 1970, 1979-83, 1993 e 1998

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	1958	1970	1976	3-1979	4-1980	5-1981	6-1982	7-1983	1993	8-1998
1. Municípios Atingidos	Número	618,0	605,0	389,0	513,0	988,0	1.100,0	898,0	1.328,0	1.155,0	1.200,0
2. Área Afetada	km ²	500,0	578,4	432,0	538,7	1.399,1	1.441,6	1.391,5	1.591,0	1.164,0	900,0
3. População Atingida 9	Mil pessoas	10.000,0	9.200,0	6.800,0	9.100,0	19.500,0	23.500,0	15.500,0	28.900,0	11.700,0	18.000,0
4. Trabalhadores Alistados	Mil	550,0	499,5	279,3	432,1	711,8	1.168,7	746,8	2.763,9	1.942,9	10 1.000,0
5. Gastos com Programa de Emergência em Reais	R\$ 1.000,00	923.000,0	494.000,0	513.000,0	818.000,0	1.619.000,0	2.229.000,0	893.000,0	3.410.000,0	600.000,0	2.000.000,0
6. Gastos com Programa de Emergência em Dólares	US\$ 1.000 (*)	802.608,7	429.565,2	446.087,0	711.304,4	1.407.826,1	1.938.260,9	776.521,7	2.965.217,4	521.739,1	1.739.130,4

FONTES DOS DADOS BÁSICOS: (i) Sudene. Coordenadoria de Defesa Civil do Nordeste; (ii) CARVALHO, Otamar de. A economia política do Nordeste: secas, irrigação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: Campus, 1988, p. 264; (iii) CARVALHO, Otamar de. Coord. Variabilidade climática e planejamento da ação governamental no nordeste semiárido – avaliação da seca de 1993. Brasília: SEPLAN/IIICA, 1994. Xerox; e (iv) "O fantasma da fome": Rio de Janeiro, Revista VEJA, (31):18, edição 1.545, p. 26-33, 06.05.1998.⁵¹⁵²⁵³⁵⁻⁶⁵⁵⁶⁵⁷⁵⁸

(*) Ao câmbio de US\$ 1,00/R\$ 1,15 (preços de maio de 1998).

51 De 15.04.79 a 25.02.80.

52 De 15.05.80 a 31.05.81.

53 De 1º.06.81 a 31.05.83.

54 De 1º.06.82 a 31.05.83.

55 De 1º.06.83 a 31.05.84.

56 Situação vigente no final de abril de 1998.

57 Os números aqui apresentados referem-se à população total, dos quais cerca de 60% vivem no meio rural.

58 O governo federal previa o alistamento de um milhão de pessoas, no máximo, enquanto os trabalhadores postulavam o alistamento de dois milhões de pessoas. Ao final, foram alistados 1.200 mil trabalhadores. (Sudene, Internet, apud: MATA, 2001: 101, Tabela 3.8.)

As perdas observadas em 2010, com base em informações trabalhadas pelo Ipece (Tabela 2.8), foram consideráveis. O setor agropecuário apresentou uma taxa negativa de 8,1% no Valor Adicionado do Estado, *vis-à-vis* o crescimento de 6,5% observados em relação ao Brasil. A indústria cresceu 9,7% (comparada aos 10,1% do Brasil) e os serviços 7,5%, enquanto a taxa de crescimento do Brasil foi de 5,4%. “Como o setor de serviços representa por volta de 70% do PIB do estado, esse crescimento contribui decisivamente para a superioridade” do crescimento do Ceará, em relação ao Brasil. (IPECE, 2011: 4.)

Na realidade, houve uma seca meteorológica em 2010, no Ceará. Seus impactos sobre a população foram pouco notados. Não houve falta de água para consumo humano nem nas cidades, nem no campo. Para tanto, contribuiu a Rede de Infraestrutura Hídrica existente no estado, complementada por sistemas não convencionais de abastecimento de água, como os representados pelos carros-pipa e pelas cisternas de placa. Em 2010, a população também não chegou a invadir prefeituras e armazéns, no interior. A distribuição do Bolsa Família constitui, neste sentido, um dos elementos-chave da Rede de Proteção Social com que a população brasileira pobre passou a contar, especialmente a do Nordeste.

Tabela 2.8 – Principais resultados do valor adicionado, a preços básicos, por setores de atividades, em 2010, Ceará e Brasil

SETOR/ATIVIDADES	CEARÁ	BRASIL
Agropecuária	-8,1	6,5
Indústria	9,7	10,1
-Extrativa Mineral	-16,1	15,7
-Transformação	6,9	9,7
-Construção Civil	14,5	11,6
-Eletricidade, Gás e Água	13,4	7,8
Serviços	7,5	5,4
-Comércio	13,8	10,7
-Alojamento e Alimentação	7,5	...
-Transportes	9,3	8,9
-Intermediação Financeira	7,0	10,7
-Aluguéis	7,6	1,7
-Outros Serviços	7,2	3,6

FONTE: GOVERNO do Estado do Ceará. Secretaria de Planejamento e Gestão-SEPLAN. Instituto de Pesquisa, Planejamento e Gestão do Ceará-Ipece. Estimativa do PIB cearense em 2010 e seu desempenho setorial. Fortaleza: Ipece, mar., 2011, p. 4, tabela 2. (Informe n° 02.)



De fato, no Ceará, 49,45% da população recebiam o Bolsa Família, em 2006⁵⁹ Iniciativas como esta, como o Programa um Milhão de Cisternas, implementado com o apoio da Articulação com o Semiárido Brasileiro (ASA) e o Programa Nacional da Agricultura Familiar (Pronaf), além de outros programas de apoio à agricultura familiar, conduzidos pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), pelas Secretarias Estaduais de Desenvolvimento Agrário e pelas Secretarias de Agricultura, da maioria dos estados do Nordeste, vêm ampliando a Rede de Proteção Social que se forma em torno da população rural e mesmo de parte da população urbana do Nordeste, especialmente do Semiárido.

Patrus Ananias, que foi ministro do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, fez uma síntese precisa, em dezembro de 2008, sobre o que se está denominando aqui de Rede de Proteção Social: “Programas como o Bolsa Família e o Benefício de Prestação Continuada e os recursos destinados à agricultura familiar” vêm contribuindo para assegurar o acesso a direitos e deveres da cidadania, sendo fundamentais para garantir a sustentabilidade do desenvolvimento. “Esses programas estão melhorando o poder de compra e a qualidade de vida da grande parcela historicamente excluída e incluindo-a no projeto nacional”.⁶⁰ Além do mais, essas iniciativas colaboram para dinamizar várias economias locais no interior do Semiárido.

Considerações finais

Os ganhos de importância dos trabalhos de previsão meteorológica nos últimos 50 a 60 anos, em particular nos Estados Unidos, avançaram muito. Neste sentido, melhoraram os conhecimentos sobre as teorias de massas de ar e frentes, que ainda hoje fazem parte do dia a dia do trabalho dos previsores de tempo. O advento do computador e o progresso da tecnologia da informação contribuiu para a melhora dos sistemas de previsão. Novos progressos nos domínios das ciências atmosféricas e campos correlatos – métodos numéricos de integração de sistemas de equações diferenciais parciais, de novos recursos computacionais e de observações mais detalhadas da atmosfera – também avançaram de forma expressiva. Apesar do esforço da comunidade científica internacional e dos progressos nas ciências atmosféricas, ainda são enfrentados limites teóricos para a previsibilidade determinística do tempo.⁶¹

⁵⁹ Cf. NASCIMENTO, Solana. “A força do Bolsa Família”. *Correio Braziliense*, Brasília: 05.10.2006. (Tema do Dia: Política.)

⁶⁰ PEREIRA, Daniel. “Ampliação no Bolsa Família”. *Correio Braziliense*, Brasília: 07 de janeiro de 2009. (Caderno Política.)

⁶¹ Destaco duas importantes obras a este respeito. A primeira, mais antiga, corresponde ao trabalho produzido por Nobre, Barros & Moura Fé, 1993. A segunda se refere à construída por vários autores, organizada por Assiz Souza Filho & Divino Moura. (2006).

A magnitude dos contingentes populacionais afetados pelas secas, os dispêndios financeiros e as mudanças nas políticas de atendimento às emergências de seca começam a exigir menos dos governos. Mas ainda é considerável a fragilidade das instituições dedicadas aos problemas aqui tratados. Isso vale particularmente para as entidades responsáveis pela gestão integrada de riscos e desastres. Apesar disso, têm sido concebidas e implementadas políticas públicas destinadas à melhora do avanço técnico nos domínios das mudanças climáticas, do combate à desertificação e da convivência com as secas. As de combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas têm sido estabelecidas na perspectiva da articulação entre políticas de combate à pobreza e redução das desigualdades sociais e econômicas.

A preparação de programas e projetos orientados para a solução dos impactos e consequências das secas é pouco usual, perdendo ênfase a partir do último quartel do século XX. Os esforços a este respeito coincidiram com o enfraquecimento político da Sudene e, por fim, com a extinção dessa entidade em maio de 2001. Recriada em 2007, a Nova Sudene ainda não pôde construir o espaço necessário ao enfrentamento dessas questões. As demais entidades do Nordeste envolvidas com essa temática, a exemplo do DNOCS, também não conseguiram o espaço necessário à estruturação e implementação de soluções satisfatórias para os problemas relacionados às suas missões institucionais.

O Semiárido nordestino continua a padecer as agruras naturais impostas pela variabilidade climática. Começa agora a enfrentar os impactos das mudanças climáticas, tornados visíveis e reconhecidos com o avanço do conhecimento. As políticas públicas mais recentes, reforçadas pelas inovações derivadas de concepções participativas, sugerem que se está diante de um quadro que supera as percepções de caráter emergencial. A combinação de iniciativas de convivência com as secas com iniciativas de combate à desertificação representam agora um passo além do enfrentamento isolado da problemática das secas.

Sobre o papel relevante exercido pelas comunidades, agora chamadas a participar e a apoiar as ações de enfrentamento das secas e de combate à desertificação, pode-se dizer que essa positiva contribuição começou a ser notada após algumas experiências exitosas, como a conduzida pelo governo do Ceará no ano de 1987. As pressões da sociedade civil seguiram crescendo, em termos de Nordeste, até 1999, quando o esforço realizado culminou com a instituição da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), um fórum de Organizações Não Governamentais e de outras organizações da sociedade civil.⁶² O móvel desse resultado já não era apenas a seca, mas a desertificação e o combate às suas causas, segundo a concepção da Convenção de Combate à Desertificação das Nações Unidas (*United Nations Convention to Combat Desertification-UNCCD*).

62 A criação da ASA ocorreu durante Reunião da COP 3 (Conferência das Partes), da UNCCD, realizada em 1999, na cidade do Recife.



No momento de criação da ASA (1999) não se admitia mais o “combate às secas”, mas a “convivência com as secas”.⁶³ Mas em 1999, ainda se trabalhava com a ideia do “combate à desertificação”. Não retiro o mérito da mudança de expressão. Destaco, porém, que essas diferenças estão pautadas pelo viés ideológico de que o “combate às secas” constitui expressão sem cabimento, porque faz parte do discurso outrora sustentado pelos que “lutavam contra as secas”, tomando por base a construção de obras públicas. E as obras públicas teriam sido realizadas sempre segundo os interesses das oligarquias dominantes. Por isso, a “luta contra as secas” daquela época não levava em conta os interesses da classe trabalhadora, especialmente dos segmentos integrados pelos pequenos proprietários de terra e dos trabalhadores sem terra (meeiros, parceiros e trabalhadores de aluguel).

Na leitura de quase meio século depois, não se podia nem se devia lutar “contra as secas”, mas conviver com elas. Os que adotaram essa mudança de postura não se deram conta da armadilha em que caíam ao defenderem o “combate à desertificação”. O problema é da mesma natureza. Ao final e ao cabo, está-se a tratar, neste caso, é de utilizar os recursos naturais, de forma não apenas sustentada – ou seja, segundo novas bases técnicas, compatíveis com as particularidades ambientais – como sustentável. E neste caso, de modo a manter, preservar e garantir sua disponibilidade por parte das gerações futuras.⁶⁴

Quer-se, por fim, chamar a atenção para a concreta situação de que os impactos das secas, especialmente os econômicos, tendem a diminuir, *pari passu* à perda de importância relativa das atividades agropecuárias, no que se refere à sua contribuição para a geração do PIB global – dos estados ou da Região. À medida em que a população se desloca do meio rural para sítios urbanos, também tendem a diminuir os impactos sociais. As redes de proteção social são mais eficazes nos sítios urbanos, graças à infraestrutura social que neles existe.

Em certas circunstâncias, a urbanização tem contribuído para o aumento dos impactos das secas. Mesmo nos lugares (cidades ou distritos) em que a urbanização ainda não se completou, a população do Semiárido tem se pautado por valores do mundo urbano. Nesse mundo, as pessoas se comportam e agem como se pudessem e tivessem direito ao acesso a bens e serviços pelos quais, concretamente, ainda não podem pagar. Mesmo assim, o mundo urbano continua sendo movido, e cada vez mais, pelo consumismo. Por isso e em virtude do aumento da densidade demográfica do Semiárido – passou de 12,38 hab.km², em 1970, para 21,59 hab./km², em 2000 – os impactos das secas exigem crescente atenção.⁶⁵

63 Essa percepção já vinha sendo discutida no Nordeste desde o final da década de 1970.

64 Embora importantes, essas especificidades do Semiárido Nordestino não serão aqui aprofundadas. Seu tratamento exige espaço e tempo com os quais não contamos.

65 Questões relevantes sobre a urbanização no Semiárido estão tratadas em Carvalho & Egler, 2003.



Capítulo 3

As águas do Nordeste e o balanço hídrico

Eduardo Sávio P. R. Martins¹, Julien Burte²,
Robson Franklin Vieira³, Dirceu Silveira Reis Junior⁴

Introdução

O termo balanço hídrico pode ser entendido, de maneira bem simples, como a contabilidade da água aplicada a uma bacia hidrográfica, a uma porção de solo, ou mesmo a um lago ou reservatório. Assim, o balanço hídrico envolve a determinação dos ganhos e perdas hídricas que se observam em qualquer destes contextos. Em cada um destes casos, a análise do balanço hídricos ao longo do tempo fornece, por exemplo informações relevantes ao potencial de oferta hídrica de uma bacia e sobre a água disponível para culturas de sequeiro ao longo do tempo.

O balanço hídrico requer o conhecimento das componentes que impactam a disponibilidade de água em uma bacia hidrográfica, uma parcela agrícola ou um lago/reservatório: Precipitação (P), Evaporação/Transpiração (E), Escoamentos (Q), Variação no Armazenamentos (ΔS) e os Usos (U). No contexto de bacia hidrográfica e lagos/reservatórios, a componente U deve ser entendida no sentido mais geral, englobando aqui não só os usos quantitativos da água, mas também os usos qualitativos (e.g. depuração de efluentes). Este balanço pode ser expresso da seguinte forma: $P = E + Q + \Delta S + U$.

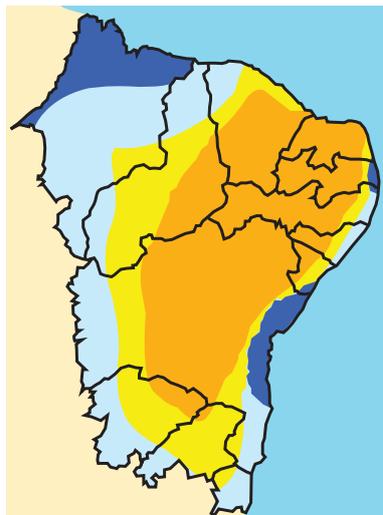
Quando aplicado à bacia hidrográfica, em intervalos de tempo longos, para avaliar a oferta hídrica, a equação do balanço hídrico pode ser simplificada, pois o termo ΔS costuma ser muito menor do que os outros termos da equação, de modo que a equação acima pode ser simplificada como $P = E + Q$.

1 Presidente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, professor da Universidade Federal do Ceará

2 Pesquisador Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

3 Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

4 Professor da Universidade de Brasília (UnB) e pesquisador da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos



Legenda: Árido 0,05 - 0,20; Semi-árido 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido 0,65 - 1,00 e Úmido > 1,00.

Figura 3.1 - Índice de Aridez para a região Nordeste.

No Nordeste brasileiro, a existência de solos rasos e do embasamento cristalino, o qual pode ser frequentemente visto à superfície, a alta evaporação e um regime de precipitações caracterizado pela alta variabilidade espaço-temporal resultam em déficit no balanço hídrico para quase todos os meses do ano, o que significa dizer que em muitos meses a vazão que escoa nos rios é nula. O regime concentrado de chuvas da região possibilita a geração de escoamento superficial em poucos meses durante o ano. Todavia, a variabilidade deste quadro é imensa de um ano para o outro, como poderá ser verificado em seguida.

A razão entre precipitação e evapotranspiração potencial, denominada de índice de aridez (I_a), vem sendo utilizada como base para a definição das áreas susceptíveis a secas, cuja definição será melhor abordada a seguir. Antes disso é importante explicar o conceito de evapotranspiração potencial, que é a quantidade máxima de água suscetível de ser evaporada sob um dado clima, por uma cobertura vegetal contínua e bem alimentada em água. Ela integra então a evaporação do solo e a transpiração da vegetação de uma dada região durante o tempo considerado e expressa em mm. Este conceito está associado com a demanda de água da atmosfera, e depende de diversos fatores climáticos, tais como, radiação solar, umidade relativa e temperatura do ar, velocidade do vento, e também de características da vegetação. Em regiões áridas e semi-áridas, a evapotranspiração potencial é bem maior do que a evapotranspiração real. Isto acontece porque em muitos momentos do ano não há água suficiente para ser evaporada na taxa potencial. Deve-se aqui chamar atenção que o conceito de índice de aridez não está diretamente associado ao risco de ocorrência de secas, mas



a um comportamento médio do clima na região de análise durante um dado período, em geral de 30 anos. O índice de aridez foi aqui calculado com base nos dados de precipitação e temperatura disponíveis no *Tyndall Centre for Climate Change Research* (CRU TS 2.1, Mitchell et al., 2003) utilizando-se a relação $I_a = P / ETP$

em que P = precipitação média anual e ETP = evapotranspiração potencial média anual, aqui calculada pelo método de Hargreaves (Shuttleworth, 1992). Estes dados estão disponíveis em uma malha de pontos, equidistantes entre si, de 0,50 em 0,50. A Figura 3.1 abaixo mostra o Índice de Aridez para a Região Nordeste calculado para o período de 1953 a 2002.

Pode-se notar uma área significativa da região nordeste onde a demanda climática, representada pela evapotranspiração potencial, é mais de duas vezes maior do que a precipitação média anual, o que caracteriza uma região, pelo menos em termos comparativos, com tendências à baixa disponibilidade de água para atividades humanas.

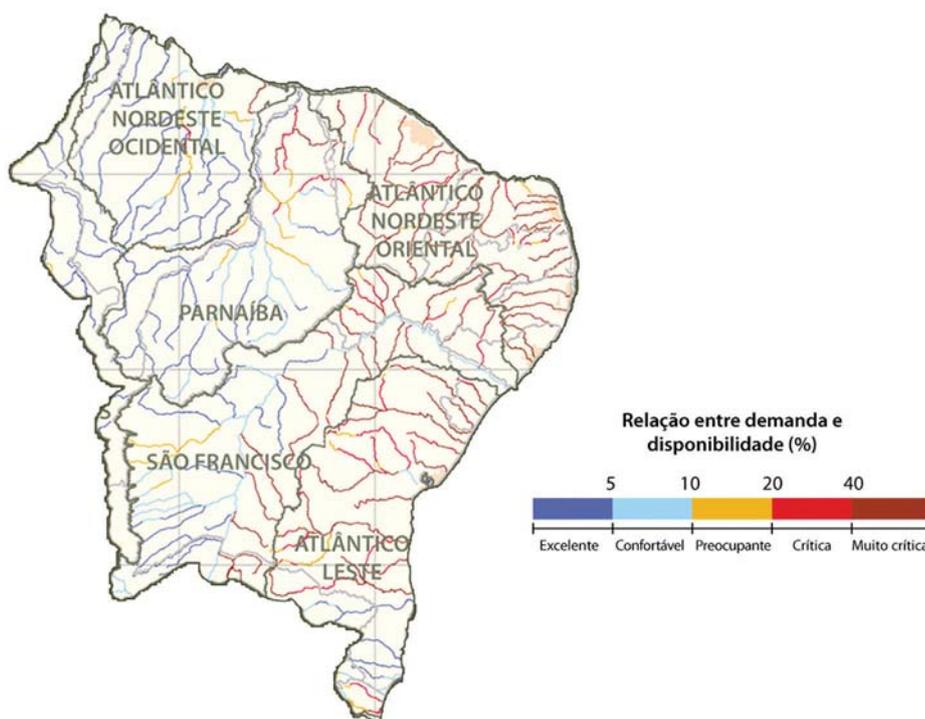
Usos múltiplos

O Nordeste brasileiro, como as outras regiões semiáridas do globo, é submetido a restrições de água que decorrem, em primeira mão, do elevado déficit hídrico, resultante do balanço entre precipitação e evapotranspiração ao longo do ano ($P-ETP$). Em apenas poucos meses do ano (em geral, dois meses) as precipitações excedem a evapotranspiração potencial. Nestas condições, na estação seca, a água disponível é escassa e gera situações onde, de forma mais ou menos prolongada, as atividades consumidoras de água se concentram nos locais onde a água permanece armazenada.

Quando se fala em demanda de água é importante considerar os usos consuntivos nos quais parte da água captada é consumida no processo produtivo, não retornando ao curso de água (principalmente irrigação e abastecimento urbano), e os usos não consuntivos (hidroeletricidade e navegação). Os usos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação e o abastecimento urbano, que representam 47% e 26% da retirada total do Brasil, respectivamente. Na bacia do Nordeste Oriental, existem cerca de 480.000 ha irrigados (ANA, 2011), o que equivale a uma vazão média consumida de cerca de 115 m³/s (modificado de ANA, 2009).

O balanço entre a oferta de água e as demandas quantitativas (captações) e qualitativas (lançamentos) permite evidenciar as bacias ou porções de bacia cuja disponibilidade em água é insuficiente, assim como orientar as ações de gestão, conforme previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos.

Na Região Nordeste ocorre grande quantidade de rios classificados com criticidade quantitativa devido à baixa disponibilidade hídrica dos corpos d'água. Muitos rios localizados em regiões metropolitanas apresentam criticidade quali-quantitativa, tendo em vista a alta demanda de água existente e a grande quantidade de carga orgânica lançada aos rios. A Figura 3.2 apresenta este quadro para o Brasil. Pode-se notar o número elevado de trechos de rios nas regiões Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste e em parte da região do São Francisco, que apresentam uma relação crítica e muito crítica entre disponibilidade e demanda.



Fonte: Adaptado de Brasil, 2011

Figura 3.2 - Situação dos principais rios do Nordeste brasileiro quanto à relação demanda versus disponibilidade hídrica superficial

O déficit hídrico é, muitas vezes, apontado como um fator determinante da pobreza, o que conduz a justificar as políticas de construção de grandes infraestruturas hídricas e de irrigação para enfrentar os riscos hídricos. Nas regiões semiáridas, o armazenamento é, portanto, uma estratégia decisiva de enfrentamento dos riscos ligados à variabilidade temporal e espacial da pluviometria.

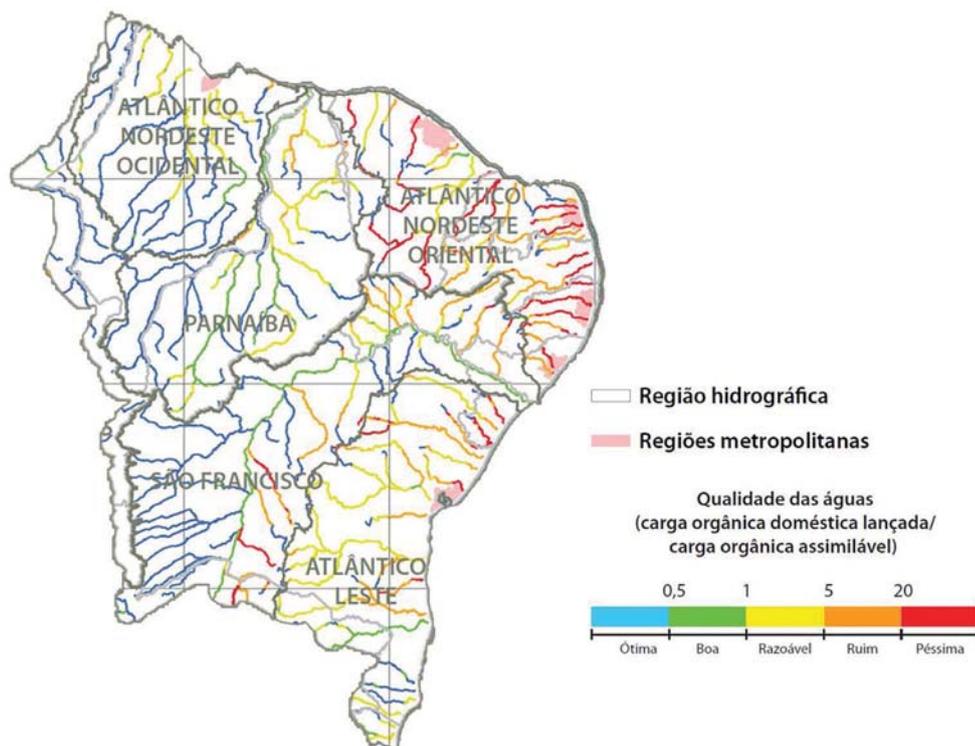


Entretanto, a sociedade não é submetida de forma homogênea ao risco e aos seus impactos. Os maiores reservatórios artificiais (barragens ou açudes) ou naturais (aquíferos, lagoas) tem um papel fundamental no abastecimento dos grandes centros consumidores (cidades, perímetros irrigados, etc). No meio rural, a população difusa geralmente não tem acesso a esta infraestrutura de grande porte que garantem o seu abastecimento. Assim, ela desenvolveu estratégias adaptativas para o seu abastecimento, em função da baixa disponibilidade hídrica disponível. Nos dois casos, a escassez espacial conduz naturalmente a situações onde os usos das águas são múltiplos porque o número de infraestruturas hídricas que permanecem com água é limitado.

O acesso à água em tempo de escassez depende do acesso às infraestruturas hídricas, que não é sempre fácil para os mais pobres (estradas precárias, privatização do acesso de algumas infraestruturas, dificuldade para garantir a manutenção). Esta situação é um dos fatores que mantém uma parte da população mais rural em situação de maior vulnerabilidade.

De uma lado tem-se a concentração dos usuários próximos aos recursos hídricos mais “seguros”, i.e. aqueles que não secam, e do outro, estes mesmos recursos hídricos são usados para usos múltiplos (abastecimento humano e doméstico, abastecimento animal, indústria, irrigação e lazer) cujas necessidades em termos de quantidade e qualidade de água são diferentes. Esta situação gera condição de concorrência entre usuários e entre os diferentes tipos de usos. Assim, surge a necessidade de estabelecer prioridades, o que foi o objetivo da Lei 9744/93. A realidade é um pouco diferente porque esta lei é essencialmente voltada para gestão quantitativa dos recursos hídricos. Assim, o manejo inadequado de uma bacia hidrográfica pode conduzir a uma degradação significativa da qualidade de água do reservatório a jusante e dificultar o seu uso para o abastecimento humano. Com efeito, a diminuição da qualidade da água vai prejudicar primeiramente os usos mais nobres.

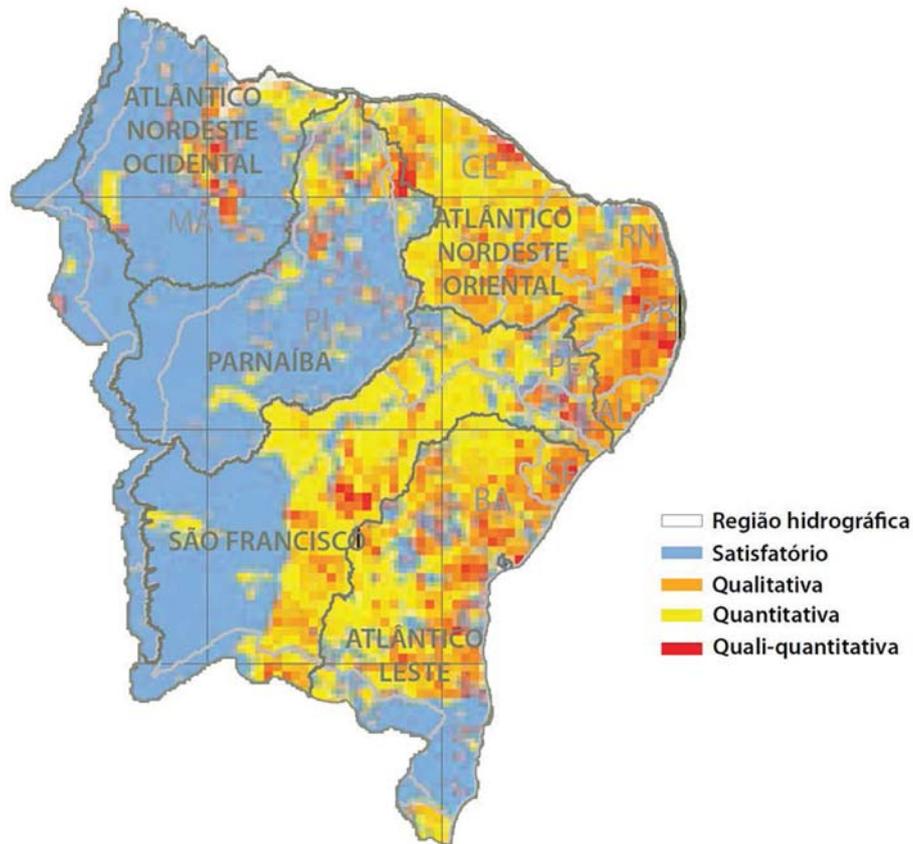
Nestas condições, uma questão fundamental é como preservar os recursos hídricos para que a qualidade seja suficiente para os usos mais nobres? No meio rural, onde não tem concentração elevada de população nos núcleos urbanos, é possível optar por uma gestão diferenciada ao nível de microbacias contribuintes: algumas bacias preservadas garantem uma qualidade de água excelente e são usadas para abastecimento humano, enquanto as atividades agropecuárias mais poluidoras ficam restritas a uma ou outra bacia hidrográfica. Entretanto, os grandes centros urbanos são sempre abastecidos por grandes infraestruturas hídricas, cuja qualidade é impactada pelo conjunto de ações realizadas nas bacias contribuintes. Uma política integrada ao nível da bacia hidrográfica é, neste caso, necessária objetivando o controle das poluições pontuais (facilmente caracterizadas) e das difusas (mais difíceis de se avaliar). A Figura 3.3 apresenta a capacidade de assimilação de cargas orgânicas levando-se em conta a disponibilidade hídrica. Pode-se notar claramente o número bastante elevado de trechos de rios em péssima situação, principalmente na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.



Fonte: Adaptado de Brasil, 2011

Figura 3.3 - Estimativa da capacidade de assimilação de cargas orgânicas considerando a disponibilidade hídrica

Deve-se diferenciar os conceitos de risco e de vulnerabilidade, especialmente porque estes apresentam diferentes definições dependendo da área de conhecimento. A vulnerabilidade pode ser entendida como a maneira com que o ambiente social e natural é susceptível de afetar as pessoas e o risco a probabilidade de ocorrência de um evento adverso. A análise das condições de vulnerabilidade no Nordeste mostra como a variabilidade climática extrema, em particular as secas, impactam a saúde, a segurança, o emprego ou o acesso à água potável. Assim, lidar com a questão da vulnerabilidade hídrica leva a desenvolver estratégias que integram, além das características hidroclimáticas, a complexidade do contexto político, social e econômico da região ou população considerada. Os grupos mais vulneráveis não são aqueles submetidos aos maiores riscos por razões geográficas, ambientais ou tecnológicas, mas aqueles cujos direitos de acesso e níveis de autonomia são os mais limitados por causa da sua posição na escala social e das relações de poder. O desafio consiste, portanto, a enfrentar de um lado a pobreza, e do outro de lutar contra uma insuficiência de meios para superar situações pontuais mais adversas (como as secas ou as cheias). A Figura 3.4 mostra as bacias mais críticas segundo aspectos quantitativos e qualitativos.



Fonte: Adaptado de Brasil, 2011

Figura 3.4 - Bacias críticas brasileiras segundo os aspectos de qualidade e quantidade

Água para agricultura (água verde, água azul)

O déficit hídrico é um condicionante fundamental das estratégias agrícolas no Nordeste semiárido. A agricultura no Nordeste brasileiro pode ser discutida segundo duas grandes vertentes: a agricultura de sequeiro e a irrigada.

A agricultura de sequeiro, baseada no uso da água naturalmente presente no solo (após a infiltração das precipitações, por exemplo), a “água verde”, e a agricultura irrigada, que vai captar recurso hídrico para disponibilizar no solo a água necessária ao crescimento das plantas (por bombeamento a partir de um açude por exemplo), a “água azul”. Estas duas formas de agricultura são afetadas pelo déficit hídrico no Nordeste mas de forma diferenciada.

A agricultura de sequeiro possui uma susceptibilidade ao risco climático de curto prazo, isto é, ao risco de que as precipitações não sejam adequadamente distribuídas ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta, e na quantidade certa para satisfazer as necessidades hídricas das culturas. Consequentemente, caracteriza-se por estratégias adaptativas (em função das precipitações), investimentos limitados (porque o risco é elevado) e uma pluriatividade cujo objetivo é a minimização do risco. Os pequenos açudes, com capacidade de regularização sazonal, pouco ou não usados para a irrigação, tem um papel importante como fonte para dessedentação animal e para usos múltiplos. Do outro lado, a agricultura irrigada tem sua demanda de água provida por reservatórios interanuais, os quais conseguem transferir água de um ano para o outro, reduzindo assim sua vulnerabilidade à sazonalidade do clima.

Os pequenos açudes, fundamentais no suprimento sazonal de água para as pequenas comunidades rurais, dificultam o enchimento dos grandes reservatórios com capacidade de regularização plurianual. Vê-se então dois modelos de desenvolvimento do meio rural e das atividades agrícolas: de um lado, uma agricultura de sequeiro em todo o meio rural, adaptativa, produtora de bens principalmente para o consumo local; e, do outro, uma agricultura de exportação, irrigada a partir de grandes perímetros que necessitam altos investimentos em infraestrutura (barragens, canais etc).

Água para usos nobres (consumo humano, doméstico, indústria e turismo)

Os altos investimentos em infraestrutura hídrica, principalmente ocorridos depois da década de 90 na região, tinham como foco usos de alto retorno financeiro, ou seja, com capacidade de pagamento, sendo muitas vezes, por isso mesmo, referidos como usos nobres. Entre estes, temos água para os usos domésticos e beber, para o turismo e para a indústria, ou seja, todas atividades que podem pagar pela água consumida a um preço mais alto.

A cobrança de tarifas elevadas sobre o consumo de água para estes usos mais nobres tem um duplo objetivo: garantir a viabilidade financeira do sistema de gestão de recursos hídricos e permitir uma política de desenvolvimento da irrigação com tarifas subsidiadas. O principal fator limitante a estes usos ditos nobres não é a capacidade de pagamento, mas sim a alta garantia exigida associada principalmente ao nível de investimento realizado. Aliado a isto, estes usos demandam altos níveis de qualidade da água, o que implica em custos adicionais para o tratamento da água provida pelo sistema de gestão dos recursos hídricos.



Vulnerabilidade e sustentabilidade

Nossa introdução apresentou o conceito de balanço hídrico e mostrou como a relação P/ETP, calculada em termos médios num período longo, denominada índice de aridez, pode ser utilizada para caracterizar o clima de uma região. Entretanto, na região do nordeste brasileiro, os valores de P e ETP apresentam uma enorme variabilidade de ano para ano, denominada de variabilidade climática, o que torna necessária a modificação do sistema natural através da construção de grandes obras hídricas, entre estes reservatórios, canais e adutoras, o que permitem o transporte da água no tempo. Desta forma, a água que não é utilizada em um ano úmido pode ser utilizada em um momento de escassez hídrica para aqueles usos beneficiados por estes investimentos. Esta infraestrutura permite, assim, uma maior garantia aos usos da água, reduzindo em parte a vulnerabilidade do sistema quanto à disponibilidade de água para os mais diversos usos em um ano de escassez hídrica, e em contrapartida aumentando a sua sustentabilidade.

A necessidade de modificar o sistema natural torna-se ainda maior na medida em que a variabilidade natural dos deflúvios naturais é maior. A Figura 3.5 abaixo mostra o coeficiente de variação dos deflúvios anuais (CV⁵) associados a algumas bacias da Região Nordeste, ou seja, a razão entre o desvio padrão e a média dos deflúvios anuais. Esta estatística dá uma idéia da variabilidade das séries de vazões anuais, sendo a variabilidade maior para valores altos de CV. Como se pode observar, para o Norte do Nordeste, a grande maioria dos CVs anuais são superiores a 0,7, alguns atingindo valores maiores do que 1,5, valores considerados altos em comparação com outras regiões do Brasil. Um coeficiente de variação de uma série igual a 1,5 significa que o seu desvio médio em relação a sua média é 50% superior a esta média. Além disso, vale notar que a maioria dos rios no Nordeste tem vazão nula durante o período seco, o que mostra claramente a necessidade de modificar o sistema natural para atender às necessidades humanas.

A vulnerabilidade de uma dada bacia hidrográfica com relação ao balanço hídrico refere-se a sua fragilidade em ofertar água em quantidade suficiente para atender as suas demandas. Por outro lado, a capacidade de uma bacia atender as suas demandas durante um período de tempo nos remete ao conceito de sustentabilidade hídrica. Fica evidente que estes conceitos estão intrinsecamente relacionados e que dependem das demandas a serem atendidas e dos riscos aceitáveis associados a este atendimento.

Os níveis de vulnerabilidade e sustentabilidade podem ser avaliados através do uso de indicadores, avaliados para o cenário atual e projetado (ou tendencial) para um dado horizonte (Brasil, 1995 -

5 Coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão dos dados históricas, sendo calculada pela razão entre o desvio-padrão e a média de uma série histórica.

Projeto Áridas). Define-se ainda um cenário desejado para o horizonte escolhido, o que nos permite o estabelecimento de medidas necessárias para alcançar o cenário desejado a partir do conhecimento dos cenários atual e projetado.

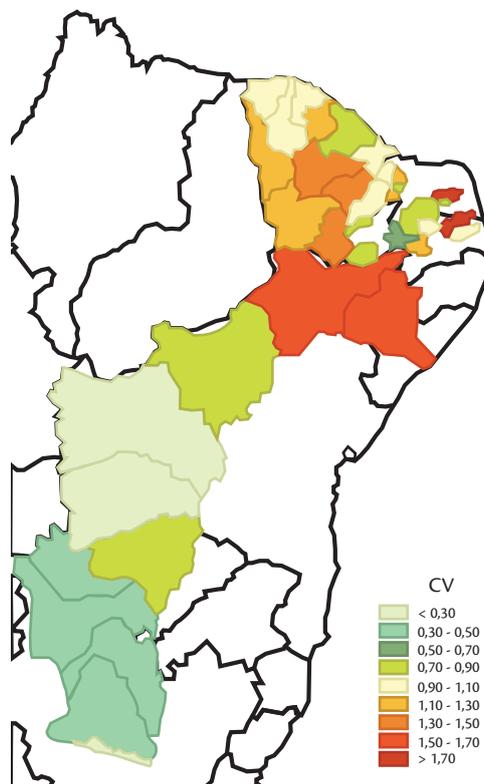
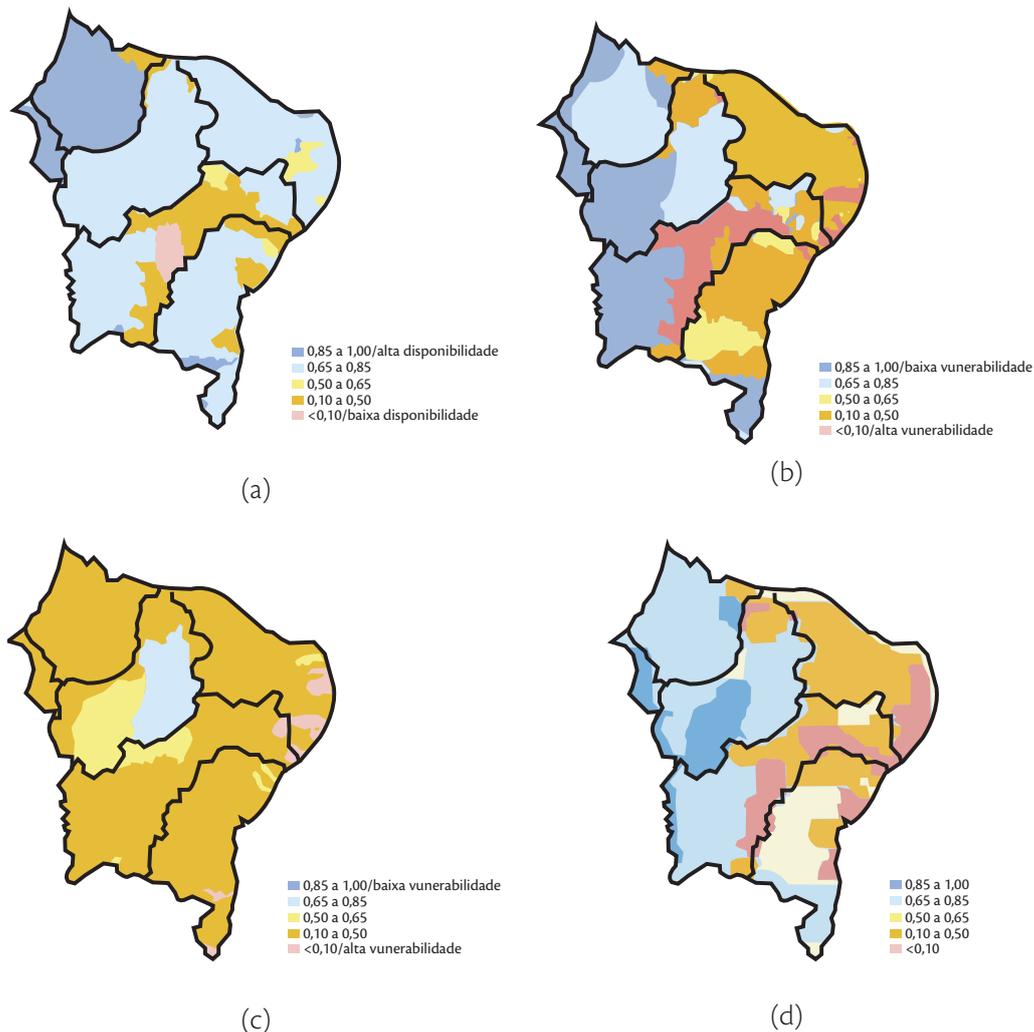


Figura 3.5 - Coeficiente de variação dos deflúvios anuais associados a algumas bacias da região Nordeste

No relatório Conjuntura Atual da Agência Nacional de Águas (Brasil, 2011) é apresentada uma breve análise da situação crítica atual dos recursos hídricos segundo um sistema de indicadores desenvolvido por Maranhão (2007). Aqui é feito um recorte para região dos indicadores Disponibilidade Hídrica (Figura 3.8), Usos dos Recursos Hídricos (Figura 3.9), Vulnerabilidade (Figura 3.9) e Gestão dos Recursos Hídricos (Figura 3.10) mostrando-se as bacias do Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Leste, Parnaíba e São Francisco. Estes indicadores são médias ponderadas dos seguintes subindicadores:



Adaptado de Brasil, 2011.

Figura 3.6 - Situação atual das dimensões (a) disponibilidade hídrica, (b) usos, (c) vulnerabilidade e (d) agregado destas três dimensões nas bacias hidrográficas da Região Nordeste.

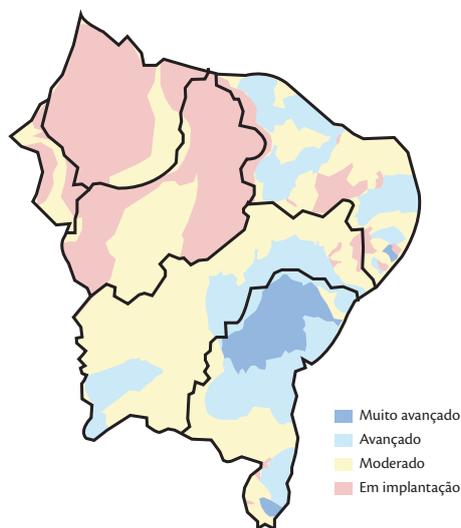
Disponibilidade Hídrica: D_1 – disponibilidade hídrica alocável = (disponibilidade hídrica total – soma da vazão consumida)/disponibilidade hídrica total, sendo a vazão consumida a diferença entre a vazão de retirada e o retorno. D_2 – relação entre a vazão média de longo termo e a disponibilidade hídrica total.

Usos: U1 – relação entre somatório das vazões de retirada e vazão média. U2 – relação entre carga de DBO lançada nos rios e a capacidade de assimilação do corpo d'água, considerando o limite da classe 2 de enquadramento, conforme Resolução Conama no 357/2005.

Vulnerabilidade: V1 – relação entre área de cobertura vegetal nativa e a área total da bacia. V2 – relação entre a quantidade de resíduos sólidos com destinação adequada e a quantidade de resíduos sólidos produzida.

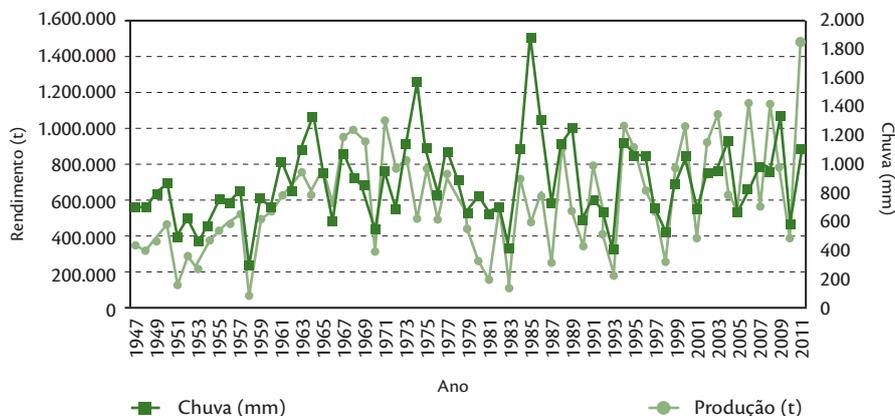
Gestão dos Recursos Hídricos: G1 – suíte institucional – pontuação segundo os seguintes aspectos: órgão gestor independente, constituição de CBH, plano elaborado e aprovado, cobrança e agência de bacia. G2 – suíte instrumental – existência de plano, outorga, cobrança, enquadramento e sistema de informações.

A análise das Figuras 3.6-3.7 mostra que as bacias mais críticas da Região Nordeste em termos de disponibilidade, usos e vulnerabilidade (Figura 3.6) são aquelas que, em geral, apresentaram os indicadores mais elevados de gestão (Figura 3.7). Conforme já apontado em Brasil (2011), isso revela o fortalecimento dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos nas bacias com maior "tensão" pelo uso da água, (Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste e metade jusante da bacia do Rio São Francisco), e evidencia também o esforço dos estados do Nordeste oriental em se dotar de políticas e instrumentos de gestão.



Adaptado de Brasil, 2011.

Figura 3.7 - Situação atual da dimensão gestão das bacias hidrográficas da Região Nordeste.



Fonte: FUNCEME, IBGE). Obs: Dados de Chuva em 2011 totalizados até o dia 15/11

Figura 3.8 - Rendimento das culturas de sequeiro em tonelada e a chuva anual média no Estado do Ceará para o período de 1947 a 2011

A análise acima mostra que alguns setores da sociedade podem se beneficiar com os investimentos em infraestrutura hídrica que propiciam mudanças no regime natural de vazões. Entretanto, alguns setores dependem inteiramente da regularidade natural das precipitações, como por exemplo a agricultura de sequeiro. Neste contexto, é esperado que o rendimento na produção de grãos de culturas de sequeiro esteja fortemente relacionado com o regime de precipitações, como mostra a Figura 3.8 para o Estado do Ceará. Este setor é, por isso, um dos mais vulneráveis da economia do semiárido, razão pela qual uma série de políticas públicas vem sendo implementada para reduzir o risco desta atividade, assim como para criar alternativas ao seu desenvolvimento. Deve-se ressaltar que os dados de chuva na figura são anuais, não revelando, portanto, como foi a distribuição de veranicos⁶ em um ano particular, fator determinante para um bom ou mal rendimento de uma cultura de sequeiro.

O Nordeste e a Política Nacional das Águas

A política de águas teve sua motivação inicial associada à escassez quantitativa dos recursos hídricos. A proposta inicial de solução desta deficiência foi a construção de infraestrutura de armazenamento de água, materializada no programa de açudagem iniciado pelo Departamento Nacional de Obras Contra

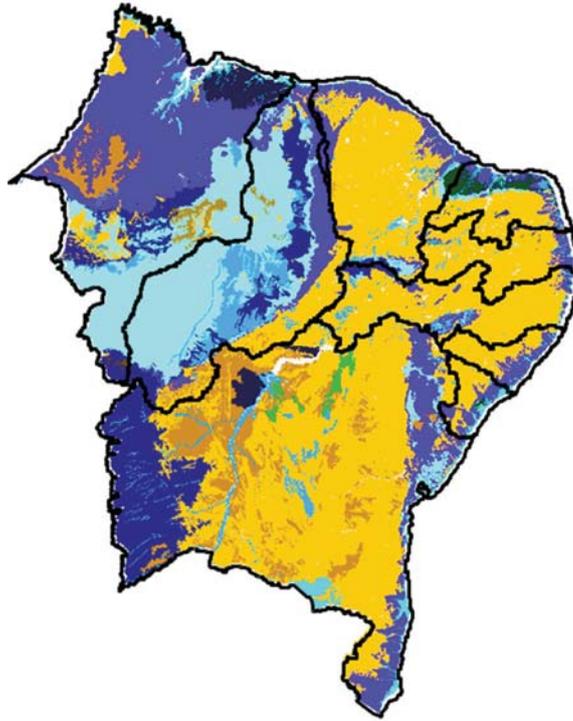
⁶ Coeficiente de variação (CV) é uma medida de dispersão dos dados históricos, sendo calculada pela razão entre o desvio-padrão e a média de uma série histórica.

as Secas (DNOCS), que possibilitou a transferência de água no tempo da estação úmida para a estação seca, assim como de anos úmidos para anos secos. Outras investidas neste sentido foram programadas até a década de 50, e já no final da década de 60, iniciou-se a Política de Perímetros Públicos Irrigados. Vale lembrar ainda que, a partir de 1932, o DNOCS passou à implementação das atividades de piscicultura e pesca para o aproveitamento maior dos barramentos. No desencadear desta política, denominada de “solução hidráulica”, gradualmente deu-se a inclusão de ações/programas estaduais e hoje está construída uma ampla rede de reservatórios sazonais e plurianuais. Para os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, esta rede de reservatórios tem uma capacidade de estocar 28.714 hm³, e uma capacidade de regularizar 110,21 m³/s (Fonte: Brasil, 2011). Convém ressaltar que os investimentos necessários à implantação da infraestrutura decorrente da “solução hidráulica” foram disponibilizados de forma esparsa e frequentemente como resposta política a um episódio de seca.

No Nordeste, há um descompasso entre a oferta e a demanda de água, agravado pela má utilização de alguns setores como, por exemplo, a irrigação, onde as técnicas empregadas normalmente apresentam um alto desperdício. De forma geral, a disponibilidade de água armazenada é razoável, não sendo, no entanto, bem distribuída no território, apresentando-se algumas vezes impróprias para o consumo, exigindo a utilização crescente de produtos químicos e de tecnologias complexas para a sua potabilização. Para muitos nordestinos ainda há dificuldade de acesso à água, embora também seja constatado que não há uma adequação no padrão de consumo, ainda caracterizado por desperdício em vários usos. A oferta hídrica no Nordeste melhorou, porém há necessidade de acompanhamento adequado ao seu uso. Verifica-se uma deficiência na disponibilidade de dados, notadamente, na relação oferta x demanda de água.

No tocante às águas subterrâneas, o Nordeste divide-se basicamente em dois domínios: o das rochas sedimentares, que ocupam cerca de 40% da área territorial e, geralmente, produz águas em maior quantidade e de melhor qualidade do que o das rochas cristalinas, que ocupam o restante da área territorial, e na maioria das vezes, produz vazões mais baixas e águas mais salgadas. As áreas cristalinas são a maioria nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, conforme apresentado na Figura 3.9.

Os depósitos aluviais são, ainda hoje, os aquíferos mais utilizados pela população do interior por se constituírem, na estação seca anual, para muitas comunidades e domicílios isolados, na única possibilidade de obtenção de água através da construção de poços rasos. Possuem uma boa distribuição espacial, produzem água em sua maioria de boa qualidade, principalmente para a pecuária e a irrigação. As reais potencialidades das aluviões, não são bem conhecidas, mesmo se estudos recentes mostram que elas podem ser um componente fundamental na redução da vulnerabilidade hídrica da população rural difusa (Burte et al., 2009).



Fonte: Feitosa, 2002

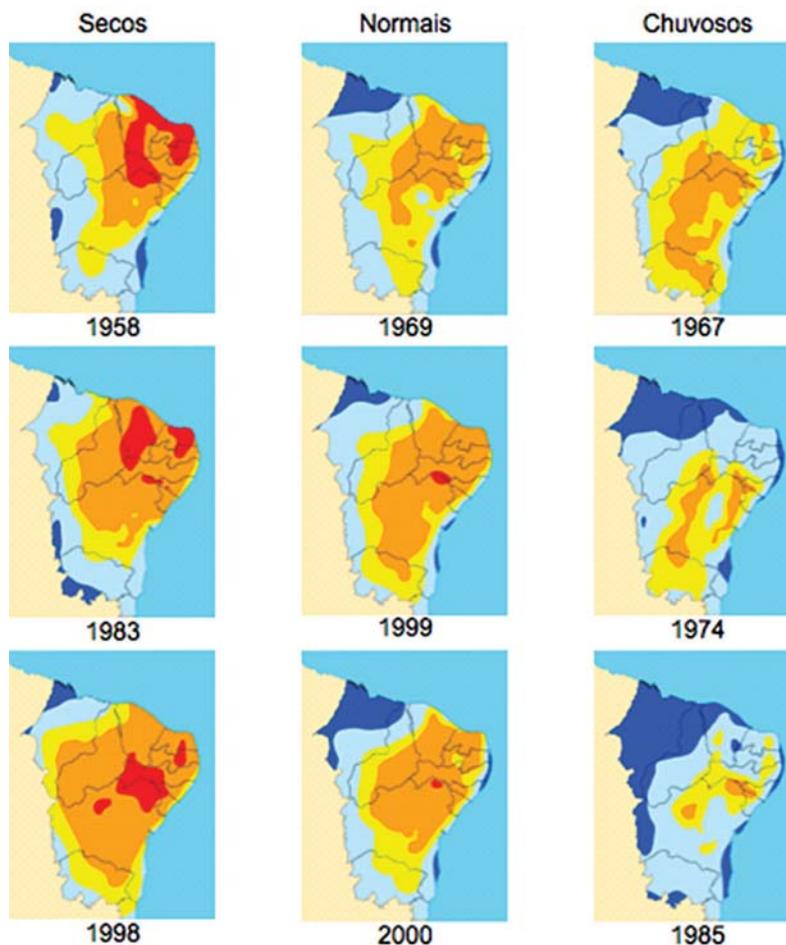
Figura 3.9 - Formações sedimentares (em tons azuis) e cristalinas (em tons amarelos) da Região Nordeste

Os eventos extremos

Como forma de caracterizar a variabilidade na relação entre precipitação e evapotranspiração potencial anuais na região para anos secos, normais e chuvosos, o mesmo conceito de índice de aridez (I_a) foi calculado para anos individuais representativos destas três categorias: anos secos (1958, 1983, 1998), anos normais (1969, 1999 e 2000) e anos chuvosos (1967, 1974 e 1985). Esta classificação é feita dividindo a série histórica de totais anuais de precipitação em três partes. Os anos localizados no terço central são chamados de normais, os anos do terço menor são classificados como secos, enquanto os do terço superior são chamados de chuvosos. A Figura 3.10 apresenta esta relação sob a forma de mapa para estes anos.

A Figura 3.10 dá uma idéia da variabilidade interanual da relação entre precipitação e evapotranspiração potencial anuais, mas não temos o risco associado a cada um daqueles anos. Assim, visando obter um risco associado aproximado, calculou-se, para cada ponto de grade da base utilizada (dados do *Tyndall*

Centre for Climate Change Research, CRU TS2.1), esta relação para todo o período de 1953 a 2002. Obtida a série de 50 anos para cada ponto de grade, é possível estimar valores desta relação (la) associados a uma dada probabilidade do mesmo ser excedido (chamamos a isto « probabilidade de excedência⁷ »).



Legenda: Árido 0,05 - 0,20; Semi-árido 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido 0,65 - 1,00 e Úmido > 1,00.

Figura 3.10 - Índice de Aridez para a região Nordeste para anos secos, normais e chuvosos.

7 É a probabilidade de que uma dada variável assumira valores iguais ou maiores do que um dado valor específico. No caso da Figura 3.11, a variável em análise é o Índice de Aridez (la). Pode-se ver nessa figura que na região pintada de amarelo no mapa mais a direita, na linha de baixo, relacionado a $Pe = 0,025$, a probabilidade de se classificar um ano qualquer como sub-úmido úmido ou úmido é de apenas 2,5%.



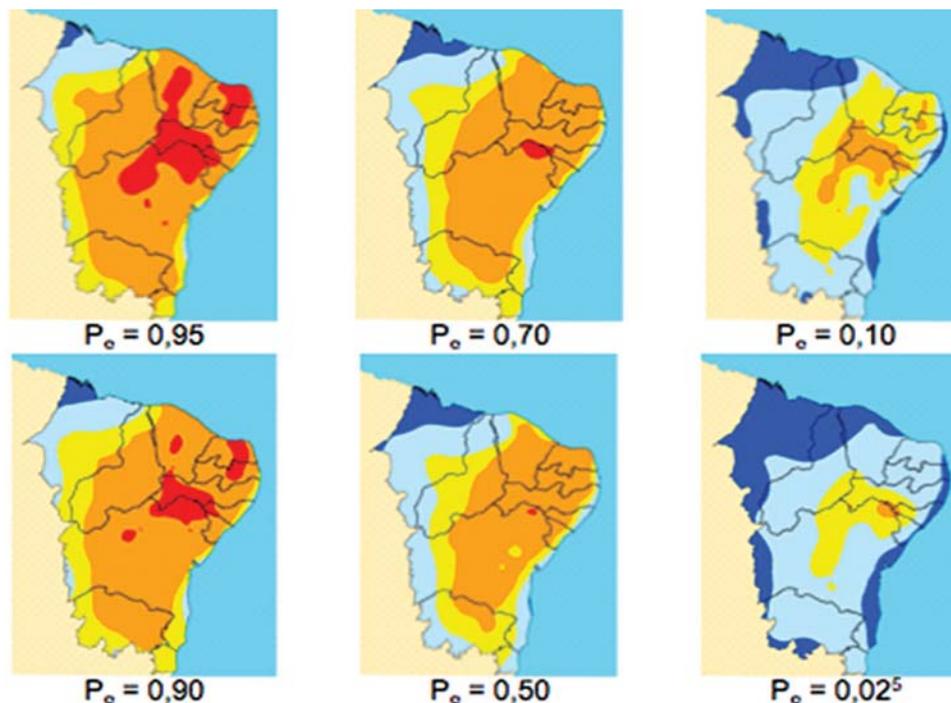
Com os valores associados a várias probabilidades de excedência calculados para cada ponto de grade foram gerados mapas, conforme apresentados na Figura 3.11. É claro que o risco associado aos anos da Figura 3.10 não são uniformes, mas a comparação da Figura 3.10 com a Figura 3.11 permite a identificação do risco aproximado de anos como aqueles da Figura 3.10 ocorram, em particular se fixarmos nossa atenção a uma área menor do que a Região Nordeste. Assim, percebe-se a semelhança entre o índice de aridez calculado para o ano de 1985 e aquele com a probabilidade de excedência de 2,5%. Ou seja, em cem anos, em média, teríamos 2 a 3 anos que superariam o ano de 1985, um ano muito chuvoso.

Como pode-se observar na Figura 3.10, em relação ao comportamento médio (Figura 3.1), a região classificada para os anos secos como semiárida aumenta, acompanhada com o surgimento de áreas áridas significativas. Para os anos chuvosos, novamente em relação ao comportamento médio (Figura 3.1), a expansão das áreas subúmidas e úmidas é expressiva, assim como a redução significativa das áreas classificadas como semiáridas. Deve-se ressaltar que o índice é calculado com dados anuais, e que a distribuição intranual dos valores de precipitação, concentrada em poucos meses do ano, e da evapotranspiração potencial, menos variável, é o que garante excesso hídrico em poucos meses do ano. Os anos escolhidos como representativos das categorias seca e chuvosa na Figura 3.10 são caracterizados pela ocorrência das maiores secas e cheias, respectivamente, a partir de 1950.

O conceito de anos secos não é simples de ser estabelecido, conforme já visto no Capítulo 2 (AS SECAS E SEUS IMPACTOS) e será novamente revisitado no Capítulo 9 (ÁGUA E POLÍTICAS PÚBLICAS DO SEMIÁRIDO). As relações P/ETP para um ano seco, como aqueles da Figura 3.10, estão muito vinculadas à seca meteorológica, não significando por exemplo uma seca edáfica, uma vez que esse ano em particular pode apresentar uma excelente distribuição temporal das chuvas. Ou seja, se não tivermos escassez hídrica na zona do sistema radicular das plantas por longos períodos, ou veranicos, isto não implicará em perdas no rendimento agrícola das culturas de sequeiro. Por isso mesmo, os agricultores tentam reduzir o risco climático realizando o plantio de culturas de ciclo curto (feijão, milho, sorgo) no início da estação chuvosa. Existem outros fatores que impactam no rendimento das culturas de sequeiro além da distribuição das chuvas dentro da estação, entre os quais podem-se citar: pragas, manejo do solo e uso de variedades de semente mais resistentes ao déficit hídrico. Por fim, vale salientar que o conceito de seca é fortemente dependente da percepção do conceito de “normalidade” (o que é um ano normal). E esta percepção depende do observador: entre dois agricultores da mesma região, um pode considerar um determinado ano seco enquanto o outro não.

Por outro lado, se a estação chuvosa for caracterizada por uma forte concentração das chuvas, até mesmo em um ano seco em termos meteorológicos, este ano não corresponderia necessariamente a um ano seco, hidrologicamente falando. Isto porque a forte concentração das chuvas pode estar asso-

ciada a eventos severos de precipitação, os quais resultam na geração de deflúvios superficiais significativos, seja pela saturação do solo ou pela intensidade da chuva ser maior do que a capacidade de absorção do solo na bacia hidrográfica em análise. Em outras palavras, a relação entre a ocorrência de uma seca e os impactos nos diversos setores da sociedade é muito forte, porém o grau de severidade dos impactos dependem de diversos fatores intermediários.



Legenda: Árido 0,05 - 0,20; Semi-árido 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido 0,65 - 1,00 e Úmido > 1,00.

Figura 3.11 - Índice de Aridez para a região Nordeste associado às Probabilidades de Excedência 0,95, 0,90, 0,70, 0,50, 0,10 e 0,02⁵.

Embora a seca, nos últimos séculos, tenha sido de fato a causa de diversos problemas sociais e econômicos, pode-se afirmar que nos últimos anos seus impactos têm sido menos sentidos pelos setores mais vulneráveis no semiárido nordestino. Isto se deve, em grande parte aos investimentos em programas de construção de infraestrutura hídrica e à gestão dos recursos hídricos, assim como a programas sociais, como o bolsa família e o seguro safra. Os primeiros aliviam diretamente os impactos sentidos



pelos setores da economia e populações ligados aos sistemas hídricos (reservatórios, canais e adutoras), enquanto os dois últimos fornecem uma segurança financeira aos agricultores de sequeiro, os quais não se beneficiam com os programas de infraestrutura e gestão.

Talvez pelo fato de os efeitos das secas não serem mais tão impactantes para a sociedade, tem-se tornado cada vez mais evidente a vulnerabilidade da sociedade quanto às cheias, devido principalmente a problemas ligados ao uso inadequado do solo em zonas periurbanas e urbanas, em particular nas zonas de inundações da rede de drenagem das nossas bacias.

Ao mesmo tempo, sendo a ocorrência de uma seca a maior preocupação que aflige os usuários do setor de recursos hídricos da zona semiárida, é comum a resistência dos usuários em aceitarem que a infraestrutura hídrica possa ser utilizada para outros usos como o controle de cheias. O volume armazenável de um reservatório, desde que o mesmo possua estruturas de controle de vazão, pode ser utilizado para reduzir os valores máximos de vazão de uma cheia no trecho de jusante, reduzindo assim as perdas advindas de tal evento extremo. Entretanto, para os usuários da zona semiárida, rebaixar o nível do reservatório no início do período chuvoso com o objetivo de fornecer proteção no caso da ocorrência de uma cheia é percebido como perda da água liberada eventualmente para o mar, o que soa como algo inadmissível. Este fato foi observado recentemente nos anos de 2008 e 2009, quando a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) iniciou a liberação de água do reservatório Castanhão no início de janeiro com o intuito de liberar volume útil do reservatório para o controle das cheias do Baixo Jaguaribe. Estas liberações foram cruciais para atenuar os efeitos das cheias naquela bacia.

Perspectivas futuras

Até agora temos discutido a situação atual, ou melhor, do passado mais recente, da relação entre precipitação e evapotranspiração potencial anuais: o índice de aridez. Mas o que dizer de como será esta relação no futuro? O que podemos inferir dos resultados dos modelos climáticos globais? Para responder a estas perguntas, foram analisados os resultados de dois modelos, o BCM2 e o INCM3, ambos utilizados em IPCC (2007). A Figura 3.12 apresenta a precipitação média anual, evapotranspiração potencial média anual e o índice de aridez calculados para o passado mais recente (1971-2000) com base nos dados CRU TS2.1 e para o futuro (2041-2070) sob o cenário A2 com base nos modelos BCM2, INCM3 e MIMR. Os resultados dos modelos foram corrigidos com base nas suas performances em descrever o período histórico (1971-2000).

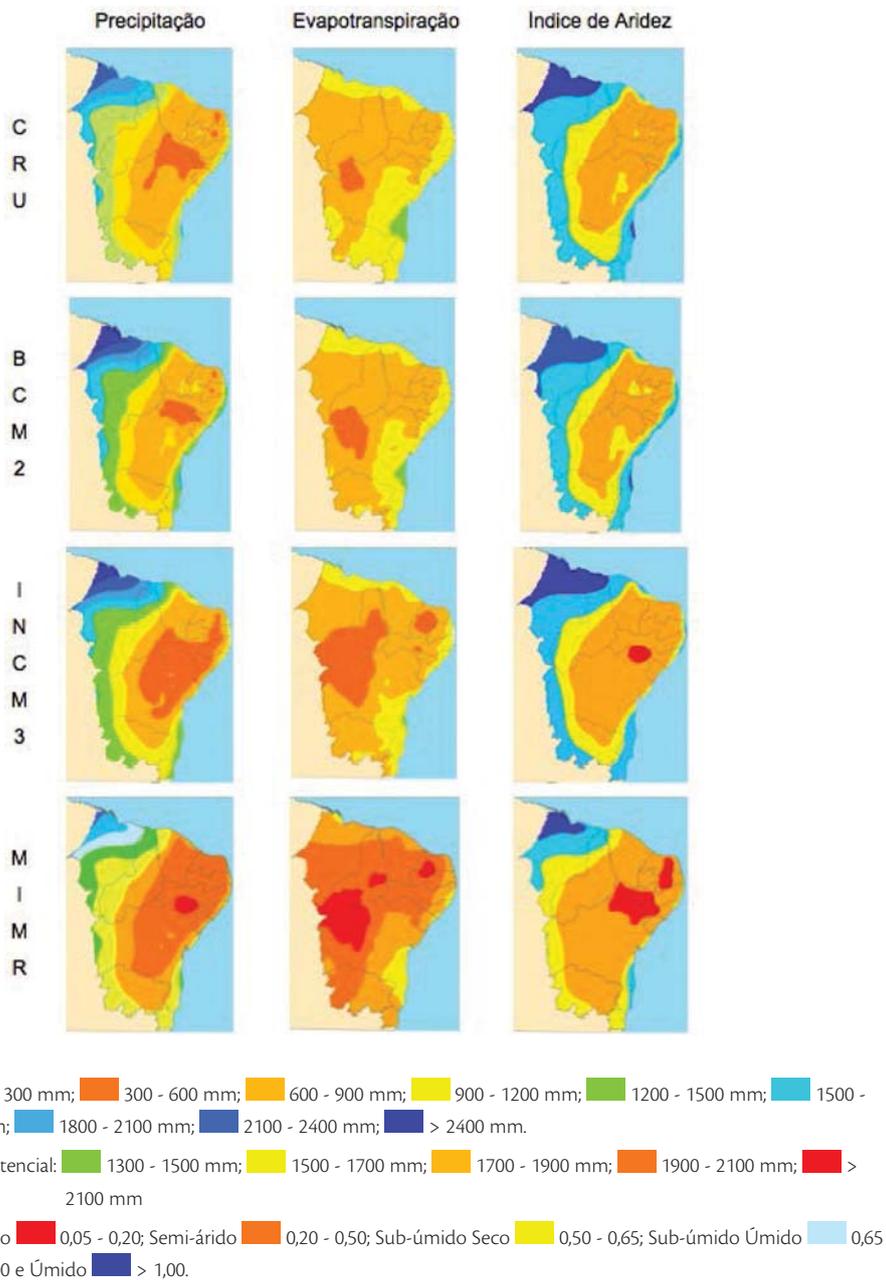


Figura 3.12 - Precipitação Média Anual, Evapotranspiração Média Anual e Índice de Aridez para os dados CRU (período: 1971-2000) e modelos climáticos globais BCM2, INCM3 e MIMR (Cenário A2, período: 2041-2070).



A análise da figura revela para o modelo INCM3 uma intensificação das condições de aridez para o centro-leste da região, ao mesmo tempo que revela uma tendência leve a moderada para atenuação destas condições para o noroeste da Região Nordeste. Este quadro é ainda mais expressivo para os resultados do modelo MIMR. De outro lado, a análise dos resultados para o modelo BCM2 revela uma atenuação das condições de aridez para toda a região, isto devido à tendência do modelo em aumentar, de maneira geral, as precipitações na região. Deve-se ressaltar a necessidade de uma análise mais rigorosa das respostas de outros modelos com o intuito de melhor avaliar a "incerteza" destes resultados, em particular quanto à precipitação. A Figura 3.13 apresenta a média da precipitação média anual e a dispersão destes resultados obtidos a partir do uso de 16 modelos climáticos globais utilizados em IPCC (2007). Esta figura revela uma discordância maior entre os modelos apenas para o noroeste da Região Nordeste (Figura 3.13b). Outro fator a considerar é que estes são valores médios anuais e não refletem os efeitos de uma possível mudança no regime intranual de precipitações, como por exemplo, o aumento no período seco.

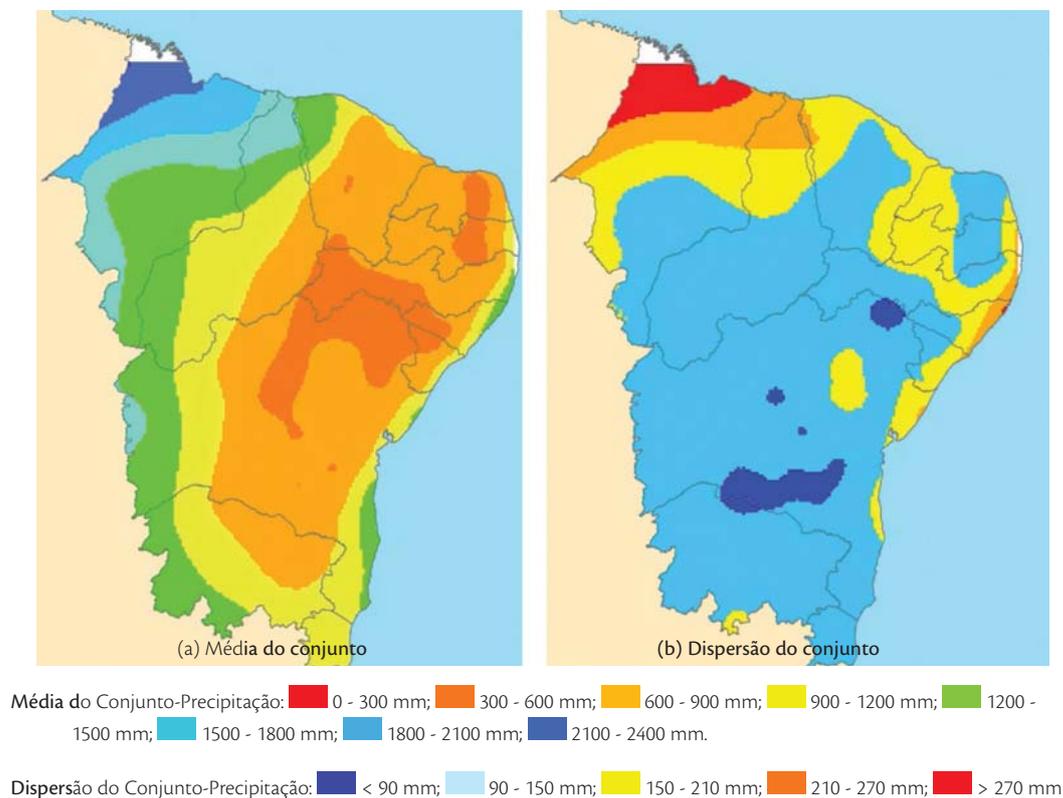


Figura 3.13 - Média e dispersão (desvio padrão) do conjunto de Precipitações Médias Anuais obtidas a partir de 16 modelos climáticos globais utilizados em IPCC, 2007 (Cenário A2, período: 2041-2070)

A variabilidade climática presente da Região Nordeste já impõe grandes desafios ao gerenciamento dos recursos hídricos e à agricultura de sequeiro. As projeções das mudanças de clima, por sua vez, de maneira geral indicam que este quadro pode se agravar para a região. Contudo, a utilização desta informação para o planejamento de um dado setor se constitui ainda um desafio, seja pela ausência de ferramental teórico ainda não totalmente desenvolvido, seja pela necessidade de estudos específicos para a bacia/região de interesse.



Capítulo 4

Os usos da água e o desenvolvimento regional

Ney Maranhão¹, Sérgio Ayrimoraes²

Os aspectos envolvidos na diversidade do Nordeste que condicionam os recursos hídricos

O Nordeste brasileiro, que ocupa uma área de 1.558 mil quilômetros quadrados, cerca de 18% do território nacional, exibe uma ampla variedade de condições físicas, bióticas e socioeconômicas que interferem diretamente e jogam com as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, objetivando o seu desenvolvimento sustentável, permitindo afirmar-se a existência de diferentes Nordestezes que condicionaram sua ocupação e continuam a influenciar as possibilidades desse desenvolvimento, conforme o aspecto e a porção do território que se considere.

Reconhecendo este fato, vários autores, em distintos períodos da história, propuseram subdivisões para essa porção do território brasileiro, sendo o arranjo mais conhecido aquele que divide o Nordeste em quatro sub-regiões: (i) Meio Norte; (ii) Sertão; (iii) Agreste; e, (iv) Zona da Mata – que, à parte de representarem uma entre muitas possíveis formas de compartimentar-se o Nordeste para melhor conhecimento de suas propriedades e possibilidades, bem atestam essa multiplicidade fisionômica da região. O Quadro 4.1 resume a distribuição espacial, a vegetação predominante e os índices pluviométricos associados a cada uma das quatro subdivisões.

A diversidade do Nordeste Brasileiro pode ser entendida como resultante do efeito conjugado de fatores geológico-geomorfológicos, climáticos, vegetacionais e hídricos.

1 Superintendente de Planejamento e Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA)

2 Superintendente adjunto da Agência Nacional de Águas (ANA)

Embora não se pretenda uma discussão exaustiva desses elementos neste capítulo, qualquer olhar que se lance sobre o Nordeste põe em evidência seus traços de relevo, uma expressão das diferentes formações e estruturas geológicas que o constituem. A classificação apresentada no Quadro 4.1 tem os méritos da simplicidade e do amplo curso, apesar de não contemplar todos os fatores de diversidade. Se, no entanto, forem exploradas outras variáveis de classificação ou outras fontes de estudos mais aprofundados e específicos, pode-se chegar a um maior número de unidades, como, na classificação proposta por Ross (1989)³, que reconhece 5 unidades, a seguir apresentadas.

Quadro 4.1 – As quatro subdivisões do Nordeste

Sub-região	Localização	Vegetação	Observações
Meio Norte	Maranhão e Piauí	Mata de cocais (babaú e carnaúba)	Zona de transição entre a região Amazônica (quente e muito úmida) e o sertão Semiárido.
Sertão	Interior do NE. Estende-se até a divisa BA-MG e pode chegar até o litoral no Ceará e Rio Grande do Norte.	Caatinga Nas áreas mais úmidas, chamadas “brejos do sertão” e situadas ao pé das serras (como na Serra da Meruoca, no Ceará), encontram-se palmeiras de carnaúba e também cultivos mais perenes.	Em 1951, o governo federal criou o Polígono das Secas, abrangendo áreas do sertão. Rios intermitentes (temporários) Solo pobre e pedregoso.
Agreste	Do Rio Grande do Norte ao sul da Bahia.	Caatinga: vegetação rala e tamanho pequeno (mirtáceas, combretáceas, leguminosas e cactáceas). Solo essencialmente pedregoso	Menor sub-região, consiste em uma estreita faixa paralela à costa, de transição entre o Sertão e a Zona da Mata. Propriedades de pequeno porte. Segunda maior densidade demográfica Rios intermitentes
Zona da Mata	Do RN ao sul da Bahia, a leste do Planalto da Borborema. Largura varia entre os 100 e os 200 quilômetros	Foi inteiramente coberta pela Mata Atlântica, substituída pelas plantações de cana e cacau em extensos trechos	Sub-região mais urbanizada, industrializada e economicamente desenvolvida do NE. Densamente povoada e fortemente antropizada.

Percorrendo-se o Nordeste no sentido leste-oeste, atravessa-se primeiro as planícies costeiras, às quais se seguem os tabuleiros litorâneos, isto é, faixas de sedimentos e formações de idades terciária e quaternária. Tanto as planícies quanto os tabuleiros se fazem presentes ao longo do litoral da região com diferentes larguras (mais estreita na Bahia, mais larga na foz de alguns rios como o S. Francisco, chegando a ocupar grandes porções dos territórios do Maranhão e Piauí).

Vencidos os tabuleiros, alcança-se o Planalto da Borborema, situado no estado de Pernambuco, um grande núcleo cristalino isolado, de idade pré-cambriana, aplainado pela erosão, que atinge altitudes da ordem de 1.000m e marca a paisagem nordestina.

³ .ROSS, J. L. S. Geografia do Brasil. - 4. ed. 1 reimpressão. - São Paulo: EDUSP, 2003.



A porção NW do Nordeste é ocupada por terrenos sedimentares e vulcânicos da bacia sedimentar do Parnaíba, onde predominam planaltos e chapadas, com significativo reflexo nas atividades econômicas, já que possibilitam a implantação de uma agricultura mecanizada com elevado nível tecnológico. Estende-se esta unidade geomorfológica do Maranhão ao Piauí, ocupando importante fração do Nordeste.

Na porção sul e leste do estado da Bahia, verifica-se a presença de planaltos e serras do Atlântico Leste-Sudeste de altitudes elevadas, individualizados como as Chapadas Diamantina, Araripe e Mangabeira, além da Serra do Espigão.

Entre o Planalto da Borborema, a leste, e os planaltos e chapadas da Bacia do Parnaíba a oeste, ocorre uma região de rochas cristalinas, mais abatida, com altitudes variando entre 200 e 500 metros, constituindo uma ampla depressão interior que se estende do litoral do Nordeste setentrional até o interior de Minas Gerais, acompanhando quase todo rio o São Francisco, dotada de grande variabilidade geológica – quer em litologias, quer em estruturas, abrangendo terrenos sedimentares e cristalinos – denominada Depressão Sertaneja ou Depressão do São Francisco, que corresponde ao sertão, uma zona de clima Semiárido, a mais marcante do Nordeste.

Também o clima se distribui segundo cinco diferentes tipos. O Quadro 4.2 resume a distribuição dos tipos climáticos de Köppen pelo Nordeste e suas principais características. O tipo tropical com estação seca de inverno (Aw) é o de maior expressão territorial, secundado pelo clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude (Bsh), caracteristicamente Semiárido. Os climas tropical úmido (Af) e de monção (Am) se apresentam basicamente na porção litorânea (ou próxima dela) nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Paraíba e parte de Pernambuco. O clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa) restringe-se ao sul da Bahia, coincidindo com a Chapada Diamantina, que constitui uma singularidade regional. Interessante constatar-se o papel exercido pelo Planalto da Borborema como obstáculo à penetração dos ventos úmidos procedentes do litoral e na distribuição dos tipos climáticos reconhecidos.

A área do Nordeste também pode ser fracionada conforme a vegetação dominante.

A caatinga é uma savana estépica formada por vegetação rala e de tamanho pequeno (mirtáceas, combretáceas, leguminosas e cactáceas) que se distribui sobre um solo essencialmente pedregoso, que ocupa a maior área, como se pode ver na Figura 4.1. Sua distribuição coincide aproximadamente com a da Depressão Sertaneja. A Figura 1 permite também reconhecer a importância do cerrado (savana) na porção oriental da Região Nordeste e das zonas de tensão ecológica, estas estabelecidas nas transições cerrado-caatinga e caatinga-florestas. Ao longo do litoral, beneficiando-se da maior

umidade e do relevo mais baixo, dispõe-se a Mata Atlântica, representada pelos vários tipos de florestas existentes no Nordeste, fortemente antropizada e hoje bastante reduzida. Observam-se, ainda, atividades agrícolas e vegetação secundária dispersas pelas áreas de ocorrência de todos os tipos de vegetação mencionados anteriormente.

Quadro 4.2 – Climas do Nordeste brasileiro

Tipo climático de Köppen-Geiger	Características	Localização
Af – Tropical úmido ou equatorial	Clima megatérmico úmido Temperatura média do mês mais frio do ano > 18 °C Estação de inverno ausente Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual) Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano Inexistência de estação seca definida	De pequena expressão no NE. Limitado ao litoral da Bahia
Am – Clima de monção	Climas megatérmicos Temperatura média do mês mais frio do ano > 18 °C Estação de inverno ausente Clima de monção Precipitação total anual média > 1500 mm Precipitação do mês mais seco < 60 mm Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual)	Litoral de SE, AL, PE e parte do litoral da PB Estreita faixa aproximadamente coincidente com a faixa de clima Af a oeste dela na Bahia Mancha no estado da Bahia .
Aw – Clima tropical com estação seca de inverno	Climas megatérmicos Temperatura média do mês mais frio do ano > 18 °C Estação de inverno ausente Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual) Chuvas de verão	Clima com maior expressão territorial no Nordeste Litoral do Ceará e Rio Grande do Norte. Parte do litoral da Paraíba. Maior parte do Piauí e do Maranhão Faixa aproximadamente coincidente com a faixa de clima Am a oeste dela em Sergipe, Alagoas e Pernambuco Restante do estado da Bahia (clima predominante nesse estado)
Bsh – Semiárido: clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude	Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm) Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual Não existem cursos de água permanentes Precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm. Chuvas irregulares e escassas, em decorrência do relevo e da dinâmica das massas de ar, ocorrendo frequentes períodos de estiagem. Temperatura média anual do ar > 18 °C Deserto ou semideserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18 °C)	Presente na maior parte do sertão nordestino, abrange também parte da região do rio S. Francisco em PE, BA, SE e AL . Predomina nas depressões entre planaltos. A maior parte do Ceará. Pernambuco e Rio Grande do Norte e boa parcela da Paraíba e Alagoas corresponde a este tipo de clima. Porção SE do Piauí
Cwa - clima temperado úmido, com inverno seco e verão quente	Climas mesotérmicos Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3 °C e 18 °C Temperatura média do mês mais quente > 10 °C Estações de Verão e Inverno bem definidas Verão quente	Pequeno trecho do S da Bahia. As médias anuais inferiores a 20°C encontram-se nas áreas mais elevadas da chapada Diamantina

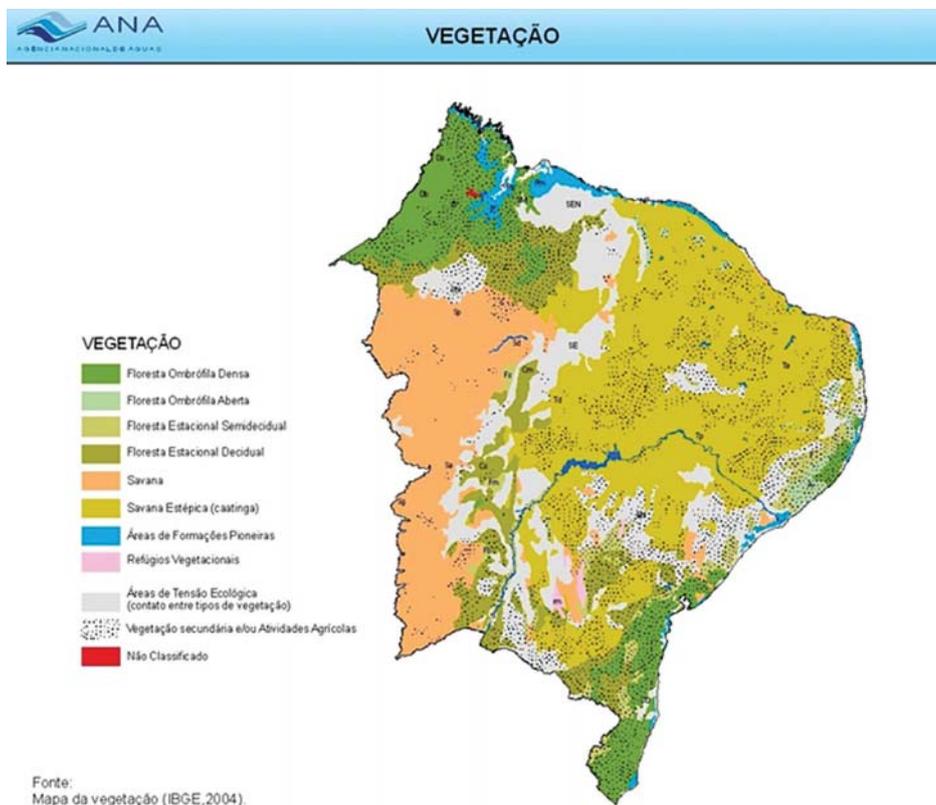


Figura 4.1 – Vegetação do Nordeste

Embora não individualizadas na Figura 4.1 por sua menor expressão superficial, porém não menos importantes, merecem menção as matas ciliares presentes nas regiões de cerrados e na Zona da Mata, assim como a vegetação litorânea, que inclui mangues, dunas e restingas.

Relevo, clima, vegetação e a proximidade do litoral, conjugadamente, condicionaram a distribuição populacional no Nordeste. A Figura 4.2 apresenta a densidade demográfica agregada segundo os municípios nordestinos. Ela permite constatar uma significativa concentração na faixa litorânea, correspondente à Zona da Mata e, mais especialmente, nas regiões metropolitanas das capitais: enquanto no Sertão praticamente as densidades demográficas dos municípios não ultrapassam os 50 hab/km², o Censo 2010 indica que nas capitais nordestinas esse indicador alcança valores superiores a 1.000 hab/km², sendo que Fortaleza e Recife já registram mais de 5.000 hab/km².

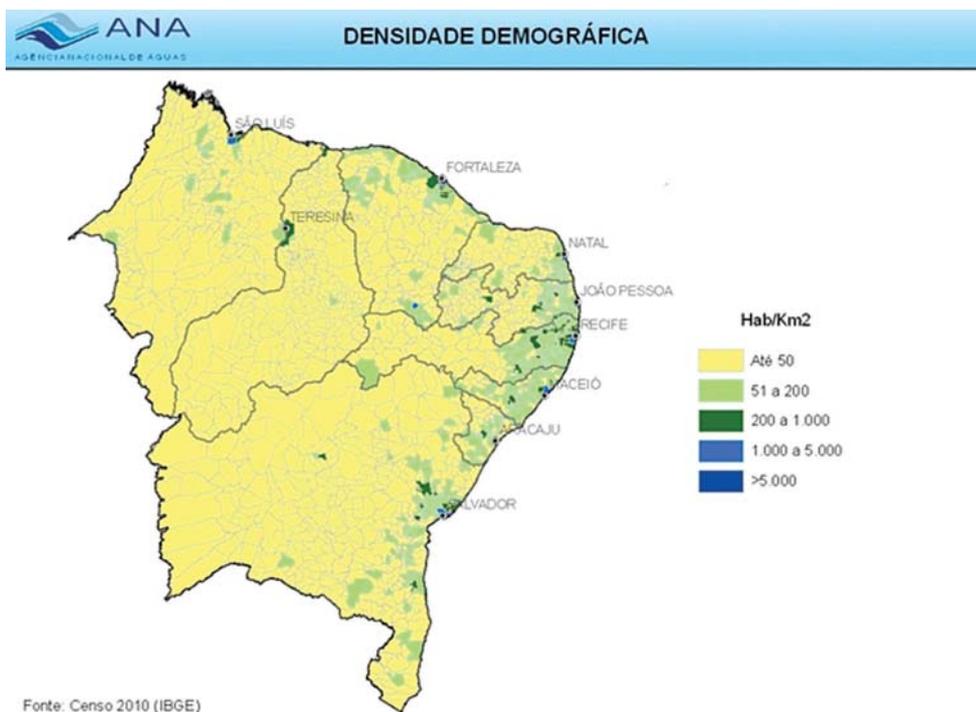


Figura 4.2 – Distribuição da densidade demográfica no Nordeste.

As disponibilidades hídricas do Nordeste

Águas superficiais

As águas superficiais no Nordeste estão distribuídas segundo 5 regiões hidrográficas brasileiras, a saber:

São Francisco: é a principal região hidrográfica do Nordeste, ocupando uma área de 640 mil km² formada pelos rios São Francisco e seus afluentes;

Parnaíba: é a segunda mais importante, ocupando uma área de cerca de 344.112 km² (3,9% do território nacional). Abrange quase todo o estado do Piauí e parte dos estados do Maranhão e do Ceará;

Atlântico Nordeste Oriental: ocupa uma área de 287.384 km², que abrange os estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas. Os rios principais são o Jaguaribe, Piranhas-Açu,



Capibaribe, Acaraú, Curimataú, Mundaú, Paraíba, Itapecuru, Mearim e Una (esses três últimos no estado do Maranhão);

Atlântico Nordeste Ocidental: situada entre o Nordeste e a Região Norte, fica localizada, quase que em sua totalidade, no estado do Maranhão;

Atlântico Leste: compreende uma área de 364.677 km², dividida entre 2 estados do Nordeste (Bahia e Sergipe) e dois do Sudeste (Minas Gerais e Espírito Santo).

A hidrologia do Nordeste é caracterizada pela presença marcante de rios intermitentes em significativa parte do território, localizados na região Semiárida. Dois rios, entretanto, se destacam em meio aos demais: o São Francisco e o Parnaíba.

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco abrange 503 municípios e sete Unidades da Federação: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e Distrito Federal. O trecho principal do rio São Francisco tem 2.696 km, enquanto a área de drenagem da bacia corresponde a 640 mil km². Considerando a série de vazões naturais estimada para o período compreendido entre 1931 e 2001, a barragem de Três Marias garante uma vazão regularizada a jusante de 513 m³/s. Na barragem de Sobradinho, a vazão regularizada é de 1.815 m³/s (ANA, 2004). A bacia do São Francisco tem uma disponibilidade hídrica de 1.866 m³/s, considerando a vazão regularizada em Sobradinho mais a vazão incremental com permanência de 95% (ANA, 2009.)

O rio São Francisco desponta como um dos principais mananciais brasileiros, fornecendo uma vazão total de 8,5 m³/s para 128 sedes urbanas em cinco estados do Nordeste, com destaque para o abastecimento de água do sertão e agreste de Pernambuco, do sertão de Alagoas e Sergipe e do norte da Bahia. O número de sedes abastecidas diretamente deve aumentar com a conclusão das obras dos Eixos Leste e Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba, que tem uma área de 331 mil km² nos estados do Piauí, Maranhão e Ceará, encontra-se totalmente inserida no Nordeste brasileiro. Depois do São Francisco, é o rio mais importante da região, constituindo-se no maior dos rios genuinamente nordestinos, com 1.432 km de extensão. No vale do Parnaíba, estão inseridos, integral ou parcialmente, 280 municípios. A disponibilidade hídrica da bacia é de 379 m³/s (ANA, 2009.)

Assim, do ponto de vista da potencialidade hídrica superficial, a região Nordeste pode ser dividida em três grandes áreas:

Áreas de maior potencialidade hídrica superficial – algumas bacias nos estados do Maranhão e Piauí, as áreas litorâneas dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, além do litoral sul da Bahia e da bacia do rio Salgado, no Ceará.

Áreas com potencialidade hídrica superficial intermediária – bacias da margem esquerda do São Francisco no estado da Bahia a montante do reservatório de Sobradinho, o Alto e Médio Piranhas/PB e bacias litorâneas do Ceará.

Áreas com baixa potencialidade hídrica (vazão específica inferior a 2 L/s/km²) – extensa área que compreende quase todas as bacias do centro, norte e leste do estado da Bahia, sub-bacias do norte de Sergipe e oeste de Alagoas, a maior parte do estado de Pernambuco, o Agreste Paraibano, o Alto Jaguaribe no Ceará, as bacias do Canindé e do Piauí, no estado do Piauí, e bacias do Seridó e Apodi, no estado do Rio Grande do Norte.

Os baixos índices de precipitação e a irregularidade do regime hídrico dos rios na região Nordeste, aliados ao quadro hidrogeológico, em particular no Semiárido brasileiro, contribuem para os reduzidos valores de disponibilidade hídrica superficial na região. Uma das práticas implementadas para garantir a oferta de água é a construção de açudes que atuam de forma a armazenar água para os períodos secos, além de regularizar as vazões dos corpos d'água na região.

O Quadro 4.3 apresenta informações sobre a capacidade de armazenamento de água dos estados do Nordeste, considerando apenas os reservatórios com capacidade de acumulação acima de 10 hm³. Os açudes de capacidade inferior, de maneira geral, têm como principal função a acumulação de volumes de água que ficam estocados, após a estação chuvosa, para serem utilizados na estação seca do mesmo ano. Não servem, no entanto, como reservas interanuais, pois, quando da ocorrência de anos secos consecutivos, tais reservatórios não apresentam volumes e garantia para o atendimento às demandas. Com isso, nos períodos críticos, em que as precipitações ocorrem abaixo da média por mais de um ano, os únicos locais em que se tem água superficial na região são os grandes reservatórios (ou reservatórios plurianuais) e os rios perenes.

Desconsiderando os grandes reservatórios existentes no rio São Francisco (Sobradinho, Itaparica, Complexo Paulo Afonso e Xingó, construídos para atender às necessidades hidroenergéticas) e o reservatório de Boa Esperança, no rio Parnaíba (com a mesma finalidade), o Ceará é o estado que tem a maior capacidade total de armazenamento (17.005 hm³), destacando-se a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe. Além disso, é o estado que apresenta o maior número de açudes (118) com volume superior a 10 hm³. Nesse estado, destaca-se a bacia do rio Jaguaribe, com um elevado número de barramentos com capacidade de acumulação superior a 10 hm³, com destaque para os açudes Orós,



com vazão firme de 9,4 m³/s; Banabuiú, com vazão firme de 7,6 m³/s; e Castanhão, com capacidade de acumulação de 6.700 hm³ e vazão firme de 17,8 m³/s. A regularização de vazões propiciadas pelos açudes da bacia do rio Jaguaribe, acompanhados de infraestrutura complementar já implantada (como estações de bombeamento, adutoras, eixos de integração e o Canal do Trabalhador) e em fase de implantação, são responsáveis pela garantia do abastecimento humano e industrial das sedes municipais da Região Metropolitana de Fortaleza, tendo suas águas integradas às águas dos açudes das bacias metropolitanas. A perenização do rio Jaguaribe também permite o abastecimento das sedes municipais localizadas ao longo de seu leito, destacando-se, também, o fornecimento de água para a irrigação.

Quadro 4.3 – Capacidade de armazenamento de água dos estados do Nordeste.

Estado	No. de reservatórios(1)	Capacidade de armazenamento (hm ³)
Piauí	13	1.618
Ceará	118	17.644
Rio Grande do Norte	28	4.255
Paraíba	56	3.399
Pernambuco	32	1.798
Bahia	30	3.451

1 Não estão incluídos os reservatórios do setor elétrico. Reservatórios com capacidade de armazenamento superior a 10 hm³

Os demais estados do Nordeste com marcante importância dos açudes para o abastecimento público são o Rio Grande do Norte e a Paraíba. Destaca-se, para ambos os estados, a bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu, com os sistemas dos reservatórios Coremas-Mãe d'água (PB) e Eng. Armando Ribeiro Gonçalves (RN). O primeiro com vazão regularizada de 8,5 m³/s com 100% de garantia e o segundo com 15,0 m³/s (MI, 2003). Ambos os sistemas são responsáveis pelo atendimento de um conjunto de 49 sedes municipais em ambos os estados. No Rio Grande do Norte, as águas acumuladas no Armando Ribeiro Gonçalves são conduzidas a diversos municípios mediante 4 grandes sistemas adutores, Sertão Central Cabugi, Médio Oeste, Serra de Santana e Jerônimo Rosado, este responsável pelo atendimento a Mossoró. O sistema Curemas-Mãe-d'água, na Paraíba, atende a diversos municípios por meio do leito perenizado do rio Piranhas. Destaca-se ali o sistema adutor Coremas Sabugi, responsável pelo atendimento atual de nove sedes municipais, com previsão para o atendimento de outras seis.

No Rio Grande do Norte, outros reservatórios importantes são o açude Santa Cruz do Apodi, com regularização de 3,4 m³/s com 100% de garantia (MI, 2003), que está previsto para atender uma série de municípios mediante a construção do sistema adutor Alto-Oeste, e a Lagoa do Bonfim, locali-

zada na parte leste do estado, próximo ao litoral, responsável pelo atendimento de 20 sedes municipais, mediante o sistema adutor Monsenhor Expedito ou Trairi, com previsão de ampliação.

Na Paraíba, destacam-se, ainda, os açudes Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Acauã, situados na bacia do rio Paraíba. Do Boqueirão, partem dois sistemas adutores para o atendimento a 14 municípios, inclusive Campina Grande, um dos principais centros regionais do Nordeste. No estado, existem outros açudes importantes, como o Engenheiro Ávidos.

O estado da Bahia também apresenta reservatórios importantes para o abastecimento de diversas comunidades, tais como o formado pela barragem Pedra do Cavalo, responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana de Salvador, com capacidade de acumulação de 4,969 hm³, além dos açudes Mirorós, localizado na bacia do rio Verde, com vazão regularizada de 6,6 m³/s, e do açude São José do Jacuípe, com vazão regularizada de 2,2 m³/s. Ambos os sistemas são responsáveis pelo atendimento de 29 municípios no Semiárido baiano. Podem-se mencionar outros reservatórios de destaque, tais como o Anagé (bacia do rio de Contas), com vazão regularizada de 3,6 m³/s, e o Cocorobó (rio Vaza-barris), com vazão regularizada de 2,8 m³/s.

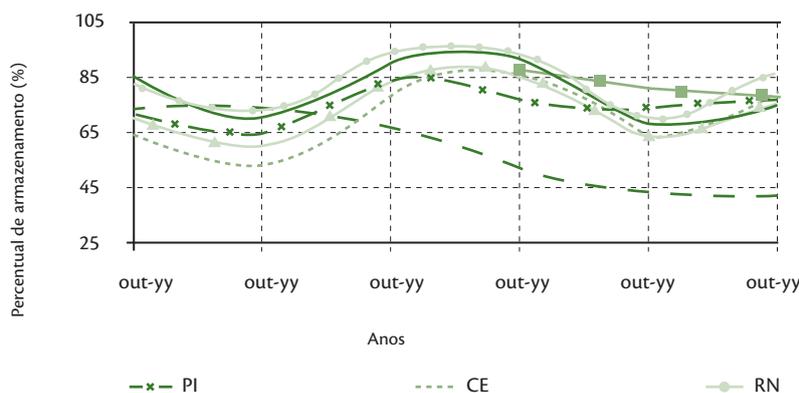


Figura 4.3 – Evolução histórica do reservatório equivalente dos estados do Nordeste

Atualmente, a Agência Nacional de Águas (ANA), em articulação com os órgãos gestores de recursos hídricos e o Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), monitora 264 reservatórios com capacidade igual ou superior a 10 hm³, localizados em seis estados da Região Nordeste (Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte).



Esses dados são apresentados anualmente, de forma agregada, no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (ANA, 2009, 2010, 2011). Sua observação permite constatar que o armazenamento de água nos reservatórios da região corresponde a um fenômeno cíclico, em que os decréscimos dos volumes acumulados são seguidos por períodos de recuperação.

De modo geral, no período de 2007 a 2009 observou-se uma recuperação contínua dos volumes armazenados no Nordeste (Figura 4.3). Entretanto, no ano hidrológico 2009-2010, a ocorrência de chuvas abaixo da média histórica entre os meses de fevereiro a maio de 2010 pode ter contribuído para um decréscimo do volume acumulado notadamente nos estados do Ceará, do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Em 2011, novamente observa-se uma tendência de recuperação.

A Figura 4.4. reúne informações sobre a distribuição da disponibilidade hídrica expressa pela vazão de referência Q95, a perenidade dos cursos d'água do Nordeste e a natureza das captações superficiais que abastecem as sedes municipais. Ela permite verificar a importância dos rios Parnaíba e S. Francisco no que tange à disponibilidade hídrica superficial e a impressionante quantidade de rios temporários.

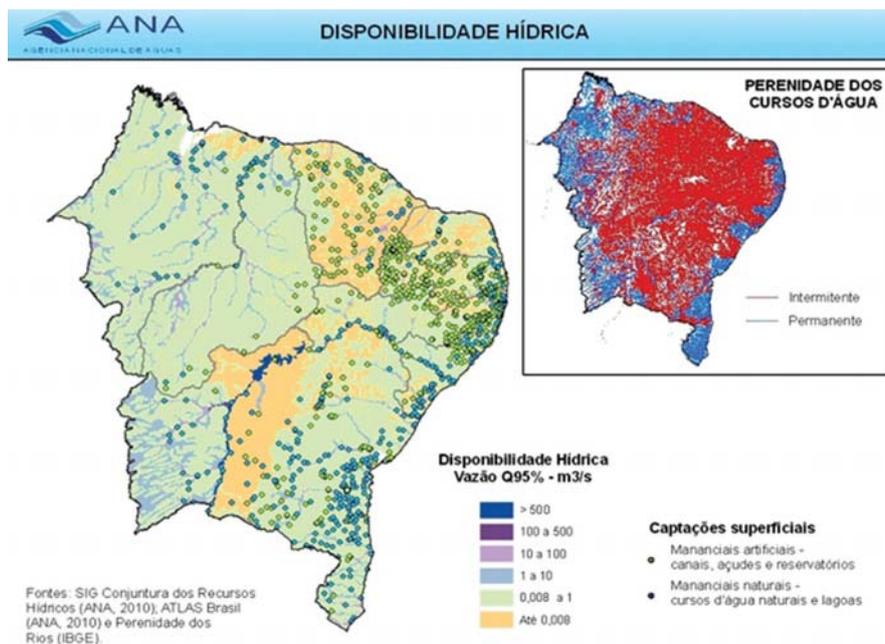


Figura 4.4 – Disponibilidades hídricas superficiais e perenidade dos cursos d'água do Nordeste.

Águas subterrâneas

Em razão das limitadas disponibilidades hídricas de boa parte da região, a água subterrânea assume grande importância. Reconhecem-se no Nordeste brasileiro três domínios hidrogeológicos principais: Poroso, Fraturado-Cárstico e Fraturado.

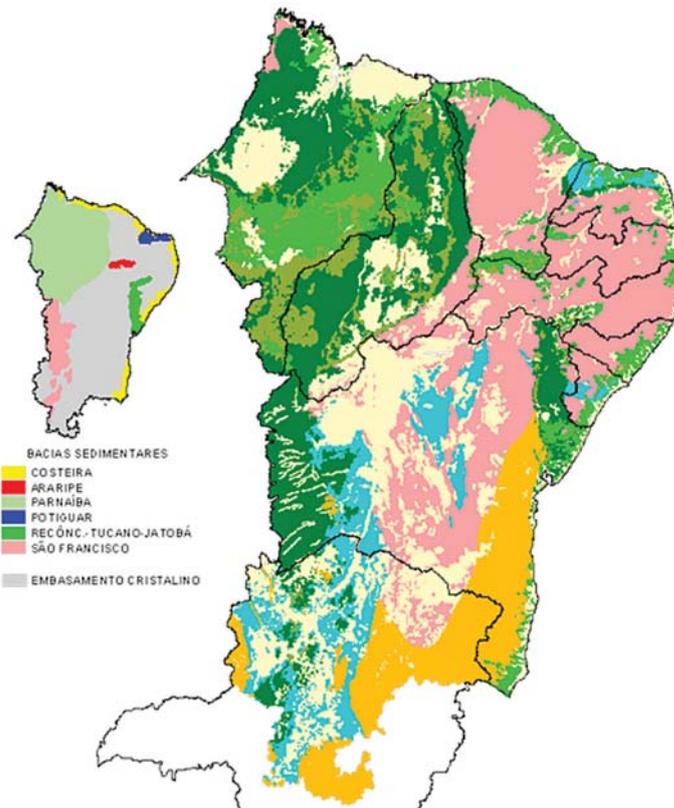
O **domínio Poroso** se localiza na área de ocorrência das bacias sedimentares, que ocupam 43% de toda a área. Ele compreende os principais sistemas aquíferos em termos de potencialidade hídrica.

Os **domínios hidrogeológicos Fraturado e Fraturado-Cárstico** compreendem as rochas do embasamento cristalino, representando 48% e 9% da área total, respectivamente.

A Figura 4.5 apresenta a distribuição dos domínios hidrogeológicos e seus potenciais hídricos no Nordeste, enquanto que o Quadro 4.4 apresenta os principais domínios e sistemas aquíferos presentes na região.

As reservas hídricas renováveis totais, isto é, a contribuição dos aquíferos para manutenção do escoamento de base dos rios, é estimada em 3.849 m³/s (ANA, 2006). Admitindo-se que as reservas exploráveis correspondam a 25% das reservas renováveis, seu valor estimado é de 962,3 m³/s (ANA, 2006). Em virtude do caráter regional dessa estimativa, não é possível considerar a possibilidade de uso das reservas permanentes (situadas abaixo do nível de flutuação do nível de água interanual). Todavia, a distribuição das reservas hídricas na região não é homogênea. O domínio Poroso detém 70% das reservas (675 m³/s), cabendo ao domínio Fraturado-Cárstico responder por 22% (212 m³/s) e ao Fraturado 8% (75 m³/s).

O domínio Fraturado (901.000 km²) é aquele que apresenta o menor potencial hídrico, isto é, quase metade da área do Nordeste tem baixo potencial hidrogeológico. Ele se dispõe desde as proximidades do litoral, no estado do Ceará, até o estado de Minas Gerais, ao longo da direção norte-sul, incluindo basicamente rochas cristalinas antigas do Arqueano e Proterozoico. As vazões dos poços nele perfurados são, em geral, baixas: de forma geral, observam-se as menores vazões na região semiárida do Nordeste. A potencialidade hídrica aumenta onde existe um manto de intemperismo, (coberturas detrítico-lateríticas) normalmente associado a áreas de maior índice pluviométrico e facilitador da recarga.



Domínio	Descrição	Potencial Hídrico	Símbolo
Poroso Bacias Sedimentares Coberturas Cenozoicas	Aquíferos livres de extensão variável formados por sedimentos clásticos não consolidados de idade terciária-quademária. Qualidade química das águas, em geral, boa. Exploração Frequentemente através de poços rasos	Baixo a Médio	
	Aquitardes e aquícludes formados por sedimentos clásticos consolidados, principalmente folhelhos, argilitos e siltitos, de idade mesozoica. Localmente podem constituir-se aquíferos.	Baixo	
	Aquíferos livres ou confinados de extensão regional limitada, formados por sedimentos clásticos consolidados, predominantemente arenosos, de idade mesozoica. Qualidade química das águas em geral, boa.	Média a Alta	
	Aquíferos livres ou confinados de extensão regional, formados por sedimentos clássicos consolidados, predominantemente arenosos, de idade mesozoica. Qualidade química das águas, em geral, boa. Possibilidade de salinização das águas nas partes confinadas da Bacia do Parnaíba.	Alta	
Fraturado-cárstico Rochas Calcárias	Aquíferos associados às zonas faturadas e de dissolução, representados por sedimentos, metassedimentos e calcários. Problemas localizados de salinidade e/ou dureza das águas, devido à contribuição das rochas calcárias.	Médio	
Fraturado Cristalino	Aquíferos restritos às zonas fraturadas, representados por metassedimentos e metaígneas, de idade arqueana a proterozóica, associada à presença de espesso manto de intemperismo. Qualidade química das águas, em geral, boa.	Baixo a médio	
	Aquíferos restritos às zonas fraturadas, representados por rochas metassedimentares e metaígneas, de idade arqueana a proterozóica, associadas a delgado manto de intemperismo, e localizados na região do semiárido. Problema de salinização das águas.	Baixo	

Figura 4.5 – Águas subterrâneas no Nordeste.

Quadro 4.4 – Domínios hidrogeológicos e reservas exploráveis de água subterrânea na região Nordeste

Domínio	Contexto Geológico	Área de recarga (km ²)	Vazão por poço tubular (m ³ /h)
Poroso	Coberturas Cenozoicas	289.640	1 a 10
			1 a 10
	Bacia Sedimentar Costeira1 (Área de 117.000 km2)	116.679	10 a 150
	Bacias Sedimentares Interiores (Área de 4.000 km2)	3.685	5 a 20
	Bacia Sedimentar do Araripe (Área de 11.000 km2)	12.2742	5 a 150
	Bacia Sedimentar Potiguar ou Apodi (Área de 14.000 km2)	13.051	20 a 200
			10 a 150
	Bacia Sedimentar do Recôncavo - Tucano-Jatobá (Área de 41.000 km2)	35.256	5 a 200
	Bacia Sedimentar do Parnaíba (Área de 521.000 km2)	422.140	5 a 400
	Bacia Sedimentar do São Francisco (Área de 118.000 km2)	117.387	10 a 300
Fraturado-Cárstico	Embasamento Cristalino (Área de 177.000 km2)	144.637	5 a 60
	Embasamento Cristalino (Área de 200.000 km2)	163.644	3 a 10
Fraturado	Embasamento Cristalino na região Semiárida (Área de 701.000 km2)	572.882	< 3
	Total	1.891.276	



Profundidade de poço tubular (m)	Principais Sistemas Aquíferos	Reservas Explotáveis ⁴ (m ³ /s)
10 a 50	Aluviões	71.0
	Coberturas Detrítico-Lateríticas	115.6
10 a 50	Depósitos Litorâneos	36.4
	Dunas	28.4
50 a 250	Barreiras	127.0
	Beberibe	0.2
	Sergipe ³	0.3
	Outros	0.3
40 a 120	Icó, Iguatu, Rio do Peixe e Serra dos Martins	1.7
50 a 300	Exu	0.8
	Missão Velha	0.2
	Mauriti	2.4
	Outros	0.7
60 a 150	Jandaíra ³	2.6
50 a 800	Açu	1.0
50 a 250	Marizal	8.3
	São Sebastião	7.0
	Ilhas	1.5
	Brotas	1.6
	Inajá	0.2
	Tacaratu	1.7
	Outros	0.8
	Itapecuru	75.8
50 a 400	Poti-Piauí	114.7
	Cabeças	6.9
	Serra Grande	15.7
	Outros	52.3
50 a 400	Urucuia	164.5
	Outros	0.6
50 a 150	Olhos D'Água	0.8
	Bambuí	46.2
50 a 150	Cristalino	31.9
40 a 80	Cristalino Semiárido	43.1
		962.3

O domínio Fraturado-Cárstico (cerca de 177.000 km², ou 9% da área total) é constituído basicamente por sedimentos e metassedimentos associados a rochas calcárias. Os principais sistemas aquíferos que o integram são Jandaíra, da Bacia Potiguar, Sergipe (formações Riachuelo e Cotinguiba), da bacia Costeira, Olhos D'Água (inclui as formações Jacoca do Grupo Miaba, Frei Paulo e Jacaré do Simão Dias, e Olhos D'Água do Grupo Vaza Barris) e Bambuí. O fluxo de água nestes sistemas aquíferos é influenciado pelas feições de dissolução cárstica associadas à presença de fraturas dos maciços rochosos calcários. Em função disso, estes sistemas aquíferos apresentam poços com produtividade muito variável. Neles, a faixa mais comum é de 5 a 60 m³/h e profundidades entre 50 e 150 m. Costumam apresentar problemas localizados de dureza das águas, devido ao calcário.

O Domínio Poroso responde pelos principais aquíferos da área, abrigando as bacias sedimentares do Parnaíba, São Francisco, Potiguar (ou Apodi), Araripe, Interiores, Recôncavo-Tucano-Jatobá, e Costeira. Também integram o domínio poroso as coberturas cenozoicas.

A Bacia Sedimentar do Parnaíba (3.000m de espessura e distribuída por 512.000 km², equivalente a 69% da área do estado do Piauí e 97% do estado do Maranhão) é a principal bacia da região Nordeste com relação a água subterrânea. Os principais sistemas aquíferos são o Serra Grande, Cabeças, Poti-Piauí e Itapecuru, os dois últimos predominantemente no Maranhão enquanto os primeiros prevalecem no Piauí.

A Bacia Sedimentar do São Francisco cobre uma área de 118.000 km² aproximadamente. Dispõe-se numa faixa norte-sul no oeste de Minas Gerais e da Bahia, chegando até a extremidade meridional dos estados do Maranhão e Piauí, correspondendo a uma zona com intervalo de precipitações médias entre 800 a 1.600 mm/ano. Seu principal sistema aquífero é o Urucuia, explotado principalmente sob condições livres, podendo apresentar, localmente, semiconfinamento. Esse sistema aquífero apresenta grande importância na manutenção do escoamento de base do afluentes pela margem esquerda do São Francisco, como o Corrente, o Grande e o próprio Urucuia.

A Bacia Apodi ou Potiguar (14.000 km²) está situada entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará . Apresenta como principais sistemas aquíferos o Açu e o Jandaíra.

A Bacia Sedimentar do Araripe localiza-se no Semiárido nordestino, nos limites dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí e cobre uma área de cerca de 10.200 km².

Na região semiárida do interior do Nordeste, ocorrem pequenas bacias sedimentares interiores com uma área total de aproximadamente 4.000 km², distribuídas pelo interior dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Constituem aquíferos de baixo a médio poten-



cial hídrico, normalmente restrito à presença de níveis arenosos. Não obstante, por conta da baixa produtividade do embasamento cristalino, adquirem importância local.

As bacias sedimentares do Recôncavo e Tucano formam uma faixa norte-sul de aproximadamente 100 km de largura, que se estende desde Salvador até a fronteira com Alagoas. Daí, e até Pernambuco, tem início a Bacia sedimentar do Jatobá, disposta segundo a direção nordeste e com uma largura máxima de 50 km. A bacia ocupa uma área de cerca de 41.000 km². Os principais sistemas aquíferos desta bacia são Tacaratu e Inajá, que formam a base da sequência sedimentar da bacia com um pacote com cerca de 600 m de espessura, explorados sob condições livres e confinadas. Também estão presentes nesta bacia sedimentar os sistemas aquíferos Marizal e São Sebastião, já descritos.

A Bacia sedimentar Costeira estende-se de forma quase contínua desde o litoral do Maranhão até a Bahia, ocupando cerca de 117.000 km². Ela acolhe os sistemas aquíferos Barreiras, Dunas e Depósitos Litorâneos, além daqueles pertencentes às bacias sedimentares Paraíba-Pernambuco e Sergipe-Alagoas.

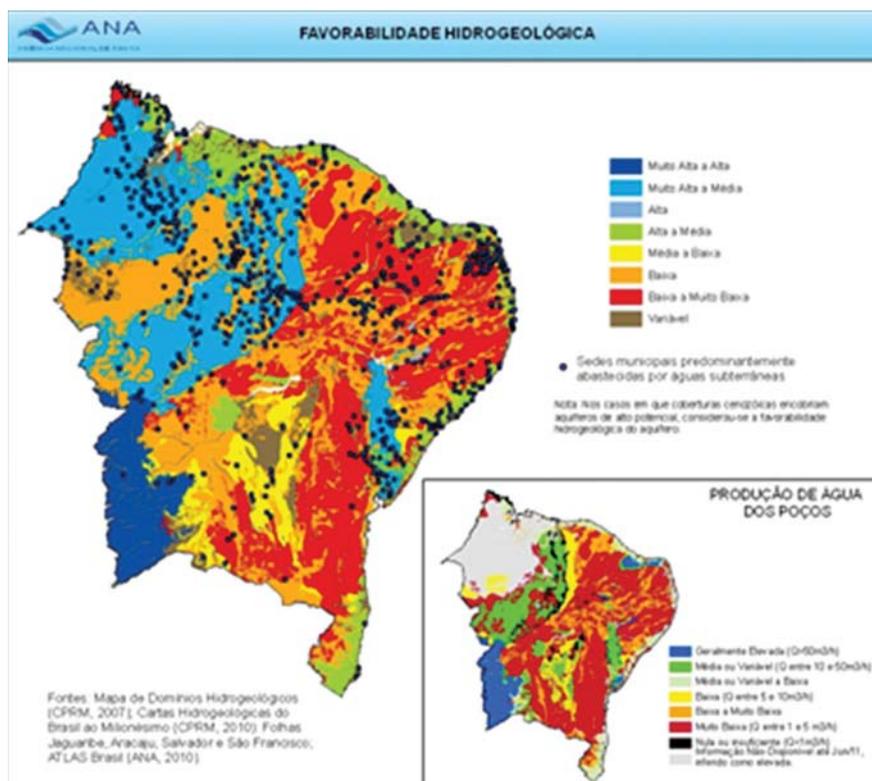


Figura 4.6 – Favorabilidade Hidrogeológica no Nordeste.

A Figura 4.6. complementa essa descrição dos sistemas aquíferos nordestinos por meio dos seguintes elementos:

- Favorabilidade hidrogeológica;
- Classificação dos terrenos do Nordeste em função da produção de água dos poços perfurados no Nordeste;
- Indicação das sedes municipais nordestinas abastecidas por poços tubulares.

Um rápido exame da Figura 6.6 em pauta revela:

- A alta/muito alta favorabilidade hidrogeológica no oeste baiano, graças ao Sistema Aquífero Urucua, responsável pela produção dos poços mais potentes da região;
- A alta favorabilidade hídrica de poços perfurados na bacia do Parnaíba, embora com manchas de baixa favorabilidade devido à presença de rochas cristalinas;
- A alta favorabilidade da Bacia do Recôncavo;
- A baixa a muito baixa favorabilidade hídrica na depressão sertaneja, o Semiárido nordestino;
- A alta a média favorabilidade dos sistemas aquíferos litorâneos, que abastecem parte de Natal, Recife e Maceió.

Os usos, as demandas hídricas atuais e a infraestrutura para o desenvolvimento regional

As principais demandas de recursos hídricos na região nordeste são apresentadas na Tabela 4.1 a seguir. Os usos mais significativos, em termos de retirada, são a irrigação e o abastecimento urbano, que representam 64% e 20% da retirada total, respectivamente.



Tabela 4.1 – Demandas

UF	Animal Retirada m ³ /s	Industrial Retirada m ³ /s	Irrigação Retirada m ³ /s	Rural Retirada m ³ /s	Urbano Retirada m ³ /s	Total Retirada m ³ /s
BA	8,4	8,2	89,5	5,2	24,1	135,4
PE	1,9	8,2	53,7	1,6	18,4	83,7
CE	2,2	9,7	44,6	1,9	13,4	71,8
RN	0,8	2,6	30,7	0,7	6,8	41,6
AL	0,7	4,1	28,9	0,8	4,5	39,0
MA	4,6	1,4	18,4	2,1	9,7	37,2
PB	0,9	2,5	17,7	0,8	6,5	28,4
PI	1,9	1,2	7,8	0,9	5,1	16,9
SE	0,7	1,3	6,2	0,5	4,0	12,6

Abastecimento urbano

Do ponto de vista do abastecimento urbano, as maiores demandas concentram-se nos estados da Bahia, de Pernambuco e do Ceará, os mais populosos da região. Além das capitais e de suas respectivas regiões metropolitanas, destacam-se os seguintes cidades estratégicas, que têm população superior a 100 mil habitantes (Censo IBGE 2010): Arapiraca (AL); Alagoinhas, Barreiras, Feira de Santana, Ilhéus, Itabuna, Jequié, Juazeiro e Vitória da Conquista (BA); Juazeiro do Norte e Sobral (CE); Caxias e Imperatriz (MA); Campina Grande (PB); Caruaru, Garanhuns e Petrolina (PE); Parnaíba (PI) e Mossoró (RN).

Para o atendimento da população, os sistemas produtores de água existentes para abastecimento urbano podem ser diferenciados entre *sistemas integrados*, que atendem a mais de um município, e *sistemas isolados*, que abastecem apenas um município.

Os sistemas integrados estão mais presentes nos estados com parcela dos seus territórios inseridos em zonas de maior escassez hídrica. Nesses casos, a mobilização das vazões regularizadas nos açudes e o rio São Francisco constituem-se nas principais fontes hídricas das populações urbanas.

São exemplos de sistemas integrados com captação no rio São Francisco: Oeste e Salgueiro (PE); Alto Sertão, Bacia Leiteira e Agreste (AL); e Alto Sertão e Sertaneja (SE). Destacam-se, ainda, em função da grande extensão de linhas adutoras ou de complexa interligação, os sistemas abastecidos pelo Açude Armando Ribeiro Gonçalves (Médio Oeste, Serra de Santana, Sertão Central Cabugi e Jerô-

nimo Rosado) e a adutora Monsenhor Expedito, no Rio Grande do Norte, que atendem 44 municípios no estado; a adutora do Feijão na BA, de Ibiapaba no CE e do Garrinho no PI; e o conjunto de sistemas que abastecem o sertão e o agreste pernambucano e paraibano, tais como Bitury e Prata-Camevô, em Pernambuco, e Coremas-Sabugi, Congo e Cariri na Paraíba.

De acordo com o Atlas Brasil (2010), 73% do total de municípios são atendidos por sistemas isolados, enquanto as sedes municipais abastecidas por sistemas integrados correspondem a aproximadamente 27% do total. Entretanto, em termos da população urbana atendida, ocorre uma distribuição equilibrada entre o abastecimento por sistemas isolados (47% da população total) e integrados (53%).

No Maranhão e no Piauí, mais de 90% da população urbana são abastecidas por sistemas isolados, refletindo a maior abundância relativa dos recursos hídricos superficiais e o grande potencial hidrogeológico presente na maioria do território estadual.

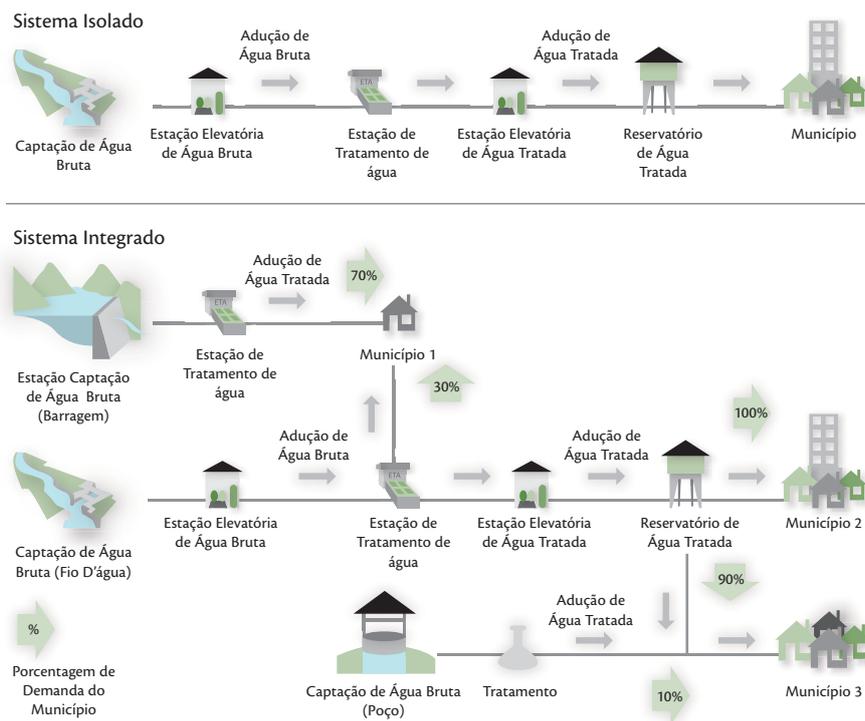


Figura 4.7 – Representação esquemática dos sistemas isolado e integrado de produção de água



Já em Pernambuco e na Paraíba, com cenário de maior escassez hídrica, também predominam os sistemas isolados; contudo, a maior parte da população (73% e 75%, respectivamente) é atendida por sistemas integrados de maior porte.

Na Bahia, a condição identificada – sistemas isolados em quase 70% dos municípios, com população urbana atendida equivalente a 48% do total – demonstra a existência de áreas de maior e menor disponibilidade hídrica, configurando um cenário diversificado em termos dos tipos de mananciais utilizados.

No Ceará, o grande número de açudes com regularização adequada se reflete no predomínio de sistemas isolados, dispersos ao longo do território estadual; porém, a maior parte da população urbana (58% do total) é abastecida por sistemas integrados.

Em Alagoas, no Rio Grande do Norte e em Sergipe, ambos os tipos de sistemas são utilizados para abastecer parcelas semelhantes de sedes municipais. No Rio Grande do Norte e em Sergipe, os sistemas integrados são responsáveis pelo abastecimento da maioria da população (67% no Rio Grande do Norte e 74% em Sergipe), tendo em vista o predomínio do atendimento populacional urbano por grandes sistemas adutores distribuídos em todo o território de ambos os estados. Em Alagoas, a população abastecida por sistemas isolados representa 75% da população urbana total do estado, devido ao atendimento da Região Metropolitana de Maceió ser feito integralmente por sistemas desse tipo.

Os sistemas de abastecimento de água dos principais centros urbanos apresentam características de grande complexidade, em face da expressiva população a ser atendida. Das capitais, Maceió/AL, Natal/RN e São Luís/MA têm a maior parte do abastecimento dependente de poços. Em função do porte (capacidade nominal), destacam-se os seguintes sistemas integrados:

- Sistemas Integrados Tapacurá, Botafogo e Gurjaú, interligados para abastecer a RM Recife;
- Sistema Integrado Gavião na RM Fortaleza;
- Sistemas Integrados Salvador-Lauro de Freitas I e II, na RM Salvador.

Irrigação

A demanda por irrigação é a mais expressiva, sendo esta atividade estratégica para redução da pobreza e promoção do desenvolvimento regional.

A Bacia do rio São Francisco destaca-se com mais de 300 mil ha irrigados, onde cerca de 30% são referentes a projetos públicos. Nos estados nordestinos, as áreas de maior prática da irrigação na

bacia são as regiões de Formoso/Correntina, Barreiras, Guanambi e Irecê, na Bahia; e o Baixo São Francisco (Alagoas e Sergipe), destacando-se o Polo Bacia Leiteira de Alagoas, com grandes áreas irrigadas com o cultivo da cana-de-açúcar.

Juntamente com essas regiões, merece especial destaque a região de Juazeiro (BA) /Petrolina (PE), com sua produção de frutas para exportação. O incremento da participação do Brasil no mercado internacional de frutas deve-se à expansão da fruticultura na Bacia, principalmente no Semiárido.

Na bacia do São Francisco, a agricultura irrigada é importante indutora do processo de desenvolvimento regional. Nos perímetros irrigados têm-se adotado, em sua maioria, culturas com maior valor econômico e maior resposta ao insumo água, representadas pelos grãos, frutas, olerícolas e, mais recentemente, a cultura do café. Em relação aos métodos de irrigação, os sistemas que utilizam pivô central estão distribuídos por toda a bacia, com uma maior concentração em Minas de Gerais e no oeste da Bahia (Barreiras, São Desidério e Luís Eduardo Magalhães). Os sistemas de irrigação por aspersão convencional concentram-se no estado da Bahia, na sub-bacia do rio Corrente, nas cidades de Bom Jesus da Lapa e São Félix do Coribe. A irrigação por microaspersão está dispersa ao longo de toda a bacia, principalmente nas áreas de fruticultura irrigada. No Baixo São Francisco, embora se verifique a tendência de aumento da fruticultura irrigada, o sistema de irrigação por superfície é ainda muito utilizado.

Além da Bacia do São Francisco, outras áreas também são relevantes no contexto regional. O sul do Maranhão apresenta um clima privilegiado para a produção de grãos em sequeiro, tais como soja, feijão, arroz e milho, onde se expande uma agricultura intensiva de alta produtividade. O estado do Piauí também dispõe de boas áreas para exploração não irrigada de grãos (sequeiro) e algumas áreas próprias para culturas irrigadas no vale do Rio Gurgueia.

No Ceará, destaca-se o cultivo de produtos agrícolas pelo sistema de irrigação e a produção intensiva de frutas irrigadas no Baixo Acaraú, Baixo Jaguaribe e na região do Cariri. O Rio Grande do Norte é o maior produtor de melão do país e vem se destacando também na produção de outras culturas no Polo Açúcar-Mossoró. Na Paraíba, a produção intensiva de frutas e olerícolas irrigadas concentra-se no Alto Piranhas.

Uso industrial

Além da irrigação, outras atividades econômicas, com impacto nas demandas, merecem destaque, como os polos turísticos e os polos industriais. Os polos turísticos concentram-se, principalmente, nas áreas litorâneas dos estados nordestinos. Os polos industriais são mais diversificados, incluindo



o Polo Petroquímico de Camaçari/BA; Complexos Industriais e Portuários de Pecém/CE e Suape/PE; Polo de Gesso de Pernambuco; Polos de carcinicultura, artesanato, móveis, couro/calçados, confecções, rendas e bordados. Na indústria extrativa, a produção de sal marinho supera os 90% da oferta nacional e a produção de petróleo coloca o Rio Grande do Norte numa posição de destaque, ficando atrás apenas do estado do Rio de Janeiro. Sobressai-se também na produção de gás natural.

Usos não consuntivos: hidroeletricidade, navegação fluvial e turismo

Os usos não consuntivos, apesar de não representarem consumo de água, são igualmente estratégicos para o desenvolvimento. O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema hidrotérmico de produção e transmissão de energia elétrica com forte predominância de usinas hidrelétricas, sendo responsável por 96,6% da capacidade de produção de eletricidade no Brasil. O SIN está dividido nos seguintes subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte. O subsistema Nordeste, com capacidade instalada da ordem de 14.759 MW (PDEE 2019), é atendido basicamente:

- pelas usinas hidrelétricas situadas no rio São Francisco e em outras bacias da região Nordeste (73%);
- por usinas térmicas distribuídas em toda região Nordeste (26%); e
- por energia importada de outros subsistemas através de linhas de transmissão.

As hidrelétricas em operação na bacia do São Francisco (cerca de 6.500 MW) são fundamentais para o atendimento do subsistema Nordeste, representando a base de suprimento de energia da região, cujo potencial já está praticamente esgotado. Apesar da maioria desses aproveitamentos destinar-se ao suprimento de energia dos estados da região, algumas usinas são supridoras das regiões Sudeste/Centro-Oeste, sendo a principal usina, neste contexto, a de Três Marias, localizada em Minas Gerais.

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia (2020) do setor elétrico, os novos projetos a serem viabilizados a partir de 2016 no subsistema Nordeste concentram-se no rio Parnaíba (UHE Ribeiro Gonçalves, Cachoeira, Estreito, Uruçuí e Castelhana, em um total de 430 MW), além da Usina Hidrelétrica (UHE) Riacho Seco no rio São Francisco (276 MW).

Com relação à navegação, são precárias as condições atuais de navegabilidade do rio São Francisco e do rio Parnaíba, os dois principais rios perenes do Nordeste. O rio São Francisco, que sempre foi navegado sem maiores restrições entre Pirapora e Petrolina/Juazeiro (1.312 km), no médio curso, e entre Piranhas e a foz (208 km), no baixo curso, hoje só apresenta navegação comercial no trecho compreendido entre os portos de Muquém do São Francisco (Ibotirama) e Petrolina/Juazeiro. Mesmo nesse

trecho, a navegação vem sofrendo revezes por deficiência de calado. Isso ocorre tanto na entrada do lago de Sobradinho, onde um intenso assoreamento multiplica os bancos de areia e altera as rotas demarcadas pelo balizamento e sinalização, e no trecho imediatamente a jusante da eclusa de Sobradinho, onde a instabilidade de operação da usina hidrelétrica altera frequentemente as profundidades disponíveis. No caso do Parnaíba, o debate gira em torno da construção de eclusas face à instalação dos novos empreendimentos hidrelétricos previstos.

Síntese das disponibilidades hídricas

Examinadas as disponibilidades hídricas do Nordeste – superficiais e subterrâneas – e contabilizados os seus comprometimentos com os diferentes usos, pode-se então investigar o seu papel no desenvolvimento econômico do Nordeste.

Os baixos índices de precipitação, sua sazonalidade e a irregularidade do regime hídrico dos rios na região Nordeste, aliados ao quadro hidrogeológico, em particular no Semiárido brasileiro, já descritos separadamente nos itens anteriores, possibilitam uma síntese da distribuição da disponibilidade hídrica no território nordestino, pela integração dos diversos traços característicos, como a seguir apresentado:

- 4) **Compartimento litorâneo com elevada precipitação** que está associado aos trechos de litoral dos estados da Bahia até a Paraíba. Predominam as bacias sedimentares com destaque, de sul para norte, para o Recôncavo-Tucano, Sergipe-Alagoas e Paraíba-Pernambuco, além dos sistemas aquíferos Barreiras e depósitos litorâneos. Essas áreas apresentam disponibilidade hídrica superficial e subterrânea média a alta, mas enfrentam ameaças representadas (i) pela densidade populacional das capitais e respectivas regiões metropolitanas, (ii) crescimento desordenado da malha urbana, (iii) perspectivas de crescimento da demanda em taxas superiores à capacidade de produção dos sistemas aquíferos e das captações superficiais em uso, implicando a busca de novas fontes de suprimento; (iv) perdas de vegetação natural e antropização com reflexo na capacidade de produção de água e recarga de aquíferos; e (v) impermeabilização e poluição ambiental nas áreas de recarga.
- 5) **Compartimento litorâneo com baixa precipitação** correspondente ao litoral dos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão. Embora a disponibilidade hídrica superficial seja relativamente menor, é contrabalançada pelo potencial de água subterrânea na área de ocorrência das bacias sedimentares Potiguar (ou Apodi), no Rio Grande do Norte e Ceará, e Parnaíba, no Piauí e Maranhão. Nesse contexto, a disponibilidade de água superficial é média e a de água subterrânea é média a alta. A densidade demográfica é inferior a 50hab/km² no litoral norte do Rio Grande do Norte e entre 51 e 200hab/km² para Mossoró (RN) e o litoral cearense (exceto Fortaleza, com mais de 1.000hab/km²).



Para este compartimento, aplicam-se os mesmos comentários feitos para o caso anterior.

- 6) **Bacia do Parnaíba**, fora do trecho litorâneo dos estados do Maranhão e Piauí, que se destaca pela presença de rios permanentes (cujo número, entretanto, diminui para leste, onde predominam os rios temporários), vegetação composta por cerrado ao sul e floresta ao norte e um número de rios perenes com disponibilidade entre $1,0\text{m}^3/\text{s}$ e $10\text{m}^3/\text{s}$ afluentes do Parnaíba ou integrante da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. A favorabilidade hidrogeológica varia de alta a média, com uma faixa de baixa favorabilidade. A densidade demográfica é em geral inferior a $50\text{hab}/\text{km}^2$, sendo Teresina a mais importante exceção.
- 7) **Compartimento interior com precipitação média** situado na parte oeste do Nordeste, com rios perenes e disponibilidade hídrica superficial (Q_{95}) entre $1,0$ e $10\text{m}^3/\text{s}$. A disponibilidade hídrica superficial é média a alta. Em relação às reservas subterrâneas, destaca-se a ocorrência da bacia sedimentar São Francisco, com favorabilidade hidrogeológica muito alta a alta, em especial o sistema aquífero Uruçuia, e os terrenos cristalinos com expressiva participação de rochas calcárias, que resultam em uma potencialidade média, dependente da presença de estruturas de dissolução. Neste compartimento, situam-se os rios Corrente e Grande, importantes afluentes pela margem esquerda do S. Francisco e compensam as limitações hídricas dos tributários da margem direita. A vegetação natural é predominantemente cerrado, zonas de tensão ecológica cerrado-caatinga. A densidade populacional é inferior a $50\text{hab}/\text{km}^2$.
- 8) Trata-se de uma região com disponibilidade hídrica muito favorável para os padrões do Nordeste, permitindo a instalação de atividades agrícolas mecanizadas como a que existe na região de Barreiras (BA) que se alicerçam nos aquíferos ali existentes.
- 9) **Faixa da calha do Rio S. Francisco**, cuja disponibilidade hídrica é alta e permite a captação e o transporte de água, via bombeamento e canais, para vários perímetros públicos irrigados, em meio à caatinga, a geração hidrelétrica e a navegação (apesar dos problemas de assoreamento da calha e erosão).
- 10) **Bacias sedimentares de Araripe e Recôncavo-Jatobá** – disponibilidade hídrica superficial baixa (Q_{95} igual ou menor que $1\text{m}^3/\text{s}$) nas duas bacias; favorabilidade hidrogeológica alta em Jatobá e média em Araripe. Densidades demográficas variam de menor que $50\text{hab}/\text{km}^2$ a um intervalo entre 50 e $200\text{hab}/\text{km}^2$. Vegetação representada por caatinga e zona de tensão ecológica entre caatinga e florestas ombrófilas.
- 11) **Compartimento interior com baixa precipitação, baixa disponibilidade hídrica superficial** (valores de Q_{95} menores ou iguais a $1\text{m}^3/\text{s}$) baixa a muito baixa favorabilidade hidrogeológica (favorabilidade restrita a zonas de fraturas ou falhamentos), correspondente a terrenos predominantemente cristalinos e com prevalência de rios intermitentes, que corresponde à maior parte do Nordeste. Trata-se do compartimento mais crítico do Nordeste no que tange a disponibilidades hídricas.

Perspectivas de atendimento das demandas urbanas futuras

Na Região Nordeste, embora o número de sedes urbanas com sistemas de abastecimento de água em situação satisfatória até 2015 seja de 26% do total, apenas 18% da população são atendidos por esses sistemas, sendo necessários investimentos para solução de problemas de abastecimento a 82% da população (ANA, 2010). Na região, o Maranhão e o Piauí se destacam como os estados com maiores problemas nos sistemas produtores de água, requerendo investimentos para ampliação das estruturas existentes em mais de 85% dos municípios. Nesse caso, porém, a boa disponibilidade hídrica das águas subterrâneas indica um caminho mais simples para o equacionamento dos déficits identificados.

Por outro lado, Paraíba e Pernambuco concentram maior necessidade de investimentos em novos mananciais, ambos com 28% dos municípios em situação vulnerável quanto a esse critério. Ambos têm grande parte de seu território inserida no Semiárido, em áreas de grande escassez hídrica, revelando a complexidade da análise de alternativas para o abastecimento de água.

Pela sua extensão e abrangência espacial, a Bahia apresenta uma variedade de situações, incluindo municípios localizados em áreas de elevada escassez hídrica, com problemas de disponibilidade hídrica dos mananciais, e municípios em que a capacidade de produção dos sistemas de abastecimento é o fator mais crítico.

No Rio Grande do Norte e em Sergipe, a situação observada é resultado do investimento em um amplo programa de governo para implantação de grandes adutoras para suprir os déficits hídricos desses estados.

No Ceará, apesar de investimentos também significativos em infraestrutura hídrica, os reflexos no diagnóstico não são tão evidentes, dada a grande quantidade de municípios abastecida por sistemas isolados. Desse modo, embora as sedes urbanas com manancial insuficiente correspondam a somente 14% do total, 60% delas apresentam problemas em seus sistemas produtores. Situação semelhante verifica-se em Alagoas, com apenas 6% das sedes urbanas apresentando problemas de disponibilidade hídrica dos mananciais, mas com 58% dessas mesmas sedes necessitando de ampliação dos sistemas produtores.

Para a garantia da oferta de água para abastecimento urbano no Nordeste, são previstos aportes de R\$ 9,1 bilhões (mais de 40% dos recursos indicados no Atlas Brasil) para 1.344 municípios. Mais da metade dos investimentos se concentra nos estados da Bahia e Pernambuco (R\$ 5,0 bilhões). Do total, R\$ 3,4 bilhões destinam-se a ampliações de sistemas produtores em 919 sedes urbanas, entre os quais R\$ 2,6 bilhões (para 424 cidades) correspondem a sistemas abastecidos por mananciais



superficiais (prevalentes nos eixos do rio São Francisco e do litoral nordestino, norte de Alagoas, oeste da Bahia e em todo o Ceará) e R\$ 777,4 milhões para novos poços, distribuídos especialmente na região nordeste da Bahia, interior e litoral norte do Maranhão e centro-norte do Piauí.

São previstos R\$ 1,9 bilhão na adoção de novos mananciais, predominantemente no sul da Bahia, Alto Jaguaribe e litorais do Ceará e Pernambuco. Nessa categoria, inserem-se, também, as alternativas para as regiões metropolitanas de Natal, João Pessoa e Maceió, a conclusão do Eixo de Integração Castanhão/Região Metropolitana de Fortaleza e a operacionalização do sistema Pirapama para a Região Metropolitana do Recife. Em função da escassez hídrica, os maiores investimentos (R\$ 3,9 bilhões para 247 sedes urbanas) concentram-se em novos sistemas integrados para o abastecimento de boa parte da região semiárida (PE, PB, RN e PI).

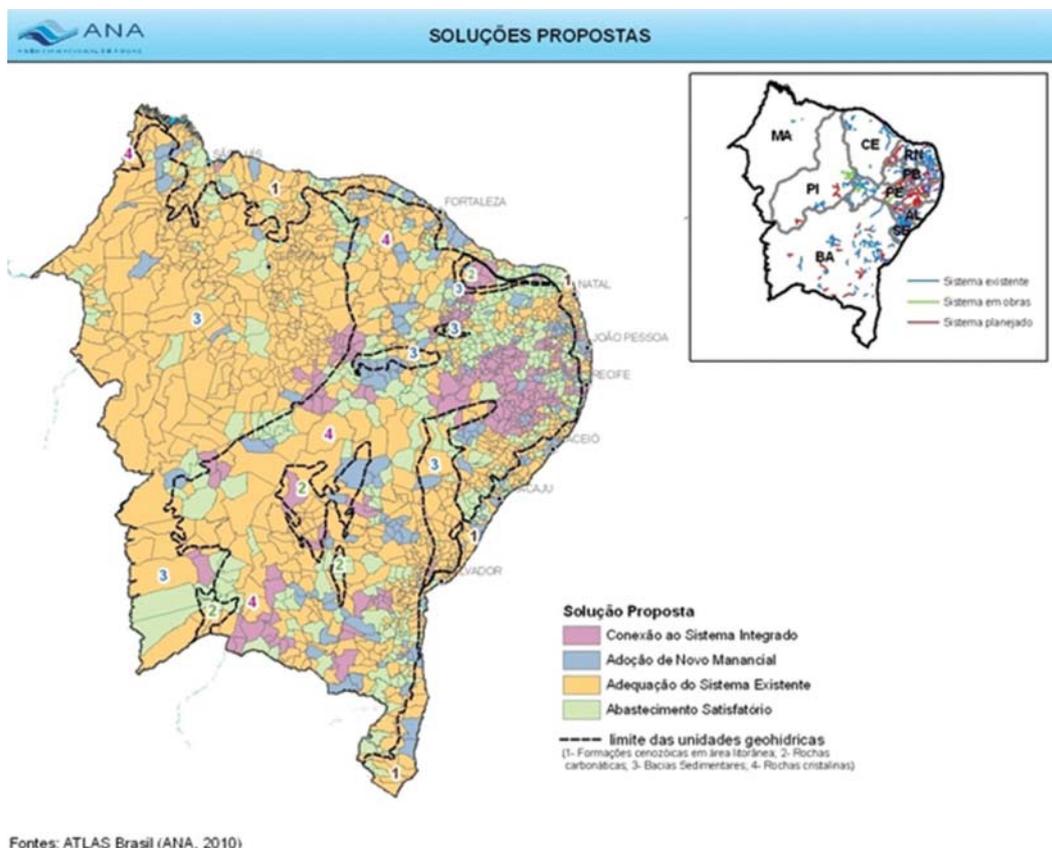


Figura 4.8 – Planejamento de alternativas de oferta de água para abastecimento urbano

As condições técnicas e financeiras verificadas em muitos municípios do Semiárido são fatores que comprometem a implantação, a melhoria ou a operação dos sistemas produtores de água, elevando a importância da atuação integrada da União, dos estados e dos próprios municípios para a viabilização dos investimentos.

Além disso, a incerteza e a irregularidade das chuvas, o baixo potencial em águas subterrâneas e a intermitência dos rios levaram à criação de uma infraestrutura hídrica baseada na construção de inúmeros açudes, como forma de garantir, no tempo e no espaço, o atendimento às demandas hídricas. A operação, manutenção e recuperação desses açudes é, portanto, fundamental para a garantia de abastecimento dos estados do Nordeste.

No Ceará, em especial, a operação desses açudes e da infraestrutura hídrica associada está a cargo da COGERH, entidade responsável pela gestão de recursos hídricos no estado. Esse arranjo institucional tende a ser adotado como um modelo para outros estados da Região. Nesse contexto de operação da infraestrutura hídrica, se coloca também o gerenciamento do PISF, que permitirá interligações diretas de sistemas adutores aos dois Eixos previstos (Leste e Norte) e promoverá maior segurança hídrica aos rios e açudes utilizados como mananciais para o abastecimento urbano ou para usos múltiplos.

Outro aspecto relevante está associado à garantia da qualidade da água dos mananciais, que depende de uma série de ações articuladas para a organização do uso e ocupação do solo e, principalmente, para o controle das fontes poluidoras. O aumento dos índices de coleta e tratamento de esgotos e da eficiência operacional desses sistemas é fundamental, sendo um dos objetos centrais da articulação da gestão de recursos hídricos com outras políticas setoriais.

No Atlas Brasil (ANA, 2010), está prevista a implantação ou ampliação da coleta e do tratamento de esgotos em mais de 800 municípios, de forma a promover a recuperação da qualidade da água de rios e açudes utilizados como mananciais de abastecimento público no Nordeste, com investimentos estimados em R\$ 12 bilhões.

Inserção do planejamento dos recursos hídricos no desenvolvimento regional

A história do desenvolvimento econômico do Nordeste está intimamente associada à capacidade de suas populações conciliarem os ciclos econômicos pelos quais a região passou com os recursos hídricos existentes, adaptando as atividades e sua localização às disponibilidades.



A água foi sempre um insumo básico para as trajetórias de desenvolvimento percorridas pelo Nordeste e para suas escolhas, já que para todo crescimento econômico está associado ao aumento da pressão sobre os recursos hídricos, ao comprometimento de volumes de água para determinados fins, requerendo aumento da oferta hídrica e da infraestrutura, além do atendimento dos demais fatores locais envolvidos com as diversas iniciativas. Quando não se estabelece um ajustamento entre demandas e disponibilidades, o crescimento se faz às expensas de desequilíbrios, impactos indesejados ou mesmo não acontece.

Num cenário em que os recursos hídricos se tornarão mais escassos, seja em decorrência da maior demanda, seja por mudanças globais (no ambiente ou na economia) ou, ainda, em razão da própria vulnerabilidade intrínseca que apresentam, com a conseqüente ampliação de conflitos envolvendo o acesso e a utilização desses recursos, impõe-se pensar o desenvolvimento regional tendo como um dos eixos estruturantes os recursos hídricos, considerados a partir de quatro dimensões básicas: as disponibilidades (em quantidade e em qualidade); os usos (suas características e compatibilidades com o quadro de disponibilidades); as vulnerabilidades/ameaças (tanto envolvendo disponibilidades quanto usos); e a gestão, elemento compatibilizador das três dimensões anteriores.

O desenvolvimento econômico da Região Nordeste deverá se dar no sentido de explorar suas potencialidades naturais, culturais, sociais e intelectuais, sempre de forma conciliada com os seus recursos hídricos. Nos últimos anos, os estados da região Nordeste vêm realizando esforços significativos no sentido de responder a esses desafios. Em particular, devem ser destacados os resultados colhidos na implantação/modernização da gestão dos recursos hídricos, no aumento da capacidade de armazenamento mediante a construção de açudes e na incorporação da sociedade nas decisões envolvendo esses recursos. Outra linha de trabalho seguida foi no sentido de melhorar o conhecimento sobre a distribuição e o comportamento dos recursos hídricos no território.

A primeira preocupação, em qualquer abordagem desenvolvimentista, deve ser com a segurança hídrica das populações, isto é, garantia de acesso a água e a saneamento ambiental, com a permanente preocupação quanto ao uso eficiente da água. O Atlas Nordeste de Abastecimento Urbano (ANA, 2009) e Atlas Brasil de Abastecimento Urbano (ANA, 2011) identificaram as necessidades a serem atendidas para abastecimento urbano.

A transposição do S. Francisco se enquadra bem nesse grupo de ações. O PISF prevê duas captações (Eixo Norte e Eixo Leste) no rio São Francisco, localizadas a jusante da barragem da UHE Sobradinho, com a finalidade de complementar a oferta e a segurança hídrica local para o atendimento a múltiplos usos dos recursos hídricos. As vazões consideradas são apresentadas a seguir:

- Vazão firme contínua (24h/dia) disponível para bombeamento (ambos os eixos): 26,4 m³/s (vazão outorgada pela ANA);
- Vazão máxima instantânea de captação: 99,0 m³/s no Eixo Norte e 28 m³/s no Eixo Leste;
- Vazão média diária máxima de captação: 89,1 m³/s no Eixo Norte e 25,2 m³/s no Eixo Leste.

A implementação do PISF permitirá grandes ganhos de eficiência na utilização dos reservatórios localizados nos rios receptores e poderá viabilizar a oportunidade de interligação de alguns sistemas adutores (construídos e previstos) aos Eixos Norte e Leste, tendo em vista, por exemplo, a redução dos custos de energia elétrica necessária ao bombeamento. Nesse contexto, destacam-se as obras complementares decorrentes da implantação do Eixo Leste do PISF, constituídas pela Adutora do Pajeú e pelo Sistema Adutor do Agreste, ambas no estado de Pernambuco.

- A Adutora do Pajeú, com previsão de duas tomadas d'água principais, uma na barragem de Itaparica e outra no Eixo Leste do PISF, na altura do município de Sertânia/PE, atenderá a 18 municípios de Pernambuco e 8 municípios da Paraíba, beneficiando quase 300 mil pessoas;
- O Sistema Adutor do Agreste terá 1.030 km de extensão, sendo composto por canais, aquedutos, túneis, tomadas d'água de uso difuso e estações de bombeamento, atendendo, com água tratada, a uma população de 1,9 milhões de habitantes de 61 municípios do agreste pernambucano.

Quando se consideram essas duas novas adutoras propostas, a quantidade de municípios abastecidos diretamente pelo rio São Francisco ultrapassará 200, atendendo a uma população de 5,6 milhões de pessoas em 2025.

Além do PISF, no âmbito do governo federal e dos estados, existe uma série de empreendimentos destinados à transposição de vazões para bacias com déficits hídricos para o atendimento a usos múltiplos. Algumas dessas obras, caso sejam implementadas, podem modificar o cenário de atendimento, particularmente nos estados de Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Paraíba, Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte.

No caso dos três primeiros, encontram-se em fase de estudos pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF), em parceria com os próprios estados, cinco empreendimentos que objetivam a utilização da água para usos múltiplos, principalmente irrigação. Tais obras, dependendo da concepção final de projeto, interferem no planejamento de outras alternativas de abastecimento de água para uso humano. São eles o Canal do Sertão Alagoano, o Empreendimento Canal do Xingó, localizado no estado de Sergipe, o Canal do Sertão Pernambucano e, também localizados no estado de Pernambuco, o Canal Terra Nova e o Canal Arco-Íris.

Destes, o Canal do Sertão Alagoano encontra-se em execução. O arranjo geral do Canal do Sertão Alagoano contempla o atendimento a 26 perímetros de irrigação e mistos ao longo da "Faixa Beneficiável", a agropecuária de sequeiro (considerada como "demanda difusa"), a piscicultura e o abasteci-



mento urbano e rural. Entende-se por Faixa Beneficiável dois limites marginais envolvendo as manchas de solos irrigáveis mais próximas, abrangendo, como regra geral, uma faixa de 10 km para cada lado ao longo do alinhamento do canal. Com sua implementação, prevê-se a readequação dos sistemas integrados do Alto Sertão e da Bacia Leiteira, que atualmente captam diretamente no rio São Francisco.

Na Paraíba, o eixo de integração entre as bacias dos açudes Acauã e Araçagi tem previsão de 122,4 km de extensão e inclui a construção de seis barragens e a implantação de 10 mil hectares de irrigação ao longo do canal. Além deste, prevê-se um canal de interligação do Eixo Norte do PISF com a Bacia do Rio Piancó.

O estado do Ceará vem implementando uma política de movimentação das águas acumuladas nos reservatórios estratégicos. Este programa é o responsável pela implementação da infraestrutura dos eixos de integração que atualmente estão sendo projetados e construídos no estado. O objetivo principal dos eixos de integração é abastecer os centros urbanos em suas demandas humanas, industriais e turísticas, assim como promover a agricultura irrigada ao longo das manchas de solos situadas próximas aos seus trajetos. Dentre os eixos de integração já implementados ou previstos, destacam-se o Eixo Castanhão/Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), o Eixo Sertão Central, o Eixo Jaguaribe/RMR (Canal do Trabalhador) e o Cinturão das Águas, cuja primeira etapa deverá atender à região do Cariri.

No Rio Grande do Norte, está prevista a Barragem Oiticica, no curso do Rio Piranhas, a montante da Barragem Eng. Armando Ribeiro Gonçalves. O reservatório a ser formado faz parte do planejamento do Eixo de Integração do Seridó que tem por objetivo integrar o rio Piranhas com a bacia do rio Seridó mediante a construção de um canal de integração com 36 km de comprimento, e da interligação com o açude público de Cruzeta, a Barragem Passagem das Traíras e o Açude Itans, em Caicó.

Esforço semelhante deverá ser feito para identificar e realizar os investimentos necessários para esgotamento sanitário, racionalização da produção de resíduos sólidos e sua disposição final. Medidas dessa natureza contribuirão para redução do comprometimento dos escassos estoques de água com a diluição de efluentes ou com sua contaminação.

A região não deverá condescender com atividades industriais hidroativas. Ao contrário, deverá ser estimulada a adoção de programas de redução de consumo e privilegiar a instalação de indústrias que consumam pouca água. Metas de redução devem ser negociadas e estabelecidas para diferentes áreas (começando pelas mais críticas) e instrumentos econômicos devem ser criados para premiar aquelas indústrias que atenderem essas metas. Os órgãos gestores deverão trabalhar o instrumento Outorga de Uso da Água segundo esse conceito e articuladamente com planos de recursos hídricos e zoneamentos econômico-ecológicos do território.

No campo da agropecuária, haverá que tirar partido das potencialidades diferenciadas. O Nordeste oferece grandes possibilidades para a agricultura irrigada no eixo do rio São Francisco, como atestam os diversos perímetros públicos implantados ou em implantação. A bacia do Parnaíba e os importantes aquíferos ali localizados também constituem uma área onde se pode esperar um grande crescimento da produção agropecuária. No setor agrícola, o Nordeste já ofereceu lições históricas de substituição de culturas agrícolas, objetivando redução de consumo sem perda de rentabilidade econômica, com apoio financeiro aos produtores rurais durante o processo de transição. Esse comportamento deverá ser mantido, promovendo-se as adequações onde necessárias, num processo dinâmico, informado pelo sistema de planejamento e gestão dos recursos hídricos e pelos centros de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Nessa mesma linha, muito se pode esperar da pesquisa, quer no melhoramento genético, quer no manejo agrícola, quer na implantação de infraestrutura necessária ao beneficiamento e comercialização, gerando cadeias produtivas com alta eficiência hídrica. As grandes bacias da região – São Francisco e Parnaíba – ainda são um campo aberto, do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, ao crescimento econômico.

Áreas com menor disponibilidade hídrica superficial deverão voltar-se para a água subterrânea, o que poderá exigir um direcionamento de suas atividades econômicas em busca de atividades com menores demandas hídricas unitárias. Nesse sentido, um eficaz gerenciamento da exploração dos recursos hídricos subterrâneos, descentralizada e, ao mesmo tempo, integrada será fundamental. Uma regra básica será subordinar os usos planejados às disponibilidades hídricas e ao nível de escassez verificado nas áreas críticas, que não é o mesmo para todas.

Dentre as vulnerabilidades apresentadas pelos recursos hídricos nordestinos e as ameaças que sobre eles pairam estão questões relacionadas com a qualidade das águas – especialmente no caso de rios temporários: a eutrofização das águas de açudes e o lançamento de efluentes – industriais ou domésticos – diretamente nos corpos hídricos. As capitais nordestinas e suas regiões metropolitanas são particularmente sensíveis à questão do esgotamento sanitário – em parte pela concentração populacional e em parte pela ausência de infraestrutura sanitária – e, como já referido, poderão enfrentar sérios problemas no futuro, o que as coloca em na condição de áreas críticas especiais (elevadas concentrações e carências infraestruturais). A gestão integrada de rios urbanos assume, nesses locais, grande importância para a sustentabilidade ambiental.

Também a falta de proteção às áreas de recargas dos sistemas aquíferos aflorantes em áreas mais fortemente antropizadas pode afetar a qualidade das águas subterrâneas que, como se viu, representam um recurso de excepcional valor para a região.



Nenhum projeto de desenvolvimento regional ou local, setorial ou integrado estará completo se não contemplar ações destinadas a assegurar que a qualidade desse insumo básico não seja afetada negativamente no seu espaço de intervenção.

No campo da gestão dos recursos hídricos, em que os estados do Nordeste progrediram significativamente, há um conjunto de ações a serem tomadas.

Inicialmente, é imprescindível que continue o processo de fortalecimento dos sistemas estaduais de gestão dos recursos hídricos e de capacitação de seus técnicos. É preciso assegurar a inteligência da gestão, de forma a tomar as decisões certas e fazer com que elas aconteçam, compatibilizando os recursos naturais com as atividades econômicas no território. Essa gestão deverá manter permanente diálogo com os órgãos ambientais e os responsáveis pelas políticas setoriais que guardem envolvimento com os usos da água.

A efetividade da gestão implica instrumentos eficazes, velocidade de resposta, antecipação aos problemas, proatividade, incorporação de novos conhecimentos ao processo de classificação, escolhas e decisões. O desenvolvimento econômico do Nordeste, devido às características singulares da região no que respeita aos recursos hídricos, requer que se implementem subsistemas de gerenciamento específicos e integrados entre si, como de águas subterrâneas, proteção e eficiência de áreas de recarga, qualidade e proteção da água de açudes e reservatórios, racionalização de usos, etc.

Os instrumentos de gestão previstos na Lei 9.433 e nas leis estaduais deverão ser implementados e orientados para responder aos desafios do desenvolvimento regional. Particular atenção deve ser dada ao monitoramento das condições dos recursos hídricos – vazões, níveis d'água, parâmetros de qualidade – e à montagem de um sistema de informações que oriente avaliações, decisões e planejamentos futuros.



Capítulo 5

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: usos, balanço hídrico, gestão e desafios

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho¹, Ana Paula Fioreze²,
Bruna Craveiro de Sá Mendonça³, Ciro Garcia Pinto⁴,
Márcia Regina Silva Cerqueira Coimbra⁵

Caracterização geral da bacia

Rio dos Currais, Rio da Unidade Nacional, Velho Chico, o Rio São Francisco é o maior rio totalmente brasileiro e exerceu importância histórica na ocupação e no desenvolvimento do Nordeste brasileiro. Durante muito tempo, foi o principal meio de comunicação, com uso de embarcações movidas a vapor, entre o Sudeste e o Nordeste e possibilitou a evolução das atividades econômicas na região, como a mineração, a criação de gado, a implantação de indústrias, a agricultura em suas margens e a agricultura irrigada.

O São Francisco é o terceiro maior rio do Brasil, com nascentes na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e percurso de 2.696 km até a sua foz no Oceano Atlântico, na divisa de Alagoas e Sergipe (ANA et al, 2004). Sua bacia hidrográfica ocupa 8% do território nacional (638,576 km²), estendendo-se pelos estados de Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, Sergipe e o Distrito Federal. Engloba 503 municípios, dos quais 451 têm sede na bacia. A maior parte da área da bacia hidrográfica do São Francisco encontra-se nos estados da Bahia (48,2%) e de Minas Gerais (36,8%).

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (BHRSF) divide-se, de acordo com seu Plano Decenal de Recursos Hídricos (ANA et al, 2004), em quatro regiões fisiográficas (Figura 5.1), a saber: Alto São Francisco (da nascente até a cidade mineira de Pirapora, com 702 km de extensão); Médio São

1 Superintendente de Usos Múltiplos da Agência Nacional de Águas (ANA)

2, 3, 4, 5 Agência Nacional de Águas (ANA)

Francisco (de Pirapora até a cidade baiana de Remanso, com 1.230 km de extensão); Submédio São Francisco (de Remanso até a cidade baiana de Paulo Afonso, com 550 km de extensão); e Baixo São Francisco (de Paulo Afonso até a foz, com 214 km de extensão).



Figura 5.1 – Divisão fisiográfica da bacia do São Francisco (ANA et al, 2004).

A normal climatológica, que compreende o período de 1961 a 1990, indica uma precipitação média na BHRSF de 1.036 mm, variando de menos de 600 mm, na região semiárida, a 1.400 mm nas nascentes, no Alto São Francisco (Figura 5.2). As diferenças nos níveis de precipitação acabam por caracterizar uma passagem do clima subúmido para o Semiárido, apresentando uma diversidade de paisagens e biomas que vão desde a Caatinga, ao norte, passando pelo Cerrado (bioma predominante) e indo até a floresta estacional semidecidual, ao sul. No período de 1961 a 2007, a BHRSF apresentou média anual de precipitação de 1.003 mm, a menor entre as regiões hidrográficas brasileiras⁶ (ANA, 2009).

⁶ De acordo com a Divisão Hidrográfica Nacional, dada pela Resolução n° 32, de 15 de outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), o Brasil encontra-se dividido em doze regiões hidrográficas.

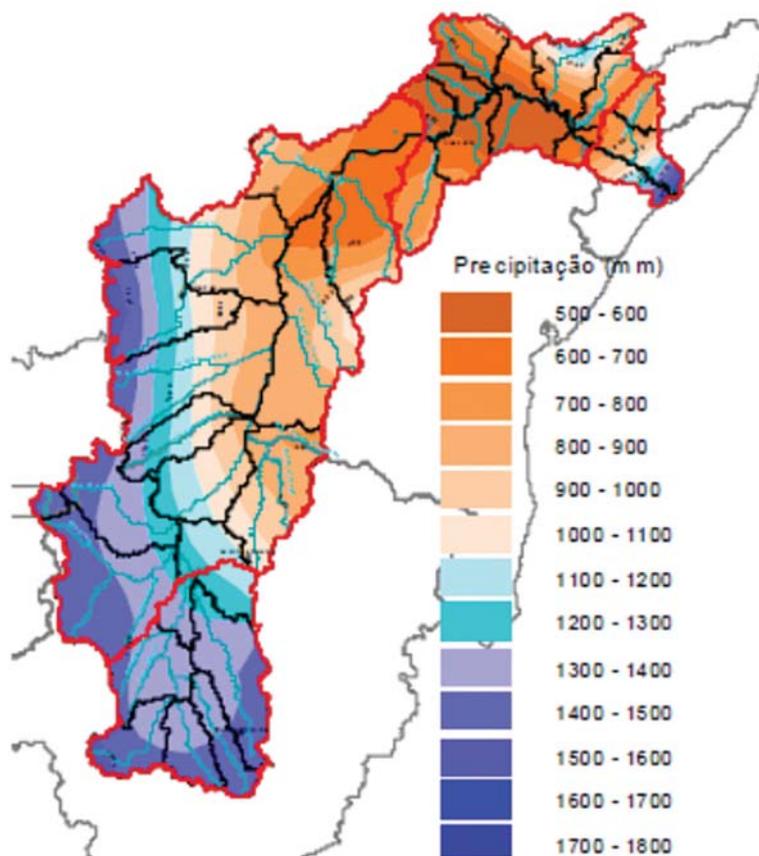


Figura 5.2 – Precipitação média anual na BHRSF, entre 1961 a 1990. (ANA et al, 2004).

Mais da metade da área da BHRSF está inserida na região do Semiárido (57%), que se caracteriza por baixos níveis de precipitação e baixa disponibilidade hídrica (Figura 5.3). Embora os níveis de precipitação sejam reduzidos no Semiárido, as secas nessa região caracterizam-se não pela falta de chuva, mas pela irregularidade em sua distribuição temporal e pelos elevados níveis de evaporação. Os valores médios anuais de precipitação podem ocorrer em um só mês ou ser distribuídos de forma irregular nos três a cinco meses do período chuvoso, impactando, principalmente, a agricultura de subsistência, setor da economia bastante vulnerável às condições climáticas.

No outro extremo, estão as enchentes. Embora possam acontecer em rios intermitentes, são mais frequentes no Alto São Francisco, ocorrendo no período de dezembro a março, época em que são intensificados os procedimentos para o controle de cheias, como a operação dos reservatórios e o sistema de alerta.

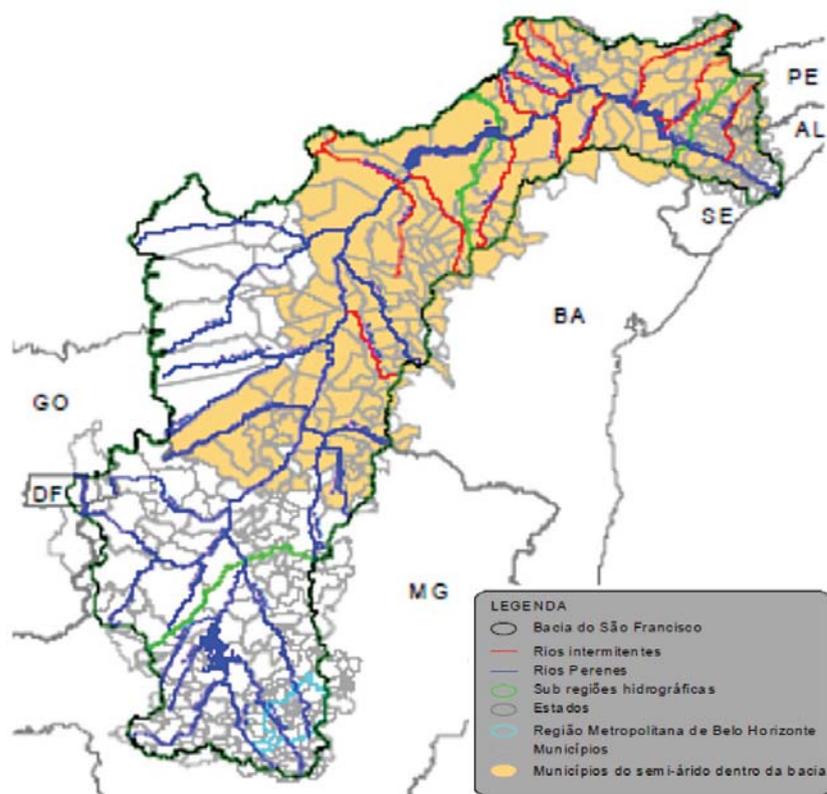


Figura 5.3 – Região semiárida na BHRSF (ANA et al, 2004).

Os problemas ocasionados pelas enchentes estão principalmente relacionados à urbanização e ao extravasamento das águas para o leito maior e para a planície de inundação, principalmente nas cidades localizadas às margens do rio, causando significativo impacto no cenário nacional, devido à elevada densidade demográfica nessas regiões. A principal enchente de que se tem notícia na bacia, em termos de magnitude das vazões e dos prejuízos causados, ocorreu entre o fim de janeiro e o início de fevereiro de 1979 (GONDIM Fº et al, 2004).

A BHRSF responde por cerca de 70% da oferta de águas superficiais do Nordeste brasileiro. Apesar da imponência de seu curso d'água principal, a bacia é formada por diversos afluentes intermitentes, que são maioria no Submédio e no Baixo São Francisco, além de parte do Médio (Figura 5.4). A principal contribuição hídrica para a bacia vem de Minas Gerais, com 73,5%. A Bahia fornece 20,4% e os outros estados, os 6,1% restantes, reflexo da precipitação baixa e irregular na região semiárida (ANA et.al, 2004).

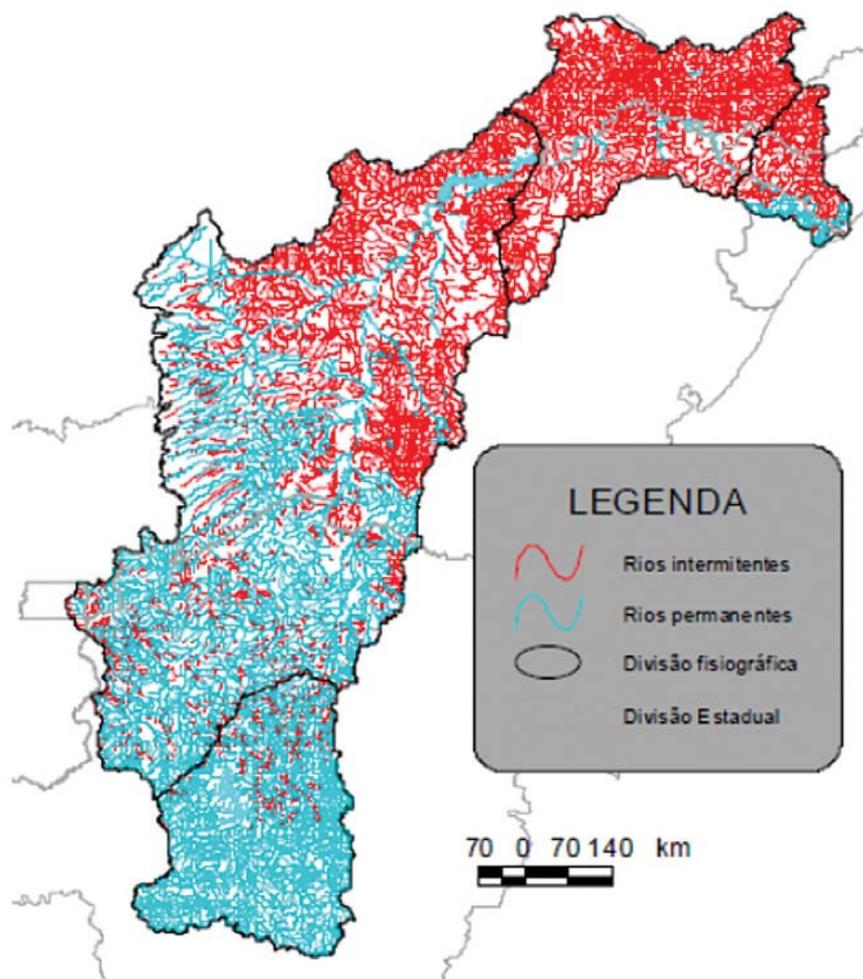


Figura 5.4 – Rios permanentes e intermitentes na BHRSF (ANA et al, 2004).

O relatório *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2009*⁷ reúne informações que caracterizam a disponibilidade de recursos hídricos e sua distribuição espacial e temporal na BHRSF. O rio São Francisco apresenta vazão média natural⁷ de 2.846 m³/s, com vazão de estiagem natural (Q₉₅) de 852 m³/s. A disponibilidade hídrica, que considera a regularização por reservatórios e a vazão incremental de estiagem, é de 1.886 m³/s (Figura 5.5). Ao longo do ano, a vazão média mensal pode variar

⁷ O Médio e o Alto São Francisco contribuem com 53% e 42% da vazão natural do rio São Francisco, respectivamente, enquanto o Submédio responde por 4% e o Baixo, por apenas 1% da vazão.

de 1.077 m³/s a 5.290 m³/s. Os menores valores de descarga costumam ser observados entre os meses de setembro e outubro. Já as maiores descargas são observadas em março.

Avaliada em sua totalidade, consideradas as vazões na foz, a bacia apresenta boa disponibilidade hídrica *per capita*, com trechos com mais de 10.000 m³/hab/ano. Entretanto, a região semiárida, com muitos rios intermitentes e precipitação escassa e irregular, apresenta trechos com disponibilidade *per capita* inferior ao que a Organização das Nações Unidas indica como suficiente ao pleno desenvolvimento humano, de 2.000 m³/hab/ano. Várias regiões na bacia podem ser classificadas como de estresse ou escassez hídrica.



Figura 5.5 – Disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio São Francisco (ANA, 2011).

Há, na BHRSE, reservas de água subterrânea que constituem fonte alternativa de água importante frente à escassez hídrica superficial em situações localizadas, embora não suficientes e com frequentes problemas de salinidade. O sistema aquífero Urucuia-Areado merece destaque por



representar cerca de 40% das reservas de águas subterrâneas na bacia e por sua capacidade de manutenção dos cursos de água superficiais na região em que se localiza (oeste baiano e região de fronteira dos estados vizinhos).

A BHRSF, com população de aproximadamente 14,1 milhões de habitantes, apresenta acentuados contrastes sociais, econômicos e culturais, abrangendo áreas de riqueza e alta densidade demográfica e áreas de pobreza crítica, com população bastante dispersa. Na Tabela 5.1 apresenta-se a distribuição da população na bacia.

Tabela 5.1 – Distribuição populacional nas regiões fisiográficas da BHRSF.

Unidade hidrográfica	População			Distribuição na bacia (%)	Urbanização (%)
	Urbana (hab)	Rural (hab)	Total (hab)		
Alto	6.666.817	356.690	7.023.507	49,7	95
Médio	2.209.544	1.300.791	3.510.335	24,8	63
Submédio	1.340.371	801.699	2.142.070	15,1	63
Baixo	775.351	691.950	1.467.301	10,4	53
Total	10.992.083	3.151.130	14.143.213	100	78

Fonte: IBGE, 2011.

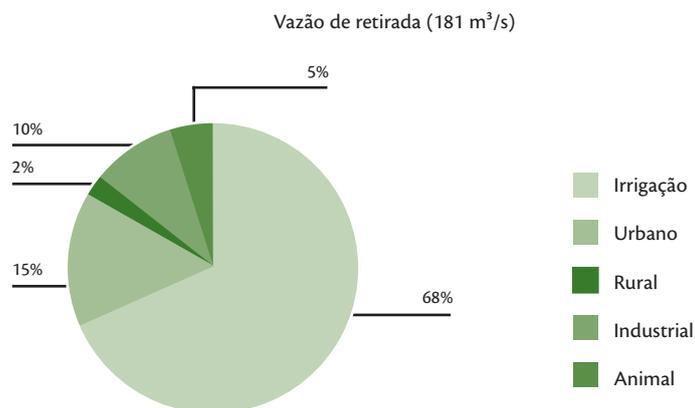
Na região de cabeceiras, há forte urbanização e significativa industrialização da economia. A Região Metropolitana de Belo Horizonte concentra 35% da população em menos de 1% da área da bacia. Muito por isso, na região do Alto São Francisco, observam-se os melhores indicadores de desenvolvimento social e econômico da bacia.

Por outro lado, 80% dos municípios da bacia são de pequeno porte, com população inferior a 30.000 habitantes. Especificamente, na região do Semiárido, onde estão 218 municípios com sede na BHRSF e residem cerca de 5.000.000 de habitantes, 40% da população se encontram dispersos na zona rural. As regiões do Submédio e Baixo São Francisco, inseridas no Semiárido, apresentam índices de desenvolvimento humano que revelam a outra realidade brasileira, com localidades em situação de extrema carência e miséria.

Usos múltiplos da água

A diversidade de usos da água é uma forte característica da BHRSF, o que torna o conceito de usos múltiplos e concorrentes um fato concreto para a gestão dos recursos hídricos. Os principais usos encontrados são: hidroeletricidade, irrigação, navegação, indústria, abastecimento humano e animal, diluição de efluentes, pesca, turismo, lazer, manutenção dos ecossistemas e, em alguns trechos, reservação para controle de cheias.

Os atuais usos consuntivos, caracterizados por não retornarem grande parte das vazões retiradas aos mananciais, correspondem a 10% das retiradas de água do país. No caso da irrigação, especificamente, 14% das retiradas do país são realizadas na BHRSF, onde esse uso predomina tanto em número de empreendimentos quanto em volumes captados (ANA, 2009).



Fonte: ANA, 2011

Figura 5.6 – Distribuição da demanda de recursos hídricos na BHRSF (2006).

Números da Base de Dados do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos, de 2009, mostram que a bacia tem uma demanda total por recursos hídricos de cerca de 181 m³/s. A irrigação é responsável pela retirada de quase 70% dessa vazão, chegando a representar mais de 75% das retiradas de água no Médio, no Submédio e no Baixo São Francisco. No Alto São Francisco, por outro lado, os principais usos são o urbano e o industrial, correspondendo a mais de 66% das vazões retiradas nessa região fisiográfica. Na Figura 5.6, observa-se a distribuição da demanda dos recursos hídricos na bacia.



Irrigação

Estima-se que existam, atualmente, na BHRSF, oito milhões de hectares com culturas temporárias e permanentes. Outros dez milhões de hectares estão ocupados com pastagens (ANA et al, 2004). O potencial de irrigação na bacia, identificado pelo Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco (PLANVASF) (1986), é de 8,1 milhões de hectares. De acordo com os levantamentos mais recentes, a bacia conta com 514.000 ha de área irrigada, que captam pouco mais de 120 m³/s (demanda anual média). Cerca de 50% da área irrigada concentram-se no Médio São Francisco. A irrigação representa a maioria das outorgas emitidas em Minas Gerais (76%) e na Bahia (93,9%).

Com mais de 130.000 ha de área implantada, os perímetros públicos de irrigação têm papel determinante como vetores do desenvolvimento socioeconômico, ao viabilizar a produção de alimentos, gerando renda e melhorando a qualidade de vida da população.

No Submédio São Francisco, está localizado o Projeto Nilo Coelho, onde a agricultura irrigada é praticada numa faixa de 10 km junto ao rio São Francisco e seus afluentes, favorecendo o cultivo de frutas e hortaliças, que se destaca pela associação com um complexo agroindustrial, visando, principalmente, ao mercado externo. Os projetos de irrigação na bacia do rio Verde Grande também figuram entre as áreas de maior demanda de água para irrigação.

Assim como os perímetros públicos, a irrigação privada tem grande importância na bacia. Um dos principais polos de desenvolvimento está situado no oeste baiano. Nessa região, nas bacias dos rios Grande e Corrente, estão instalados 145.701 ha de área irrigada por pivô central. Destaca-se, ainda, a irrigação na bacia do rio Preto, no Distrito Federal, e em Minas Gerais, nos municípios de Paracatu e Unaí, onde há uma grande concentração de equipamentos de irrigação do tipo pivô central.

Na região do Semiárido, importantes investimentos privados se instalaram a partir de empreendimentos públicos, como no caso do polo de Juazeiro e Petrolina, e contaram com o acesso a recursos financiados a taxas de juros mais vantajosas, com o fornecimento de infraestrutura e com o estímulo da demonstração de viabilidade da agricultura irrigada, dado pelos perímetros públicos.

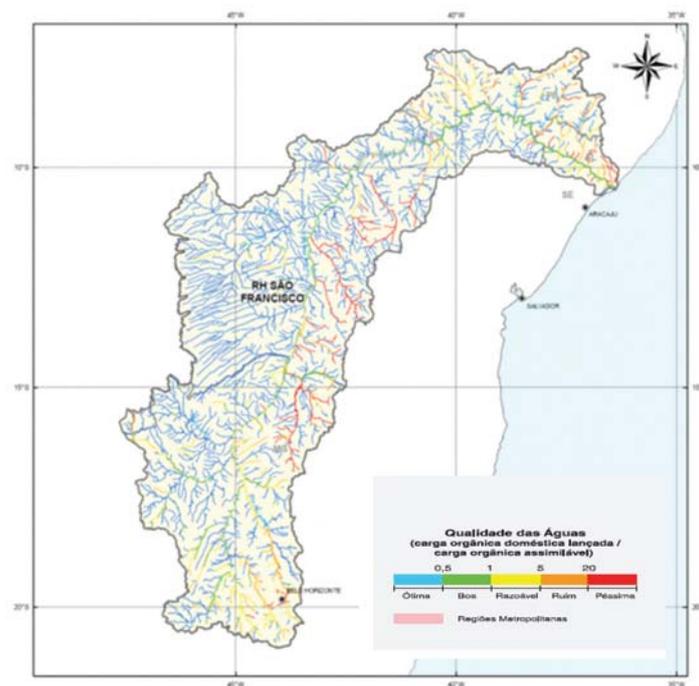
Saneamento

Bons níveis de saneamento básico são observados principalmente no Alto São Francisco (fora da região Nordeste). Os indicadores de saneamento verificados nessa região acabam por mascarar a

realidade da bacia, deixando de revelar graves problemas nas regiões do Médio, Submédio e Baixo São Francisco, que abrigam elevado percentual de população dispersa e sem atendimento.

O atendimento urbano de água na BHRSF abrange mais de 96% da população (ANA, 2009). Esse índice de atendimento, o terceiro melhor entre as regiões hidrográficas brasileiras, não reflete a realidade da bacia, pois sofre influência direta dos bons indicadores de saneamento verificados no Alto São Francisco, principalmente na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Em contrapartida, nas regiões do Submédio e do Baixo São Francisco, há municípios com baixa cobertura de água (menos de 60% da população atendida no município), forçando a busca por outras fontes, nem sempre em condições de qualidade condizentes com as necessidades humanas a que se destinam (ANA et al, 2004). A existência de população dispersa e a escassez hídrica nessas regiões representam obstáculos à universalização do acesso à água.



Fonte: ANA, 2011

Figura 5.7 – Relação entre carga orgânica de esgoto doméstico e carga assimilável por diluição na bacia do rio São Francisco.



Na BHRSF, 50,8% da população urbana têm seu esgoto coletado. Considerando o volume total, no entanto, dos 669.000.000 m³ de esgoto produzido na bacia a cada ano, 239.000.000 m³ (35%) são coletados e somente 81.000.000 m³ (12%) são tratados (ANA, 2009). A coleta de esgoto é ainda deficitária e discrepante entre as regiões. Enquanto no Alto São Francisco quase 80% da população urbana são atendidos com coleta de esgoto, no Baixo São Francisco pouco mais de 23% recebem esse serviço. No Médio e no Submédio, a coleta de esgoto chega a 35% e 58% da população urbana, respectivamente.

Na região que compreende o Semiárido, a presença de rios intermitentes, com reduzida ou nenhuma capacidade de autodepuração, dificulta a diluição de efluentes, uma vez que há vazões para tal uso somente em parte do ano. Essa característica, associada aos baixos níveis de coleta e tratamento de efluentes, agrava a situação da qualidade das águas (ANA et al, 2004).

Na Figura 5.7, apresenta-se a relação entre a carga orgânica doméstica lançada nos rios e sua capacidade de assimilação, observando-se que os piores índices localizam-se na região próxima a Belo Horizonte, devido à densidade populacional elevada, e nos rios intermitentes do Baixo, Submédio e parte do Médio São Francisco.

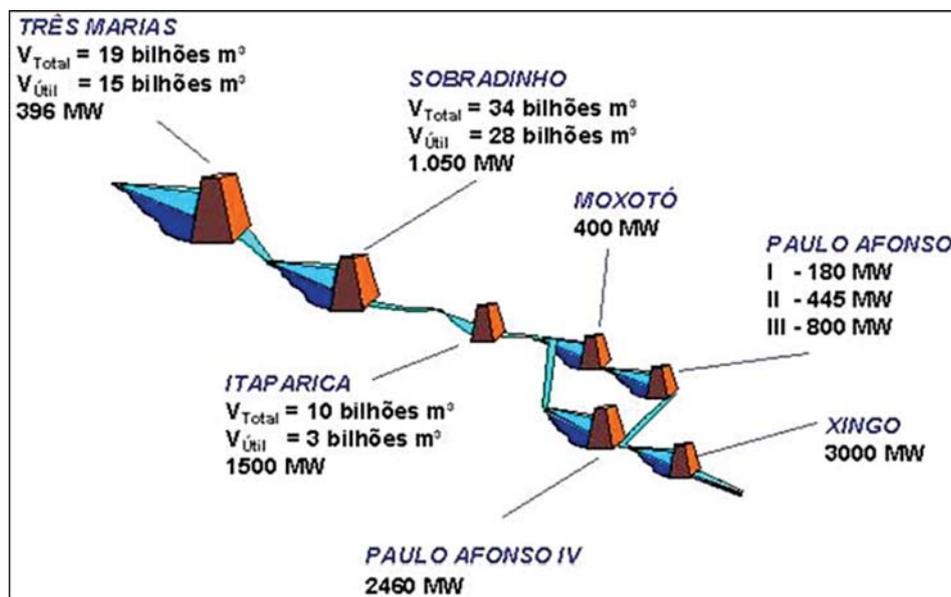
A coleta de lixo chega a mais de 90% da população urbana no Alto e a mais de 80% no Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Apesar dos níveis razoáveis de coleta, apenas cerca de 7% dos municípios dão tratamento e disposição final adequados aos resíduos sólidos urbanos.

Hidroeletricidade

O aproveitamento do potencial hidráulico para a produção de energia elétrica é uma das principais utilizações da água na BHRSF. Os primeiros esforços para a construção de hidrelétricas na região remontam a 1913, época em que foi construída a hidrelétrica Angiquinho, posteriormente denominada Delmiro Gouveia. A partir de 1948, com a criação da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), uma série de hidrelétricas passou a ser construída ao longo do rio São Francisco (Figura 5.8).

Dados de dezembro de 2005 indicam que a BHRSF é a terceira em geração no país, atrás somente das bacias hidrográficas do Paraná e do Tocantins-Araguaia. O potencial hidrelétrico instalado na bacia é de 10.290 MW, ou seja, 13% do total do país. A BHRSF apresenta um dos maiores índices de aproveitamento do potencial hidráulico entre as bacias hidrográficas brasileiras: com relação ao total (que considera aproveitamento, inventário e estimativa), 62% encontram-se aproveitados. O potencial inventariado, ainda não aproveitado, na bacia é de 5.550 MW, tendo sido estimados outros 1.917

MW (MME/EPE, 2007). Está em estudo a construção de três novas usinas hidrelétricas: Riacho Seco, de 290 MW, e Pedra Branca, de 300 MW, no Submédio, e Pão de Açúcar, de 240 MW de potência, no Baixo São Francisco.



Fonte: ANA et al, 2004.

Figura 5.8 – Principais reservatórios situados no rio São Francisco.

O rio São Francisco constitui a base do suprimento hidrelétrico do Subsistema Nordeste do Sistema Interligado Nacional (SIN). A infraestrutura hidrelétrica do Nordeste, particularmente da BHRSF, contribui para o crescimento econômico da região e tem possibilitado importantes mudanças na estrutura de produção com notável crescimento das atividades urbanas, como indústrias e serviços.

Na BHRSF, estão localizados reservatórios com importante capacidade de regularização de vazões, com destaque para Santa Maria e Sobradinho. A regularização de vazões, promovida por esses reservatórios, afasta o escoamento do rio São Francisco de seu hidrograma natural (Figura 5.9).

Dessa forma, o efeito observado a jusante dos aproveitamentos, especialmente nas regiões fisiográficas do Submédio e Baixo São Francisco, compreende vazões mais uniformes, ao longo do ano, comparadas ao regime de fluxo anterior do rio, sem variações tão bruscas de estiagens ou cheias



(Figura 5.10). Assim, nos anos chuvosos ou em períodos chuvosos, os reservatórios guardam água para enfrentamento de anos mais secos ou períodos mais secos, o que faz com que as populações ribeirinhas a jusante do reservatório de Sobradinho, por exemplo, tenham a sensação de que o rio está “morrendo”, comparado com sua pujança anterior à construção da barragem.

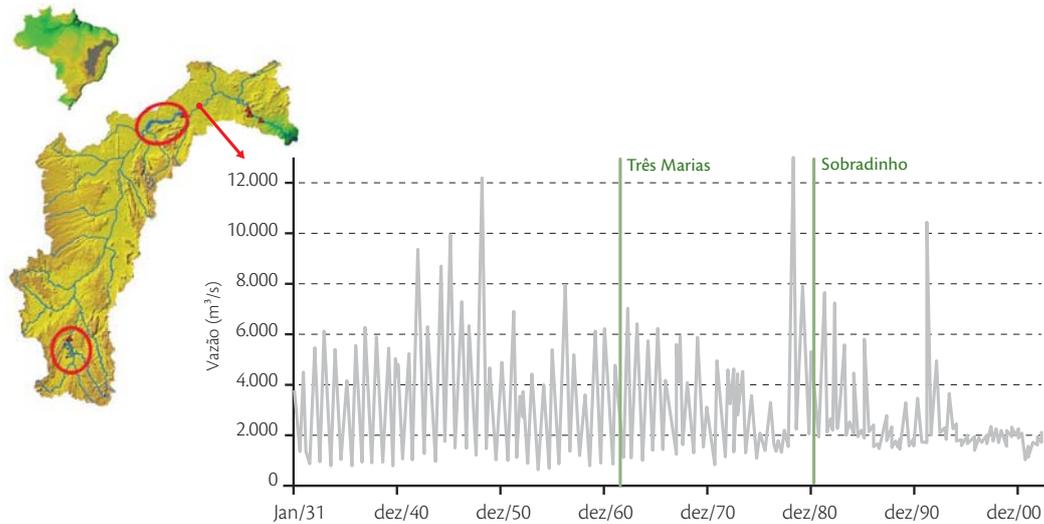


Figura 5.9 – Evolução da vazão no posto de Juazeiro/BA.

Consequência desse mesmo processo, o aumento da vazão defluente no período seco proporcionou a redução de estiagens, o que beneficiou a agricultura irrigada em vários pontos da bacia e permitiu o controle de inundações anteriormente frequentes. Por outro lado, a alternância de vazões e a existência de picos de cheia permitiam uma variabilidade de ambientes propícia à reprodução de espécies de peixes, especialmente nas lagoas marginais que se formavam na recessão do rio. Após a construção dos reservatórios, observou-se uma redução no número de espécies de peixes nos trechos a jusante desses, afetando a atividade pesqueira. Especificamente no Baixo São Francisco, além dos efeitos na pesca, a cascata de barragens alterou o fluxo de sedimentos e permitiu a penetração da cunha salina⁸.

⁸ Massa de água salgada de grande longitude e seção em forma de cunha apoiada na base do aquífero costeiro e com o vértice (linha de interseção entre o limite inferior do aquífero costeiro e a interface água doce/água salgada) voltado para terra. A forma da cunha salina é consequência do fato de a densidade da água salgada ser maior que a da água doce.

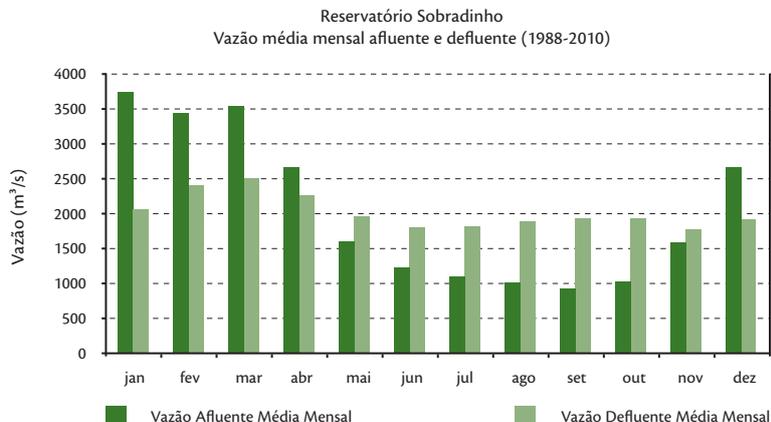


Figura 5.10 – Vazão média mensal afluyente e defluyente do reservatório de Sobradinho.

Embora haja demandas para praticar um hidrograma mais próximo do natural para manutenção dos ecossistemas aquáticos (hidrograma ecológico), é possível que as necessidades impostas à operação dos aproveitamentos hidrelétricos não permitam que se alcance esse objetivo na BHRSF. A redução da relação entre capacidade de regularização e potência instalada, decorrente da entrada em funcionamento de aproveitamentos a fio d'água no SIN, aumentou a importância da operação de reservatórios de regularização. Esses reservatórios têm o papel de, ao armazenar água, armazenar também energia para a geração em períodos ou anos mais secos em outras regiões do país. Dessa forma, é possível que os volumes acumulados venham a ser explorados em seu limite e que o hidrograma natural do rio seja alterado a ponto de inverter os períodos de baixa e alta vazão.

Entre os impactos decorrentes da ocupação do solo na BHRSF, destacam-se os processos de erosão, arraste de sedimentos e assoreamento dos rios, bem como a consequente retenção de sedimentos nos reservatórios para geração de energia elétrica. Estudos revelam que a maior produção de sedimentos ocorre no Alto e Médio São Francisco, onde estão localizados os maiores tributários. As barragens impactam o fluxo hidrossedimentológico, ao reter grande parte da carga de sedimentos, impedindo que alcance o Baixo São Francisco. Até Sobradinho, o rio São Francisco apresenta altas cargas de sedimentos, o que não é observado a jusante desse reservatório.

Controle de cheias

As enchentes decorrentes do extravasamento da calha em grandes bacias, como é o caso da bacia do rio São Francisco, caracterizam-se por uma duração que pode ser da ordem de semanas, causadas



pela sobrelevação dos níveis dos principais rios da bacia e consequente alagamento das suas várzeas, após um período de chuvas frontais.

Ao longo do rio São Francisco, o controle das enchentes é feito aproveitando a capacidade de amortecimento de cheias das grandes barragens de usos múltiplos, operadas pelo setor elétrico, aliada à construção de diques longitudinais para proteção das comunidades ribeirinhas.

Três Marias, Sobradinho e Itaparica são as únicas barragens que desempenham papel de controle de cheias. Os demais barramentos existentes no curso principal do rio São Francisco pouco influenciam em seu regime de vazões médias, pois operam a fio d'água ou com regularização horária.

Em parte do Médio, no Submédio e no Baixo São Francisco, as enchentes são controladas pelos reservatórios das usinas de Três Marias e Sobradinho. Em geral, esses reservatórios conseguem reter volumes de água afluentes em função da alocação de volumes de espera. Atualmente, para Três Marias, há capacidade de amortecer uma cheia afluyente de tempo de retorno (TR) de até 20 anos; já para Sobradinho, a capacidade é para cheias de TR até 10 anos.

Navegação

A navegação fluvial na BHRSF, além de representar uma atividade tradicional, historicamente praticada no início da ocupação da região, tem importância no escoamento de produtos em algumas regiões da bacia. Entre as cargas transportadas, destacam-se minérios (calcário, principalmente), fertilizantes, grãos (especialmente a soja) e outros produtos agrícolas. São relevantes, também, as embarcações turísticas e pequenos barcos de pesca, particularmente no trecho do rio São Francisco mais próximo à foz.

Segundo a Administração da Hidrovia do São Francisco, a navegação na bacia estende-se pelos estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Sergipe. Ocorre no médio São Francisco, com 1.371 km, e em seus afluentes (rio Corrente, rio Grande e rio Paracatu) e no Baixo São Francisco, com 208 km de extensão. A exemplo do que ocorre em outras hidrovias em todo o país, problemas de assoreamento, balizamento e sinalização deficientes, transposição de obstáculos (em especial barragens de usinas hidrelétricas) e instalações portuárias precárias e insuficientes inibem a exploração do potencial de navegação do rio São Francisco e seus afluentes.

Por seu potencial como meio de transporte para a região, a navegação vem sendo planejada de forma integrada e estratégica com os outros modais pelo Plano Nacional de Logística e Transportes

(PNLT), que traz estudos para interligar a Hidrovia do São Francisco com ferrovias que alcançarão os mais importantes polos de produção agrícola e mineral na BHRSF.

Turismo e recreação

A bacia do rio São Francisco é uma região rica em recursos naturais e abriga uma diversidade de culturas, locais históricos, sítios arqueológicos e importantes centros urbanos. Essas características associadas à imensidão do rio e às belezas naturais, como o reservatório de Xingó e a região do Baixo São Francisco, oferecem um grande potencial para o desenvolvimento do turismo, em particular o ecoturismo e os esportes náuticos.

Esse potencial a ser explorado esbarra na falta de profissionalização do turismo e lazer, além dos investimentos necessários em infraestrutura, como estradas, aeroportos, hotéis, restaurantes, saúde e segurança.

Aquicultura e pesca

A pesca é uma atividade econômica importante na bacia, proporcionando confiável fonte de alimento aos ribeirinhos. Atualmente, essa atividade está bastante prejudicada pelo assoreamento dos rios, pelo desvio de seus leitos, provocado pelas atividades econômicas desenvolvidas na bacia, e pelo comprometimento da qualidade da água devido à contaminação. Os barramentos, por alterarem o fluxo natural dos rios, produzem impactos negativos no transporte de sedimentos e nutrientes, particularmente sobre a ictiofauna, reduzindo os estoques pesqueiros de espécies de valor comercial.

A piscicultura tem importância em reservatórios da BHRSF, tanto pelo povoamento de açudes, realizado pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), quanto pela produção em tanques-rede nos reservatórios de geração de energia elétrica. A organização e as condições de trabalho requeridas para a piscicultura, no entanto, diferem do modo de vida tradicional dos pescadores da região, de maneira que nem sempre é bem-sucedida a tentativa de empregá-la em substituição à pesca tradicional na compensação dos impactos ambientais decorrentes da construção de reservatórios.

Outros usos

A mineração, a pecuária e a indústria são usuários de água particularmente importantes no Alto e Médio São Francisco. A maior densidade de ocupação pela indústria está no Alto São Francisco,



na Região Metropolitana de Belo Horizonte, com impactos sobre a quantidade e, principalmente, a qualidade da água a jusante. É importante ressaltar o processo de despoluição por que vem passando o rio das Velhas, um dos principais afluentes pela margem direita, trazendo uma melhoria considerável dos indicadores de qualidade da água.

O uso dos recursos hídricos para a criação de animais tem, relativamente aos demais usos, pouca importância na BHRSF, representando cerca de 5% do total de retiradas. No Cerrado do Alto e Médio São Francisco, desenvolve-se, predominantemente, a pecuária bovina, enquanto, na Caatinga, do Médio ao Baixo São Francisco, encontram-se, também, criações de ovinos e, principalmente, de caprinos.

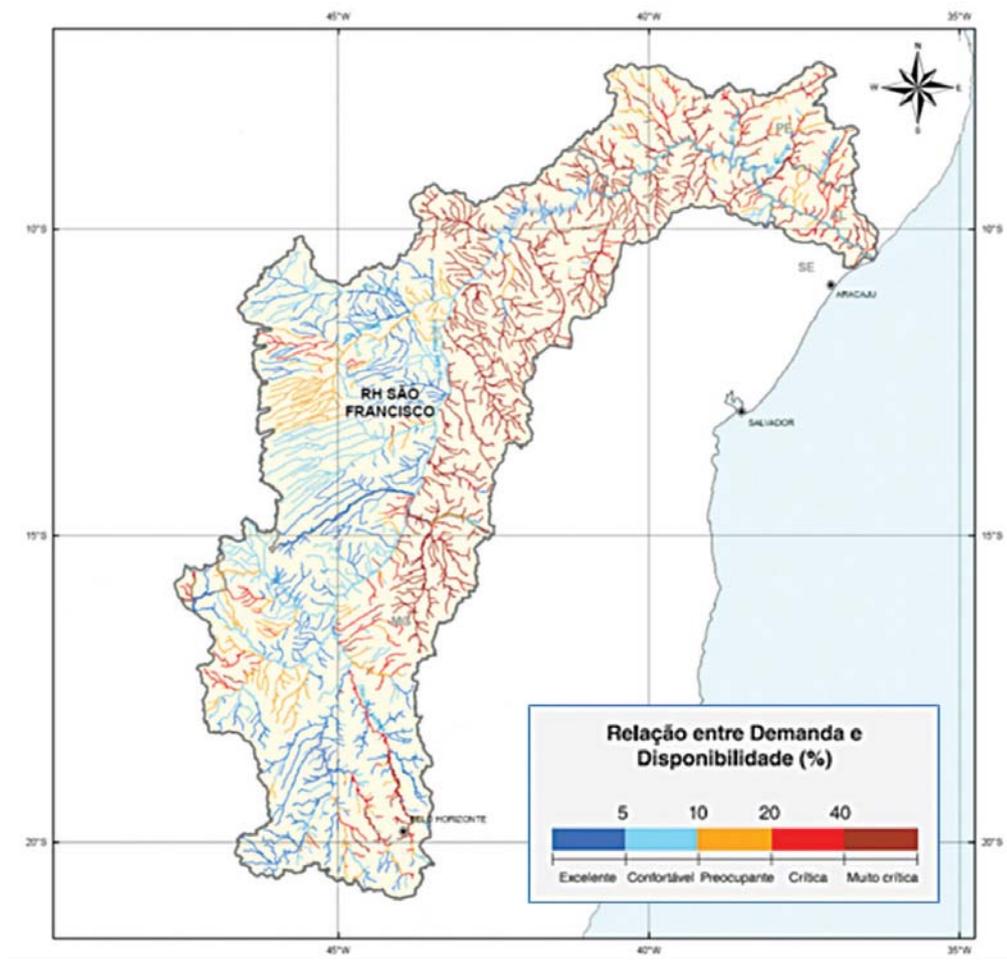
O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, conhecido como Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco, representa uma intervenção significativa na bacia e, muito por isso, mereceu amplos debates, envolvendo toda a sociedade. A obra está sob responsabilidade do Ministério da Integração Nacional e tem por objetivo assegurar a oferta de água a cerca de 12 milhões de habitantes da região semiárida dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Para isso, a Agência Nacional de Águas outorgou ao empreendimento o direito de captar 26,4 m³/s de maneira contínua, o que equivale a 1,4% da vazão garantida pelo reservatório de Sobradinho. Em períodos de excedente hídrico, será possível ampliar a derivação para até 127 m³/s. Pela importância do assunto, a transposição do Rio São Francisco será tratada em capítulo específico deste livro.

Balanco hídrico

Quando se analisa a relação entre as retiradas existentes na bacia e a disponibilidade hídrica na foz do rio São Francisco, a situação pode ser considerada confortável⁹. No entanto, quando o foco aproxima-se das sub-bacias e avança pela porção ocupada pelo Semiárido, são encontrados diversos trechos com situação crítica e muito crítica, em que grande parte da disponibilidade hídrica já se encontra comprometida e onde se observam conflitos pelo uso da água.

Entre as regiões fisiográficas, somente o Alto São Francisco apresenta situação excelente ou confortável em quase 80% dos cursos d'água. No Médio, as situações excelente ou confortável ocorrem em menos da metade da extensão dos rios. Somente 8% dos cursos d'água do Submédio apresentam situação excelente ou confortável. No Baixo, 95% da extensão dos rios têm situação preocupante, crítica ou muito crítica (ANA, 2011). A relação entre demanda e disponibilidade hídrica está demonstrada na Figura 5.11.

⁹ A situação do balanço hídrico das bacias hidrográficas é analisada de acordo com a relação entre demanda e disponibilidade. A situação é considerada excelente quando a relação demanda/disponibilidade é inferior a 5%; confortável quando vai de 5% e 10%; preocupante entre 10% a 20%; crítica entre 20% e 40%; e muito crítica quando é superior a 40% (ANA, 2009).



Fonte: ANA, 2011.

Figura 5.11 – Relação entre demanda e disponibilidade hídrica na BHRSF.

Inserindo-se as reservas de água subterrânea na equação do balanço entre a demanda de água e a disponibilidade hídrica, percebe-se que são insuficientes para suprir a necessidade de água da bacia, e, em grande parte, têm sua qualidade comprometida pela salinidade, principalmente, nas regiões do Submédio e Médio São Francisco, área de ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino Norte, e no Alto São Francisco, onde se associam as altas demandas à ocorrência do Cristalino Sul e do Bambuí.



A disponibilidade limitada de água e a elevada demanda ocasionam conflitos pelo uso dos recursos hídricos, que têm como vetores principais a existência de rios intermitentes, predominantes na região do Semiárido, a concentração de regiões de irrigação, o lançamento de efluentes sem tratamento adequado e os impactos de reservatórios sobre o escoamento do rio.

Na região do Submédio do São Francisco, por exemplo, observam-se conflitos relacionados à agricultura irrigada e ao abastecimento humano na sub-bacia do rio Salitre e na margem esquerda do rio São Francisco. A alocação negociada da água aparece como uma possibilidade para dirimir esses tipos de conflitos.

Por sua vez, conflitos relacionados com o comprometimento da qualidade da água estão presentes em praticamente toda a BHRSF. No Alto São Francisco, o fator determinante é a alta concentração urbana e industrial, com produção e lançamento de grandes quantidades de efluentes. No Médio e Submédio, o principal problema é a reduzida capacidade de autodepuração dos rios devido à intermitência, conflitando com outros usos, como o abastecimento humano e a irrigação.

Gestão dos recursos hídricos e desafios para sua implementação

Como posto anteriormente, a BHRSF abrange diferentes características físicas, que acabam por dar origem a paisagens e ambientes bastante diferentes. Observa-se também grande diversidade social, econômica e cultural entre as populações que ali vivem. De um lado, comunidades extremamente urbanas e industriais, com fácil acesso aos serviços de saneamento, e, de outro, populações dispersas na zona rural, com complicado acesso a fontes seguras de água para seu abastecimento. Por estas razões, e pela multiplicidade de atores envolvidos, são verificados, nesta bacia, necessidades distintas, interesses divergentes e diferentes níveis de capacidade de planejamento e execução de ações, influenciando diretamente o gerenciamento de seus recursos hídricos.

A adequada gestão dos recursos, na BHRSF, deve trabalhar as peculiaridades ali existentes, lidando com desafios impostos tanto por fatores internos quanto por condições criadas por forças não necessariamente relacionadas às decisões tomadas internamente. Neste sentido, os principais desafios colocados para a gestão de seus recursos hídricos passam pelo fortalecimento e harmonização das capacidades institucionais no processo de decisão e implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Como desafios consequentes de decisões e condições externas ao seu processo de gestão, destacam-se a operação dos reservatórios no SIN, a operação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) e a mudança do clima.

Sobre a operação dos reservatórios do SIN, é preciso observar que a redução da relação entre a capacidade de acumulação do sistema elétrico e a energia gerada, decorrente da política de construção de aproveitamentos a fio d'água, poderá ter efeitos importantes na operação dos reservatórios com capacidade de regularização. Isto porque tais reservatórios deverão compensar as variações sazonais de vazão e de turbinamento observadas nas usinas com operação a fio d'água, provocando flutuações de nível, volume e vazão de saída mais intensos e, possivelmente, afetando usos dentro e a jusante dessas estruturas.

O reservatório de Sobradinho, na bacia do São Francisco, é um dos principais reservatórios de regularização do Sistema Interligado Nacional. Há discussões quanto ao hidrograma a ser mantido na saída do reservatório, com pressões de ambientalistas e pescadores para que o hidrograma se aproxime da condição natural do rio, em contraposição às necessidades do setor elétrico. O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco adotou a vazão média diária de 1.300 m³/s, como vazão mínima ecológica na foz. Entretanto, as secas e as necessidades do setor elétrico, por algumas vezes, motivaram a flexibilização desse valor, chegando, em 2002, a reduzir para 1.000 m³/s a defluência mínima na cascata do rio São Francisco, a partir de Sobradinho.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, que deverá entrar em operação nos próximos anos, constitui decisão externa aos atores da BHRSF e, desde sua concepção, tem sido motivo de controvérsias. A operação desse sistema demandará articulação com entes externos à bacia e merecerá atenção por sua complexidade.

Ainda entre os desafios para o gerenciamento dos recursos hídricos na Bacia do São Francisco, estão os impactos decorrentes de uma possível mudança do clima, discussão que tem se tornado presente nos últimos anos. Estudos já realizados, utilizando alguns modelos climáticos disponíveis e diferentes escalas, apontam para o aumento da temperatura média e tendência de redução na precipitação e no escoamento, colocando o Semiárido brasileiro em condição de muita vulnerabilidade à mudança global do clima (IPCC, 2007; MARENCO e VALVERDE, 2007; SALATI, 2008). A magnitude desses impactos nas escalas necessárias para a tomada de decisão, contudo, é ainda bastante contraditória, especialmente quando observadas as diferenças entre os prognósticos dos diferentes modelos para as chuvas e vazões na região.

Entretanto, independentemente das incertezas envolvidas na mensuração dos impactos da mudança climática futura sobre o regime hídrico na bacia hidrográfica do rio São Francisco, a escassez de recursos e a existência de áreas deficitárias na gestão dos recursos hídricos indicam ser necessário adotar medidas



de adaptação “sem arrependimento” (*no regrets*)¹⁰. Entende-se por tais medidas aquelas dirigidas à solução de problemas associados à variabilidade climática existente, enquanto, ao mesmo tempo, aumenta a resiliência às futuras mudanças climáticas. Ou seja, enfrentando-se os problemas atuais, como o acesso ao saneamento ambiental, inclusive para a população rural dispersa, e a ocupação inadequada de áreas frágeis e suscetíveis, aumentar-se-á a capacidade da sociedade e da economia para lidar com as alterações esperadas, como o aumento da frequência e intensidade dos eventos críticos de secas e enchentes.

Uma decorrência importante da variabilidade natural do clima e da mudança climática é a possível aquisição de não estacionariedade pelas séries hidrológicas. O planejamento da infraestrutura hídrica é realizado com base na premissa de que as estatísticas das séries observadas são representativas do futuro por manter alguns atributos estatísticos (séries estacionárias).

Estudo realizado por Tröger et al. (2004) investigou a aceitação da hipótese de estacionariedade das séries de vazões naturais das usinas hidrelétricas de Três Marias e Sobradinho para o período 1931-2001. Com base nos testes estatísticos realizados, não foram observadas evidências para rejeição da hipótese de estacionariedade da série de vazões médias anuais naturais dos reservatórios estudados. Na Figura 5.12, é apresentado o fluviograma médio anual (ano hidrológico) da usina hidrelétrica de Sobradinho e seu desvio com relação à média de vazões do período abrangido pelo estudo. Pode-se observar que a série considerada não apresenta tendências importantes, ou quaisquer mudanças de comportamento que possam caracterizar uma ruptura.

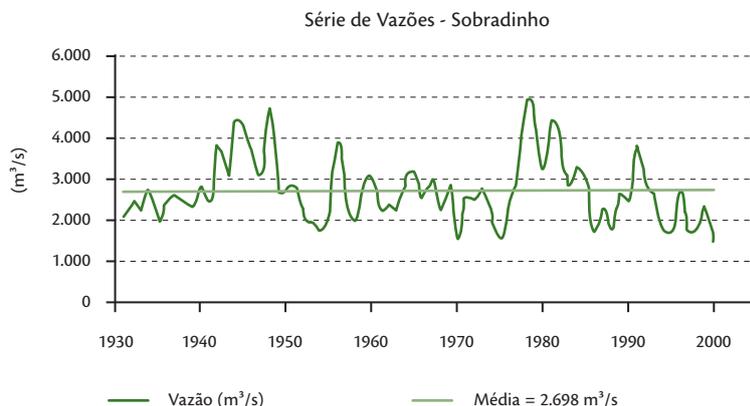
Ainda que não tenham sido percebidas alterações nas séries analisadas na BHRSF, tanto a variabilidade climática quanto as alterações no uso e ocupação do solo, além do crescimento das retiradas de água, podem afetar a estacionariedade das séries empregadas no dimensionamento das obras hidráulicas e mesmo comprometer sua operação no futuro.

Fica, assim, clara a necessidade de atualização do estudo com os dados da última década, bem como a manutenção de acompanhamento sistemático, para antecipar o momento de ruptura da estacionariedade das séries.

No tocante às questões internas à bacia, destaca-se a diversidade e disparidade dos órgãos e instituições envolvidos na gestão dos recursos hídricos. Neste sentido, deve-se buscar fortalecer e harmonizar capacidades institucionais, convergindo interesses e melhorando habilidades de planejamento e execução de medidas e ações em favor da gestão participativa e integrada da BHRSF. O grande desafio está em envolver sete estados, 503 municípios e a União, os demais atores previstos

¹⁰ *Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Agriculture and Natural Resources Management Projects* (WORLD BANK, 2010).

no Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), como a sociedade civil e os usuários de recursos hídricos, além de entes com interesses legítimos na bacia, mas sem ligação com o SINGREH.



Fonte: Adaptado de: Tröger et al. 2004

Figura 5.12 – Fluviograma médio anual de Sobradinho.

Em 2001, um Decreto Federal instituiu o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF) como entidade focal da bacia para a coordenação das principais decisões que influem na gestão dos recursos hídricos, tendo por objetivo promover a gestão integrada, a articulação e a integração entre os sistemas nacional e estaduais de gerenciamento de recursos hídricos. A primeira diretoria tomou posse em 2003 e no ano seguinte aprovou o Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004 - 2013), que trabalhou os instrumentos associados à alocação de água, enquadramento dos corpos d'água, fiscalização e cobrança pelo uso dos recursos hídricos de forma integrada.

Outro aspecto importante no sistema de gerenciamento do uso da água na bacia é o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRSF), integrado por um conjunto de medidas e ações de gestão, projetos, serviços e obras, com o objetivo de recuperar a qualidade e a quantidade de água, superficial e subterrânea, tendo em vista a garantia dos usos múltiplos, a preservação e a recuperação da biodiversidade da bacia.

A plenitude do processo de gerenciamento de recursos hídricos depende da efetiva implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: planos de recursos hídricos, outorga, cobrança, enquadramento e sistema de informações. Parte deles se encontra implementada, mas



entraves ainda são encontrados. Permanece, por exemplo, uma grande dificuldade em concretizar e manter atualizado o cadastro de usuários de recursos hídricos na bacia.

O enquadramento dos cursos d'água em classes de qualidade desejada é imprescindível para melhorar a saúde dos corpos de água, especialmente no Semiárido, limitando os lançamentos e indicando a necessidade de tratamento de efluentes.

A cobrança pelo uso da água foi implantada, na BHRSF, em 2010, com aprovação, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores e mecanismos de cobrança e dos parâmetros para determinação dos usos de pouca expressão para isenção da obrigatoriedade de outorga. A cobrança indica ao usuário o valor da água e sinaliza a necessidade de seu uso racional. Na BHRSF, em 2010, resultou em uma redução de 129 m³/s na vazão outorgada, atribuída, principalmente, à diferença entre outorga e captação efetiva nos perímetros irrigados da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (Codevasf).

Há, ainda, no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2004 - 2013, instrumento intitulado Pacto das Águas, que visa garantir a distribuição espacial dos recursos, de forma adequada aos empreendimentos existentes e aos previstos nos planejamentos setoriais considerados no Plano, compatibilizando demanda e disponibilidade e estabelecendo que cada estado deve comprometer-se com uma condição mínima de quantidade e qualidade para a entrega de água dos afluentes sob sua jurisdição, no rio São Francisco, cabendo à União a gestão das águas sob seu domínio. A celebração desse pacto, ainda não materializado, deve envolver os estados e a União, possibilitando maior diálogo entre eles.

Considerações finais

A diversidade de características físicas e climáticas, de disponibilidade e uso dos recursos hídricos, de atividades econômicas e de condições sociais e culturais, além da multiplicidade de atores, interesses e agendas presentes na BHRSF constituem, ao mesmo tempo, oportunidades e entraves à gestão integrada da água na bacia. A busca do desenvolvimento regional, construído em bases sustentáveis, beneficia-se desse quadro, que fornece um leque de possibilidades a serem exploradas, e passa pela harmonização dos interesses e habilidades dos diferentes atores, cuja articulação é essencial. Para tanto, são necessárias ações de capacitação e melhoria legal e institucional que permitam a adequada atuação das diversas instituições envolvidas na gestão dos recursos hídricos. Além disso, é necessário enfrentar a escassez hídrica nas bacias afluentes do Semiárido, fornecendo alternativas ao abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas às necessidades da população.



Capítulo 6

Águas do futuro e o futuro das águas

Francisco de Assis de Souza Filho¹

Introdução

Os recursos hídricos são natureza e são desenvolvimento. Enquanto coisa em si, o recurso hídrico é água, é natureza. Enquanto coisa para nós sociedade humana, o recurso hídrico provê serviços e insumos ao desenvolvimento. A água traz em si a memória dos lugares por que passou em sua cor, odor e composição, isto é, o rio traz as marcas do uso e ocupação do solo da sua bacia hidrográfica. Por sua dimensão sicionatural e por trazer em si as marcas do território, os recursos hídricos são um espaço privilegiado de integração de políticas públicas.

Em regiões como o Semiárido, onde a escassez de recursos hídricos é a característica sicionatural que diferencia a região, a questão hídrica ganha cores ainda mais intensas.

A variabilidade do clima e a escassez hídrica são características marcantes do Semiárido brasileiro. Conviver com o Semiárido é adaptar a sociedade à forma específica da ocorrência do clima na região. Neste sentido, a construção de infraestrutura hídrica, o gerenciamento dos recursos hídricos e o gerenciamento do risco climático são caminhos necessários para a construção de uma estratégia robusta de adaptação das sociedades do Semiárido à natureza. As mudanças climáticas são mais um ingrediente no cenário climático, introduzindo maior incerteza às disponibilidades e demandas hídricas.

O Semiárido é diverso, heterogêneo e demanda, desta forma, soluções específicas adequadas a cada uma de suas paisagens. Esse Semiárido está em significativa transformação nas últimas décadas, onde a economia tradicional rural baseada na pecuária, na agricultura de subsistência (exemplo: feijão e milho) e em plantas xerófitas (exemplo: algodão) está sendo substituída por uma nova economia com características urbanas, baseada na industrialização e na irrigação, inclusive para exportação.

¹ Professor e pesquisador da Universidade Federal do Ceará (UFC)

A estas mudanças, somam-se as marcantes transferências governamentais em programas como o bolsa família e a aposentadoria rural (GOMES, 2001).

Esses vetores de mudança são sementes de futuro que já florescem em muitos rincões Semiáridos. A irrigação para a exportação traz as incertezas dos mercados mundiais e a alocação da produção na escala do planeta como condicionantes das demandas nas bacias hidrográficas. O clima em sua variabilidade e mudança é outro vetor de ocorrência na escala do planeta que condiciona a oferta e demanda hídrica. Esses fatores impõem que o planejamento e a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas devam contemplar de alguma forma estes processos de escala global.

O problema geral dos recursos hídricos (água tanta, tão pouca, tão suja e tão cara) ganha maior relevância na região e se traduz em problema de acesso à água para as populações rurais difusas e como insumo ao processo produtivo; do sistema de tomada de decisão em recursos hídricos que deve incluir os atores sociais e dirimir conflitos; e de garantia da operação da infraestrutura implantada como única forma de produção dos potenciais benefícios a ela associados.

Ampla infraestrutura de estocagem de água foi construída no Semiárido brasileiro. Essa infraestrutura oportunizou a existência de grandes cidades como, por exemplo, Fortaleza, a instalação de um parque industrial e a irrigação de maior valor agregado. A resiliência deste sistema econômico a falhas de abastecimento não parece ser muito grande. Desta forma, o sistema de recursos hídricos deve ter robustez para suportar escassez mais severa, provendo água com garantia de abastecimento elevada. Este é um desafio para o gerenciamento de recursos hídricos.

Adicionalmente, essa ampla demanda urbana, industrial e de irrigação produz lançamentos de cargas orgânicas, nutrientes e outras que poluem os corpos de água, introduzindo o problema da escassez qualitativa, sendo este um dos principais problemas atuais.

O gerenciamento de recursos hídricos tem se desenvolvido na região de forma heterogênea e com avanços e retrocessos, sendo este processo decisivo no futuro da qualidade e quantidade das águas do Semiárido. A Lei das Águas (9.433/97) e a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) são fatos de grande relevância neste contexto, ao possibilitarem a organização de um sistema institucional especializado na questão dos recursos hídricos e ao fomentarem a reforma dos processos de tomada de decisão, migrando do paternalismo-clientelismo para uma prática democrática participativa. Cabe observar que esta vontade normativa de modificação no processo de decisão não se estabelece por si e de pronto. Há que se enfrentar a força da tradição cultural e política que, com sua materialidade histórica, pode capturar as instituições propostas por este sistema nascente, criando as novas formas estabelecidas na lei e preservando nestas o conteúdo da tradição. Os fóruns parti-



cupativos de tomada de decisão no Nordeste Semiárido têm que vencer além de seu clássico risco de burocratização outro não menos danoso, o de legitimar em novas formas os velhos conteúdos.

Se a dinâmica da economia e a mudança e variabilidade do clima condicionam as ÁGUAS DO FUTURO em sua disponibilidade e necessidade, é a gestão dos recursos hídricos que definirá o FUTURO DAS ÁGUAS em sua qualidade e na produção de benefícios para a sociedade.

O texto a seguir discutirá, inicialmente, as águas do futuro em suas condicionantes climáticas e econômicas e, em seguida, serão discutidas diretrizes para o futuro das águas para, finalmente, propor elementos de uma agenda de ações para a promoção de um *futuro sustentável das águas*.

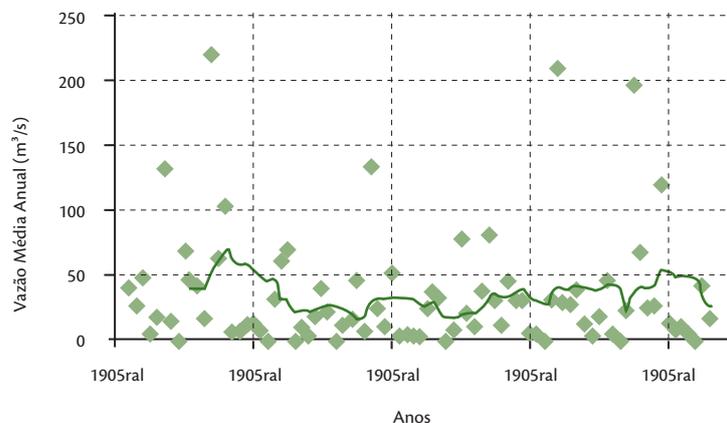
Águas do futuro: desafios e cenários

As águas do futuro serão condicionadas por três vetores principais, quais sejam: a mudança e variabilidade do clima e seus impactos no regime de vazões, o desenvolvimento econômico sobre escassez hídrica e a dinâmica social e política interna ao gerenciamento de recursos hídricos. Esses processos são as “fontes” das águas do futuro.

Mudança e variabilidade do clima e regime de vazões

A ocorrência dos recursos hídricos nos Semiáridos brasileiros é caracterizada pela baixa vazão específica das bacias de 0,3 a 5,0 l/s/km² sendo a média nacional de 21l/s/km², PNRH (2006), e pela alta variabilidade do regime fluvial com coeficiente de variação de deflúvios (razão entre o desvio padrão e a média) chegando a 1,3. A Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (que contém os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e parte de Pernambuco) tem apenas 0,4% da disponibilidade hídrica brasileira.

A variabilidade do regime fluvial ocorre em diferentes escalas temporais. Observa-se na Figura 6.1 que a vazão média anual de uma bacia hidrográfica de 20.000km² varia de 0 a 220m³/s, caracterizando a grande amplitude de variação das vazões. Anos úmidos são seguidos de anos secos e vice-versa, demonstrando a ausência de memória na bacia hidrográfica, característica advinda da geologia cristalina. Observa-se na Figura 6.1 que a variabilidade entre décadas representada pela média móvel de 10 anos ocorre em uma amplitude entre 20 m³/s e 70m³/s, mostrando quão grande é a variabilidade decadal. Pode-se apreender do exposto que a variabilidade do regime de vazões ocorre em múltiplas escalas temporais.



Pontos representam a vazão média anual. Linha representa a média móvel de dez anos.

Figura 6.1 – Vazões do rio Jaguaribe no posto de Iguatu no Ceará.

A disponibilidade hídrica no Nordeste Semiárido é condicionada pelo clima. Esta afirmativa encontra corroboração em uma ampla literatura desde pelo menos Moura e Shukla (1981). Hastenrath e Moura (2002) apresentam um histórico de trabalhos nessa direção. O primeiro capítulo deste livro (NOBRE, 2011) apresenta descrição detalhada sobre o clima na região. Basicamente, pode-se dizer o que se segue: o Nordeste brasileiro apresenta um ciclo anual bem definido, em que predominam duas estações distintas: a estação de chuva e a estação seca. O período da estação de chuva concentra-se entre dezembro e julho e subdivide-se em pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro), na qual os principais sistemas causadores de chuva são: a proximidade das frentes frias e os vórtices ciclônicos de ar superior. A quadra chuvosa compreende os meses de fevereiro, março, abril e maio e tem a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) como principal sistema causador de chuva, seguido de sistemas secundários tais como: linhas de instabilidade, complexos convectivos de mesoescala e efeitos de brisas. Os meses de junho e julho são considerados pós-estação chuvosa, e os sistemas causadores de chuva são as ondas de leste e os complexos convectivos de mesoescala. No segundo semestre, a ocorrência de chuva é pequena, há um predomínio de altas pressões atmosféricas e uma quase total ausência de fenômenos atmosféricos causadores de chuva, por isso chamamos de estação seca.

A partir do primeiro ano do século XXI, foi implantado no Nordeste do Brasil sistema de previsão climática sazonal em uma parceria da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e do *International Research Institute for Climate and Society* (IRI). Este sistema de previsão é construído a partir das informações dos campos de temperatura da superfície dos oceanos que condicionam



(forçam) os modelos climáticos. Esse sistema encontra-se operacional há uma década e é uma ferramenta de avaliação do risco climático de secas e cheias na escala de tempo sazonal. A construção de cenários para a próxima década ainda não dispõe de metodologia adequada.

A mudança climática é outro condicionante que pode produzir tendências e/ou modificar o padrão de variação do clima. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente para fornecer informações científicas, técnicas e socioeconômicas relevantes para o entendimento das mudanças climáticas.

Desde 1988, o IPCC publicou quatro relatórios de avaliação: em 1990, 1995, 2001 e 2007. O Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC (AR-1) foi publicado em Sundsvall (Suécia), em agosto de 1990, e confirmou cientificamente evidências que serviram de alerta para o fenômeno das mudanças climáticas. Devido ao primeiro relatório, a Assembleia Geral das Nações Unidas decidiu preparar uma declaração de princípios que reconhece o problema e que entrou em vigor em março de 1994, chamada Convenção-Quadro sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, em inglês).

Esse primeiro relatório do IPCC (AR1) já refletia a necessidade de redução das emissões de CO₂ sobre os níveis de 1990 para obter a estabilização da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera e se tornou um marco inicial para uma solução às mudanças climáticas.

O Segundo Relatório de Avaliação do IPCC (AR2) foi publicado em Roma, em dezembro de 1995. Colaboraram mais de 2.000 cientistas e especialistas em sua elaboração. O documento serviu de base para a formulação, dois anos mais tarde, do Protocolo de Quioto. O segundo relatório insiste na luta contra o aquecimento da Terra; contempla a possibilidade de que se produzam “mudanças drásticas no clima” e adverte que poderiam ocorrer “riscos e surpresas” neste sentido.

O Terceiro Relatório de Avaliação do IPCC (AR3) foi publicado em Acra (Gana), em março de 2001, e representou o primeiro consenso científico global no tema, segundo o qual a ação do homem é responsável pela alteração do clima mundial, e projetava cenários alarmantes de aumento de temperatura na Terra e suas consequências nos mais diversos biomas.

Já o Quarto Relatório (AR4), publicado em Paris, em fevereiro de 2007, aumentou a confiabilidade do que fora evidenciado no relatório anterior, beneficiando-se de dados disponibilizados por uma tecnologia ainda não acessível no ano do AR3. Com o AR4, o IPCC foi reconhecido com o Prêmio Nobel da Paz em 2007.

Os dados provenientes do IPCC são simulações de modelos globais de alguns grandes centros de meteorologia que participaram desse relatório (conforme Tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Modelos globais do IPCC.

Designação do Modelo	Instituição ou Agência; País
BCC-CM1	Beijing Climate Center; China
BCCR-BCM2	Bjerknes Centre for Climate Research, Universidade de Bergen; Noruega
CCCMA-CGCM3 1-T47	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis; Canadá
CCCMA-CGCM3 1-T63	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis; Canadá
CNRM-CM3	Centre National de Recherches Meteorologiques, Meteo France; França
CONS-ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn (Alemanha), Institute of KMA (Correia do Sul), and Model, and Data Group
CSIRO-MK3	CSIRO; Austrália
CSIRO-MK3.5	CSIRO; Austrália
GFDL-CM2.0	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NOAA; Estados Unidos
GFDL-CM2.1	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, NOAA; Estados Unidos
I1NM-CM3.0	Institute of Numerical Mathematics, Russian Academy of Science; Rússia
INGV-SXG2005	National Institute of Geophysics and Volcanology; Itália
IPSL-CM4	Institut Pierre Simon Laplace (IPSL); França
LASG-FGOALS-G1.0	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, P.O. Box 9804, Beijing 100029; China
MPIM-ECHAM5	Max Planck Institute for Meteorology; Alemanha
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency; Japão
NASA-GISS-AOM	Nasa Goddard Institute for Space Studies (NASA/GISS); Estados Unidos
NASA-GISS-EH	Nasa Goddard Institute for Space Studies (NASA/GISS); Estados Unidos
NASA-GISS-ER	Nasa Goddard Institute for Space Studies (NASA/GISS); Estados Unidos
NCAR-CCSM3	National Center for Atmospheric Research (NCAR); Estados Unidos
NCAR-PCM	National Center for Atmospheric Research (NCAR), NSF, DOE, NASA, e NOAA; Estados Unidos
NIES-MIROC3.2-HI	CCSR/ NIES/ FRCGC; Japão
NIES-MIROC3.2-MED	CCSR/ NIES/ FRCGC; Japão
UKMO-HADCM3	Hadley Centre for Climatic Prediction and Research, Met Office; Reino Unido
UKMO-HADGEM1	Hadley Centre for Climatic Prediction and Research, Met Office; Reino Unido



Uma análise da qualidade da representação desses modelos das precipitações do Nordeste Setentrional brasileiro foi realizada por Silveira et al. (2011). Essa avaliação foi realizada comparando-se os resultados dos modelos para o século XX com as observações disponíveis. Apreende-se desse trabalho que os modelos apresentam diferentes habilidades de previsão. A Tabela 6.2 apresenta uma classificação dos modelos obtidos a partir desse estudo.

Uma análise das tendências de modificação no regime pluvial no século XXI foi realizada para o Cenário A1B dos modelos de mudança climática. O cenário A1 simula um rápido crescimento econômico na primeira metade do século XXI, associado a um declínio na segunda metade e à inserção de novas tecnologias (IPCC,2007a). A família A1 se divide em três grupos: A1F: aprimoramento da tecnologia com ênfase nos combustíveis fósseis; A1T: evolução da tecnologia à base de combustíveis não fósseis; A1B: sugere um equilíbrio entre as diversas fontes de energia. Este último sugere um pico das emissões de gases estufa na metade do século XXI, seguido por uma tendência de redução na segunda metade do século XXI.

A mencionada análise de tendência foi realizada para a região mostrada na Figura 6.2.

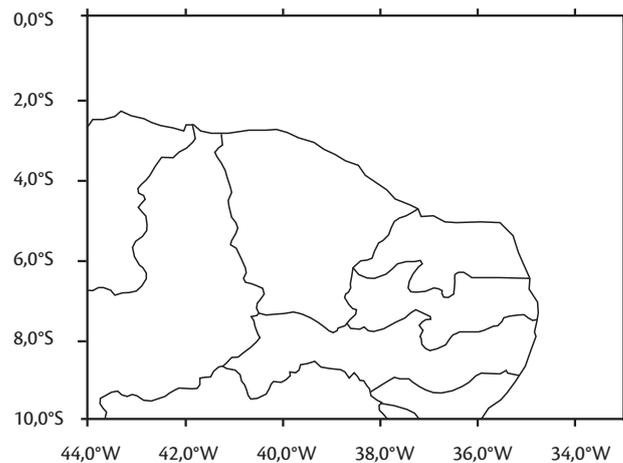


Figura 6.2 – Região de estudo, parte do Nordeste brasileiro e parte do Oceano Atlântico.

Tabela 6.2 – Classificação dos Modelos do IPCC para o Nordeste setentrional brasileiro (Silveira et al., 2011c).

Global Models	CLAS	Global Models	CLAS
csiro.mk3.0.run2	1	csiro.mk3.5.run3	38
giss.model.e.r.run8	2	csiro.mk3.0.run3	39
ukmo.hadcm3.run1	3	gfdl.cm2.1.run1	40
mri.cgcm2.3.2a.run1	4	giss.model.e.r.run9	41
csiro.mk3.0.run1	5	gfdl.cm2.0.run1	42
giss.model.e.r.run2	6	ipsl.cm4.run1	43
mri.cgcm2.3.2a.run3	7	mri.cgcm2.3.2a.run4	44
cnrm.cm3.run1	8	ncar.cesm3.0.run7	45
giss.model.e.r.run6	9	iap.fgoals1.0.g.run2	46
cccma.cgcm3.1.run3	10	cccma.cgcm3.1.run5	47
miroc3.2.medres.run1	11	gfdl.cm2.0.run3	48
giss.model.e.r.run5	12	cccma.cgcm3.1.run4	49
miroc3.2.medres.run2	13	iap.fgoals1.0.g.run3	50
giss.model.e.r.run3	14	miub.echo.g.run4	51
cccma.cgcm3.1.run1	15	ncar.cesm3.0.run2	52
giss.model.e.h.run3	16	gfdl.cm2.0.run2	53
bccr.bcm2.0.run1	17	inmcm3.0.run1	54
mpi.echam5.run4	18	ncar.cesm3.0.run4	55
giss.model.e.r.run1	19	ncar.cesm3.0.run3	56
giss.aom.run1	20	mpi.echam5.run2	57
ncar.cesm3.0.run5	21	mpi.echam5.run1	58
giss.model.e.h.run2	22	ukmo.hadcm3.run2	59
giss.model.e.r.run4	23	miroc3.2.hires.run1	60
miroc3.2.medres.run3	24	miub.echo.g.run3	61
giss.model.e.h.run1	25	ncar.cesm3.0.run1	62
giss.model.e.r.run7	26	ukmo.hadgem1.run1	63
mri.cgcm2.3.2a.run2	27	ncar.cesm3.0.run6	64
gfdl.cm2.1.run2	28	ncar.pcm1.run2	65
cccma.cgcm3.1.t63.run1	29	miub.echo.g.run5	66
giss.model.e.h.run4	30	csiro.mk3.5.run1	67
csiro.mk3.5.run2	31	iap.fgoals1.0.g.run1	68
ncar.pcm1.run4	32	miub.echo.g.run2	69
ingv.echam4.run1	33	ncar.pcm1.run1	70
miub.echo.g.run1	34	mpi.echam5.run3	71
cccma.cgcm3.1.run2	35	ncar.cesm3.0.run9	72
giss.model.e.h.run5	36	ncar.pcm1.run3	73
giss.aom.run2	37		



A Tabela 6.3 apresenta o resultado do teste de hipótese usando Mann-Kendall-Sen e declividade da tendência dos modelos que passam na hipótese nula (não haver tendência). Onze modelos não indicaram tendência significativa segundo esse método, indicando que não há uma tendência de redução ou aumento de precipitações no século XXI, enquanto apenas dois indicaram redução e dez deles indicaram aumento das precipitações sobre o Nordeste Setentrional Brasileiro.

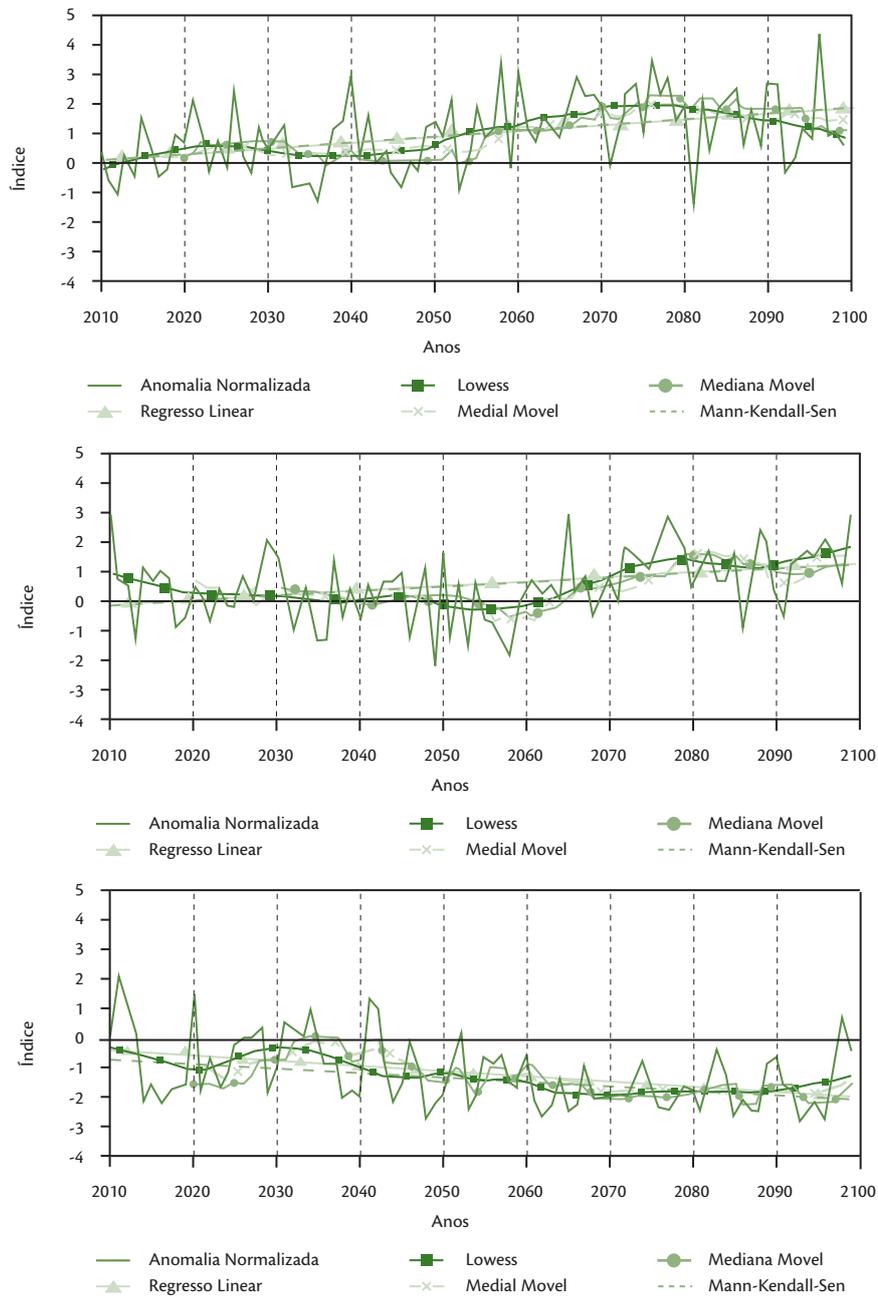
Na Figura 6.3 são mostradas as tendências das precipitações dos três melhores modelos do IPCC-AR4 no século XX, segundo a avaliação proposta por Lázaro et.al. (2011) e Silveira et.al (2011) (CSIRO_MK_3_0; GISS_AOM e UKMO_HADCM3), para o cenário A1B de 2010 a 2099. Os modelos CSIRO_MK_3_0 e GISS_AOM indicam uma tendência positiva, enquanto o modelo UKMO_HADCM3 indica uma tendência de redução de chuvas, conforme mostra a Tabela 6.3. Nesta tabela, é mostrado o teste de hipótese se a tendência é significativa ou não. O teste de hipótese realizado é o de Man-Kendall-Sen. Onze dos vinte e três modelos apresentaram tendência de aumento ou diminuição significativas da precipitação.

O aquecimento global vai levar a mudanças na precipitação e outras variáveis climáticas que terão suas modificações ampliadas no escoamento. O efeito projetado das mudanças climáticas no escoamento de água superficial e na recarga de água subterrânea é variável, dependendo da região e do cenário climático considerado (IPCC, 2001), mas relaciona-se, em grande parte, com as mudanças previstas para a precipitação (IPCC, 2001; KROL et al., 2006). É previsto que a magnitude e a frequência de vazões máximas aumentem na maioria das regiões do planeta e que as vazões mínimas sejam menores em muitas regiões (MELLO et al., 2008).

Os rios no Nordeste do Brasil devem apresentar redução da vazão de até 20% para alguns autores (MILLY et al., 2005, RIBEIRO NETO et al., 2011) e aumento para outros (UK Met OFFICE, 2005). O rio Paraguaçu no Estado da Bahia apresentou ausência de modificação da vazão média anual com os resultados do modelo UKHI (Serviço Meteorológico da Inglaterra), redução média anual de 40% com o modelo CCCII (Centro de Clima Canadense) e acréscimos na evapotranspiração (MEDEIROS, 2003).

Tabela 6.3 – Teste de hipótese segundo Mann-Kendall-Sem e declividade da tendência, Lázaro et.al. (2011) e Silveira et.al (2011)

Modelos	Teste de Hipótese	Média do Século XX (mm)	Desvio Padrão do Século XX (mm)	Tendência Sec XXI (mm/ano)	Varição percentual da Precipitação no final do século XXI com relação ao Século XX
bccr_bcm2_0	0	1125	104	-	-
cccma_cgcm3_1	0	1186	124	-	-
cccma_cgcm3_1_t63	0	1115	118	-	-
cnrm_cm3	1	1395	122	2,54	16%
csiro_mk3_0	1	1091	126	2,51	21%
gfdl_cm2_0	0	1022	180	-	-
gfdl_cm2_1	0	1184	180	-	-
giss_aom	1	2234	98	1,54	6%
giss_model_e_h	0	1818	137	-	-
giss_model_e_r	1	1709	155	3,29	17%
iap_fgoals1_0_g	1	1377	155	-1,36	-9%
ingv_echam4_	0	1087	100	-	-
inmcm3_0	1	921	192	1,71	17%
ipsl_cm4	1	726	125	4,62	57%
miroc3_2_hires	1	1301	177	3,02	21%
miroc3_2_medres	0	1387	179	-	-
miub_echo_g	0	1562	163	-	-
mpi_echam5	0	1047	185	1,26	11%
mri_cgcm2_3_2a	0	1207	223	-	-
ncar_ccsm3_0	0	1425	88	-	-
ncar_pcm1	1	410	48	0,52	11%
ukmo_hadcm3	1	902	279	-4,25	-42%
ukmo_hadgem1	1	1535	326	4,43	26%



Medidas de tendência, segundo os seguintes modelos: (a) CSIRO_MK_3_0; (b) GISS_AOM e (c) UKMO_HADCM3, Silveira et.al (2011)

Figura 6.3 – Séries de Precipitações Normalizadas de 2010 a 2099.

Na região do Semiárido do Nordeste brasileiro (KROL & BRONSTERT, 2007), identificou-se tendência significativa de redução nas vazões do Rio Jaguaribe após 2025, considerando cenário de redução de 50% da precipitação nas próximas cinco décadas. Em um cenário de redução de 21% da precipitação, os autores não encontraram tendência significativa de alteração da vazão. A bacia Várzea do Boi apresenta diminuição de precipitação de 12%, de 32% no escoamento e de -0,1% na evaporação, havendo uma perda substancial na disponibilidade hídrica da bacia (CAMPOS et al., 2003). Adicionalmente, os estoques de água devem diminuir devido ao assoreamento e foi observada uma taxa média de sedimentação no Ceará de 1,85% por década (ARAÚJO et al., 2003). A disponibilidade hídrica e a produção agrícola apresentam uma grande variabilidade regional. A redução na disponibilidade hídrica leva a um crescente desequilíbrio entre a demanda e o abastecimento de água, (KROLL et al., 2003). Observa-se que os modelos globais aplicados mostram resultados bastante diferentes na bacia do Jaguaribe, o que indica que a variabilidade do clima domina as mudanças climáticas (DÖLL et al., 2003). O aumento global de temperatura tem efeito significativo na evaporação (MITCHELL, et al., 2002), o que poderá tornar o armazenamento nos lagos mais ineficiente devido às maiores perdas evaporativas. A análise da evaporação para o reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão), que abastece a cidade de Campina Grande – Paraíba, para o cenário B1 no período de 2011 a 2030, mostrou aumento médio de 2,16% na evaporação (FERNANDES et al., 2010). A avaliação das alterações da regularização de vazão em reservatórios do estado do Ceará, devido à mudança climática, mostra que a vazão regularizada é reduzida de forma significativa (CAMPOS E NÉRIS, 2009).

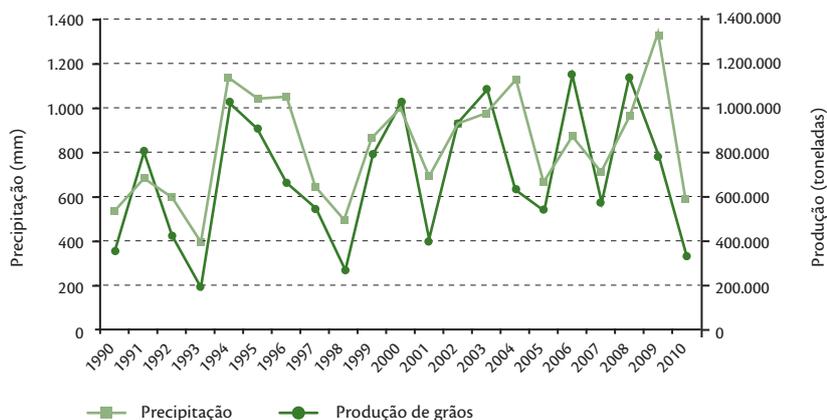
Desenvolvimento sob escassez de recursos hídricos

A economia do Semiárido foi historicamente marcada pelas secas desde a grande seca de 1877. A elevada sensibilidade ao clima está associada à produção agrícola de sequeiro. Essa sensibilidade na produção agrícola permanece até os dias atuais, como pode ser observado na Figura 6.4 em que a produção de grãos varia sincronicamente com a precipitação.

A economia tradicional do Semiárido desenvolveu-se baseada na agricultura de subsistência, na produção de cultura xerófila (algodão) e na pecuária. Essa economia do binômio boi-algodão, que caracteriza os velhos sertões nas palavras de Gustavo Maia Gomes (GOMES, 2002) vem se transformando de forma muito significativa nas últimas décadas. Tomada a economia rural cearense como amostra da economia do Semiárido, pode-se observar a intensidade desta transformação na contribuição das diferentes lavouras para a produção de grãos no Ceará nos anos de 1970 e de 2007, mostrados na Figura 6.5. Observa-se que o algodão, em 1970, era responsável por aproximadamente 45% da produção e, em 2007, por apenas 0,5%. A produção de milho e feijão atualmente é de aproximadamente 90%. Outra mudança significativa foi o crescimento da impor-



tância da irrigação de frutas, flores e hortaliças que, segundo o IPECE (2007), já somavam 45% do valor bruto da produção agrícola no Ceará em 2006. Esse crescimento da irrigação no Semiárido cearense pode ser observado em outras regiões como, por exemplo, os vales do São Francisco e do Açu. O crescimento da irrigação está associado à redução do impacto da variabilidade do clima devido à existência dos reservatórios que minimizam o impacto da variabilidade climática de mais alta frequência.

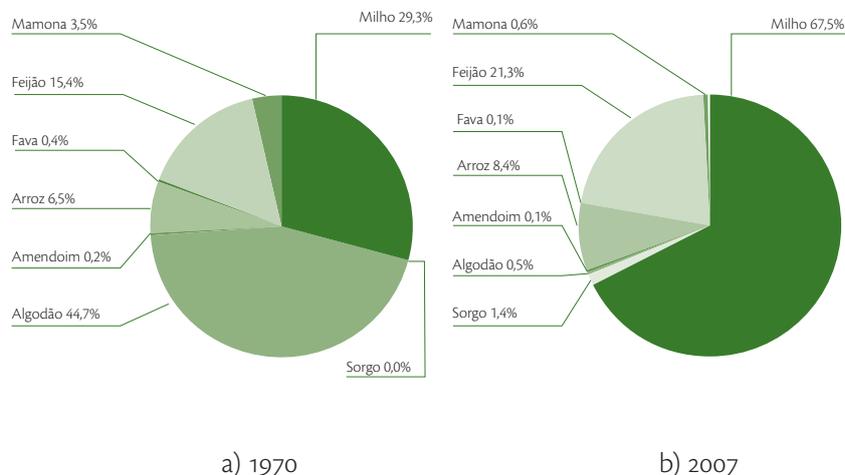


Fonte: IBGE e FUNCEME, elaborado: IPECE (2011).

Figura 6.4 – Evolução da produção de grãos e precipitação pluviométrica (Ceará, 2000-2010)

Essa mudança na economia rural está associada a um maior processo de urbanização e ao crescimento dos setores industrial e de serviços, que constituem a economia produtiva do Nordeste. Como nos ensina Gomes (2002), há uma significativa “economia improdutivo” baseada nas transferências governamentais, realizada pela aposentadoria rural e pelos programas sociais do governo, como o Bolsa Família. Esses programas transferem alguns bilhões de reais para as famílias do Semiárido, modificando as relações sociais na região.

A infraestrutura hídrica construída reduz a vulnerabilidade aos extremos hidrológicos (secas e cheias), possibilitando a expansão dos centros urbanos, da irrigação e da indústria, e a implantação de atividades econômicas de capital intensivo, que produzem maior valor agregado. Essa economia e os centros urbanos (exemplo: Campina Grande e Fortaleza) apresentam grande dependência da infraestrutura hídrica instalada e grande sensibilidade à escassez dos recursos hídricos superficiais. Demanda-se sob estas condições que os sistemas de recursos hídricos tenham alta garantia de abastecimento e sejam resilientes aos extremos climáticos.



Elaborado: IPECE (2011).

Figura 6.5 – Contribuição das diferentes lavouras para a produção de grãos no Ceará em 1970 e 2007.

Coexistem no Semiárido os velhos sertões e suas práticas tradicionais com os novos sertões. O Semiárido é um espaço clivado social e economicamente entre estas duas realidades. Neste processo, reforça-se a clivagem entre o rural e o urbano, entre a agricultura irrigada de capital intensivo e a agricultura de subsistência, entre a sociedade autoritária e paternalista tradicional e as políticas de assistência governamentais. Essas clivagens tensionam a sociedade do Semiárido.

Reforma da água no Brasil – fundamentos e dinâmica da gestão da água: do Código das Águas à Lei 9.433/97

O entendimento dos fundamentos da reforma da água em curso no Brasil é de grande importância para a compreensão das direções tendenciais do futuro das águas.

A reforma da água no Brasil tem três fontes constitutivas: o movimento interno do setor de recursos hídricos (custo marginal de produção de água crescente e aprofundamento da escassez relativa pelo aumento da demanda), a nova visão de desenvolvimento e a reforma do Estado. Essas fontes agem no sistema de forma complementar: o desenvolvimento sustentável conforma os objetivos e metas do sistema; a reforma do Estado estabelece o arcabouço e a mecânica de funcionamento do sistema; e o



movimento interno do setor define as restrições e o modo de ocorrência destes dois fatos gerais (visão de desenvolvimento e reforma do Estado) no específico concreto dos recursos hídricos.

Este item procura descrever como as três dimensões operaram na transformação do sistema de gerenciamento de recursos hídricos fundados pelo Código das Águas de 1934 e o sistema de gerenciamento de recursos hídricos atual.

O Código das Águas é o principal marco regulatório da política de recursos hídricos anterior ao advento da Lei das Águas: a Lei nº 9.433 de 1997. As reformas pretendidas pela nova legislação realizam-se sob o espírito do Código das Águas, reformando-o. Assim, uma correta compreensão da legislação e das políticas atuais das águas demanda uma comparação/contraponto com o universo hídrico, social e político que construiu o Código das Águas.

Procura-se realizar o contraponto entre o contexto do Código das Águas e o contexto da Política Atual de Recursos Hídricos, a partir de quatro mudanças: i) mudança do objeto da legislação; ii) mudança no contexto hídrico; iii) mudança na visão de desenvolvimento e iv) mudança na visão de Estado; para, em seguida, explorar as tensões internas e os conflitos do arcabouço institucional da atual política de águas e discutir qual o centro de disputa deste conflito.

A mudança no objetivo da legislação

A primeira grande diferença entre o sistema normativo fundado pela Constituição de 1988 e pela Lei nº 9.433, que define a política atual de RH e o Código das Águas, é o substantivo que as define. O código de 34 é chamado Código das Águas, enquanto a Lei nº 9.433 é denominada por recursos hídricos. Água é a coisa em si, o ente físico, químico e biológico existente na natureza, enquanto recurso hídrico é a coisa para nós, é este ente transformado em utilidade para as sociedades humanas. Nesse fato reside uma diferença de conteúdo. Enquanto o Código das Águas teve como objetivo “a ampliação do domínio público e do domínio federal sobre as águas e a regulamentação da indústria hidroelétrica” (DNAEE, 1980:78), a Lei 9.433 tem como objetivo assegurar a água de qualidade para a atual e as futuras gerações, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável e à prevenção de eventos hidrológicos críticos de origem natural ou antrópica. Observa-se na comparação destes dois objetivos uma nítida diferenciação. Enquanto o Código se preocupa: i) com a água no corpo d’água como PRODUTORA de hidroeletricidade e ii) com a desprivatização e construção do espaço público, totalmente privatizado na Primeira República, a Lei 9.433, elaborada após a Constituição de 1988, que estabeleceu o domínio público sobre

todas as águas em território brasileiro, tem como foco o USO sustentável da água, ou seja, a sustentabilidade social, econômica e ambiental dos recursos hídricos.

Essa mudança de objetivos está fundada em três outras mudanças, sendo condicionada por estas: mudança no contexto da oferta e demanda hídrica; mudança na visão de desenvolvimento e reforma do Estado.

A mudança no Sistema de Recursos Hídricos

O cenário da infraestrutura de oferta de recursos hídricos modificou-se desde 1934. Foi construída uma grande infraestrutura de recursos hídricos de estocagem de água, ampliando-se enormemente o controle dos cursos d'água brasileiros. O custo da produção de água, no entanto, aumentou. Os aproveitamentos mais baratos e eficientes já foram em grande parte realizados. O custo marginal dos aproveitamentos ainda a serem explorados é bem maior, mesmo considerando os avanços da tecnologia que têm tornado viáveis os aproveitamentos de mananciais até bem pouco indisponíveis (a água do mar, a água de reuso e alguns mananciais subterrâneos). Esse fato, associado a um crescente aumento da demanda imposto pelo crescimento populacional, pelo processo de industrialização e pela ampliação das áreas irrigadas, aprofunda a escassez relativa do recurso hídrico. Assim, a água tem custos de produção mais elevados e torna-se mais escassa.

Introduz-se, assim, a necessidade de se ampliar o espectro do gerenciamento de recursos hídricos. Antes existia a gestão da oferta dos mananciais superficiais e subterrâneos; agora se verifica a gestão da oferta da água daqueles e de novas maneiras do reuso e de água do mar, que se somam à gestão da demanda pelo uso da água. Na gestão da oferta, constrói-se, opera-se e mantém-se a infraestrutura dos hidrossistemas, provendo-se, assim, água com qualidade adequada a seus usos. A gestão da demanda procura promover o uso eficiente da água por meio de mecanismos como a permissão de uso, a cobrança pelo uso da água, o lançamento de efluentes e a educação para o uso adequado da água. A ação de educação está construída, inclusive, no processo de participação pública. Para este fim é que foram definidos os instrumentos da Lei 9.433: planejamento, enquadramento dos corpos d'água, outorga, cobrança e sistema de informação.

No entanto, mesmo em cenário de uma boa gestão da demanda e da oferta que mitigue os efeitos de uma crise crônica de água poderão ocorrer crises agudas no abastecimento que necessitarão de alocação de recursos escassos. Essas crises serão mais frequentes em hidrossistemas mais vulneráveis pelo clima e/ou pela ação do homem. A gestão da escassez hídrica relativa leva à gestão de conflitos. As demandas têm poder econômico e político e procurarão, na escassez, defender seus



interesses privados nas instâncias sociais a que tiverem acesso. Esse fato impõe ao setor de recursos hídricos uma terceira classe de gestão: a gestão de conflitos. O sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos tem como um de seus principais objetivos a “arbitragem administrativa de conflitos relacionados a recursos hídricos”. (Artigo 32, parágrafo II, da Lei 9.433, Brasil, 2004). As instâncias de participação públicas (tais como conselhos de recursos hídricos e comitês) têm, nesta gestão de conflito, a sua grande justificativa do ponto de vista específico da política de águas.

A mudança na visão de desenvolvimento

O século XX entendeu desenvolvimento como crescimento econômico, seja no “produzir riquezas” do capitalismo ou no “avançar as forças produtivas” do socialismo real. O século XX acreditou no crescimento ilimitado e não condicionado pela natureza da produção econômica. O Código das Águas é filho desse tempo. A sua ação de regular a produção de energia elétrica e resolver os litígios com outros usos tinha como objetivo explícito a produção de energia elétrica para a industrialização do Brasil.

Hoje, a humanidade tem, no conceito de desenvolvimento sustentável, o que John Rawls (RAWLS, 2003 a,b) chamaria de consenso sobreposto, isto é: um consenso de todas as visões de mundo que se permitem participar do atual processo político institucional. Neste conceito de desenvolvimento, desenvolver é promover a equidade social, a eficiência econômica e a sustentabilidade ambiental. Pode-se perder eficiência econômica com vistas à promoção dos demais objetivos do desenvolvimento. A Lei nº 9.433 adota esse conceito de desenvolvimento quando define que um de seus objetivos é “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos... com vistas ao desenvolvimento sustentável”.

A visão de desenvolvimento demanda instrumentos de construção de sua afirmação nas diversas ações cotidianas de operacionalização de sua política. Se a teoria capitalista sugere a instituição mercado como a melhor forma de tomada de decisão social sobre a alocação eficiente de recursos do ponto de vista econômico, necessitamos de instrumentos outros para a garantia da alocação de recursos e definições de prioridades se a meta é a construção de um desenvolvimento que incorpore equidade social e sustentabilidade ambiental, além da eficiência econômica, em seu conteúdo. A humanidade inventou outra instituição como alternativa para a tomada de decisão social sobre essas restrições: a política.

Os mecanismos de participação pública (notadamente os conselhos e comitês de bacia) *podem vir* a realizar o papel de construtores do equilíbrio dinâmico entre as três dimensões do desenvolvimento sustentável. Essa não é uma tarefa fácil. Faz-se necessário um longo processo de

educação dos atores sociais envolvidos no processo. Os planos de recursos hídricos são a principal ferramenta de educação e de aproximação sucessiva para uma visão integrada do desenvolvimento sustentável. Neles, mais que decisões operacionais expressam as tarefas estratégicas mais imediatas da política de recursos hídricos, sejam essas na escala da bacia hidrográfica, do estado ou da Federação. Nos planos, são construídas as bases para a implantação de toda a política de recursos hídricos. Nesse sentido, o planejamento, mais que uma peça técnica, é uma peça política de construção da vontade social e de decisão sobre o devir.

Do ponto de vista da alocação de água, a manifestação da política no processo de alocação tem grande variação de intensidade. Pode variar de uma regulação que, utilizando instrumentos econômicos, procure condicionar o comportamento dos diferentes agentes sociais e econômicos no processo-alvo da regulação, indo até a definição de rígidas regras construídas em fóruns legitimamente investidos para aquela decisão. Em qualquer desses cenários, o processo de alocação é tão eficaz como fortes sejam as instituições que os garantam e implementem. Não existe mercado, regulação pública ou autorregulação dos usuários eficiente se não houver estruturas de coerção e convencimento fortes. Enfim, há um custo de transação da água e este é alto em qualquer modelo de alocação. A sociedade pode alocar estes custos no estado, na sociedade civil ou no setor produtivo. Alguém terá de ser onerado por esses custos sociais.

Reforma do Estado

Outra dimensão de mudanças associa-se à reforma do Estado.

O Código das Águas de 1934 é um momento da reforma burocrática do Estado brasileiro. São seus contemporâneos a formação de uma burocracia no governo federal com a criação do Departamento Administrativo do Serviço Público (DASP), a implementação de concurso público para as carreiras do Estado, a ação do Estado regulando a relação capital-trabalho (as leis trabalhistas na CLT), o estudo produtor da Siderúrgica Nacional e da Petrobras, o Estado como prestador de serviços sociais (saúde, educação, etc.) e o planejamento do Estado iniciando-se com Getúlio, culminando com Juscelino e tendo continuidade no governo João Goulart e militares. Era a máquina do Estado organizando-se para promover a hegemonia do setor industrial e a ele associado um estado social. Não confundir com o estado de bem-estar social europeu. Seria mais um primo pobre do europeu. Essa máquina de Estado sobreviveu de 1930 a 1980 sob a democracia ou ditadura.



Na área de recursos hídricos, o Estado organizava-se de maneira setorial: a política de saneamento “produzia a sua água” assim como o fazia a política de irrigação, hidroelétrica etc. Os usos das infraestruturas hídricas eram singulares ou condicionados ao interesse de uso hegemônico.

Vivencia-se esse processo quando a crise (social, econômica e política dos anos 1980) se instala. A crise tem um fundamento fiscal e de legitimidade que demanda um reposicionamento do Estado. O Estado não tem a mesma capacidade de investimento. O investimento garantia a legitimidade. Há que se construir um mecanismo de legitimidade para as políticas públicas. Há que se redefinir o Estado, reformando-o.

Podemos conceber a Lei 9.433 como sendo um clímax na construção desse novo mecanismo de legitimidade e como um momento da reforma do Estado. A Lei 9.433 procurava viabilizar, em parte, o financiamento do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, utilizando a cobrança pelo uso da água e o rateio de custos em investimento de infraestrutura. A tarifa tem uma dimensão econômica (modificar o comportamento dos usuários com vistas ao uso mais eficiente da água) e financeira (viabilizar recursos que financiem o sistema de recursos hídricos). Praticamente, é impossível dissociar estas duas dimensões acopladas da cobrança pelo uso da água.

A Lei 9.433 procurou, também, construir acesso de diferentes setores sociais (da sociedade civil e da base econômica) a um espaço público de negociação, onde se procuraria formar vontades e consensos sobre as decisões que o Estado deveria tomar. Esse processo de formação de vontades produziria legitimidade para as decisões da política pública de águas. Essa talvez seja a principal e mais difícil tarefa da Lei 9.433. Difícil não pela inauguração do espaço institucional dos fóruns (comitês e conselhos), difícil porque:

- xii) A sociedade tem de ser treinada para a tomada de decisão coletiva. Esse é um espaço público onde as pessoas são convidadas a confluir para defender seus interesses privados (principalmente os setores usuários), existindo risco constante de um trágico aprisionamento do espaço público por interesses privados. Diversos setores dirigentes do poder público não conseguem visualizar as tarefas históricas que lhes são colocadas, impondo um grande problema de condução do processo.
- xiii) É difícil compartilhar poder. O poder como a razão se quer absoluto e nisto reside um centro de conflito imenso entre centralizar e descentralizar, entre os antigos setores que dominavam e os setores investidos na nova sacralidade.
- xiv) Os mecanismos de construção de representatividade dos participantes das instâncias de arbitragem de conflito necessitam ser mais bem estabelecidos.

Enfim, apesar dessas dificuldades, não há outro caminho institucional à vista que possibilite uma dinâmica de INTEGRAÇÃO dos conflitos da sociedade, ou seja, a existência de sínteses contingentes na eterna luta dos contrários, momentos de integração no eterno conflito social.

Pode-se ainda observar sobre a Lei 9.433 que ela modifica o centro de poder. Antes, o centro de poder se encontrava na trindade: setores da burocracia, empreiteiros e setores políticos. A Lei 9.433 prevê um novo centro de poder e uma nova trindade, contemplando: setores da tecnoburocracia, usuários de água e setores da sociedade civil. Essa nova trindade exercerá seu poder nos espaços públicos de formação de vontade (comitês, conselhos de recursos hídricos) e destes procurará consolidar uma aliança decisiva para a sua subsistência com o setor político. A submissão do antigo centro de poder ao novo é tarefa necessária à subsistência do modelo proposto pela Lei nº 9.433. Esse confronto ainda não terminou.

Sistema de regulação e o consenso

A Agência Nacional de Águas surge no ano 2000 com a Lei 9.984 (BRASIL, 2004). A referida agência nasce com diversos poderes, entre eles “disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da política nacional de recursos hídricos”. É reforçada aqui a ideia do estado científico necessário para a administração de uma sociedade tão complexa como a atual. Esse poder de definir as regras do jogo, ou seja, como os instrumentos da administração vão atuar, deixou de ser um objeto de negociação social para ser disciplinado pelo poder do Estado. Surge aí uma tensão no arcabouço institucional pós-ANA.

Esse problema encontra solução caso se entenda a agência reguladora como uma instância operacional subordinada aos fóruns de formação de vontade e como instância útil à preservação dos interesses públicos *versus* a tentação do aprisionamento do espaço público por grupos de interesses privados subalternos.

Veredas e caminhos das águas (análise e diretrizes)

Questões relevantes

Os problemas de recursos hídricos no Semiárido do Nordeste ocorrem sob um espaço natural e social heterogêneo, impondo problemas diferentes que exigem soluções específicas. A primeira



clivagem é estabelecida por aqueles que pertencem e os que não pertencem a um sistema de recursos hídricos (hidrossistema).

Os que não pertencem a um sistema de recursos hídricos são frequentemente as populações rurais difusas e a agricultura de sequeiro.

O acesso à água pelas populações rurais difusas continua a ser um problema significativo, não obstante a redução percentual dessas populações devido à emigração para centros urbanos. Aqui se faz necessária a água para beber e para produzir. Diferentes políticas públicas com base em uma solução tecnológica específica têm passado pelo Semiárido como ondas: a pequena açudagem, os poços com dessalinizadores e as cisternas são algumas delas. Essas políticas frequentemente não estão baseadas em uma visão integrada do território e promovem uma solução homogênea para um espaço socionatural heterogêneo. A homogeneização da solução impõe que se somem aos exemplos de sucesso, em que a solução promovida pela política é a mais adequada, exemplos de dificuldades onde ela não o é, deixando-se desta forma de explorar o melhor de cada tecnologia disponível. Demanda-se aqui uma política que integre alternativas de abastecimento adequadas para os diferentes espaços, sendo necessária para este fim a elaboração de uma cesta de tecnologias de abastecimento e uma cesta de modelos gerenciais que produzam solução sustentável do ponto de vista técnico, financeiro, administrativo e social.

A agricultura de sequeiro contempla uma grande variedade, indo da agricultura de subsistência ao latifúndio capitalista. Essa variedade traduz níveis de vulnerabilidade e oportunidades diferentes em decorrência da variabilidade do clima e da disponibilidade hídrica. O entendimento das alternativas de ação e consequente processo de decisão de cada um desses subconjuntos de agricultores de sequeiro deve ser o passo inicial na definição da estratégia de ação específica. Para alguns deles, a previsão da disponibilidade hídrica por meio do uso da previsão climática pode ser relevante e, para outros, a assistência social pode ser a ação necessária.

Os que pertencem a um hidrossistema são aqueles que têm seu abastecimento de água associado a um manancial superficial (reservatório, rio perenizado, aluvião recarregado por perenização) ou subterrâneo (grande aquífero sedimentar). Esses hidrossistemas podem ter um uso/usuário ou múltiplos usos/usuários. A definição da disponibilidade hídrica e como ela será apropriada pelos diferentes usos/usuários é o problema central desses hidrossistemas. As características do Semiárido (clima e geologia) impõem que o potencial hídrico da região para ser ativado necessita de construção de infraestrutura física. Por exemplo, os solos rasos da depressão sertaneja e a pronunciada sazonalidade e variabilidade climática interanual impõem que a disponibilidade hídrica em grande escala seja superficial e que reservatórios que transportem a água durante o ano (devido à sazonalidade) e entre anos (devido

à variação interanual) sejam construídos. Essa é uma característica marcante dos recursos hídricos do Semiárido. As infraestruturas físicas que viabilizaram o uso (reservatórios, poços, canais...) podem ser coletivas ou individuais. Devido à escala de investimento, todos os sistemas de maior porte têm utilização coletiva e tiveram implantação com financiamento público.

A infraestrutura de recursos hídricos no Semiárido necessita ser implantada, operada, mantida e deve promover benefícios para a sociedade. Para este fim, três classes de ações são inerentes aos recursos hídricos no Semiárido: i) a construção da infraestrutura hídrica; ii) sua operação e manutenção e iii) a gestão da apropriação destes recursos escassos.

O problema dos recursos hídricos posto desta forma traz em si uma questão de escala. O abastecimento das populações difusas é frequentemente pontual e os hidrossistemas têm sua ocorrência na escala de bacia hidrográfica, sendo, desta forma, regional.

Diretrizes conceituais

A construção de uma estratégia para o futuro das águas no Semiárido prescinde de conceitos que delineiam o conteúdo da ação. Possivelmente, os conceitos mais importantes nessa direção são os de sustentabilidade, resiliência, adaptação, gestão de risco e estratégia robusta que se passa a discutir.

Sustentabilidade, resiliência e adaptação

O termo sustentabilidade ganhou notoriedade quando a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) apresentou, em 1987, no relatório “Nosso Futuro Comum” (também conhecido como “Relatório Brundtland”) a definição mais aceita de desenvolvimento sustentável, significando “aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (UNITED NATIONS, 1987). Trata-se de uma definição de caráter filosófico, uma espécie de declaração de princípio, que vem servindo de lema e de bandeira para os defensores de uma política de desenvolvimento mundial benéfica para a humanidade e para o seu habitat natural.

Atualmente, o conceito de sustentabilidade está presente em qualquer sistema de gestão e o alcance dela é considerado um objetivo primordial. Nos recursos hídricos, esse conceito está intrinsecamente relacionado com o de resiliência. Isto porque, para um sistema hídrico ser sustentável,



ele precisa manter de forma continuada um balanço hídrico favorável, em quantidade e qualidade, entre a oferta de água com elevados níveis de garantia e a demanda social para usos múltiplos. E essa manutenção diante do extenso cenário de mudança ambiental, decorrente do mau comportamento da sociedade, depende de esse sistema ser capaz de superar falhas.

De acordo com Holling (1996), resiliência é a capacidade intrínseca de um sistema em manter sua integridade no decorrer do tempo, sobretudo em relação a pressões externas. A principal característica de um sistema resiliente é sua flexibilidade e capacidade de perceber ou eventualmente criar opções para enfrentar situações imprevistas e de risco.

A construção de sistemas resilientes requer melhorar as estruturas e os processos sociais e ecológicos que lhes permitem reorganizar-se após uma perturbação (WALKER et al., 2001). Deste modo, o primeiro passo para alcançar a sustentabilidade hídrica é visualizar o hidrossistema como um sistema sicionatural e complexo.

A resiliência de sistemas sicionaturais é, em muitas situações, dependente da capacidade de as sociedades humanas envolvidas processarem no tempo disponível todas as informações necessárias para lidar eficazmente com a dinâmica complexa do sistema como um todo (VAN DER LEEUW & ASCHAN-LEYGONIE, 2002). Considerar a resiliência no processo de gestão dos recursos hídricos aumenta a capacidade do sistema sicionatural de sustentar-se em face da imprevisibilidade, da surpresa, dos riscos e da complexidade.

Para Folke et al. (2002), duas ferramentas são úteis para construir um sistema sicionatural resiliente: a estruturação de cenários e a gestão adaptativa. O uso de cenários futuros ajuda a alcançar ou evitar determinados resultados. A gestão adaptativa permite construir um contexto social com instituições flexíveis e abertas de forma a aumentar a capacidade de adaptação sem excluir o desenvolvimento.

Diante do exposto, a sustentabilidade refere-se a uma abordagem em que a dinâmica social se presume dominante e onde a sobrevivência da dinâmica do sistema depende de introduzir objetivos de longo prazo para a sociedade, enquanto que a resiliência ressalta a reciprocidade entre as dinâmicas social e natural e sublinha a importância da mudança como um meio de sobrevivência.

Gestão de risco

Muitas vezes risco e incerteza foram citados como sinônimos. No entanto, fazer a devida distinção é importante para uma gestão efetiva do risco. Segundo Knight (1921), risco é a aleatoriedade mensu-

rável dos eventos futuros, ou seja, pode ser usada alguma função de distribuição de probabilidade capaz de descrever o valor dos eventos futuros. Já a incerteza, para o mesmo autor, é a aleatoriedade não mensurável dos eventos futuros. No limite, sempre haverá alguma incerteza em todos os eventos práticos, pois seremos sempre incapazes de mensurar precisamente todos os efeitos que afetam os eventos futuros.

Conforme Damodaram (2009), a definição de risco deve incluir tanto a probabilidade de ocorrência quanto as consequências desse evento. Com isso, a probabilidade de um grande terremoto pode ser pequena, mas os danos podem ser tão catastróficos que o evento poderia ser classificado como de alto risco. Segundo o mesmo autor, o risco se diferencia de ameaça por ser um evento de maior probabilidade, acerca do qual há informações suficientes para avaliar tanto a probabilidade quanto os danos.

Segundo a Política Nacional de Defesa Civil, risco é a relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de um evento adverso se concretize com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos (CASTRO, 2007).

A política de recursos hídricos demanda uma gestão dos riscos naturais e sociais. Entre os riscos naturais, os ocasionados pelo clima são de grande significado para os recursos hídricos.

Estratégia robusta

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), elaborado em 2006, levou em consideração a utilização de uma metodologia prospectiva de cenários para antecipar as imprevisibilidades acerca dos recursos hídricos. Como ponto de partida para a construção desses cenários, foi estabelecido que eles deveriam descrever futuros alternativos, como ferramenta do planejamento de uma realidade carregada de riscos.

Na visão prospectiva, os cenários devem ser construídos de acordo com um conjunto de princípios para que possam ser concebidos como seus instrumentos privilegiados. Eles devem surgir de modo lógico (num encadeamento de causas e efeitos), do passado e do presente, e devem ser desenvolvidos segundo linhas de raciocínio corretas.

A estratégia robusta busca responder como serão alimentadas as decisões dos gestores dos recursos hídricos ao longo do tempo e como se chegar a um desenvolvimento sustentável para que haja o uso mais eficiente possível dos recursos hídricos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005).



A estratégia interroga-se sobre as escolhas possíveis e os riscos irreversíveis e refere-se, desde os anos 1980, aos cenários da prospectiva, como se pode observar nos trabalhos de Michael Porter (PORTER, 2004). A passagem da reflexão prospectiva à ação estratégica supõe, a todo momento, uma apropriação pelos atores a que diz respeito. O mesmo é dizer que a sociedade, e não apenas os gestores, deve ser envolvida ao máximo nas diferentes etapas do planejamento sem, por isso, alterar o caráter necessariamente confidencial de determinadas escolhas estratégicas (GODET, 2000).

Caminhos

O problema dos recursos hídricos no Semiárido, como anteriormente descrito, tem três dimensões: (i) infraestrutura de estocagem plurianual e transferência hídrica; (ii) gestão dos recursos hídricos, notadamente dessa infraestrutura, contemplando sua operação e manutenção bem como regulação de seus usos, incluindo alocação de água; (iii) abastecimento de populações rurais difusas.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, como descrita na Lei 9.433/97, tem seus fundamentos, objetivos e diretrizes aderentes aos problemas do Semiárido Nordestino. Os instrumentos da lei são adequados para a gestão, não contemplando de forma explícita ferramentas que tratem da construção da infraestrutura, reserva plurianual e regional e o problema das populações rurais difusas. Essa dificuldade da lei pode estar associada a uma lógica interna de gestão da escassez hídrica em região úmida ou devido ao fato de água ser entendida como natureza e não como infraestrutura para o desenvolvimento (recursos hídricos), ou pode estar associada à praticidade de a operação da lei se dar apenas por um ministério.

O potencial de recursos hídricos, para ser ativado, necessita frequentemente de infraestrutura de armazenamento e transferência hídrica. Essa é uma dimensão inalienável de uma política de águas para o Semiárido, assim como a operação e manutenção da infraestrutura é fundamental para que ela possa prover os benefícios. Os benefícios decorrentes do uso da água ocorrerão para um usuário específico, em situação de escassez, em detrimento de outro usuário. Desta forma, há conflito de interesses na alocação deste bem escasso, demandando gestão da demanda (regulação do uso) que promova uso eficiente do recurso e sistema de alocação que promova eficiência econômica e justiça social. Essas ações devem ser integradas no sistema de recursos hídricos. O sistema federal dá atribuições de construção da infraestrutura hídrica ao Ministério da Integração Nacional e de regulação do uso ao Ministério do Meio Ambiente e à Agência Nacional de Água (ANA). Isto traz dificuldades de integração desse conjunto de ações.

A resposta dos estados no enfrentamento deste problema é a mais diversa. Há estados onde uma única secretaria especializada em recursos hídricos gerencia todas estas funções (exemplo: Ceará) e outros que distribuem essas funções em diferentes instituições.

A dificuldade básica para a resolução desse problema está na dupla função da água, por ser natureza e desenvolvimento. Enquanto coisa em si, a água é meio de suporte para os ecossistemas; enquanto coisa para nós, a água é insumo para o processo produtivo, é recurso hídrico. Este recurso hídrico necessita ser “produzido” no Semiárido por meio da infraestrutura de armazenamento e transferência hídrica, sendo esse processo de “produção” impactante do meio ambiente natural. Desta forma, a “indústria da água” não pode ser parte do sistema ambiental, devendo por ele ser regulado. Isto posto, a ocorrência dual das ações de recursos hídricos na esfera federal tem sua racionalidade reconhecida e, portanto, seu direito de existir. Essa existência, no entanto, leva a importantes ineficiências, devido à dificuldade de articulação por causa, muitas vezes, de incompatibilidade entre a visão da política fundada pela Lei 9.433/97 e a visão hidráulica clássica.

Desafio relevante está na definição da forma de aplicação dos instrumentos de gestão para o Semiárido.

O enquadramento dos cursos d’água define o rio objeto da ação, os usos permitidos e as metas de qualidade da água do curso d’água. A dificuldade aqui reside na intermitência dos cursos de água do Semiárido, que esvaziam os critérios baseados em níveis de permanência dos cursos d’água como o da vazão média de sete dias associada a uma probabilidade ($Q_{7,10}$) e a existência de estoques de água plurianual com longos períodos de residência, que modificam sensivelmente a qualidade da água e os ecossistemas. A análise da resiliência dos sistemas fluviais e seus ecossistemas é um caminho de trabalho que pode identificar a capacidade de suporte destes sistemas e possibilitar uma identificação dos níveis e tipos de aproveitamento e seus impactos potenciais no curso d’água, abrindo caminho para o enquadramento dos sistemas fluviais de rios intermitentes.

A outorga é outro desafio, por sua dimensão institucional e pela dificuldade de quantificação do volume outorgável devido à incerteza climática. A garantia do direito outorgado, notadamente em anos de escassez, quando retiradas não autorizadas podem acontecer, é um grande desafio institucional. A outorga só é um instrumento de gestão efetivo caso haja sistema de fiscalização e punição que garanta institucionalmente o direito outorgado. No entanto, a alta variabilidade climática na escala decadal com décadas secas e úmidas é o grande desafio. Deve-se estabelecer estratégia adaptativa que aproveite as oportunidades das décadas úmidas e reduza as perdas em décadas secas. Para este fim, a existência de usos de baixo custo fixo e baixa prioridade deve ser estimulada ao lado de usos de maior capital intensivo e/ou maior prioridade. Os usos de menor eficiência econômica



(não obstante devam ter alta eficiência no uso da água) serão ativados ou desativados, dependendo de o período ser mais úmido ou seco.

A cobrança pelo uso da água no Semiárido tem função econômica (prover eficiência econômica no uso da água) e financeira (viabilizar os recursos para operação e manutenção do sistema, além das demais atividades da gestão), devendo o modelo de gestão dos recursos hídricos incorporar esse objetivo dual.

O planejamento de recursos hídricos é um importante instrumento de tomada de decisão. A Lei 9.433 estabelece que o processo de tomada de decisão seja participativo, sendo este um supremo absoluto do modelo propugnado por essa lei. Nesse contexto, o planejamento racional clássico de base tecnocrática deve dar lugar ao planejamento político. Essa transição não é trivial, pois o planejamento político necessita de base técnica para que os ganhos e perdas (*trade-offs*) dos diferentes agentes sejam devidamente reconhecidos e possibilitem acordos/pactos robustos. Assim, fazem-se necessários conhecimentos para a construção de decisões sustentáveis. A elaboração de metodologias consistentes e equilibradas para o planejamento político de recursos hídricos ainda se faz necessária não obstante os avanços obtidos em diversas experiências exitosas deste tipo de planejamento.

O processo de tomada de decisão demanda informações e, no contexto de variabilidade natural (clima e geoambientes) dos semiáridos, essas informações se fazem mais preciosas. Assim, faz-se essencial o desenvolvimento e a manutenção de Sistemas de Informações e de Decisão.

As especificidades da gestão de recursos hídricos no Semiárido demandam a construção de novos instrumentos adequados às características da região, como, por exemplo, instrumentos que tratem da operação e manutenção de infraestrutura hídrica, incluindo-se aqui a segurança de barragens e demais obras hídricas.

O processo de participação nos processos de gestão deve ser analisado com cuidado no contexto do Nordeste. A tradição autoritária e paternalista pode se transvestir de nova roupagem. Nesse sentido, a estrutura e o fluxo de poder dos colegiados de gestão, a representatividade dos atores sociais e uma nítida definição das decisões a serem tomadas pelos colegiados devem ser analisadas para evitar captura pela lógica tradicional ou que esses colegiados não sejam espaços povoados por setores sem legitimidade social que o usam para interesses menores, burocratizando-os. Os colegiados (por exemplo, comitês de bacia) só merecem existir se tiverem que decidir ou influenciar sobre temas relevantes e se seus componentes tiverem legitimidade e representatividade.

Agenda para o futuro das águas

A Política Nacional de Recursos é compatível com as necessidades do Semiárido. Deve-se promover uma agenda de recursos hídricos que, ao tempo que integre as múltiplas dimensões do problema, detalhe os instrumentos de gestão considerando as especificidades da região semiárida. Passa-se a discutir elementos para a construção dessa agenda da Política Nacional de Águas para o Semiárido.

A construção de uma estrutura institucional que integre a construção de infraestrutura hídrica, sua operação e manutenção, e a regulação dos usos aos processos de tomada de decisão e financiamento do sistema, proposta pela Lei 9.433/97, deve ser operacionalizada. Neste sentido, deve-se reconhecer que o sistema de recursos hídricos é usuário do meio ambiente (exemplo: ao construir barragens) e deve ser regulado pelo sistema ambiental. Cabe aqui uma distinção que estabelece a identidade dos dois sistemas, demandando-se assim existência própria de cada um deles. Não obstante essa individualização dos sistemas, há espaço para integração e produção de importantes sinergias positivas como, por exemplo: o setor de recursos hídricos pode usufruir do sistema de coerção (fiscalização e normas de punição) do sistema ambiental para promover o comportamento desejável dos usuários de água, assim como o sistema ambiental pode usufruir dos instrumentos econômicos do setor de recursos hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos deve incorporar no Semiárido o problema do abastecimento de populações rurais difusas. Essa é uma questão de grande relevância. A construção de infraestrutura física de armazenamento e transferência hídrica ainda é uma ação necessária em muitas áreas do Nordeste brasileiro.

Tem-se realizado no Semiárido, nas últimas décadas, uma profunda reforma na gestão da água. Não obstante a diversidade da ocorrência desta reforma, pode-se afirmar que ela contempla múltiplas dimensões do gerenciamento de recursos hídricos, tais como:

- i) A instalação de uma infraestrutura político-jurídico-institucional que administre o sistema;
- ii) Descentralização e participação pública no processo de tomada de decisão e sistema administrativo de gerenciamento de conflitos constituído das comissões de usuários, comitês de bacia e conselhos estaduais de recursos hídricos;
- iii) Sustentabilidade financeira e mecanismo de financiamento do sistema mediante cobrança pelo uso da água;
- iv) A construção de infraestrutura física que aumente as garantias do sistema e permita a transferência de água para o suprimento dos usos com maior valor econômico e social;



- v) A internalização da cultura de operação e manutenção de hidrossistemas como forma de garantir a produção de benefícios sociais das infraestruturas construídas;
- vi) O planejamento como instrumento de seleção das ações a serem adotadas;
- vii) A capacitação institucional (técnica e instrumental) para o gerenciamento do sistema.

A reforma da água operada no Semiárido contempla, desta forma, mudanças políticas na transparência e na forma de tomada de decisões, na forma de relação entre o interesse público e o privado, no gerenciamento, no critério com que se constrói, opera e mantém a infraestrutura e na visão de sustentabilidade financeira, econômica e social que os sistemas devem ter. Constitui-se em uma reforma que opera sobre processos sociais profundos e demanda tempo para a construção de uma nova cultura das águas, associada ao sistema de valores promovidos pela reforma.

Essa reforma da água não se encontra concluída, estando em momento decisivo de sua consolidação. Uma agenda para a Política de Águas para o Semiárido deveria contemplar pelo menos cinco objetivos:

- i) Consolidação e aprimoramento dos instrumentos de gerenciamento da demanda: outorga, licença, fiscalização e tarifa pelo uso da água;
- ii) Consolidação da gestão da oferta quantitativa das águas superficiais (mediante operação e manutenção da infraestrutura hídrica) e introdução de mecanismos da gestão da qualidade da água, assim como das águas subterrâneas;
- iii) Aprimoramento dos mecanismos de participação pública e gerenciamento de conflitos pelo uso da água;
- iv) Fortalecimento institucional, a fim de capacitar aos desafios desta fase da reforma em curso;
- v) Gerenciamento do risco climático nos recursos hídricos.

Infraestrutura institucional, política e jurídica

Os Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos tiveram sua implantação na forma atual na primeira década do século XXI. O fortalecimento e a modernização desse sistema necessitam do aprimoramento de três dimensões em particular: a dos recursos humanos; infraestrutura física e informacional; e o desenvolvimento de um sistema de planejamento permanente.

A política de recursos humanos deverá promover a capacitação do corpo técnico, incluindo o intercâmbio com instituições nacionais e internacionais. Essa capacitação deverá ser orientada por um planejamento que identifique os perfis profissionais necessários nas diversas instituições do sistema. Esse planejamento deverá contemplar sistema de remuneração que premie a capacidade técnica,

assim como a capacidade gerencial. Novos talentos necessários ao sistema deverão ser selecionados, recrutados e treinados. Esse processo constitui-se em uma reestruturação do quadro técnico do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

As condições e ferramentas de trabalho devem ser melhoradas de forma a compatibilizá-las às necessidades do sistema e a viabilizar a maior produtividade do quadro técnico. Desta forma, faz-se necessária a melhoria de instalações, o desenvolvimento e aquisição de sistemas computacionais e softwares e de veículos automotores.

O planejamento tem sido uma ferramenta utilizada em diversos estados para a definição de sua política de recursos hídricos. No entanto, o planejamento tem sido estanque aos serviços associados à produção dos documentos de planejamento; os diversos níveis de planejamento não se encontram bem articulados e as informações produzidas na construção desses documentos são muitas vezes perdidas. Faz-se necessário um sistema de planejamento contínuo que defina as ações a serem realizadas, avalie essas ações e realize os ajustes necessários. Esse sistema deverá definir e articular os diferentes tipos e níveis de planejamento. Enfim, esse sistema deverá possibilitar a avaliação e o controle das ações em curso, permitindo a construção de cenários prospectivos e a tomada de decisões na administração das águas.

O desenvolvimento dessas atividades necessitará de um sistema de acompanhamento das intervenções com características operacionais de planejamento.

Sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos

A sustentabilidade do gerenciamento de recursos hídricos está associada ao aprimoramento das ferramentas de gestão dos recursos hídricos.

Sistema de outorga, licença e fiscalização

O direito de uso da água definido na outorga e a sua efetividade garantida pela fiscalização são fatores decisivos da qualidade em qualquer sistema de gerenciamento de recursos hídricos. O sistema de outorga necessita ser aprimorado urgentemente. O conhecimento sobre a oferta hídrica de longo prazo e a definição de critérios de alocação desta oferta por meio da outorga de longo prazo são necessários para a definição da demanda instalada no sistema; isto é, quanto será permi-



tido instalar, por exemplo, de irrigação e indústria no sistema. A grande variabilidade climática decadal dos regimes impõe incertezas que necessitam ser incorporadas ao processo de tomada de decisão e demandam estratégias robustas para a outorga de longo prazo que, ao promoverem o uso econômico das águas, não produzam perdas sociais significativas por décadas mais secas.

Adicionalmente, faz-se necessário conhecer os usuários de água e suas características. Essa base de informação permite o planejamento em geral e especificamente o da outorga, assim como o planejamento da fiscalização. O levantamento de informações e o cadastramento dos usuários reduzem a assimetria de informações entre o sistema de regulação e controle e os usuários de água. Adicionalmente, essas informações podem ser úteis na construção de uma estratégia para a legalização dos usuários (de uso significativo) junto ao sistema de gerenciamento mediante outorga.

A alocação de água se dá em muitos lugares pela outorga e pelo processo de alocação de água negociada. Esses processos não se encontram articulados e este último não encontra amparo adequado no sistema normativo. É desejável a articulação desses dois processos entre si e com a cobrança pelo uso da água de forma a possibilitar uma alocação de água com eficiência econômica, equidade e legitimidade social.

O direito de uso da água deverá ser garantido por um sistema de fiscalização. Sem fiscalização, poderão existir retiradas ilegais que comprometerão os direitos dos usuários outorgados, sendo desta forma dimensão inalienável a outorga, cobrança e alocação de água em seu conjunto. A fiscalização consiste na identificação do infrator (monitoramento de ações ilícitas) e na sua punição. A identificação do infrator demanda ação de poder de polícia do Estado, devendo ele estar capacitado para essa ação; os custos dessa ação do poder público podem ser reduzidos se houver mecanismos de autorregulação (ação privada). Essa classe de ação contempla a implantação e o desenvolvimento de um sistema de fiscalização, incorporando a dimensão pública e privada e a revisão do sistema normativo que define o sistema de fiscalização do uso da água.

O sistema de controle do Estado opera sobre a demanda como descrito anteriormente e sobre a oferta mediante licença de obras hídricas. A licença de obras hídricas é instrumento fundamental para uma gestão da oferta sustentável. Como exemplo, pode-se citar a construção de pequenos reservatórios que têm a importante função de distribuição da água no espaço territorial, permitindo diversos usos, mas que podem impor significativas perdas ao sistema de regularização plurianual. O aprimoramento dos métodos e informações utilizados no sistema de licenciamento é de importância crucial no gerenciamento da oferta hídrica. O licenciamento de obras para o aproveitamento subterrâneo será contemplado na componente de gerenciamento de águas subterrâneas.

Os usuários de água e a sociedade necessitam ser informados e educados sobre o sistema de outorga, fiscalização e licença. Desta forma, material educativo deve ser elaborado e distribuído.

Cobrança pela água bruta

A cobrança pelo uso da água no sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Ceará tem a dupla função de financiadora do sistema e de incentivo econômico à conservação de água. Esse instrumento de gestão não se encontra intimamente associado à outorga de direito de uso, sendo esta uma necessidade do sistema atual. Deve-se verificar a alternativa de associar a cobrança pelo uso da água aos diferentes níveis de risco definidos no sistema de prioridades da outorga, como forma de aumentar a eficiência econômica do sistema.

A incorporação de instrumentos econômicos complementares à cobrança, tais como fundo operacional para anos secos e sistema de seguro para os usuários, deve ter sua oportunidade analisada. Os fundos teriam a responsabilidade de equalizar os fluxos financeiros do sistema, financiando os custos de operação (exemplo: bombeamento) e *enforcement* mais altos nos anos secos, nos anos em que a receita da agência deverá cair (“menor estoque para realizar”), mantidos os preços da água constantes ou com pequenas oscilações. Outro instrumento que deve ter sua viabilidade analisado é o seguro como instrumento de transferência de risco, que possibilite a redução de perdas econômicas em anos extremos.

A cobrança necessita de um sistema de apropriação de custos que permita a sua identificação em cada componente do sistema hídrico. Esse sistema permitirá o desenvolvimento de um gerenciamento dos custos que produza melhor relação custo-efetividade. Adicionalmente, dará maior transparência à aplicação dos recursos da tarifa.

A integração entre cobrança, outorga e alocação negociada é importante para a construção de um mecanismo de alocação de água robusto e que produza os resultados sociais desejados. Essa integração permitirá, adicionalmente, dar maior previsibilidade aos resultados da alocação de água negociada.

As potenciais perdas financeiras de arrecadação do sistema podem ser reduzidas por um sistema de macro medição dos volumes de água utilizados. Este sistema de macro medição contribuirá também para dar o incentivo econômico correto aos usuários de água (cada um será cobrado exatamente pelo uso efetivamente realizado e não o uso estimado).



Participação pública

A participação pública deve contemplar as diversas instâncias do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, como comitês de bacias e organização dos usuários de água.

Comitês de bacias

O sistema de gerenciamento de recursos hídricos, criado pela Lei 9.433/97, tem como um de seus objetivos básicos o gerenciamento de conflitos, tendo o comitê de bacia como local privilegiado.

O planejamento de recursos hídricos pode ser uma ferramenta para mapear, explicitar e dirimir conflitos entre os agentes sociais e econômicos em uma bacia hidrográfica. Neste sentido, aprimorar o planejamento participativo nos comitês de bacia para a elaboração dos planos de bacia e demais documentos de planejamento é instrumento a ser utilizado na construção de consenso e na arbitragem de conflitos.

O processo de participação pública pode ser comprometido caso haja grande assimetria de informação entre os agentes sociais que dele participam. Faz-se necessário, desta forma, o desenvolvimento de programa educacional que reduza a assimetria de informação e possibilite a construção de consensos mais sólidos e com maior equidade.

A transparência e o controle social do gerenciamento de recursos hídricos são importantes e devem ser promovidos. A construção de mecanismos de disseminação da informação, como portais e ferramentas que viabilizem a sua disponibilidade, deve ser realizada para viabilizar a transparência e o controle social do processo.

Organização de usuários de água bruta

As organizações de usuários de água, criadas pela primeira vez no Ceará, em 1994, tem na alocação negociada de água um de seus maiores objetivos. Juntamente com os comitês de bacia, elas constituem as instâncias de participação em escala local e regional.

A ampliação deste espaço de decisão, por meio da instalação de comissões gestoras de sistemas hídricos, constitui ação deste componente. A ampliação destes espaços deve ser acompanhada pelo desenvolvimento de métodos e ferramentas computacionais de apoio à alocação negociada

de água para as comissões existentes e a serem instaladas. Estas ferramentas devem dirimir conflitos cognitivos, identificando as alternativas de solução para a análise e decisão das comissões, contribuindo desta forma para a maior transparência do processo e para a construção de soluções com maior sustentabilidade social.

Programa de educação junto aos usuários da água, com vistas à promoção do seu uso racional, deve ser realizado como instrumento de modificação das práticas atuais que, em diversas áreas, apresentam grande desperdício no uso da água.

A estas práticas de conservação da água deve-se somar a difusão das práticas de conservação hidroambiental, desenvolvidas, por exemplo, no Programa Base Zero, na Paraíba, e no PRODHAM, no Ceará, como forma de promover o uso sustentável dos recursos ambientais nas microbacias. Estas práticas reduzem processos de erosão e seus impactos e poderão permitir uma maior disponibilidade hídrica no sistema.

O gerenciamento de recursos hídricos tem aumentado a segurança dos sistemas hídricos. No entanto, períodos de escassez hídrica (meses, anos ou décadas) poderão ocorrer. Neste sentido, devem-se desenvolver estratégias de gerenciamento do risco climático de secas, de forma a promover integração social, eficiência econômica e equidade social. O planejamento, as estratégias e os instrumentos de gestão de períodos de secas devem ser implementados e desenvolvidos.

Construção, operação e manutenção da infraestrutura hídrica

Construção de infraestrutura hídrica

A variabilidade espacial e temporal da ocorrência da água demanda infraestrutura física que transporte a água no tempo (reservatórios) e no espaço (adutoras e canais) com vista a reduzir as flutuações da oferta hídrica. O potencial hídrico do Semiárido ainda não foi totalmente ativado, devendo-se frequentemente construir reservatórios para ativá-lo. A construção de obras de transferência hídrica pode ser um aliado importante na redução da variabilidade espaço-temporal da ocorrência de água, ao possibilitar a interligação de regiões com certa diferença temporal da ocorrência da água ou com disponibilidades hídricas médias diferentes.



Operação e manutenção

A cultura de operação e manutenção dos sistemas hídricos deve ser desenvolvida, a exemplo da COGERH no Ceará. Essa prática potencializa a exploração das infraestruturas disponíveis com custos mais baixos, isto é, a produção dos benefícios sociais a menor custo. Essa é uma silenciosa transformação com importantíssima melhoria de qualidade do gerenciamento da oferta hídrica. É o desejável aprofundamento dessa prática.

A operação em tempo real, por meio da automação e do desenvolvimento de sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA), deverá ser implementada nos sistemas estratégicos com vistas a possibilitar segurança e eficiência operacional.

Algumas infraestruturas que não foram projetadas de forma a facilitar a operação e manutenção, ou nas quais essas práticas não foram executadas adequadamente, necessitam ser reabilitadas e/ou melhoradas. Essa reabilitação é o caminho para levar essas infraestruturas a produzirem os benefícios sociais planejados.

Gestão da qualidade da água

O gerenciamento de recursos hídricos superficiais no Semiárido não tem incorporado adequadamente os aspectos da qualidade da água. O crescimento das cidades, das indústrias, piscicultura e irrigação introduzem a qualidade da água como problema relevante. A incorporação da qualidade da água no gerenciamento de recursos hídricos é o objeto deste componente.

O gerenciamento da qualidade da água deverá incorporar instrumentos de incentivo econômico e participação pública em adição aos mecanismos de comando e controle, sendo esta uma diferença importante entre a gestão da qualidade da água feita pelo setor de recursos hídricos e pelo setor ambiental (marcadamente comando e controle).

A estratégia de definição da política de gestão da qualidade da água no Ceará encontra uma dificuldade inicial. Os padrões e critérios definidos para os corpos de água atualmente disponíveis são marcadamente para regiões úmidas e não para o Semiárido do Brasil. A definição da política de gestão da qualidade da água deverá revisar esses critérios e padrões de forma a adequá-los a especificidades do Semiárido.

A definição do modelo de gestão deverá incorporar instrumentos normativos, econômicos e a participação pública, assim como a implantação de sua base informacional, institucional e legal.

O processo de definição desse arcabouço deverá contemplar: a) o diagnóstico das fontes poluidoras concentradas e difusas, urbanas e rurais; b) a modelagem matemática que funcione com sistema de apoio à decisão, ao sistema de monitoramento e ao planejamento do modelo de gerenciamento da qualidade da água (essa modelagem deve permitir a integração da informação disponível, a avaliação de impactos e a construção de cenários atuais e futuros); c) o projeto de rede de monitoramento; d) a proposição de arcabouço político-jurídico-institucional de gerenciamento da qualidade e a implantação de projeto piloto para teste deste modelo, incluindo a estratégia de monitoramento; e) a definição do modelo deverá contemplar a outorga, cobrança e fiscalização (incluindo monitoramento) da qualidade, as formas de participação pública e o sistema normativo (leis, decretos e resoluções) que amparem o modelo de gestão.

Gestão das águas subterrâneas

O Semiárido tem em seu território dois grandes domínios de ocorrência das águas subterrâneas: o cristalino e o sedimentar. O domínio cristalino tem sua exploração frequentemente associado ao abastecimento de pequenas comunidades. Sob o domínio sedimentar (exemplo: Gurgueia, Apodi, Araripe e Barreira) é que se dão os principais usos econômicos e abastecimento de populações com águas subterrâneas.

A definição de uma política de gestão quali-quantitativa das águas subterrâneas e sua integração com as das águas superficiais é o objeto deste componente. Essa política deverá contemplar a outorga e a cobrança de água subterrânea. As normas (leis, decretos e resoluções) que constituirão o arcabouço jurídico dessa política deverão ser formuladas e implantadas, da mesma forma que a infraestrutura institucional para operar o modelo de gestão.

A construção dessa política utilizará um modelo matemático dos aquíferos sob um sistema de apoio à decisão como forma de avaliação das disponibilidades hídricas e dos impactos dos diferentes cenários decorrentes das alternativas de políticas analisadas. Esse modelo terá como função sistematizar as informações disponíveis nos estudos dos aquíferos já realizados, assim como contribuir para o planejamento da rede de monitoramento das águas subterrâneas e na definição de novos estudos.

O sistema de gerenciamento necessita de uma rede de monitoramento das águas subterrâneas por meio de poços de produção de água e poços de observação (piezômetros). Essa rede de monitoramento terá múltiplas funções, entre elas a de instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.



Gerenciamento do risco climático em recursos hídricos

O gerenciamento do risco climático deve contemplar as diferentes escalas temporais de ocorrência da variabilidade do clima (sazonal, interanual e multidecadal), bem como dos potenciais efeitos das mudanças climáticas. O gerenciamento do risco climático – tanto de variabilidade como de mudança – é estratégia transversal.

Metodologias que possibilitem identificar os riscos associados ao clima no projeto, construção e operação de infraestrutura de recursos hídricos, assim como no gerenciamento da demanda de água, devem ser aperfeiçoadas e desenvolvidas. Isso deve objetivar a correta identificação de estratégias robustas de adaptação da sociedade com a alta variabilidade climática; que reduzam ou neutralizem crises sociais quando do estresse hídrico devido a eventos climáticos extremos. A proposição de estratégias robustas transversais às ações de gestão de recursos hídricos que ofereçam maior resiliência e capacidade de adaptação das sociedades às secas deve ser incorporada aos planos de recursos hídricos.

O gerenciamento de risco climático é estratégia desejável para minimizar as crises sociais e os impactos nas infraestruturas de recursos hídricos devidos a eventos climáticos extremos. Essa estratégia deve incorporar a criação de seguros possivelmente associados à cobrança pelo uso da água e outras medidas estruturais e não estruturais. As ações devem ocorrer na escala regional, estadual e nas bacias hidrográficas.

Observações finais

A heterogeneidade e variabilidade climática são as características fundamentais da natureza nos Semiáridos do Nordeste do Brasil. Essas características demandam soluções específicas adequadas a cada paisagem e a cada modo de variação do clima. O gerenciamento do risco climático dos recursos hídricos é chave nesse cenário.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, na forma apresentada pela Lei 9.433/97, tem instrumentos úteis para a gestão de recursos hídricos no Semiárido, carecendo de um aprimoramento metodológico para uma aplicação mais eficiente e sustentável. O Plano Nacional de Recursos Hídricos deve ter mais bem definidas as ações para a região, de forma a prover uma Agenda Integrada para a Política Nacional de Recursos Hídricos para o Semiárido.

Os avanços da Política de Recursos Hídricos na região foram significativos, havendo ainda a necessidade de consolidação de conquistas e ajustes em algumas direções. Propõem-se, aqui, elementos para uma agenda de ações.

O Semiárido continua desafiador, não obstante se mostrar cada vez mais possível a produção de condições materiais para que suas populações tenham uma boa qualidade de vida. A existência de uma inteligência do Semiárido é decisiva para a identificação de soluções sustentáveis de adaptação do homem ao seu meio. Essas alternativas podem servir para que a sociedade e, notadamente, seu setor político utilizem a construção de políticas públicas que promovam o desenvolvimento com eficiência econômica e com sustentabilidade e justiça ambiental.



Capítulo 7

A questão ambiental e a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Nordeste

Walt Disney Paulino¹, Francisco José Coelho Teixeira²

A qualidade das águas está intimamente ligada ao ciclo hidrológico e às condições naturais e antrópicas encontradas em seu percurso (regime hidrológico, desmatamento, agricultura, esgoto, etc. – conforme mais à frente descrito). Desde o momento em que acontece a precipitação até a ocasião em que a água evapora, formando as nuvens, e assim fechando o ciclo, a sua qualidade vai se alterando de acordo com a ambiência com que entra em contato.

Ao precipitar das nuvens, até atingir o solo, pode ter alterada a sua qualidade em maior ou menor intensidade, de acordo com as características do ar atmosférico.

Ao atingir o solo, parte da água se infiltrará, alimentando o lençol freático, e outra parte vai escoar, levando consigo partículas de solo, que agregam íons e cátions, alterando a sua qualidade. O que será carregado dependerá do uso e da ocupação deste solo, que tanto pode ser uma área onde se pratica agricultura, ou pecuária, quanto pode ser uma área urbana, cada uma alterando a qualidade da água de uma forma diferente.

Em seu percurso, a água pode receber a contribuição de outros corpos hídricos, bem como de efluentes de múltiplos usos, tais como: esgoto industrial, drenagem agrícola, esgoto doméstico, etc.

Se a água é represada, a qualidade estará intimamente relacionada com o regime hidrológico, que envolve o trinômio: chuva-evaporação-frequência de vertimento, principalmente se o reservatório estiver localizado numa região semiárida como o Nordeste brasileiro.

1 Gerente de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) do Governo do Ceará

2 Presidente da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) do Governo do Ceará

Em resumo, espacialmente, a qualidade da água está relacionada com o tipo de solo e com o seu uso e ocupação dentro da bacia hidrográfica, enquanto que, temporalmente, a qualidade está associada ao regime hidrológico decorrente da distribuição das chuvas.

Condições ambientais do Nordeste e sua relação com a quantidade e qualidade das águas

Nos itens a seguir, são enfocadas as condições ambientais, naturais e antrópicas predominantes na região Nordeste e a forma como elas afetam a quantidade e qualidade das águas dos mananciais.

Condições naturais

As características naturais condicionantes da qualidade da água dos mananciais da região Nordeste são relacionadas com o clima, a geologia, os tipos de solos, o regime hidrológico dos rios e o tempo de residência da água nos reservatórios. Uma breve abordagem destas condições naturais é desenvolvida a seguir.

Clima

A fisionomia ambiental do Nordeste brasileiro está intimamente relacionada com a relação entre o índice pluviométrico e o índice evaporimétrico anuais.

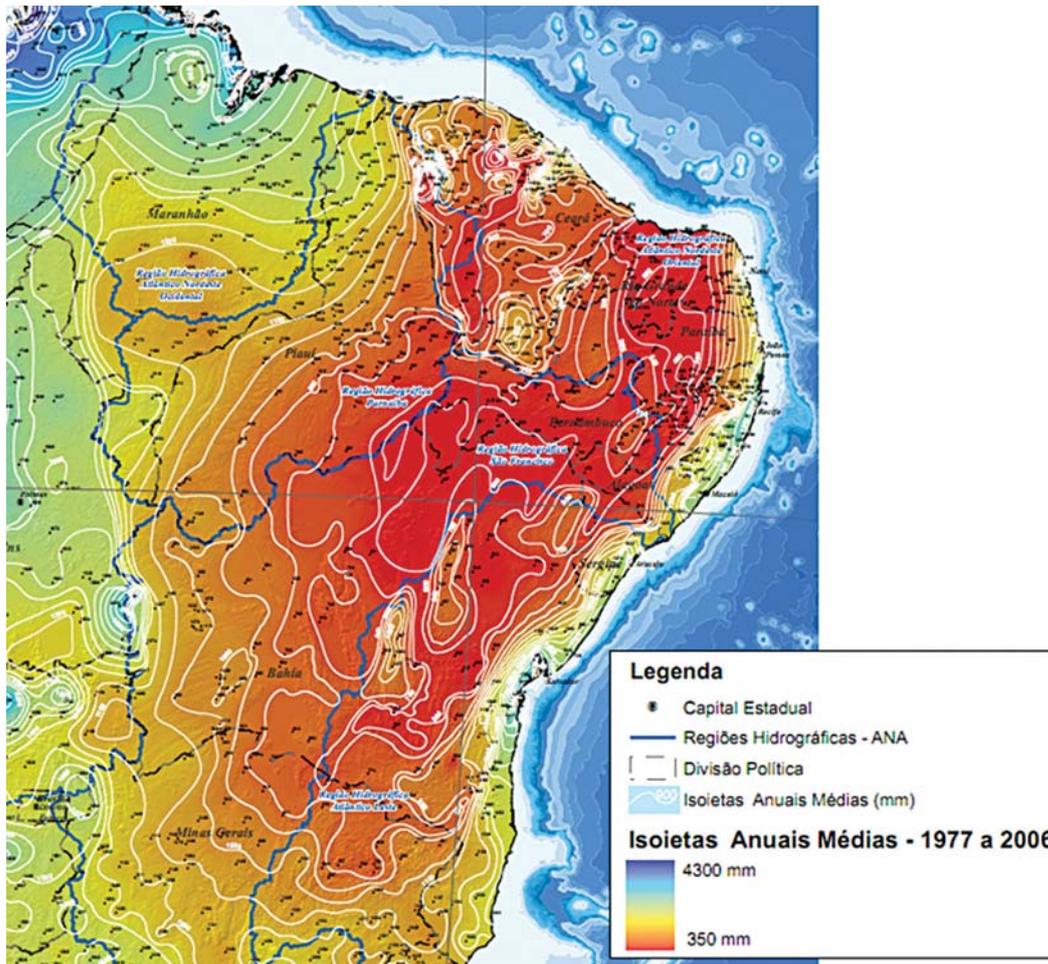
O Nordeste brasileiro apresenta como características climáticas singulares a irregularidade temporal e espacial das chuvas e a elevada evaporação. O regime pluviométrico, quando normal, caracteriza-se principalmente por uma estação chuvosa, com precipitações abundantes, e um período muito seco, de duração variável, cujas chuvas são raras e pouco intensas (LIMA, 2001).

A variabilidade espacial das precipitações é muito grande, havendo espaços geográficos onde a pluviometria anual média é da ordem de 500 a 700 mm, ou menor, como verificado no sertão semiárido, abrangendo parte das regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental, do São Francisco e do Parnaíba, e áreas onde chove anualmente até 2.000 mm, como na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental e em grande parte do litoral. Observa-se também grande variabilidade temporal do seu regime de chuvas, o que ocasiona em alguns anos secas prolongadas ou



precipitação excessiva, as quais causam sérios problemas à agricultura, base econômica da maior parte da região (LIMA, 2001).

A Figura 7.1 ilustra a distribuição da lâmina média anual de precipitação no Nordeste, tomando como base o período de 1977 a 2006. Nesta figura, as regiões com cores mais quentes (tons avermelhados) têm as menores lâminas médias anuais de chuva, já as regiões com cores mais frias (tons azulados e esverdeados) têm as maiores lâminas médias anuais, enquanto que as linhas com cor branca indicam uma mesma lâmina anual.



Fonte: CPRM, 2009.

Figura 7.1 – Distribuição da chuva anual no Nordeste brasileiro.

Todos os estados nordestinos, com exceção do Maranhão, têm grande parte de seus territórios contidos no Polígono da Seca, cujos critérios para enquadramento são: a) precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros; b) índice de aridez de até 0,5, calculado pela relação entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, para o período entre 1961 e 1990; c) risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990.

A média da evaporação anual normal do Nordeste brasileiro, contabilizada em 75 estações evaporiométricas, durante o período de 1961-1990, foi de 1796,0 mm, sendo que o menor valor foi de 654,7 mm, em Guaramiranga-CE, e o maior valor de 4.033,3 mm, em Paulistana-PI (DNMET, 1992). Quanto à precipitação anual, a média observada foi de 1.150,7 mm, sendo 517,4 o menor valor obtido, em Cabrobó-PE, e o maior valor obtido 2.457,9 mm, em Recife-PE.

Em quase toda área do território nordestino, a lâmina da evaporação anual em muito supera a lâmina da precipitação. Este balanço favorável à evaporação enseja não apenas a redução quantitativa da oferta hídrica, mas também propicia a degradação da qualidade das águas armazenadas, ao induzir o aumento da concentração de sais e das substâncias presentes nos reservatórios.

Geologia

Quanto à geologia, o Nordeste apresenta dois tipos estruturais: o embasamento cristalino, representado por 70% da região semiárida, e as bacias sedimentares, como pode ser visto na Figura 7.2.

O embasamento cristalino está localizado nas zonas de maior aridez, dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, norte da Bahia e leste do Piauí. Nas áreas onde predomina o embasamento cristalino, os solos geralmente são rasos (cerca de 0,60 m), apresentando baixa capacidade de infiltração e elevado escoamento superficial. Esta condição geológica, associada à elevada taxa de evaporação, à irregularidade interanual das chuvas e à concentração destas precipitações num curto período de tempo enseja um regime hidrológico em que a quase totalidade dos rios e riachos nordestinos são intermitentes, escoando, em média, durante 3-4 meses do ano.

No Nordeste, as bacias sedimentares abrangem quase todo o estado do Maranhão, menos uma pequena faixa próxima à cidade de Imperatriz; quase todo estado do Piauí, menos uma estreita faixa no sudeste do estado; boa parte do oeste e do sudeste da Bahia e toda a chapada Diamantina; todo o litoral de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará, incluindo a chapada do Araripe. Nas bacias sedimentares, os solos geralmente são profundos (com profundidades superiores a 2m, podendo ultrapassar 6m), com alta capacidade de infiltração e baixo escoamento superficial.



Fonte: SUASSUNA, 2011.

Figura 7.2 – Localização das Bacias Sedimentares e do Escudo Cristalino.

Solos

Os principais tipos de solos existentes no Nordeste brasileiro são os latossolos (31,01%), os neossolos (27,55%), os argissolos (17,2%), os luvisolos (7,6%) e os planossolos (6,61%), que totalizam quase 90% de todo o território nordestino (SANTOS & CÂMARA, 2002).

As principais características destes solos são as seguintes:

- 6) Latossolos: solos profundos e de boa drenagem que se caracterizam pela grande homogeneidade de características ao longo da profundidade;
- 7) Neossolos: no Nordeste, basicamente, esta classe congrega tanto solos rasos, principalmente, quanto solos profundos e arenosos;
- 8) Argissolos: a profundidade destes solos é variável, mas em geral são pouco profundos ou profundos;

- 9) Luvisolos: têm profundidade mediana, entre 60 e 120 cm;
- 10) Planossolos: solos que apresentam em seu perfil uma camada com acentuada concentração de argila que os torna imperfeitamente ou mal drenados.

Os solos ocorrentes na região semiárida do Nordeste brasileiro são, em geral, pedregosos e pouco profundos.

A qualidade das águas superficiais no Nordeste brasileiro (composição química e, sobretudo, nível de concentração) está claramente relacionada, de um lado, com a natureza do substrato local, especificamente da rocha e do tipo de solo, e, de outro, com o seu modo de jazimento, sendo as águas subterrâneas notadamente mais concentradas do que as de superfície (rios e açudes, ainda que, para estes últimos, observa-se uma grande diversidade de comportamento). As características do solo e do subsolo estão entre os principais fatores que condicionam as variações da qualidade das águas dos mananciais (LEPRUN, 1983 apud SUASSUNA, 1996).

A condutividade elétrica é um parâmetro de qualidade de água que mede a capacidade que água tem de conduzir uma corrente elétrica e é um dos parâmetros que indicam a salinidade da água. Quanto maior a condutividade elétrica maior a salinidade. Nos cursos d'água no território nordestino, esta condutividade elétrica é produzida predominantemente pelos íons ou cátions das partículas de solo, em maior ou menor intensidade, de acordo com o tipo de solo, para as águas produzidas pelo escoamento oriundo das chuvas.

Quadro 7.1 – Condutividade elétrica média em riachos, em função dos solos predominantes na bacia de contribuição (adaptado de LEPRUN, 1983 apud SUASSUNA, 1996).

Tipo de solo		Cond. Elétrica Média (microsiemens/cm)
Antiga classificação	Nova classificação (EMBRAPA, 1999)	
Planossolos	Planossolo	4.596
Solonetz	Planossolo	2.817
Litólicos Eutróficos	Neossolo	621
Vertissolos	Vertissolo	484
Bruno não Cálculo	Luvisolo	329
Podzólicos	Argissolo	226
Latossolos	Latossolos	188
Areia Quartzosa	Neossolo	98



O Quadro 7.1 ilustra o efeito do tipo de solo predominante na bacia de contribuição sobre a condutividade elétrica das águas de riachos, originadas do escoamento superficial. Quando maior a condutividade elétrica, medida em microSiemens por centímetro, maior a salinidade e, portanto, pior a qualidade da água.

Regime hidrológico e tempo de residência

Pode-se definir regime hidrológico como o conjunto das variações do estado e das características de uma massa de água que se repetem regularmente no tempo e no espaço. Esta massa de água pode pertencer a um rio, a um reservatório ou a um aquífero subterrâneo.

Em função das diferentes características fisiográficas que apresenta, o IBGE dividiu a região Nordeste em quatro zonas geográficas: Meio-norte, Sertão, Agreste e Zona da Mata. A figura 7.3 mostra as zonas geográficas nordestinas.

O regime hidrológico dos rios localizados em territórios nordestinos é diferenciado de acordo com a zona geográfica a que pertence.

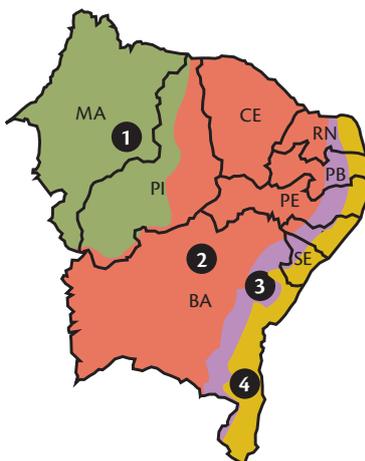
A zona geográfica Meio-norte é a área mais ocidental do Nordeste, englobando todo o estado do Maranhão e o oeste do estado do Piauí. Trata-se de uma faixa de transição entre a Amazônia e o Sertão Nordestino, também conhecida como Mata dos Cocais. Nesta região, os principais e maiores rios são permanentes, destacando-se os rios Mearim, Itapecuru e Parnaíba (WIKIPEDIA, 2011b).

Na zona geográfica Sertão, está localizado o rio São Francisco. O rio São Francisco e alguns de seus afluentes, localizados em terras mineiras e no Cerrado baiano, são perenes. Já os afluentes do São Francisco, situados nos Sertões da Bahia, de Pernambuco, de Alagoas e de Sergipe, assim como os rios que drenam os Sertões do Ceará, do Piauí, do Rio Grande do Norte e da Paraíba, são temporários (WIKIPEDIA, 2011c).

Agreste designa a área de transição entre a Zona da Mata e o Sertão, que se estende por uma vasta área dos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Os rios localizados nesta zona geográfica são intermitentes. O Agreste e o Sertão compõem o ecossistema denominado Caatinga (WIKIPEDIA, 2011a).

A zona geográfica Zona da Mata se estende do estado do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia, formada por uma estreita faixa de terra (cerca de 200 quilômetros de largura) situada no litoral. Sua

área concentra seis das nove capitais da região (respectivamente, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Aracaju e Salvador). É a zona mais urbanizada, industrializada e economicamente desenvolvida da Região Nordeste (WIKIPEDIA, 2011).



FONTE: IBGE

Figura 7.3 – Zonas geográficas nordestinas: (1) Meio-norte; (2) Sertão; (3) Agreste; (4) Zona da Mata.

Predominantemente, a hidrografia da Zona da Mata está constituída por duas categorias de rios: rios litorâneos e rios translitorâneos. Os primeiros nascem e deságuam na zona litorânea, sendo, em geral, perenes. Os segundos nascem no Agreste, onde apresentam regime intermitente, tornando-se perenes ao penetrarem na Zona da Mata.

Nos rios permanentes, as variações fluviais sazonais apresentam-se em ritmo mais ou menos constante, ocorrendo geralmente as cheias e as estiagens sempre nos mesmos períodos, podendo haver em um ano ou noutra atraso ou antecipação. O regime hidrológico é simples. Existem apenas duas variações definidas: as águas máximas (cheias) e as mínimas (vazantes ou estiagens).

Normalmente, o aumento da vazão no período chuvoso tende a melhorar a qualidade da água, porém os eventos de chuvas intensas sobrepõem este fator, ocasionando aumento da turbidez, muitas vezes acompanhado pelo aumento do número de coliformes termotolerantes na água, caracterizando uma situação de maior susceptibilidade dos mananciais à poluição, com tendências de piora da qualidade hídrica (HADDAD, 2007).



A forma encontrada para regularizar o regime hidrológico dos rios intermitentes do Nordeste foi a construção de açudes, que desempenham importante papel para o desenvolvimento da região, sendo utilizados para múltiplas finalidades, como o abastecimento doméstico e industrial, a irrigação, a dessedentação animal, a pesca, a aquicultura e o lazer.

A qualidade das águas armazenadas nos açudes é condicionada pelos processos naturais e antrópicos ocorrentes nas respectivas bacias hidrográficas. Dentre os fatores naturais, o regime hidrológico dos rios, que originam os açudes, é um dos condicionantes mais relevantes da qualidade da água, não tendo, praticamente, como se atuar para minimizar os seus impactos negativos.

Especificamente para rios intermitentes, o regime hidrológico age da seguinte maneira na qualidade da água dos açudes:

- durante o período seco, quando os açudes não recebem afluência, a tendência da qualidade da água é de se deteriorar, na medida que avança este período;
- durante o período chuvoso, quando os açudes recebem afluência, existem três momentos: a) no período das primeiras afluências, há uma tendência à deterioração da água, em decorrência das primeiras chuvas “lavarem” o que foi acumulado nos solos durante a estação seca; b) no período seguinte, há uma tendência à melhora da qualidade da água, em decorrência da diluição do material carreado pela massa de água armazenada; c) no período dos eventos de vertimento dos açudes, aí, sim, tem início a renovação da massa de água, podendo haver uma considerável melhora da qualidade da água, cuja intensidade vai variar de acordo com os outros fatores atuantes neste processo.

Diversos são os fatores que agem, isolada ou conjuntamente, sobre a renovação da massa de água armazenada nos açudes. A Figura 7.4 ilustra os fatores que agem na renovação da massa de água armazenada nos açudes.

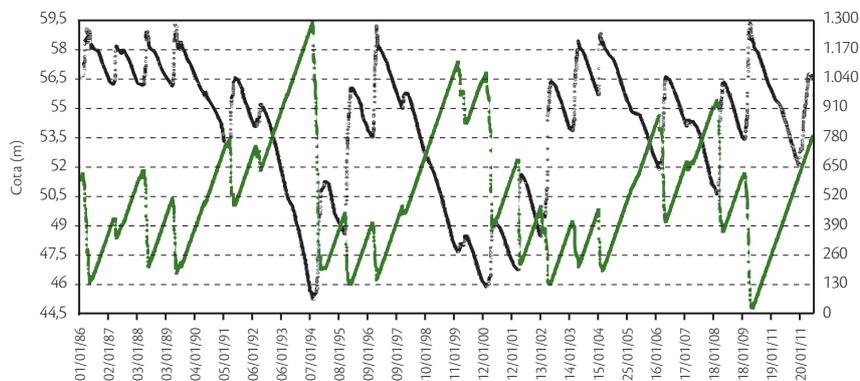
Todos os fatores descritos na Figura 7.4 concorrem para determinar a frequência de ocorrência de sangria dos açudes, que é o fator determinante da renovação da massa de água. A seguir são detalhados e exemplificados os impactos destes fatores na renovação da massa de água e na qualidade das águas.

- Historicamente, no Nordeste, a açudagem tem sido largamente empregada para mitigar as consequências da seca. Estes açudes construídos concorrem para reduzir a bacia de contribuição dos açudes a jusante, restringindo a chegada das águas das chuvas aos açudes localizados águas abaixo (jusante), o que tanto contribui para reduzir a possibilidade de sangria quanto para aumentar o efeito da evaporação sobre a deterioração da qualidade da água;



Uma forma bastante interessante de se obter uma indicação da renovação da massa de água é por meio da estimativa do tempo de residência, ou tempo de retenção hidráulica, que representa o tempo em que a água fica retida no sistema. Quanto menor for o tempo de residência maior é a renovação da massa de água armazenada.

Enquanto para reservatórios alimentados por rios permanentes o tempo de residência é da ordem de 20-40 dias, para açudes alimentados por rios temporários, este tempo pode oscilar desde valores inferiores a 100 dias, quando há uma grande renovação da massa de água, até valores superiores a 1.000 dias. No estado do Ceará, o tempo de residência médio é da ordem de 400 dias.



FONTE: COGERH.

Figura 7.5 – Evolução do tempo de residência do açude Pereira de Miranda, localizado em Pentecoste-CE.

A Figura 7.5 ilustra a evolução do tempo de residência e da cota do açude Pereira de Miranda, localizado em Pentecoste-CE, que é alimentado por cursos d'água intermitentes. Como se pode ver no gráfico, o tempo de residência, nesse açude, durante o período considerado (1986-2011), variou de 37 dias até aproximadamente 1.300 dias. Pode-se observar que, na medida em que o açude tem aporte de água, há uma redução no tempo de residência, em decorrência do acréscimo de águas com tempo de residência igual a zero, enquanto que no período em que não há aporte, a massa de água armazenada tem o acréscimo de 1 dia no tempo de residência, a cada dia. Por exemplo, se ontem era 351 dias, hoje será 352 dias. o tempo de residência.

Condições antrópicas

A qualidade das águas de um corpo hídrico é o resultado de todos os fatores naturais e antrópicos que agem na sua bacia hidrográfica.

Quadro 7.2 – Principais fontes de poluição no Nordeste (ANA, 2005)

Impacto	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE
Agrotóxico				x					
Agricultura		x							
Aquicultura			x						
Carcinicultura							x	x	
Desmatamento				x	x	x		x	
Efluentes industriais	x	x	x	x	x	x	x		x
Efluentes agroindustrial									
Erosão				x		x	x		
Esgotos domésticos	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Indústria sucroalcooleira					x	x	x		
Mineiração		x	x	x				x	
Resíduos sólidos							x		
Rizicultura							x		
Salinas							x		
Salinização				x		x	x	x	

A ação dos fatores antrópicos produzem a poluição hídrica, que abrange aspectos que vão além da contaminação, e contemplam a degradação da qualidade ambiental por alteração das qualidades físicas, químicas e biológicas da água. Estas podem, além de prejudicar a saúde humana e o bem-estar da população, criar condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetar a biota desfavoravelmente ou as condições estéticas e sanitárias (BRASIL, 1981).

Diversos são os fatores que têm contribuído para o aumento da poluição hídrica, sendo que na maioria das situações é o aumento populacional, agindo diretamente ou indiretamente, o principal fator.

No documento Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil (ANA, 2005), foram levantadas as principais áreas críticas e suas respectivas fontes de poluição, para cada uma das regiões



hidrográficas que compõem o território brasileiro. Os dados relativos ao Nordeste são apresentados no Quadro 7.2.

Para uma melhor leitura do Quadro 7.2, é preciso ter clareza da abrangência de cada impacto. Por exemplo, para o impacto agricultura, deve-se levar em consideração a amplitude de todos os impactos desenvolvidos por esse setor. Por outro lado, cada estado indicou as regiões mais críticas com seus respectivos problemas, não se restringindo a somente estes problemas. Por exemplo, o uso de agrotóxico não afeta somente o estado do Maranhão, mas somente neste estado foi elencado como um dos problemas mais agravantes na poluição de suas águas.

Efluentes domésticos

Os efluentes domésticos podem ser originados tanto da rede urbana de esgotamento sanitário quanto do lançamento do esgoto *in natura*. O esgoto doméstico é constituído de águas servidas, coletadas nas áreas residenciais, comerciais e institucionais, de uma determinada cidade, que podem, ou não, receber efluentes industriais.

O destino final mais comum dos efluentes líquidos urbanos é o lançamento em um corpo hídrico, gerando condições de contaminação e poluição.

O lançamento de esgoto *in natura* em corpos hídricos, o que é bastante comum em um grande número de cidades e distritos nordestinos, pode trazer as seguintes consequências:

- 1) Depleção do oxigênio dissolvido (OD) devido à sua utilização por bactérias aeróbias na oxidação da matéria orgânica solúvel;
- 2) Toxicidade aos organismos aquáticos devido à presença de metais pesados;
- 3) Demanda de maiores quantidades de produtos químicos para tratamento de água, interferência na fotossíntese e problemas estéticos causados pela presença de substâncias que conferem cor e turbidez à água;
- 4) Eutrofização de corpos de água favorecida pela presença de nutrientes, principalmente, nitrogênio e fósforo. A questão da eutrofização será abordada no item 7.2.1.

Em 2008, 45,7% dos municípios nordestinos dispunham de rede coletora de esgoto, e apenas 19% faziam tratamento dos efluentes, sendo que 22,4% dos domicílios tinham acesso à rede geral de esgotamento sanitário (IBGE, 2008).

A forma clássica de se tratar os esgotos no Brasil, através de sistemas que não removem totalmente os nutrientes (tratamento em nível secundário), não tem se mostrado como a mais adequada para as cidades do interior do Nordeste. Esta solução é recomendada para regiões que dispõem de rios permanentes e caudalosos, portanto, com capacidade de diluição dos efluentes provenientes das estações de tratamento em nível secundário.

No caso do Semiárido Nordestino, a falta de massa hídrica diluidora dos rios intermitentes enseja o carreamento quase completo dos efluentes das estações para os açudes existentes. Estes reservatórios, sendo enquadrados como corpos lênticos, devido à massa de água estar praticamente parada, e apresentando pouca acumulação por longo período, não têm capacidade de depurar os nutrientes que lhes são aportados por estes efluentes, entrando em estado de eutrofização. Deste modo, aquilo que seria a solução para a falta de saneamento dos centros urbanos apresenta-se como um problema para a bacia hidrográfica ou de contribuição de um determinado açude, levando-a de um quadro de poluição difusa para um cenário de poluição concentrada.

Efluentes industriais

A utilização de água pela indústria pode ocorrer de diversas formas, tais como: incorporação ao produto; lavagens de máquinas, tubulações e pisos; águas de sistemas de resfriamento e geradores de vapor; águas utilizadas diretamente nas etapas do processo industrial e na instalação predial de abastecimento e esgotamento sanitário dos funcionários.

As características dos efluentes industriais são inerentes à composição das matérias-primas, às características das águas de abastecimento e ao processo industrial. A concentração dos poluentes nos efluentes é função das perdas no processo produtivo ou do consumo de água pela unidade industrial.

A industrialização incipiente do Nordeste ensejou, por muito tempo, a ausência de efluentes industriais na maior parte dos corpos hídricos da região. Por outro lado, em face do acelerado desenvolvimento econômico que vem sendo experimentado pela região, com a previsão de implantação de indústrias de base e de criação de polos industriais nas cidades do interior, apresenta-se como grande desafio, no âmbito das políticas ambiental, de saneamento básico e de recursos hídricos, à preservação dos mananciais para as gerações futuras. Este desafio torna-se ainda maior quando se vislumbra o nível de tratamento que deverão receber os efluentes industriais, a fim de estarem no padrão de qualidade adequado para lançamento nos corpos hídricos intermitentes do Semiárido.



Os efluentes lançados pelas principais indústrias nos corpos hídricos receptores podem causar os seguintes impactos: adição de matéria orgânica, adição de metais pesados, alteração da temperatura, alteração do pH, elevação dos sólidos totais, suspensos e dissolvidos, etc., sendo a intensidade do impacto dependente da eficiência do sistema de tratamento e das condições do corpo hídrico receptor.

Resíduos sólidos

O crescente processo de urbanização e a mudança nos hábitos de consumo provocada pela globalização da economia, com o conseqüente aumento na geração de lixo, têm tornado a solução da questão dos resíduos sólidos nas pequenas e médias cidades do interior do Nordeste tão complexa quanto nas grandes concentrações urbanas. A deficiência ou mesmo ausência de serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD), lixo hospitalar e, especialmente, a falta de aterros sanitários para a sua disposição adequada têm propiciado tanto a poluição dos mananciais superficiais (rios, açudes e lagoas) pelo lixo que é carregado pelo vento e pelas enxurradas quanto a contaminação dos mananciais subterrâneos pelo chorume produzido nos lixões.

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2008 (IBGE, 2008), a menor parcela da população atendida com soluções adequadas para o manejo dos RSD, considerando a coleta dos resíduos e outras práticas adequadas de disposição domiciliar, encontra-se na Região Nordeste, com 63,5%. A Região Nordeste é a que detém maior contingente de pessoas em condição de déficit quanto ao afastamento dos RSD: em 2008, eram 19 milhões de pessoas sem serviços adequados de coleta dos RSD (Plano Nacional de Saneamento Básico – Panorama do Saneamento Básico no Brasil – Volume II) (IBGE, 2010).

Agropecuária

O bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na Região Nordeste, estendendo-se pelo domínio do clima semiárido, ocupando cerca de 47,3% do território. A extração de madeira, a monocultura da cana-de-açúcar e a pecuária nas grandes propriedades (latifúndios) deram origem à exploração econômica na região. Nas áreas de Caatinga, ainda é praticada a agricultura de sequeiro e a pecuária extensiva (IBAMA, 2011).

Os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se muito alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. O desmatamento e as queimadas são ainda práticas comuns

no preparo da terra para a agropecuária que, além de destruir a cobertura vegetal, prejudicam a manutenção de populações da fauna silvestre, a qualidade da água dos mananciais e o equilíbrio do clima e do solo. Aproximadamente, 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados.

A agricultura de sequeiro é o cultivo sem irrigação em que é exigido o emprego de técnicas de cultivo específicas, que permitam um uso mais eficaz e eficiente da limitada umidade do solo.

Nas condições do Nordeste, a agricultura de sequeiro não faz uso de insumos agrícolas, o que é favorável à qualidade da água, mas tem o desmatamento e as queimadas como práticas comuns no preparo da terra, que expõe os solos, favorecendo o processo erosivo, cujos sedimentos produzidos podem chegar até os corpos hídricos, aumentando a turbidez e os sólidos em suspensão e dissolvidos na água, deteriorando a sua qualidade durante o período das chuvas.

A agricultura irrigada exige que seja buscada a otimização da produção em todas as fases da exploração, desde o plantio até a colheita, fazendo intenso uso da mecanização, da adubação e da aplicação de pesticidas. Este tipo de agricultura pode impactar os corpos hídricos por meio do assoreamento produzido pelo uso intensivo dos solos, da contaminação por pesticidas, do aumento da carga de nutrientes advindos da aplicação de fertilizantes e do consumo excessivo da disponibilidade hídrica.

Os impactos da agricultura irrigada sobre a qualidade dos recursos hídricos podem ser observados, especialmente, nas regiões do Submédio São Francisco (estados da Bahia e de Pernambuco), do Baixo Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte), do Baixo Curu e do Baixo Jaguaribe (Ceará) e da Chapada do Apodi (divisa do Ceará com o Rio Grande do Norte). Nestas regiões, os perímetros públicos, implantados pela CODEVASF e pelo DNOCS, a partir do início dos anos 1970, propiciaram o desenvolvimento da irrigação, mais tarde incrementada pela iniciativa privada, causando os impactos oriundos da agricultura irrigada, conforme exposto anteriormente.

Aquicultura

A aquicultura é uma atividade que, se de um lado demanda um ambiente aquático equilibrado para ter sucesso, de outro, impacta-o negativamente, contribuindo para degradar a qualidade dos recursos hídricos.

Com o intuito de promover a geração de renda e aumentar a oferta de proteínas para as populações do interior do Nordeste, os governos estaduais e o Governo Federal têm incentivado a estruturação de arranjos produtivos locais no setor da aquicultura, com ênfase na produção piscícola em águas



continentais, tendo a modalidade de exploração de tilápias em tanque-rede experimentado um importante avanço.

Quadro 7.3 – Desmatamento

Segundo MACHADO (2008), no primeiro período econômico brasileiro, ciclo do pau-brasil, houve uma intensa retirada do pau-brasil, principalmente, visando atender a necessidade da consolidação das novas terras brasileiras, a indústria da tinturaria europeia e o atendimento das necessidades da construção naval e civil do continente europeu. Neste período, houve significativo dano ao meio ambiente natural de parte do território nordestino.

A desaceleração, mas não o fim, do ciclo do pau-brasil foi seguido pela intensidade e grandiosidade do segundo ciclo, o da cana-de-açúcar, que ocupou parte das matas nativas, localizadas no litoral e nas margens dos rios permanentes.

Se o desmatamento, durante o primeiro e segundo ciclo econômico, aconteceu na zona litorânea e às margens dos rios, hoje o desmatamento acontece na região do sertão, empregando as queimadas, com o intuito de propiciar o plantio de gramíneas para a criação de gado. Este desmatamento acontece em resposta a demandas por áreas de cultivo e por lenha.

A opção pelo desmatamento empregando as queimadas se dá devido ao baixo custo operacional e à facilidade de manuseio, mas afeta negativamente a biodiversidade, a dinâmica dos ecossistemas, deteriorando a qualidade do ar e em longo prazo sendo prejudicial ao solo e à própria pastagem, além de reduzir a infiltração e aumentar a evaporação da superfície do solo.

Para os recursos hídricos, os impactos mais evidentes são decorrentes da erosão, produzida pela exposição dos solos às chuvas, que provocam o aporte de solos aos açudes, contribuindo para reduzir a capacidade (...)

Por ser uma atividade econômica relativamente nova na região, não havendo ainda um conhecimento técnico-científico mais profundo das interações desta exploração com os ambientes aquáticos dos açudes do Semiárido do Nordeste, nem sempre as práticas de manejo empregadas na aquicultura têm sido as mais adequadas.

As atividades de aquicultura, sendo dependentes do aporte de nutrientes e de energia para a manutenção de sua produtividade, produzem resíduos e efluentes que, ao não serem removidos, podem desequilibrar o ambiente aquático e levá-lo ao declínio.

A aquicultura pode ser implementada em vários níveis de produção, sendo que as características dos efluentes dependem basicamente da qualidade da água de abastecimento, da qualidade e da quantidade dos alimentos fornecidos, do tempo de residência do efluente dentro dos sistemas de criação, das espécies criadas, da densidade de estocagem e da biomassa dos organismos.

Os principais impactos dos efluentes das atividades de aquicultura sobre os ecossistemas aquáticos são: o aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo na coluna d'água e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos (HENRY-SILVA & CAMARGO, 2008).

O manejo inadequado dos empreendimentos de aquicultura em tanque-rede, associado ao desconhecimento da capacidade de suporte dos corpos hídricos, muitas vezes já em processo de eutrofização, tem sido a causa de frequentes mortandades de peixes nos açudes do Nordeste.

Efeitos das condições ambientais sobre os aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos hídricos

São diversos os problemas ambientais que impactam a qualidade da água, cada um com maior ou menor intensidade, dependendo das condições do meio no qual o corpo hídrico está inserido. Dentre os problemas mais comuns, estão a eutrofização, a salinidade, a contaminação das águas e o assoreamento dos reservatórios.

Eutrofização

Eutrofização é o processo resultado do aporte de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, ao corpo hídrico, ensejando a proliferação de fitoplâncton e de plantas aquáticas superiores.

A eutrofização pode acontecer de forma gradual e lenta, desenvolvendo-se muitas vezes por dezenas de anos, como parte do processo de sucessão ecológica, que se verifica durante a evolução dos ecossistemas, sendo chamada de eutrofização natural.

O processo de eutrofização também pode acontecer de forma acelerada, com um aumento desordenado na produção de biomassa, impossibilitando a sua incorporação pelo sistema aquático com a mesma velocidade e provocando um desequilíbrio ecológico, sendo chamado de eutrofização cultural. Este fenômeno decorre de ações antrópicas, sendo causado principalmente por despejos de esgotos domésticos, efluentes de atividades agrícolas, vegetação remanescente em represas não desmatadas antes do seu fechamento, presença de atividade agropecuária no entorno do reservatório, etc.

O processo de eutrofização tem, entre outros, os seguintes efeitos nos sistemas aquáticos: aumento da biomassa e da produção primária de fitoplâncton; diminuição da diversidade de espécies; diminuição da concentração de oxigênio dissolvido; diminuição na concentração de íons; aumento do fósforo total no sedimento; aumento da frequência do florescimento de cianobactérias, etc. (TUNDISI, 1986).



Estes efeitos podem induzir a ocorrência de mortandade de peixes, aumento muito rápido dos custos de tratamento, perda do valor estético, impedimento à navegação e à recreação, etc. (TUNDISI, 2005).



Figura 7.6 – Panorama de ambientes eutrofizados

A Figura 7.6 ilustra alguns aspectos de ambientes eutrofizados: a) presença de plantas denominadas macrófitas aquáticas; b) floração de cianobactérias; c) mortandade de peixes em decorrência da depleção de oxigênio; d) uma amostra de água de um açude com ocorrência de floração de cianobactérias.

Salinidade

Conforme exposto anteriormente, a maior porção do território nordestino apresenta, como característica climática, um déficit hídrico natural, em função de a lâmina anual de evaporação superar

em muito a lâmina anual de precipitação. Esta situação favorece a concentração de sais na água armazenada nos açudes. Para se ter uma ideia da importância da evaporação no Nordeste, a experiência na operação dos açudes no Ceará indica que, no período seco, que vai de julho a dezembro, o volume evaporado é no mínimo o dobro do volume liberado para atender as demandas. Quando há um intenso consumo, os valores podem se equivaler. Quanto menor for a capacidade de um determinado açude maior será o efeito deste balanço evaporação-precipitação.

No território nordestino, a cultura política de se construir açudes para condicionar a convivência com as secas contribui, por meio da interceptação hidrológica, para tornar mais desfavorável o balanço lâmina de água afluyente - lâmina evaporada, induzindo ao aumento da salinidade das águas armazenadas, o que em certas situações impossibilita o seu uso.

Os principais índices usados para avaliar a salinidade da água são a condutividade elétrica e a concentração de cloretos. O primeiro normalmente é utilizado para avaliar a qualidade da água para irrigação, enquanto o segundo é mais empregado para análise da qualidade da água para consumo humano e para alguns usos industriais.

A salinidade da água para irrigação, dependendo das condições de drenagem, pode induzir a salinização dos solos, reduzindo a produtividade das culturas. Neste caso, para minimizar estes efeitos, torna-se necessário: a) efetuar o manejo da irrigação empregando uma lâmina excedente para "lavar" os sais adicionados pela água de irrigação; b) selecionar culturas mais resistentes; c) evitar métodos de irrigação que causem maiores impactos aos solos, como por exemplo, irrigação por superfície.

Contaminação das águas

A contaminação da água se dá pela introdução, no meio hídrico, de substâncias nocivas à saúde do homem, em concentrações acima de determinado limite.

Esta contaminação tanto pode ser química quanto biológica. Como exemplo de contaminação química, temos a resultante da introdução de metais pesados ou de pesticidas, enquanto que a contaminação biológica pode ser representada pela inserção de efluentes domésticos e ou de dejetos hospitalares num determinado corpo hídrico.



Contaminação por metais pesados

Os metais pesados estão presentes naturalmente no meio ambiente. O aumento em sua concentração no meio hídrico pode ocorrer tanto por processos naturais quanto por ação antrópica. O intemperismo e a lixiviação do solo são exemplos de processos naturais que geram o aparecimento de metais pesados na água, no solo e nos sedimentos, todavia a extração e o beneficiamento de metais, rejeitos industriais, efluentes domésticos, insumos agrícolas, descarte de produtos comerciais, queima de combustíveis fósseis e descarte de lodo de esgoto são atividades antrópicas associadas à contaminação do meio ambiente por metais pesados (MUNIZ & OLIVEIRA-FILHO, 2006).

As águas contaminadas com metais pesados podem gerar tumores hepáticos e de tireoide, alterações neurológicas, dermatoses, rinites alérgicas, disfunções gastrointestinais, pulmonares e hepáticas, entre outras consequências.

Eis algumas citações de contaminações por metais pesados no território nordestino: MACHADO (2004), BRITO (2004), LACERDA (2004) e PEREIRA & SOUZA NETO (2005).

Contaminação por pesticidas

Como dito anteriormente, no Nordeste, os pesticidas são mais largamente e intensamente empregados na agricultura irrigada, com a finalidade de combater pragas, doenças e plantas invasoras.

Quando aplicados diretamente no solo, os pesticidas podem ser degradados por via de reações químicas dependentes do pH, ação da radiação solar ou ação de microrganismos. Entretanto, as moléculas com alta persistência (baixa taxa de degradação) podem permanecer no ambiente sem sofrer qualquer alteração. Essas moléculas podem aderir às partículas do solo, ser liberadas destas partículas de solo, sofrer lixiviação (lavagem do solo pela água da chuva) e atingir os lençóis subterâneos ou, ainda, ser levadas para águas superficiais. Nos ambientes aquáticos, os pesticidas podem ligar-se ao sedimento por interações químicas e físicas ou ser liberados das partículas de sedimentos. Podem ser degradados por via química, biológica ou por ação da radiação solar, além de ser volatilizados. No ar, as moléculas na forma de gás ou de vapor podem ser transportadas por muitos quilômetros, atingindo áreas muito distantes da região de aplicação (SANCHES, 2003).

Eis algumas citações de contaminações por pesticidas no território nordestino: MILHOME (2009), GASPAR (2005), SILVA (2010) e GADELHA (2002).

Contaminação por vetores de doenças de veiculação hídrica

Este tipo de contaminação tem como principal causa a falta de saneamento básico, que dá origem às doenças de veiculação hídrica, que são aquelas em que a água atua como veículo de um agente infeccioso, caso dos microrganismos patogênicos (bactérias, vírus, fungos, helmintos, vermes e protozoários) que atingem as águas por meio de excretas (fezes e urinas) humanas ou animais, causando doenças tais como: febre tifoide, disenteria, cólera, diarreia, giardíase, hepatite tipo A, gastroenterite e paralisia infantil.

Uma grande variedade de microrganismos patogênicos pode ser encontrada em excrementos de seres humanos e de outros animais de sangue quente. Por isso, a contaminação de águas por fezes é uma das formas mais importantes de introdução de microrganismos patogênicos nas águas.

Eis algumas citações de contaminações por vetores de doenças de veiculação hídrica no território nordestino: JANEIRO (2002), TEIXEIRA (1993) e GEROLAMO (1997).

Assoreamento de reservatórios

Assoreamento é a sedimentação acelerada por processos de ocupação do espaço geográfico pelo homem. O assoreamento pode ser provocado pelo desmatamento, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais que expõem os solos à erosão, em decorrência das práticas agrícolas, da exploração agropecuária, da produção de lenha e de carvão vegetal, mineração ou para ocupações urbanas, em geral acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização da superfície. Estas práticas criam as condições para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos reservatórios.

A construção de uma barragem tem como uma das consequências a modificação das condições hidráulicas no trecho de influência do reservatório formado, uma vez que reduz a velocidade da corrente, provocando a deposição gradual dos sedimentos carregados pelo curso d'água, causando o assoreamento, que diminui gradativamente a capacidade de armazenamento do reservatório.

Eis algumas citações de trabalhos que tratam do assoreamento de reservatórios localizados no território nordestino: MEDEIROS (2008), SILVA FILHO (1992) e LIMA (2010).



A qualidade da água nos principais corpos hídricos do Nordeste

A maior atenção dada às questões relativas à quantidade dos recursos hídricos, em detrimento daquelas referentes à qualidade, ensejou o estabelecimento de um cenário no qual nem todos os estados nordestinos dispõem de uma rede de monitoramento da qualidade das águas em operação. Mesmo as redes em funcionamento ainda não atingiram a sua plenitude, com a produção e a divulgação de resultados acontecendo de uma forma sistemática e contínua. Deste fato decorre a dificuldade de se ter uma visão fidedigna da condição dos corpos hídricos localizados no Nordeste. Há, ainda, a necessidade de se ter uma padronização de frequência de campanhas, parâmetros a medir e de número de pontos de amostragem.

À luz deste contexto é que será apresentada a situação da qualidade das águas superficiais no território nordestino.

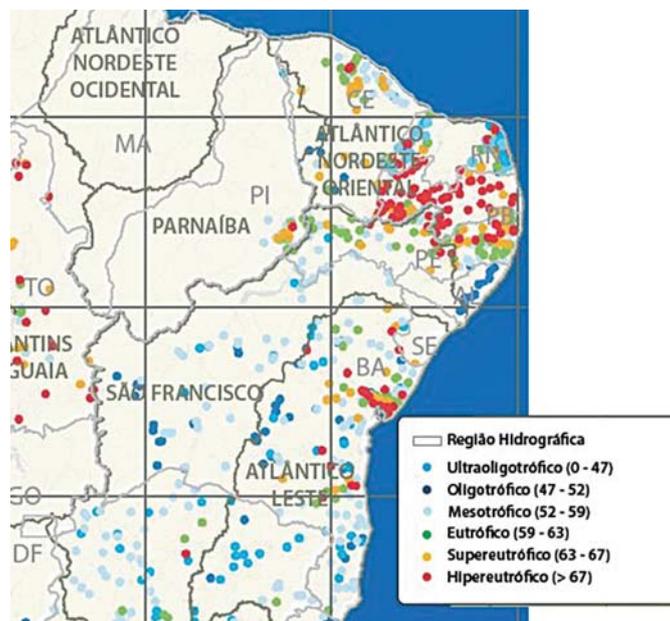
Como dito anteriormente, não se pode perder de vista o fato de que a qualidade das águas armazenadas nos açudes alteram-se ao longo do tempo, principalmente em decorrência da intensidade da renovação da massa de água, durante o período chuvoso.

Estado da eutrofização nos reservatórios

Conforme dito anteriormente, a eutrofização é uma consequência da carga de nutrientes aos corpos hídricos, sendo que estes nutrientes podem estar na coluna de água, no sedimento ou retido nos tecidos das plantas aquáticas, quando presentes.

No Brasil, uma das formas mais empregadas para avaliar o estado trófico de um corpo hídrico é por meio do emprego do Índice de Estado Trófico (IET), criado por CARLSON (1977) e modificado por TOLEDO JR. (1983), que emprega como indicador a concentração de fósforo total e a concentração de clorofila-a na coluna de água, podendo também utilizar a transparência medida pelo disco de Secchi.

Lembramos que em determinadas situações é preciso também avaliar a intensidade e a magnitude da ocorrência das plantas aquáticas no espelho de água, pois o IET de Carlson só avalia a coluna de água. Como exemplo desta situação, temos o açude Araras (Varjota-CE), um dos maiores açudes do estado do Ceará, que, no segundo semestre de 2009, estava com o espelho de água praticamente coberto de macrófitas e, mesmo estando eutrofizado, era apresentado numa melhor qualidade (oligotrófico) quando avaliada somente a coluna de água, pois grande parte dos nutrientes estavam retidos nos tecidos destas plantas aquáticas.



Fonte: ANA, 2010.

Figura 7.7 – Panorama de ambientes eutrofizados.

No relatório *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil* (ANA, 2010), são apresentados os resultados do monitoramento relativos ao ano de 2008.

Os pontos mais críticos com relação ao estado trófico encontram-se principalmente nos açudes da Região Nordeste, nos corpos d'água que recebem efluentes domésticos das regiões metropolitanas e nos reservatórios de pequeno e médio porte de áreas mais densamente povoadas. Existe também uma tendência de que o açude localizado em regiões com menor índice pluviométrico tem estado trófico mais desfavorável. A Figura 7.7 ilustra os resultados do estado trófico.

Na Figura 7.7, os corpos hídricos identificados com as cores verde, laranja e vermelho se apresentam como eutrofizados, cujas características foram apresentadas no item Eutrofização, tendo a qualidade das águas mais degradadas.

A título de exemplo do uso da Figura 7.7, temos os açudes Gavião (Pacatuba-CE) e Acarape do Meio (Redenção-CE), enquadrados como eutróficos, e o açude Jaburu I (Ubajara-CE), enquadrado como oligotrófico.



Mesmo não havendo alteração da carga de nutrientes aos açudes, o estado trófico pode se alterar ao longo do tempo, em função da intensidade da estação chuvosa.

Estado da salinidade

A taxa de evaporação dos açudes nordestinos localizados no Semiárido é um importante fator condicionante da salinidade das águas e é um diferencial para as águas armazenadas em reservatórios localizados em outras regiões de nosso país.

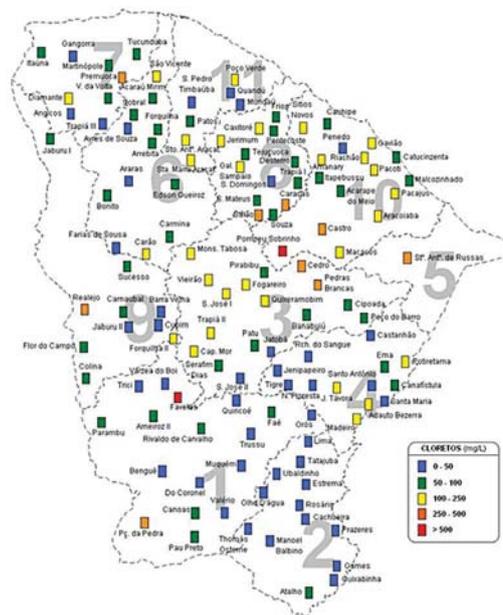


Figura 7.8 – Concentração de cloretos média em açudes cearenses

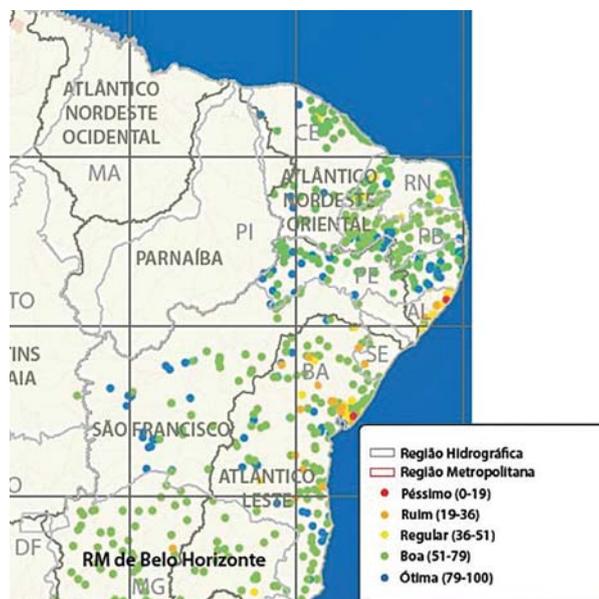
A salinidade é um parâmetro de qualidade de água importante para a irrigação, para o consumo humano e para diversos tipos de indústrias.

Em todas as redes de monitoramento implementadas nos estados, são contemplados os parâmetros concentração de cloretos e condutividade elétrica, sendo que nem todas disponibilizam estes dados. Para ilustrar a salinidade em reservatórios alimentados por rios intermitentes, são apresentados na Figura 7.8 os resultados predominantes nos açudes localizados no estado do Ceará. Nesse estado, a concentração de cloretos média em açudes é de 113 mg/L.

O limite para uma água ser considerada potável é de 250 mg/L. Normalmente, não faz parte do tratamento a dessalinização, o que torna críticos aqueles açudes cuja concentração de cloretos esteja acima de 250 mg/L.

Índices de qualidade da água para abastecimento público

O IQA (Índice de Qualidade das Águas) serve para avaliar a qualidade da água bruta que será usada para o abastecimento público, após tratamento, sendo que os 9 parâmetros (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), alteração na temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total) que compõem o IQA são na sua maioria indicadores da contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos.



Fonte: ANA, 2010.

Figura 7.9 – Índice de Qualidade das Águas em 2008.

No relatório *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil* (ANA, 2010), são apresentados os resultados do monitoramento relativos ao ano de 2008.



Analisando estes resultados, pode-se observar que os valores de IQA são mais desfavoráveis para as amostras de água coletadas nas regiões metropolitanas e nas áreas mais densamente povoadas do interior, conforme pode ser visto na Figura 79.

Aqueles corpos hídricos com IQA classificados como regular, ruim ou péssimo exigem um maior tratamento para tornar as suas águas potáveis.

Os desafios da gestão da qualidade da água

No Nordeste brasileiro, em decorrência do histórico de secas, estabeleceu-se a cultura da preocupação com a escassez quantitativa da água, o que se reflete no fato de que a atenção dada ao monitoramento quantitativo de rios e de reservatórios data do início do século XX. Os aumentos da produção de esgotos domésticos e industriais, da geração de resíduos sólidos e do uso de insumos agrícolas, provocados pelo processo de urbanização e pelo maior desenvolvimento econômico da região, associados à sensível melhora no abastecimento da população, vêm estabelecendo um novo paradigma na gestão de recursos hídricos no Nordeste, onde a preocupação se volta para questões relacionadas com a qualidade das águas dos mananciais.

Embora a maior parte dos estados nordestinos tenha alcançado relativo sucesso na implementação de suas políticas de recursos hídricos no que se refere à ampliação da infraestrutura hidráulica, muito há por fazer quando o enfoque é o estabelecimento de um sistema de gestão sustentável. O desafio torna-se ainda maior quando se pretende desenvolver a gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de garantir a preservação da qualidade da água para as gerações futuras.

Quando se desenvolve a política de recursos hídricos com viés de garantir água em quantidade para a população, a articulação é mais simples, pois se dá entre instituições do âmbito do próprio setor dessa política pública e do setor de saneamento básico. Entretanto, para implementar uma política que tenha como objetivo a preservação da qualidade dos recursos hídricos, necessita-se de uma articulação muito mais ampla, envolvendo instituições de diversos setores da política pública (recursos hídricos, saneamento, meio ambiente, urbanismo, agricultura, indústria, turismo, educação, etc.), das três esferas governamentais (União, estado e município) e da sociedade civil organizada.

Para garantir uma melhor qualidade das águas no território nordestino, é primordial que o desenvolvimento econômico aconteça com uma consciência ecológica e que se busque a recuperação dos ambientes degradados.

Algumas das principais ações, nas condições do Nordeste brasileiro, para a manutenção ou a recuperação de ambientes degradados são: a) praticar agricultura orgânica, que é isenta de produtos químicos sintéticos (fertilizantes e pesticidas); b) empregar práticas agrícolas que prezem pela conservação da água e do solo, evitando assim o desmatamento indiscriminado; c) recuperar as matas ciliares dos rios e açudes; d) ampliar a abrangência do saneamento ambiental e empregar em todas as instâncias o reúso da água, para minimizar a afluência de águas com pior qualidade aos corpos hídricos; e) nunca ultrapassar a capacidade de suporte dos açudes com exploração de aquicultura.

No contexto institucional e de políticas públicas, elencamos alguns desafios a serem enfrentados na gestão da qualidade dos recursos hídricos na Região Nordeste:

- Estruturar de forma adequada os órgãos gestores estaduais de recursos hídricos;
- Estabelecer parceria entre os órgãos gestores de recursos hídricos e as universidades da região com o intuito de formar técnicos e de se criar uma base de conhecimento sobre a qualidade das águas do Semiárido;
- Promover o estabelecimento de uma rede de laboratórios confiáveis;
- Estruturar rede de monitoramento da qualidade da água dos corpos d'água;
- Realizar o inventário ambiental (com as fontes poluidoras) das bacias de contribuição dos reservatórios;
- Prover condições para o enquadramento de corpos hídricos (rios, açudes, etc.);
- Desenvolver ações que propiciem a implantação da outorga e da cobrança para o lançamento de efluentes em rios intermitentes e em açudes;
- Implantar sistema de fiscalização no âmbito de uma parceria entre o órgão gestor de recursos hídricos e o órgão estadual de meio ambiente;
- Promover articulação política no sentido do desenvolvimento em larga escala da educação ambiental, da criação de uma rede de informação sobre a preservação e a conservação da qualidade da água, da realização de ações que revitalizem os corpos hídricos em situação mais crítica.



Capítulo 8

Recuperação ambiental e revitalização de bacias

Suely Salgueiro Chacon¹, Antonio Édio Pinheiro Callou²,
José Yarley de Brito Gonçalves³, Cristine Ferreira Gomes Viana⁴, Marcel Bursztyn⁵

Introdução

Apenas 3% das águas no Brasil estão no Nordeste (BRAGA, 2003). Esse fato sempre representou um entrave ao desenvolvimento da região, tornando-se primeiro objeto de políticas centradas apenas na compensação quando havia escassez, ou na construção de grandes açudes para armazenar água sem levar em consideração a grande evapotranspiração presente na região.

As estratégias de enfrentamento de tais problemas começam a tomar novo rumo a partir da Lei Federal das Águas (Nº 9.433), promulgada no Brasil em 1997. Regiões brasileiras assoladas pela falta periódica de água, como o Nordeste, partiram na frente na tomada de uma posição diferenciada. Ou seja, começaram mais cedo a buscar alternativas para garantir o abastecimento de água para a população e para o sistema produtivo, de conformidade com as premissas da lei.

A implementação da legislação passou por dificuldades, entraves e retrocessos, mas é possível perceber claramente a mudança no cenário da gestão de águas no Nordeste. O mais importante é que, aos poucos, essa gestão começa a mostrar que a escassez relativa pode ser administrada, não podendo ser mais usada como desculpa para o não desenvolvimento da região.

1 Professora e pesquisadora da Universidade Federal do Ceará - Campus do Cariri (UFC-Cariri).

2 Administrador e Analista de Projetos e Negócios do Serviço Brasileiro de Apoio as Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE), mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Ceará (UFC-Campus Cariri)

3 Gerente Regional da Companhia de Gestão de Águas do Estado do Ceará (COGERH) e mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Ceará (UFC-Campus Cariri)

4 Doutoranda em Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental (CDS/UnB)

5 Professor do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB)

Na medida em que se supera o entrave histórico da escassez relativa de água, as discussões avançam em torno da questão hídrica. A percepção de que a oferta adequada depende não apenas de quantidade, mas também da qualidade da água, se torna mais forte. E é nesse sentido que se fortalece a busca por soluções que possam preservar e/ou recuperar ambientalmente as fontes de água no Nordeste.

É nesse contexto que se insere este capítulo, que trata dos processos que envolvem a recuperação ambiental e revitalização de bacias hidrográficas, objetivando mostrar o atual estágio dos estudos e ações que envolvem o tema, mostrando sua repercussão na gestão de águas no Nordeste.

A recuperação de bacias hidrográficas como vetor de sustentabilidade

Num breve resgate histórico da gestão das águas no Brasil, a busca integrada dos recursos hídricos surgiu como uma porta para convergir com a gestão eficiente e o respeito às demandas das comunidades em diversas escalas: local, municipal, estadual, regional e nacional. Foram décadas de esforços em diferentes partes do país. Iniciativas governamentais e não governamentais surgiram pontualmente e ganharam corpo. Com o tempo, as próprias instituições definiram novos objetivos estratégicos para os recursos hídricos.

Alguns estados lançaram suas propostas, criaram suas próprias leis para gerir as águas e ousaram na instituição de sistemas integrados de gestão deste setor. Alguns atingiram *status* de exemplo a ser seguido e assumiram papel de liderança não só regional, mas também nacional e internacional, como é o caso do Ceará (Quadro 8.1).

Os avanços culminaram na legislação vigente no Brasil, baseada no modelo francês de gestão de águas, que privilegia a gestão participativa e tem como base de seu planejamento a bacia hidrográfica (CHACON, 2007 e MAGALHÃES JR, 2007).

Essa perspectiva ensejou um processo lento e contínuo de aprendizagem por parte do setor público e dos usuários privados da água. As políticas públicas foram adaptadas para incorporar novas limitações geográficas (relativas às bacias) e a participação de usuários nas decisões de como alocar a água. Por sua vez, os usuários também tiveram que compreender seu novo papel e o próprio significado natural e geopolítico de uma bacia hidrográfica.

A compreensão de que essa gestão deve se inserir na perspectiva da sustentabilidade foi ressaltada na medida em que se avançava na nova gestão de águas no Brasil. A sustentabilidade pode ser



compreendida a partir de suas dimensões básicas: social, ambiental, econômica e político-institucional (CHACON, 2007). Considerando essas dimensões, é possível diagnosticar de forma adequada o grau de sustentabilidade que uma determinada região alcançou em um período definido de tempo. No caso das bacias hidrográficas, aferir o grau de sustentabilidade de sua gestão é compreender o quanto se avançou no cuidado com cada uma dessas dimensões no âmbito da bacia.

Compreender a gestão de águas na perspectiva da sustentabilidade requer, então, perceber o processo histórico subjacente à questão, bem como os pontos relevantes que se relacionam com cada uma das dimensões mencionadas.

Trazendo a análise para a sustentabilidade da gestão de águas no Nordeste brasileiro, a primeira constatação é que esta é uma questão que perpassa toda a história da região. O clima, a qualidade dos solos, a dificuldade de acesso à água doce, o relevo e outros fatores naturais constituíram pontos-chave na ocupação do território e na consolidação da política e da cultura nordestina, perpassando toda a organização social e econômica.

Tendo em comum a água como vetor de orientação das decisões públicas e de transformação do espaço geográfico, as políticas públicas no Nordeste brasileiro evoluem entre avanços e retrocessos, e são quase sempre marcadas por fatos e doutrinas locais. As estratégias de condução de tais políticas variam segundo um amplo universo de enfoques, que vão de ações paternalistas a iniciativas de gestão compartilhada da água. Olhando retrospectivamente, fica evidente que tais ações são o resultado de uma cultura político-institucional patrimonialista e clientelista, ainda não totalmente superada.

São várias as tentativas: políticas de construção de barragens e açudes, de criação de instituições gestoras que não vingaram, de implantação de perímetros irrigados, de fomento a soluções individuais, dentre outras. Tais experiências tiveram (e ainda têm) sucessos e frustrações, que ainda se mantêm em parte. Entretanto, o constante aumento da demanda, a escassez crescente e a qualidade decrescente dos recursos hídricos apontam no sentido de se buscar novas alternativas. Um novo plano estratégico para a região continua questão crucial (FURTADO, 1959, 1998). Propostas surgiram e/ou foram revisitadas e reformadas, como as políticas e programas de transposição e de revitalização de rios e bacias. O cenário atual parece o de definição dos alicerces para a constituição de um novo padrão.

Porém, a fragilidade ou não existência de um planejamento integrado se expressa na desconexão de políticas públicas setoriais. Fatores como a morosidade de implementação de instrumentos de gestão e a burocratização dos processos e das instituições gestoras dificultam a consolidação das proposições de políticas de âmbito regional ou territorial. No caso dos recursos hídricos, a perpetuação do protagonismo hidrológico se torna claramente uma dificuldade de integração da sociedade

civil com os governos. Este gargalo foi apontado como elemento norteador da discussão sobre a revitalização de bacias no Nordeste⁶.

Mais recentemente, um novo fator vem se somar às dificuldades históricas da região. Com a aceleração das mudanças climáticas globais, a natural vulnerabilidade da região foi ressaltada, uma vez que tem a maior parte do seu território no Semiárido. O *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) identificou metas de prevenção e de mitigação para as consequências das mudanças percebidas, e a região Nordeste foi identificada como um dos dois *hotspots* brasileiros. As suas altas variabilidade climática e vulnerabilidade à ação antrópica definem riscos considerados graves (IPCC, 2007, NOBRE et al, 2008, MARENGO et al, 2006).

Sob efeito de pressões antrópicas, os processos de degeneração do Semiárido Nordestino causam alterações biofísicas. É possível identificar mutações na biodiversidade em níveis crescentes, o que provoca desequilíbrio ambiental e diminuição da capacidade adaptativa⁷ dos sistemas ecológicos (LINDOSO et al, 2010). Essa constatação torna ainda mais crucial a busca por mecanismos adequados de gestão de águas na região.

Nesse cenário, é possível constatar que a gestão de águas no Brasil mudou profundamente a partir dos anos 1990, mas alguns entraves continuam. A Região Nordeste tornou-se uma referência nacional e internacional neste tipo de gestão, os avanços são notórios, mas o que fazer para superar os entraves persistentes?

No Nordeste, a água assume um poder integrador que pode influenciar políticas de desenvolvimento e se tornar um eficaz vetor de sustentabilidade. E uma das respostas para a questão acima é a recuperação ambiental e revitalização de rios e bacias. O que passa pela compreensão da sustentabilidade ambiental dos territórios impactados pela dinâmica da bacia? Este assunto ganhou força a partir das discussões sobre a transposição de águas do rio São Francisco, mas já vinha sendo abordado, em menor escala, em relação a vários pontos do Nordeste.

6 Exposição feita por José Carlos Carvalho para o projeto "Debates Sobre a Questão da Água no Nordeste", realizada pela parceria ANA/CGEE, em agosto de 2008, em Brasília. Disponível em: www.ana.gov.br. Consultado em 15/08/2011.

7 Capacidade adaptativa é o potencial dos sistemas socioecológicos de lidar não só com distúrbios climáticos, mas com qualquer distúrbio ambiental a partir da administração, da acomodação e da recuperação de eventuais distúrbios ambientais (LINDOSO et al, 2010, SMIT & WENDEL, 2006). Esta capacidade é, portanto, constituída por dois aspectos fundamentais: a diversidade de opções de adaptação e a possibilidade de transitar entre estas opções, associados à governança. (LINDOSO et al, 2011; NORBERG et al, 2008, HOLLING & MEFFE, 1996).



Cabe analisar a proposta de recuperação de bacias, bem como alguns exemplos de revitalização no Nordeste, considerando este um eminente eixo indutor de políticas para o fortalecimento da capacidade adaptativa das gerações futuras no Semiárido Nordestino.

Assim, o presente trabalho se concentra na dimensão ambiental da sustentabilidade, buscando especificamente compreender como a recuperação de bacias pode contribuir para o alcance da sustentabilidade dos espaços impactados pela gestão de suas águas. Embora a dimensão ambiental seja ressaltada, é perceptível a natural interdependência com as outras dimensões.

Quadro 8.1 – Gestão de Águas no Ceará

O estado do Ceará é considerado expoente na região Nordeste antes mesmo da instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº. 11.996/92), a primeira da região (KEMPER, 1997, FREITAS, 2010). A experiência cearense influenciou diretamente as linhas governamentais federais de gestão de águas. Com a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, em 1997 (Lei nº. 9433/97), estes esforços foram consolidados e as experiências foram se disseminando pelos estados.

A região do Cariri cearense é um exemplo da participação social como fator que contribui para a implementação da gestão participativa das águas. Na década de 1990 a sociedade civil organizada do Cariri, localizada ao sul do estado do Ceará, protagonizou um grande debate em torno da problemática da gestão das águas naquele território, o que culminou na instalação do escritório local da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), e na criação do Comitê da Microbacia do Rio Salgado (CBH-Salgado) e comissões dos principais corpos hídricos, dando início à gestão participativa das águas na região.

A constatação da degradação nas bacias hidrográficas

Para uma melhor compreensão dos processos de degradação e seus efeitos, é necessário reconhecer o significado da bacia hidrográfica para a manutenção do equilíbrio dos sistemas ecológicos e a consequente garantia de evolução dos sistemas socioeconômicos.

Uma bacia hidrográfica é a área drenada parcial ou totalmente por vários cursos d'água. É o local geográfico que permite a gestão dos múltiplos usos dos recursos hídricos, garantindo a observância da dependência de todos os componentes do crescimento e desenvolvimento da sociedade (BNDES, 1998). Assim, a bacia hidrográfica pode ser percebida sob vários pontos de vista: hidrológico, geomorfológico, estratégico, ecológico, econômico-social e/ou político-institucional. Embora o entendimento das características naturais seja essencial, cabe refletir sobre a superação das definições estritamente físicas e funcionais. Desta forma, é possível considerar também a estreita relação entre o tecido social e político-institucional do território com as suas configurações naturais.

Partindo do entendimento hidrológico, as bacias hidrográficas e suas diversas seções e subseções definem uma área limitada topograficamente, drenada por um sistema conectado de cursos d'água, de modo que toda a vazão efluente seja descarregada por meio de uma simples saída (OLIVEIRA, 2010). Constitui um sistema vital responsável por fornecer as condições básicas de abastecimento e equilíbrio ecológico de todo o território, sendo mantido por um complexo mecanismo de carga e recarga sensivelmente afetado pelas relações de oferta e demanda da água.

As áreas de drenagem das bacias são convenientemente hierarquizadas para facilitar os processos de gestão e manutenção dos elementos do regime hidrológico. A hierarquização se dá mediante a divisão em seções interligadas, caracterizadas basicamente pelo tamanho das áreas e sequência de deságues, permanecendo no conjunto o mesmo conceito sistêmico. Dessa forma, segundo Oliveira (2010), a bacia hidrográfica normalmente conta com uma área de drenagem superior a 3.000 km², constituída por sub-bacias com superfícies que variam de 200 a 3.000 km² que, por sua vez, são divididas em microbacias, com dimensões inferiores a 200 km², formando assim toda a malha de drenagem.

A pertinência da visão interdisciplinar do conceito de bacias hidrográficas remete à compreensão da importância destas unidades territoriais na constituição dos geossistemas sustentáveis, a partir do respeito às limitações naturais, capacidade produtiva e adaptativa do meio ambiente. Porém, as singularidades e condicionantes socioeconômicas e culturais dos territórios também devem fazer parte da matriz de variáveis que nortearão as políticas públicas de desenvolvimento destas áreas, para então superar a interpretação reducionista e tecnocrata predominante.

A partir da compreensão sobre os benefícios da conservação das bacias hidrográficas para a condução dos processos de desenvolvimento, cabe analisar os riscos e fatores de degradação destas áreas. Uma área degradada, segundo Noffs (2000), é aquela que por ação natural ou antrópica teve suas características originais alteradas além do limite de recuperação natural dos solos, exigindo, assim, a intervenção do homem para sua recuperação.

Do ponto de vista legal, o conceito de degradação ambiental é definido como sendo “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais” (DECRETO FEDERAL 97.632/89).

Sobre os fatores degradantes de maior influência, destaca-se a ação humana, que avança indevidamente, sem cuidado e respeito à legislação ambiental, o que a estabelece como a principal causadora da desnaturalização dessas áreas. As populações mais atingidas são as que vivem nos ecossistemas frágeis, como a Caatinga, localizada no Semiárido Nordeste, devido à sua alta sensibilidade e



baixa capacidade adaptativa à intensa variabilidade climática. Áreas íngremes e de relevo acidentado são onde as agressões se tornam mais evidentes, causando transtornos ainda maiores nas zonas urbanas de grande densidade demográfica. Populações inteiras são prejudicadas por ações de poluidores que externalizam seus custos para o meio ambiente e toda a sociedade. Isso torna evidente que é “muito menos oneroso controlar a poluição na fonte que remediar seus efeitos a jusante ou restaurar ecossistemas danificados e degradados” (ANA, 2011, p. 61).

As diversas atividades desenvolvidas no território das bacias afetam decisivamente seu curso natural, implicando a diminuição da oferta hídrica, tanto qualitativa quanto quantitativa. Como exemplos clássicos de atividades degradadoras, podemos citar as práticas agrícolas, intensivas e extensivas⁸, plantios em áreas inapropriadas, uso indiscriminado de produtos químicos, desmatamento descontrolado, obras estruturantes sem o devido cuidado, poluição dos corpos d’água nas áreas urbanas, dentre outras práticas que contribuem para o assoreamento, potencialização dos processos de erosão das margens e elevação dos níveis de eutrofização das águas.

Desta forma, a degradação se dá por meio da diminuição dos seus principais ativos naturais, representados principalmente pela cobertura vegetal, biodiversidade e disponibilidade hídrica, que ao serem afetados deflagram uma situação de desequilíbrio ambiental, comprometendo a adaptação e sobrevivência das novas gerações. O principal elemento responsável pelo risco eminente da degradação ambiental é a ocupação e o uso indevido do solo, ocasionado pelas mais diversas atividades humanas, tanto no meio rural quanto no urbano. O avanço da degradação culmina nos processos de desertificação que são “níveis radicais ou irreversíveis de degradação da paisagem e dos tecidos ecológicos por predisposição ao quadro de vulnerabilidade geoambiental com base em interferências humanas.” (NASCIMENTO, 2010)

Todo este processo degradador, sob o ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, traz prejuízos para a sociedade, pois afeta diretamente a oferta de água. Neste contexto, o conhecimento das características físicas da bacia, das sub-bacias e das microbacias hidrográficas, institui a mais conveniente probabilidade de se conhecer a variação dos elementos do regime hidrológico no espaço geográfico, conforme Oliveira (2010). Assim, observar a variação da oferta hídrica do seu rio principal, em termos quantitativos e qualitativos, como o principal pode ser uma boa prática de monitoramento dos efeitos é um bom indicador de degradação sofrida pela bacia hidrográfica, afinal, o nível de normalidade deste é mantido pelo equilíbrio integrado de todo o sistema de drenagem (NASCIMENTO, 2010).

8 O conceito de intensivo e extensivo se vincula, respectivamente, ao uso ou não uso de capital e insumos modernos de produção.

Alguns mecanismos de preservação, conservação e bom uso dos recursos naturais podem ser implementados a partir da observação do arcabouço legal existente, que contempla grande parte das ações preventivas e corretivas relacionadas à gestão das águas. No entanto, considerando a diversidade dos biomas, ecossistemas e bacias hidrográficas, bem como as características culturais e socioeconômicas locais, a prática indica que a lei pode não ser suficiente para manter ou garantir a integridade das bacias. Fica evidente a relevância da mobilização das comunidades e lideranças para se deflagrem práticas de proteção ambiental e atividades humanas menos ofensivas ao meio ambiente. Ferramentas para isso são a educação ambiental e a ampliação das discussões em torno de quem deve assumir a responsabilidade sobre as externalidades negativas causadas pelas atividades produtivas, tanto privadas quanto públicas, individuais ou coletivas.

A degradação de bacias hidrográficas no Nordeste brasileiro

As situações mais críticas de degradação de bacias do país estão localizadas nas grandes regiões metropolitanas e no Nordeste como um todo. Dividida em cinco regiões hidrográficas (Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba e São Francisco), a região nordestina apresenta vários problemas de ordem hídrica. Em grande parte, estes problemas são causados pela ação antrópica e potencializados pelas características ambientais e climáticas do território (ANA, 2011).

A região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental é a que sofre maior impacto da ação humana, por abranger cinco importantes capitais do Nordeste (Recife, Fortaleza, Maceió, Natal e João Pessoa), regiões metropolitanas, dezenas de grandes núcleos urbanos (Caruaru, Mossoró, Campina Grande e Juazeiro do Norte) e um parque industrial significativo. Com cerca de 21,6 milhões de habitantes, o principal desafio desta região hidrográfica é ampliar a oferta hídrica de qualidade para uma população crescente, no médio prazo.

A baixa pluviosidade e a elevada evapotranspiração nas regiões do São Francisco e Atlântico Leste acentuam os efeitos do grande avanço da ação antrópica na vegetação nativa desta área, causando dificuldades no atendimento das demandas em algumas das suas bacias.

Por contar com um rio integrador, de grande influência nos fluxos humanos do Nordeste, a Bacia do São Francisco vem sendo degradada desde os tempos do Brasil Colônia, concentrando boa parte das atividades produtivas da região nas suas margens.

Tida como a segunda principal do Nordeste, a Região Hidrográfica do Parnaíba é a mais extensa dentre as 25 bacias da Vertente Nordeste. Abrange territórios de três estados nordestinos e apre-



senta grandes diferenças interregionais, tanto em termos de desenvolvimento econômico e social quanto de disponibilidade hídrica. Esta heterogeneidade de oferta de água tem sido apontada, historicamente, como um dos principais motivos para o baixo índice de desenvolvimento econômico e social (ANA, 2011). No entanto, seus aquíferos apresentam o maior potencial hídrico da Região Nordeste, podendo reverter este déficit, caso explorados de maneira sustentável.

A Região Hidrográfica do Atlântico Ocidental está localizada quase que totalmente no estado do Maranhão e apresenta avançados processos de erosão. Em função de práticas agrícolas inadequadas, foram formadas significativas áreas de desertificação, um grande risco para seus principais ecossistemas de floresta. Em relação aos aspectos qualitativos, os principais problemas de contaminação estão concentrados na região metropolitana de São Luiz.

De forma geral, o Nordeste brasileiro apresenta um quadro hídrico preocupante, tanto no aspecto da oferta atual, quanto no comprometimento da qualidade da água, a qual é afetada pelas diversas atividades humanas em expansão, bem como pelos efeitos climáticos que ampliam o estágio de eutrofização dos corpos hídricos. Percebe-se que nos meses de seca há uma significativa redução da qualidade da água em função da diminuição da oferta hídrica, sugerindo a necessidade de medidas preventivas e corretivas inovadoras e emergenciais, que superem a forma tradicional de enfrentamento desses problemas.

A revitalização de bacias hidrográficas no Nordeste

Compreendendo os conceitos: revitalização, recuperação e renaturalização

Revitalização é um conceito em construção no país e que tomou corpo com a mobilização nacional em torno da proposta de transposição do Rio São Francisco. Revitalizar bacia hidrográfica com o significado de “dar nova vida” é uma operação que leva em consideração basicamente ações de conservação das fontes e reservatórios, uso racional e despoluição das águas, atuando em todos os elementos que contribuem significativamente para a redução da degradação (VALENTE, 2007).

É um conceito que não tem caráter técnico-científico ou origem legal, pois não se tem referência nos textos das principais leis que envolvem as questões ambientais e das águas, segundo Machado (2008). Na verdade, este termo foi cunhado pelos atores sociais que contestavam a obra de transposição do Rio São Francisco, por fazerem o poder público reconhecer a necessidade de implementação de ações preventivas. Apontavam a fragilidade do rio e de sua bacia, antes da transposição, e lograram elevar

ao *status* de política pública a proposta de revitalização, pelo Decreto Presidencial promulgado em 5 de junho de 2001, intitulado como o Projeto de Conservação e Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Já para o Ministério do Meio Ambiente (2005) e para Limeira (2008), revitalizar significa renovar a vitalidade do território como um ecossistema integral, criando condições favoráveis à convivência harmoniosa entre o homem e a natureza a partir da realidade socioeconômica do espaço, com vistas a sua sustentabilidade. Vale ressaltar que, para haver revitalização, é necessário atuar em várias frentes, integrando processos socioeconômicos e ambientais, como recuperação e renaturalização, conceitos a serem explorados, a partir do consenso que elege a responsabilidade ambiental como eixo norteador do desenvolvimento. (MMA/FNMA 2005, LIMEIRA, 2008).

A ideia de recuperação ambiental remete ao espaço da produção agropecuária e propõe a adoção de atitudes que visem devolver características naturais e o equilíbrio dos processos no ambientes degradados, para que a sua condição de uso produtivo sustentável possa ser reabilitada. (CARVALHO, 2010).

Para Binder (1998), o conceito de renaturalização significa recuperar rios e córregos, promovendo uma urbanização de menor impacto, por meio do manejo regular. Ao preservar as áreas naturais de inundações e usos indevidos, promoveria a regeneração da biota natural. Para Carvalho (2010), renaturalização busca a urbanização de menor impacto, a desconstrução mínima, ou ainda a construção menos “desnaturalizante”. E tem o intuito de estabelecer uma convivência mais harmoniosa entre o homem e a natureza, nas áreas mais densas, podendo ser entendida como “qualquer medida de reversão dos impactos da urbanização tradicional”.

Os três conceitos se complementam, sendo a revitalização a proposta de maior alcance, pois implica uma visão ampla que abrange sistemicamente toda bacia hidrográfica. Considera os aspectos geomorfológicos, socioeconômicos e culturais das bacias como elementos importantes a serem reestruturados numa nova perspectiva de sustentabilidade. Ou seja, podemos considerar a revitalização como a estratégia que utiliza várias técnicas de recuperação e renaturalização do meio ambiente para atingir seus propósitos, além de outras intervenções. Em todos estes conceitos está presente a ideia de “restauração” dos elementos naturais deteriorados. Eles remetem, também, à proposta de “renovação transformadora” na forma de pensar e agir da sociedade, não menos importante.

A seguir, são mostradas algumas ações que podem ensejar a revitalização de bacias hidrográficas no Nordeste.



Preservação da biodiversidade da Caatinga

Considerado um bioma extremamente frágil, a Caatinga cobre grande parte da Região Nordeste. Atualmente, enfrenta um avançado estágio de desmatamento, devido às crescentes pressões exercidas pelas ações antrópicas. A pecuária extensiva e semiextensiva, a agricultura tradicional e o extrativismo de lenha são os principais fatores de pressão sobre o bioma, causando sérios problemas como: substituição da vegetação nativa por capineiras exóticas, o corte desordenado da vegetação e as queimadas. O manejo adequado da Caatinga, com uso das tecnologias locais disponíveis, pode trazer um maior equilíbrio entre o homem e o seu meio, bem como minimizar o impacto das atividades produtivas, possibilitando o aproveitamento racional dos recursos naturais deste bioma.

O Semiárido é rico em biodiversidade, patrimônio que está sendo ameaçado pela degradação causada pelo homem. Uma ação importante, mas pouco observada para a preservação da biodiversidade, é a manutenção da interligação dos ecossistemas, com os chamados “corredores ecológicos”. A preservação das matas ciliares pode contribuir decisivamente para a manutenção da biodiversidade. Outra medida importante é o manejo racional das espécies nativas e o combate à introdução de espécies invasoras que contribuem para o desequilíbrio ambiental do bioma.

Furtado (1959) já assinalava que o Semiárido não se presta à produção de excedentes de alimentos. As políticas públicas para o desenvolvimento deveriam, nesse sentido, se voltar ao fomento dos mercados locais e solidários e à criação de condições favoráveis a vida do homem no campo, com melhor aproveitamento das vocações regionais. No entanto, as políticas públicas historicamente têm-se mostrado ineficientes para implementar tais soluções.

Combate à desertificação

O processo de desertificação é determinado por estágios avançados de degradação ambiental e “deriva inicialmente das atividades humanas inadequadas, sobre os mosaicos ambientais com baixa sustentabilidade e alta vulnerabilidade ambiental”, conforme Nascimento (2010). A desertificação produz redução da biodiversidade, perda de produtividade das terras agrícolas, instabilidade econômica (MARENCO, 2009). É entendida como um processo dinâmico, resultante da interação de fatores naturais e antrópicos. Estudos revelam que há consenso quanto à responsabilidade do homem por cerca de 90% das causas das mudanças climáticas nos últimos 50 anos (IPCC, 2007, MARENCO, 2008a/b, 2009, NOBRE et al, 2008). São claras as consequências da desertificação: a vulnerabilidade social que atinge em especial as populações de baixa renda e a vulnerabilidade econômica que atinge em especial os agricultores extensivos.

A desertificação é a combinação de baixa sustentabilidade com alta vulnerabilidade de determinado bioma, pressionado pela relação conflituosa entre a sociedade e a natureza. Este conceito justifica a priorização da dimensão ambiental nas políticas de desenvolvimento voltadas a ambientes naturais frágeis e a utilização da sub-bacia hidrográfica como uma unidade territorial de planejamento destas políticas. No Nordeste, o combate à desertificação deve ser uma ação prioritária, devido à alta vulnerabilidade das áreas intertropicais, principalmente quando se trata de áreas altamente povoadas, como o semiárido brasileiro.

Saneamento ambiental

O saneamento ambiental abrange um conjunto de serviços, infraestruturas, instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Constitui, portanto, um grande desafio na tentativa de se reduzir o impacto causado pelas grandes concentrações populacionais sobre os cursos d'água e, ao mesmo tempo, atender satisfatoriamente as diversas demandas multissetoriais, mesmo dos aglomerados populacionais difusos.

Dados do ano de 2009 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicam que o Nordeste está contemplado com 22,3% do total de recursos aplicados no Brasil em serviços de água e esgoto, ocupando a 2ª posição entre as regiões do país, logo após o Sudeste. Deste total, o volume de recursos disponibilizados para abastecimento de água é da ordem de 44,2%, sendo 36,7% para serviços de esgoto e o restante para outros fins.

Dentre as políticas de saneamento ambiental em curso no país, a partir das atividades regulamentadas por lei, merece destaque o Plano Municipal de Saneamento Básico. O referido plano tem como objetivo estabelecer um planejamento de ações de saneamento, diagnóstico situacional sobre a realidade do saneamento nas comunidades, facilitando a captação de recursos para execução de programas, projetos e obras. O processo é direcionado para que ocorra uma efetiva participação do poder público nas três esferas e a presença das comunidades, por meio do Conselho Popular de saneamento.

Como exemplo, na área rural, o Ceará desenvolve um projeto exitoso de saneamento, chamado Sistema Integrado de Saneamento Rural (Sisar), que começou a ser implantado em 1995. Atualmente, o sistema atende comunidades rurais a partir de 25 domicílios, nas 8 bacias hidrográficas do estado, atingindo um índice de aproximadamente 82 mil ligações para uma população superior a 300 mil habitantes (CAGECE, 2011). Este modelo visa garantir, em longo prazo, o desenvolvimento e a manutenção dos sistemas de abastecimento e destino das águas de forma sustentável.



Um dos grandes diferenciais deste modelo é a gestão social, constituída por uma Organização Não Governamental formada pelas associações comunitárias de cada sistema, que representam as populações atendidas, com a participação e orientação da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece).

Revitalização de bacias hidrográficas: um espaço de possibilidade à integração de políticas

A construção do conceito de revitalização revela a aceitação de ações básicas para a obtenção de resultados concretos, como: monitoramento da qualidade da água; conservação dos recursos hídricos nos seus vários estágios (subterrâneos, nascentes e corpos hídricos); utilização racional desses recursos; despoluição e tratamento da água; reflorestamento; saneamento ambiental; e combate à desertificação.

Esta proposta inverte a lógica tradicional de desenvolvimento a partir do momento que elege as dimensões ambiental e social como elementos indutores das políticas norteadoras do progresso de um determinado território. Para alcançar a sustentabilidade, é necessário que se observem, integradamente, todas as suas dimensões. Revitalizar uma bacia significa reorganizar esses espaços, para garantir um bom tratamento ambiental, social e econômico que permita a renovação das atividades produtivas.

Os benefícios são notórios, não apenas à renovação natural e ao equilíbrio dos ecossistemas, mas à qualidade de vida das populações. Contribui, assim, para a justiça social, na medida em que interfere na saúde, na produtividade e no bem-estar delas. Revitalizar proporciona o surgimento de novas atividades humanas.

Segundo Nascimento (2010), a partir dos aspectos citados, a revitalização poderá gerar um ambiente favorável para a obtenção de benefícios em diversas ordens e escalas, tais como:

- 5) Maior possibilidade de desenvolver parcerias e resolução de conflitos em torno do uso dos recursos naturais;
- 6) Facilita a análise do uso e degradação dos recursos naturais, a partir dos sistemas fluviais;
- 7) Permite a participação da sociedade na discussão com o poder público, organizações não governamentais e entidades privadas, descentralizando os trabalhos de conservação e proteção ambiental, integrando, portanto, o institucional com a sociedade;
- 8) Como é uma unidade fisiográfica indissociável, promove trabalhos geoambientais integrados;

- 9) Facilita a formação de banco de dados, garantindo opções de uso racional dos mananciais e recursos naturais;
- 10) Facilita a análise do estado de degradação ambiental pela eutrofização bem como pelo assoreamento dos corpos hídricos;
- 11) Apresenta um arcabouço jurídico-institucional mais apropriado para o combate à degradação.

Os programas de revitalização de bacias em curso no Nordeste

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MI), dentre os programas federais de revitalização de bacias em curso no Nordeste, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional na garantia da segurança hídrica se destaca pela sua abrangência.

Este projeto está sob a coordenação da Secretaria Executiva do Ministério do Meio Ambiente (MMA), em parceria com o Ministério da Integração Nacional, e tem como propósitos promover a revitalização da bacia, o desenvolvimento em base sustentável e alcançar a governabilidade desejada, reconhecida como chave para a gestão mais equitativa, eficiente e sustentável dos recursos naturais (MI, 2011)

As ações previstas no referido projeto são executadas de acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente – Lei nº. 6.938/81, a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei nº. 9.433/97 e a Política Nacional de Saneamento – Lei nº. 11.445/07. Terão uma contribuição efetiva para a viabilização do Projeto de Integração do Rio São Francisco (Ver capítulo 12).

Apesar de os programas representarem um esforço comum de articulação e integração entre os vários órgãos de governo, percebe-se a necessidade de aceleração e hierarquização das ações num planejamento integrado que respeite a sequência lógica da sua interdependência em todas as esferas e da sociedade civil (MI, 2011).

As linhas de ações previstas, em conformidade com o Plano de Atividades e Metas 2004-2007 (PAM), privilegiam cinco grupos de ações divididas em: gestão e monitoramento; agenda socioambiental; proteção e uso sustentável de recursos naturais; qualidade de saneamento ambiental; e, economias sustentáveis. Entretanto, isso não significa que estas estejam sendo executadas a partir de um cronograma ambientalmente eficaz. Portanto, estas atividades não respondem de forma satisfatória a um planejamento ambiental.



A partir desse ponto de vista, a qualidade de saneamento ambiental e a gestão racional dos resíduos sólidos devem ser priorizadas na agenda proposta, por representarem o principal fator de degradação dos corpos d'água (RAULINO, 2010) e serem imprescindíveis na garantia da qualidade dos sistemas de abastecimento de água.

O PRODAM é considerado um exemplo exitoso de revitalização, pois conseguiu no período de 10 anos mudar a realidade de microbacias hidrográficas e das comunidades rurais da região, reduzindo sensivelmente os efeitos da degradação ambiental de forma sustentável. Portanto, os estudos defendem a replicação dessas experiências noutras microbacias hidrográficas do Semiárido, tendo em vista sua contribuição para reduzir a erosão, melhorar a qualidade e aumentar o volume da água disponível, ampliar a cobertura vegetal, diversificar os cultivos, aumentar a consciência preservacionista das comunidades, incorporar novos métodos e alternativas de produção, além de fortalecer o capital humano e social. (FRANÇA et. al., 2010)

Quadro 8.2 – Exemplos de revitalização de bacias no Nordeste brasileiro

O estado do Ceará, por meio da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), implantou, no período de 1999 a 2009, em caráter experimental, uma série de ações para promover a sustentabilidade dos recursos hídricos e edáficos de quatro microbacias hidrográficas, localizadas no semiárido cearense, tendo como ponto focal o homem do campo.

Com o título de Projeto de Desenvolvimento Hidroambiental (PRODAM), teve inicialmente a pretensão de realizar obras de engenharia que possibilitassem a recuperação ambiental das áreas degradadas das microbacias selecionadas. Com o avanço das ações, foi identificada a necessidade de criar condições favoráveis ao envolvimento das comunidades no projeto, o que levou à ampliação da atuação deste, por meio da realização de ações integradas às dimensões ambiental, social, econômica e do conhecimento.

Um dos desafios do projeto foi conseguir a mobilização do apoio político-institucional em torno dos propósitos multissetoriais e sistêmicos ampliados ao longo do tempo e superar o viés tecnocrático preponderante na gestão pública, fatos parcialmente superados pela obtenção paulatina de resultados satisfatórios suficientes para mobilizar as comunidades beneficiadas e o apoio financeiro do Banco Mundial.

Neste intervalo de tempo, segundo relato de França et. al. (2010), o projeto realizou intervenções significativas, com destaque para a construção de 3.332 barragens sucessivas de contenção de sedimentos, 27 barragens subterrâneas, 470 cisternas de placas e implantados 47,6 ha de reflorestamento e recomposição de mata ciliar, 2,2 ha de *dry farming*, 129.928 m de terraceamento em curva de nível, 70.682 m de cordões de pedra em contorno, 3.810 m de cordões de vegetação e 5,3 ha de recuperação de áreas degradadas. O projeto também introduziu novas atividades econômicas como: apicultura, artesanato e sistema de exploração agrossilvipastoril. Com vistas ao desenvolvimento humano e institucional, foram realizados inúmeros eventos de capacitação das 44 comunidades beneficiadas, inclusive capacitações voltadas para a educação ambiental, fato que permitiu o empoderamento das comunidades locais e um processo crescente de recuperação ambiental. Tudo isso proporcionou melhorias no processo de desenvolvimento sócioeconômico das quatro microbacias hidrográficas selecionadas.

Considerações finais

Apesar dos avanços, a percepção clara é de que o alcance da sustentabilidade na gestão de águas no Nordeste ainda não se concretizou. Embora o capítulo tenha abordado mais detalhadamente aspectos relacionados com a dimensão ambiental da sustentabilidade, tal processo não está restrito a estes. A gestão de águas passa pela reflexão e ressignificação de conceitos interdisciplinares como território, governança participativa, educação ambiental e políticas públicas, dentre outros elementos que se relacionam, afetando e sendo afetados pelo meio ambiente.

Do que foi exposto, ressalta-se que a revitalização de bacias hidrográficas apresenta-se como um ponto crucial no sentido de permitir uma oferta adequada de água, valorizando não apenas a quantidade de água disponível, mas também a qualidade dessa água. O aumento da pressão por uma maior disponibilidade de recursos hídricos para uso doméstico e produtivo passa por soluções que levem em consideração essa revitalização.

Os aspectos aqui abordados não esgotam a discussão sobre o tema. No entanto, fica evidente sua relevância. A melhor compreensão de sua importância é um ponto essencial para o avanço da gestão das águas no Brasil e, em especial, no Nordeste.



Capítulo 9

A evolução das políticas públicas no Nordeste

José Nilson B. Campos¹

Introdução

A ideia de progresso permeia a humanidade há mais de quatro séculos. Dessa ideia surgiu o ideal do desenvolvimento que, por sua vez, resultou no conceito e na prática de políticas públicas. Neste capítulo, abordam-se as políticas públicas aplicadas no Semiárido do Nordeste relacionadas ao tema secas ou, mais especificamente, aos recursos hídricos.

Há várias acepções do termo política pública na literatura especializada. Heidmann (2006, p. 29) propôs a seguinte definição:

em sua acepção mais operacional, a política é entendida como as ações, práticas, diretrizes políticas fundadas em leis e empreendidas como funções de Estado por um governo, para resolver questões gerais e específicas da sociedade.

Para Campos (2003, p. 27):

uma política é definida como o conjunto de princípios e medidas postos em prática por instituições governamentais ou outras para a solução de certos problemas da sociedade. No caso específico da Política de Recursos Hídricos, os princípios referem-se ao uso das águas respeitando os objetivos da política social do país.

Assim, as políticas públicas de combate às secas praticadas no Semiárido, a partir do século XIX, podem ser vistas como remoção de obstáculos ao desenvolvimento regional, o que, em essência,

¹ Professor e pesquisador da Universidade Federal do Ceará (UFC)

é uma política de desenvolvimento. As políticas públicas no Semiárido brasileiro foram historicamente criadas e conduzidas em um contexto de combate às secas.

Segundo os horizontes de tempo dos problemas a resolver, as políticas das secas podem ser classificadas em dois grupos: 1) as políticas de emergência para socorrer as vítimas quando a seca já está estabelecida, e 2) as políticas para criação de uma sociedade robusta com baixa vulnerabilidade às secas.

No primeiro grupo, as políticas públicas emergenciais tinham por objetivo: 1) gerar, com a criação de trabalhos Keynesianos, um fluxo de renda para os indivíduos privados de seus trabalhos pelas secas; 2) assegurar o fornecimento de água para consumo humano; 3) assegurar as disponibilidades de alimentos (MAGALHÃES & GLANTZ, 1992, p. 67). Nesse grupo, as políticas foram centradas na criação de frentes de serviço até 1987, quando foram criadas outras estratégias de combate às secas

No segundo grupo, foram criadas políticas relacionadas principalmente à produção de fontes de águas confiáveis. Foram construídos grandes reservatórios pelo poder público, foram executados programas de construção de pequenos açudes em cooperação com particulares e programas de construção de poços tubulares. Para uso das águas acumuladas, foram criados postos agrícolas e pequenos distritos de irrigação com os proprietários das áreas aluviais. O tempo durante o qual predominou essa política foi denominado de fase hidráulica ou de Engenharia e Recursos Hídricos (MAGALHÃES & GLANTZ, 1992, p. 59).

Uma mudança de abordagem no fortalecimento da região acontece nas décadas de 1950 e 1960 com a criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), em 1952, e da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), em 1959. A visão mais abrangente com vistas ao desenvolvimento regional passa a prevalecer. As políticas relacionadas diretamente às secas continuam a ser importantes, porém, são apenas parte das políticas relacionadas ao desenvolvimento.

Na década de 1960, a Sudene deu início à elaboração dos planos diretores de aproveitamento hidroagrícola. Na época, os recursos humanos especializados disponíveis para a elaboração e implantação dos projetos de irrigação eram poucos. Foi então praticada uma política de importação de serviços de consultoria. Foram trazidas missões técnicas da França, de Israel e da Alemanha. Vieram empresas de consultoria de diversas partes do mundo que trabalhavam em consórcio com empresas nacionais, algumas formadas em estados nordestinos.

O primeiro texto com visão sistêmica de políticas de águas foi elaborado no âmbito dos Estudos de Base do Vale do Jaguaribe (Sudene, 1967), desenvolvido em conjunto por equipe de técnicos de uma missão francesa e da Sudene. Embora se tratasse de um documento de excelente qualidade, não se



transformou em prática. Contudo, pode-se considerar esse documento como um embrião para as políticas de gerenciamento da oferta de água atualmente praticadas.

Na década de 1980, houve uma nova mudança de paradigmas nas políticas públicas relacionadas aos recursos hídricos. Essas mudanças aconteceram no contexto dos movimentos mundiais nos temas água e meio ambiente. No início da década de 1990, três estados brasileiros desenvolveram seus planos de recursos hídricos, entre eles o estado do Ceará inserido na região das secas.

Para o futuro, buscam-se novos conhecimentos e novas propostas. Algumas questões ainda merecem pesquisas: quais os impactos das mudanças do clima nas disponibilidades hídricas dos reservatórios da região? Quais serão os impactos dessas mudanças na frequência das secas? Quais as políticas públicas necessárias para minimizar os efeitos adversos dessas mudanças?

Neste capítulo, é feita uma análise perspectiva e prospectiva das políticas públicas relacionadas às secas e aos recursos hídricos regionais. O capítulo está organizado em oito seções. A introdução apresenta a colocação do problema e um pouco da história das políticas públicas praticadas na região. A seção *Definições* aborda a delimitação semântica com os principais conceitos e termos utilizados ao longo do capítulo. A seção seguinte discorre sobre a seca como elemento gerador das políticas do Nordeste. A seção relativa às secas trata das políticas públicas tradicionais relativas ao tema, principalmente as aplicadas na denominada fase hidráulica. Na *As políticas relacionadas com o desenvolvimento regional*, são apresentadas a visão do desenvolvimento regional que aconteceram a partir da década de 1950. A seção *O gerenciamento das águas* apresenta as modernas políticas relacionadas ao gerenciamento das águas. Nas sessões finais se apresentam as questões de políticas do futuro e uma síntese conclusiva.

Definições

Nesta seção, definem-se os principais termos e conceitos relacionados às políticas públicas voltadas para o tema água/seca no Semiárido brasileiro. Divide-se a seção em três subseções: os termos relacionados às secas, os conceitos com a distribuição e aproveitamento das águas e as definições sobre o gerenciamento de recursos hídricos.

Termos relacionados às secas

O conceito de seca é fortemente relacionado ao ponto de vista do observador. Embora a irregularidade ou insuficiência das chuvas seja a causa primária de uma seca, há uma cadeia de causas e

efeitos que se alinham e atingem as atividades socioeconômicas da região. Podem ser definidas: a seca climatológica, a seca edáfica, a seca hidrológica e a seca socioeconômica.

A seca climatológica refere-se à ocorrência, em um dado espaço e tempo, de uma deficiência de chuvas em relação aos padrões normais das chuvas na região. Esse tipo de seca tem como causa natural a circulação global da atmosfera e pode resultar em redução na produção agrícola e no fornecimento de água, seja para abastecimento, seja para outros usos.

A seca edáfica decorre da seca climatológica e pode ser definida como deficiência da umidade no solo, na zona do sistema radicular das plantas, que resulta em considerável redução, ou perda total, da produção agrícola. Esse tipo de seca, associado à agricultura de sequeiro, é a que causa maiores impactos no Nordeste Semiárido. Os efeitos são conhecidos: severas perdas econômicas e grandes transtornos sociais como fome, migração e desagregação familiar. A seca verde, muito referenciada na mídia, refere-se a uma seca edáfica decorrente da má distribuição das chuvas. O total das chuvas no ano é elevado, porém há um período sem chuvas, denominado de veranico, que ocasiona a perda das culturas.

A seca hidrológica, por sua vez, pode ser definida como a insuficiência de águas nos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas. Essa seca pode ser causada por uma sequência de anos com deficiência no escoamento superficial ou, também, por um mau gerenciamento das águas acumuladas nos açudes. O resultado desse tipo de seca é o racionamento, ou colapso, em sistemas de abastecimento d'água das cidades ou das áreas de irrigação. Deve-se ter em mente que não obrigatoriamente um racionamento de águas é resultado de mau gerenciamento. O racionamento deve ser considerado como uma ação de gerenciamento para evitar desastres como o colapso total do sistema de suprimento de água.

Termos relacionados aos sistemas

A precipitação pluvial constitui-se na fonte de água primária no processo. A chuva, ao chegar ao sistema físico, proporciona, ou não é suficiente para proporcionar, as condições favoráveis às atividades econômicas praticadas pela sociedade instalada. Os sistemas físicos que recebem e acumulam ou deixam escoar as águas precipitadas são classificados em dois tipos (CAMPOS J. N., 2009, p. 65):

Sistema de águas fixas (SAF): formado pela camada superficial do solo, onde parte das águas precipitadas fica retida sob a forma de umidade. Representa um potencial hídrico que só pode ser utilizado no local onde acontece a precipitação.



Sistema de águas móveis (SAM): Formado pelos rios, reservatórios e lençóis subterrâneos, onde as águas escoam ou são armazenadas. Representa a parte das águas que se movimenta e pode ser utilizada em local diverso daquele onde aconteceu a chuva.

As atividades socioeconômicas desenvolvidas nestes dois sistemas são distintas: no sistema de águas fixas, desenvolvem-se as atividades de agricultura de sequeiro. As águas do sistema de águas móveis – rios, riachos, açudes e aquíferos – são utilizadas para atividades econômicas mais eficientes como: abastecimento de cidades e indústrias, irrigação, piscicultura, geração hidrelétrica etc. A seca edáfica se dá no domínio do potencial hidráulico localizado, enquanto que a seca hidrológica, no domínio do potencial hidráulico móvel. As estratégias de combate às secas de características diferentes são também distintas.

O entendimento de como a água aparece e se distribui em uma localidade é fundamental para a criação e aplicação de políticas públicas relacionadas ao tema.

Termos relacionados à oferta e à demanda

A solução de atendimento de uma determinada demanda de água depende do tipo dessa demanda e das condições alternativas de oferta disponíveis.

Demanda concentrada – A demanda concentrada está relacionada aos grandes consumos concentrados em centros urbanos, distritos industriais, distritos de irrigação e outros equivalentes. Essas demandas estão geralmente associadas à capacidade de pagamento dos custos de fornecimento de água. O atendimento a essas demandas pode ser feito com grandes obras de captação, adução e tratamento das águas. Os impactos dessas obras no sistema hídrico se dão em duas dimensões: a redução da oferta no ponto de captação e o decaimento da qualidade no ponto de entrega das águas usadas. Nesse último caso, se não houver um tratamento adequado ao meio receptor, podem ocorrer desastres no sistema de oferta.

Demanda rural difusa – A demanda rural difusa está relacionada às necessidades das populações dispersas no campo que geralmente sobrevivem da agricultura de sequeiro. São consumos *per capita* geralmente baixos (menos de 50 litros por habitante por dia). A construção de sistemas de distribuição domiciliares para essas demandas ainda é muito cara e fora do alcance da realidade financeira do setor público brasileiro. A prática de atendimento a essas demandas tem sido, principalmente, os programas de cisternas e poços tubulares e a distribuição por carros-pipas.

Gestão da oferta de água: Refere-se ao aumento das disponibilidades por meio da ativação das potencialidades regionais. Está relacionada ao Potencial Hidráulico Móvel. A função oferta compreende a construção de barragens e manutenção para a formação de reservatórios, a perfuração de poços profundos para ativar o potencial de águas subterrâneas, a captação em lagos naturais, a captação de águas de chuva por cisternas e outros.

Gestão da demanda de água: A gestão da demanda se dá no sentido de realizar o uso das águas da melhor maneira possível, compatibilizado com as disponibilidades hídricas viabilizadas pela oferta. Classifica-se como função “uso” o conjunto de ações necessárias para que as águas se tornem efetivamente úteis aos seres humanos, às plantas, aos animais e às paisagens.

A seca de 1877-1879 como geradora das políticas públicas

O início histórico dos registros da adversidade da região das secas se dá com a doação, pela Coroa Portuguesa, das duzentas e sessenta e cinco léguas a João de Barro, Fernand' Álvares, Ayres da Cunha e Antônio Cardoso de Barros, cujos esforços para ocupá-las malograram; o povoamento fez-se mais tarde com gente nascida ou estabelecida em outros pontos do Brasil. “Dentro das 265 léguas doadas aos quatro donatários está a região semiárida do Brasil, sujeita ao flagelo das secas, cuja repetição se dá em uma periodicidade oscilante (ALVES, 2003, p. 14).

Nesse contexto, a ocupação do Semiárido foi retardada e foi retomada no início do século XVII com a expedição Pero Coelho de 1603. A retirada da expedição em 1605 é considerada a primeira epopeia de secas na região. O ponto marcante da retirada da expedição foi a fome e a sede nos sertões jaguaribanos e norterio-grandenses, que traduziam a esterilidade e o abandono desses sertões (ALVES, 2003, p. 15).

O Prof. João de Deus de Oliveira Dias, segundo (ALVES, 2003, p. 12), registra secas com impactos sobre as populações indígenas:

Os primeiros colonizadores lusos testemunharam, por certo, a luta tremenda, dentro das selvas, dos Tabajaras, adventícios litorâneos, e dos Kariris, indígenas sertanejos, estes últimos açoitados pelos efeitos das secas, famintos errantes, em contínuos entrechoques de raças do Jaguaribe, do Apodi, e do Açu, ao norte, às ribeiras do São Francisco do sul e leste, passando por Arco Verde, a metade, portanto, da área assolada pelas secas.



Esses episódios deixaram claro para as populações e políticos a necessidade de construção de infraestruturas de reservação de águas e de obtenção de águas subterrâneas para que se conseguisse uma significativa ocupação das regiões dos sertões. A região era vulnerável às secas mesmo para populações rarefeitas com baixo padrão de exigência dos recursos naturais. Tratava-se de gerar condições mínimas de manutenção das populações na região.

No período do Império (1822 a 1889), o episódio de seca de maior impacto foi, sem dúvida, a grande seca de 1877 a 1879. Ressalte-se que os trinta anos anteriores (1847 a 1876) são considerados por historiadores como a fase áurea de crescimento do Nordeste até o século XIX.

Esse período, socialmente catastrófico, despertou populações e políticos para a gravidade do tema seca. A partir de então teve início a formulação e aplicação de uma série de políticas públicas conduzidas pela ideia de formação de uma infraestrutura hídrica como diretriz ao desenvolvimento regional.

As políticas públicas relativas às secas

Na lógica das sociedades democráticas, o clamor e as reivindicações populares precedem às respostas governamentais com o estabelecimento das políticas públicas. Embora a sociedade seja bem mais complexa do que esse entendimento cartesiano propõe, uma pesquisa histórica pode mostrar que muitas das políticas estabelecidas nas últimas décadas podem ser claramente relacionadas com ideias defendidas há mais de um século.

Esta seção inicia-se com alguns pensamentos de estudiosos e políticos do primeiro quartel do século passado, os quais, de alguma maneira, contribuíram para a formulação e implementação das políticas contra as secas no Nordeste. Em seguida, apresentam-se e analisam-se as principais políticas públicas e programas governamentais para no Semiárido relacionadas ao tema recursos hídricos. As políticas e programas são classificados em termos das definições apresentadas na seção 2.

Estratégias da sociedade para convivência com o clima

Em termos gerais, pode-se esperar que as ações políticas sejam tomadas em decorrência de apelos da sociedade para solucionar determinados problemas. Embora o processo não seja linear, causa-efeito, fez-se uma análise bibliográfica na literatura sobre as secas, para aprender como a sociedade via e debatia o problema.

O reconhecimento das adversidades climáticas do Semiárido pelos colonizadores e, posteriormente, pelas populações sertanejas, foi amplamente descrito por técnicos, políticos e pesquisadores ao longo da história. As estratégias de convivência com o meio físico foram objeto de muitos aprendizados empíricos.

Ao Padre Cícero Romão Batista (1844-1934) são atribuídos dez preceitos ecológicos de convivência com o Semiárido (Quadro 9.1). Não se encontra na literatura texto de autoria do Padre Cícero que prove, sem margens de dúvida, que ele pregava esses preceitos ecológicos. Independentemente de ser ou não do Padre Cícero a autoria, o que se pode dizer é que esses princípios são incorporados ao conhecimento empírico dos sertanejos desde a época daquele religioso.

Quadro 9.1 - Preceitos ecológicos para convivência no Semiárido atribuídos ao Padre Cícero

Não derrube o mato, nem mesmo um só pé de pau.
Não toque fogo no roçado nem na caatinga.
Não cace mais e deixe os bichos viverem.
Não crie o boi nem o bode soltos, faça cercados e deixe o pasto descansar para se refazer.
Não plante em serra acima nem faça roçado em ladeira muito em pé: deixe o mato protegendo a terra para que a água não a arraste e não se perca sua riqueza.
Faça uma cisterna no oitão de sua casa para guardar a água da chuva.
Represe os riachos de 100 em 100 m ainda que seja de pedra solta.
Plante pelo menos um pé de algaroba, de caju, de sabiá ou de outra árvore qualquer até que o sertão todo seja uma mata só.
Aprenda a tirar proveito das plantas da caatinga, como a maniçoba, a favela e a jurema; elas podem ajudar você a conviver com seca.
Se o sertanejo obedecer a esses preceitos, a seca vai aos poucos se acabando, o gado melhorando e o povo vai ter sempre o que comer.
Mas se não obedecer, dentro de pouco tempo, o sertão vai virar um deserto só.

Fonte: Livro *Pensamento Vivo* de Padre Cícero de 1988 (www.apoema.com.br/paginaDaniel.htm). Acesso em 06 de agosto de 2011.

Analisando-se os preceitos ecológicos, pode-se observar que muitos deles são praticados como programas governamentais para o Semiárido como: a construção de cisternas, o reflorestamento, o programa de pequenas barragens de pedra nas nascentes dos rios, programa de controle de queimadas.

Muitos desses conhecimentos empíricos foram objetos de pesquisas sistemáticas, passaram a conhecimentos científicos e se transformaram em propostas para as secas de renomados pesquisadores do Semiárido. O manejo da caatinga e o aproveitamento de seu potencial foram estudados em profundidade pelo cientista Guimarães Duque em sua obra *Solo e Água no Polígono das Secas* (DUQUE, 1953).



Nas propostas de soluções aos problemas das secas, encontram-se, mesmo no meio técnico, propostas visionárias ou inviáveis que refletem a vontade de muitos de apresentar soluções para o problema. Contudo, em decorrência de conhecimento superficial, algumas propostas são bem exóticas.

Nesse ponto, são pertinentes e adequadas as palavras do engenheiro Antônio Olinto dos Santos Pires em 1910 (BERRÊDO, 1984, p. 49):

Pretender sugerir alvitres, aconselhar obras ou criticar o esforço alheio, sem conhecer e estudar pessoalmente as condições locais é um mau serviço que se faz aos habitantes da zona árida. E esses doutrinadores teóricos pululam desde as primeiras tentativas para resolver o problema das secas; e a eles, em grande parte cabe a responsabilidade da maioria dos erros cometidos e do retardamento das obras planejadas.

As sábias palavras do engenheiro Antônio Olinto permanecem válidas e ainda hoje podem ser tomadas como advertência para que o debate público na busca de soluções de problemas graves e prementes não se prolongue demasiadamente com devaneios de pouca sustentação prática e teórica.

Entre essas exóticas propostas, podem ser citadas: a importação de camelos para resolver o problema de transportes durante as secas; a queima de petróleo no Atlântico Sul para formar nuvens que supostamente se precipitariam no Semiárido; a explosão de solos cristalinos para criar grandes reservatórios subterrâneos, a importação de *icebergs* do polo sul.

As políticas relacionadas à oferta hídrica

O deputado Eloy de Souza Brandão foi um estudioso e político da defesa das populações do Semiárido brasileiro prejudicadas pelas secas. Em artigo publicado no Jornal do Comércio de Pernambuco, em 14 de janeiro de 1919, ele considerava que havia sete males a serem combatidos para que houvesse desenvolvimento no Nordeste, quais sejam: seca, inundação, distância, ignorância, rotina, doença e politicagem. Contra a seca, segundo ele,

devemos armazenar água em abundância para se manter a vida do homem e do gado e se irrigarem os campos lavrados pelos processos racionais com o intuito de aumentar a riqueza (BRANDÃO, 1987, p. 60).

No lado da oferta de águas, várias alternativas foram propostas e implantadas ao longo do tempo, como: a grande açudagem, a pequena e a média açudagem, os poços artesianos e tubulares, a transferência de água entre bacias hidrográficas e a construção de cisternas e outras ações pontuais.

A grande açudagem

A grande açudagem utiliza as águas do potencial hidráulico móvel e destina-se ao atendimento, principalmente, da demanda concentrada. A construção de grandes açudes no Nordeste iniciou com o Cedro no município de Quixadá, no estado do Ceará. Essa obra foi uma resposta governamental à grande seca de 1877-1879, que iniciou na época do Império e foi concluída na República.

A construção dos grandes reservatórios do Nordeste pode ser incluída dentro de uma política de formação de uma infraestrutura hídrica de fornecimento confiável de águas para as populações nordestinas. Não se observou, todavia, uma persistência nessas políticas. No geral, os investimentos eram recorrentes e acompanhavam o ciclo das secas.

O resultado dessa política foi a construção de uma significativa rede de açudes que produz água confiável para o suprimento da maior parte das grandes cidades nordestinas. Os maiores reservatórios em rios intermitentes são o Castanhão, no estado do Ceará, com capacidade total de 6,75 bilhões de metros cúbicos; o Orós, no estado do Ceará, com 1,95 bilhão de metros cúbicos; o Armando Ribeiro Gonçalves, no estado do Rio Grande do Norte, com capacidade de 2,4 bilhões de metros cúbicos.

Desses grandes reservatórios, os dois primeiros estão interligados ao sistema que abastece a cidade de Fortaleza e ao distrito industrial do Pecém. O reservatório Armando Ribeiro Gonçalves é utilizado como fonte de água de adutoras que atendem às populações do Médio-Oeste (adutora com 150 km) e do Sertão Central (adutora com 204 km) do Rio Grande do Norte.

Nos anos recentes, a aceitação incondicional de grandes reservatórios deixou de existir. Alguns técnicos e segmentos da sociedade passaram a questionar essas obras. Por exemplo, o reservatório Castanhão, no vale do rio Jaguaribe, estado do Ceará, foi objeto de quase uma década de debates, sendo questionado, principalmente, por seu tamanho dito faraônico (Ver Quadro 9.2).

Concluindo, na análise da importância dos grandes reservatórios nos rios intermitentes do Nordeste, pode-se repetir o argumento de Eloy de Souza em 1910, referindo-se à importância dessas grandes obras: "Sem açudes não haveria Nordeste." (SOUZA, 1976).



Quadro 9.2 - Os debates sobre a construção do reservatório Castanhão

O debate sobre a viabilidade de construir o reservatório Castanhão travou-se no estado do Ceará e espalhou-se por todo o país em eventos das associações técnico-científicas como a Associação Brasileira de Recursos Hídricos e do Tribunal das Águas em Santa Catarina. Os opositores à obra argumentavam que o açude era mal dimensionado. Dizia-se que o Castanhão era superdimensionado e nunca encheria. Inaugurado em 2002, o Castanhão encheu e transbordou em 2003. Em todos os anos subsequentes até 2011, o Castanhão atingiu e superou a cota 100,0m referente ao volume de conservação de águas. Acima da cota 100,0m o volume do reservatório é destinado à proteção contra as cheias. Assim, pode-se dizer que, tecnicamente, o Castanhão atingiu a condição de cheio nos nove primeiros anos após sua conclusão.

Esse ponto demonstra que em muitos debates públicos alguns mitos são passados à sociedade. Os debates em obras públicas são necessários e indispensáveis no paradigma da participação pública nas decisões. É inevitável que argumentos sem base teórico-metodológica sejam inseridos nos debates. O que se deve fazer é dar maior suporte científico aos grandes projetos públicos.

Não se deve, contudo esperar que essa situação venha a ser a predominante. À medida que o uso das águas regularizadas for aumentando em decorrência do atendimento à crescente demanda e ocorrerem décadas desfavoráveis em termos de vazões nos rios, como a década de 1990, o reservatório pode se aproximar, ou mesmo atingir, o volume morto. É exatamente nessas décadas que os grandes reservatórios mostram sua maior utilidade social.

A pequena e a média açudagem

No âmbito da Política de Águas proposta pela Sudene (1967), a pequena açudagem desempenha, principalmente, a função de suprimento da demanda rural difusa. O açude pequeno não tem capacidade de suportar uma sequência de dois anos secos.

O programa de açudes em cooperação iniciou com a criação da antiga Inspeção de Obras Contra as Secas, em 1909, no âmbito do plano geral de combate às secas. No Plano, a Inspeção realizava diretamente os grandes açudes e cooperava com os estados, municípios e principalmente particulares na construção de açudes menores de interesse local.

No regime de cooperação, em casos de reconhecida conveniência, o DNOCS auxiliava os estados e municípios com até 70% do orçamento e os particulares, individualmente ou associados, em até 50% do orçamento, na construção de açudes estudados e projetados pelo Departamento, de capacidades até 500.000 m³ e profundidade não menor do que cinco metros. Os açudes deviam ser construídos sob a fiscalização do Departamento (BERRÊDO, 1984, p. 69).

A política de pequena açudagem foi realizada sem visão sistêmica por dois motivos: 1) não havia na época ferramentas conceituais e computacionais para avaliar os impactos e interferências nas bacias hidrográficas; 2) a quantidade de reservatórios era ainda relativamente pequena e não era motivo de preocupações. Na época, a gravidade do problema de falta de águas nas secas era a motivação

dominante. Observe-se, porém, que havia a preocupação de não construir açudes de baixa profundidade média que resultam em baixa eficiência hidrológica.

Os poços e a captação de águas subterrâneas

O regulamento da antiga Inspetoria Federal de Obras contra as Secas já incluía, em 1909, a perfuração e instalação de poços públicos e a cooperação com as municipalidades, agricultores e criadores para a perfuração de poços profundos (BERRÊDO, 1984, p. 55).

As primeiras diretrizes para uma política de poços com base científica é devida ao engenheiro Arrojado Lisboa, que contratou o geólogo norte-americano Roderic Crandall para assessoria técnica no estabelecimento de diretrizes e técnicas para a construção racional de uma política de combate às secas. No que se refere aos poços, Crandall (CRANDALL, 1910, p. 309) fez as seguintes recomendações para a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas:

- V - Que a Inspetoria desanime a abertura inconsiderada de poços em qualquer localidade, por particulares e governos estaduais sem que seja por indicação de pessoa competente.
- VI - Que a Inspetoria empreenda perfurar poços em vários pontos nas regiões indicadas na serra do Araripe e a curtas distâncias desta serra para leste e norte, no Ceará/na bacia superior do rio do Peixe, em Paraíba/na Chapada do Apodi, entre Mossoró e Apodi/na Serra de S. Sebastião e nas várzeas dos rios Jaguaribe, Mossoró e Açu.
- VII - Que os poços a serem abertos pela Inspetoria em distritos não mencionados acima, ou em lugares indicados pelo Dr. Williams, não o sejam senão sob a direção de um geólogo competente.

Das recomendações de Crandall, podem-se depreender os seguintes pontos: havia uma preocupação com a perfuração indiscriminada de poços (do texto completo pode ser visto que a preocupação de Crandall dizia respeito aos poços em substrato cristalino); que os poços em regiões sedimentares, inclusive aluviões, eram produtivos e viáveis; que a supervisão de profissional competente era indispensável.

As diretrizes de Crandall para uma política de aproveitamento de águas subterrâneas ainda são válidas nos dias atuais. O que mudou ao longo dos tempos e, de alguma maneira, acelerou os programas de perfuração de poços, foi: o aperfeiçoamento das técnicas de locação de poços com o avanço dos conhecimentos geofísicos e os estudos de meios fraturados; o aperfeiçoamento das máquinas de perfuração de poços; o desenvolvimento de técnicas de osmose reversa para tratamento economicamente viável das águas salobras dos poços em solos cristalinos.



Dentro do contexto atual, as políticas de construção e aproveitamento de poços está relacionada ao objetivo de atender à demanda rural difusa. Trata-se de uso do potencial hidráulico móvel com baixa interferência com as águas superficiais regularizadas pelos reservatórios². Esse aproveitamento se dá em associação com dessalinizadores e podem resultar em economia com a distribuição de águas por carros-pipas.

O lançamento dos resíduos oriundos do processo de dessalinização constitui-se ainda em um problema de ordem prática. A colocação dos resíduos na paisagem faz com que as águas das enxurradas levem esses sais para os reservatórios de jusante.

As cisternas e outras obras pontuais

A demanda rural difusa se, por um lado, requer menores volumes de águas, por outro, implica grandes dificuldades na distribuição. Em decorrência dessas dificuldades é que, nas populações rurais difusas, se encontra o maior percentual de pessoas com dificuldade de acesso a água de qualidade. As principais alternativas a essas obras são: cisternas, poços profundos e, embora politicamente abominados, os carros-pipas que atuam na adução (adutoras móveis?).

O Programa da Articulação no Semiárido (ASA), que tem como meta 1.000.000 de cisternas, já construiu, até 13 de junho de 2011, um total de 336.637 unidades³. Nas paisagens dos sertões, a presença dessas cisternas ao lado de residências humildes está se tornando comum.

O programa de construção de cisternas da ASA mostra-se eficiente para reduzir a “pobreza hídrica” em comunidades dispersas. No regime de chuvas do Semiárido, no qual há ocorrência de mais de seis meses sem chuvas, as cisternas não podem ser pensadas como uma solução definitiva. Ressalte-se que se trata de uma política de grande importância no aspecto dos sertanejos do Semiárido.

Dois conceitos podem advir das políticas de cisternas: 1) da importância de contar com organizações não governamentais, e 2) da associação entre políticas de águas e políticas sociais. Nessa visão, a ASA lançou recentemente uma proposta de diálogo com o Plano Brasil Sem Miséria. O documento pode ser lido no portal da ASA e tem o título: Reflexões e proposições da Articulação do Semiá-

2 A exceção se dá nos poços de aluviões em rios perenizados. Nessa situação, as águas captadas dos poços são de fato águas de infiltração dos leitos perenizados. O financiamento provém do Governo Federal e de outras fontes.

3 Acesso ao portal <http://www.asabrasil.org.br/> em 23/06/2011.

rido Brasileiro (ASA) no intuito de contribuir para a garantia plena do acesso à água para todas as pessoas do Semiárido.

Um cuidado especial no manejo das cisternas diz respeito à qualidade das águas. Foi recentemente detectada pelo Dr. Drauzio Varella uma epidemia de hepatite A que atinge, principalmente, as crianças das regiões mais pobres do país. A qualidade das águas das cisternas foi considerada como uma das causas da epidemia. Como a água é uma preciosidade rara para os habitantes dessas áreas, recomendam-se cuidados higiênicos no momento de retirada das águas⁴.

A Transposição de vazões entre bacias hidrográficas

O projeto de transposição de águas do rio São Francisco para o Nordeste setentrional tem sido polêmico desde os primeiros debates. A primeira apresentação desse projeto no parlamento brasileiro é atribuída ao representante da Província do Ceará, deputado Marco Antônio Macedo, em 1847 (SOUZA, 1976, p. 69). Na época do Império e nos primeiros anos da República, houve intenso debate entre intelectuais, políticos e técnicos e, na maior parte das vezes, os atores sociais posicionavam-se binariamente, contra a transposição e a favor da açudagem, ou contra a açudagem e a favor da transposição.

O deputado Tristão de Alencar Araripe foi um dos poucos políticos dos debates que defendiam a açudagem e a transposição como possíveis e necessárias. Em 1877, em discurso no parlamento, o deputado afirmou:

A canalização mencionada e os açudes são os dois meios de mais notável influência para o fim de modificar as condições meteorológicas do Ceará, pondo na superfície de seu solo águas que não só refresquem esse solo mas, sobretudo, deem possibilidade de abundante evaporação que possa trazer-nos chuvas” (ALVES, 2003, p. 229).

Há, no final do século XIX, um intenso debate sobre açudagem. O deputado Eloy de Souza, em palestra realizada em sete de abril de 1938, no Palácio do Governo do Rio Grande do Norte, em resposta ao Prof. Clodomiro Silva, que se posicionara radicalmente contra a açudagem e a favor da transposição do São Francisco, argumentou:

⁴ <http://fantastico.globo.com/Jornalismo/FANT/0,,MUL1669475-15605,00.html>. Visita em 08 de agosto de 2011.



Pedimos licença ao sábio mestre para ponderar que sem os açudes não haveria mais Nordeste. Eles são fontes de vida e de progresso e nunca de decadência e morte. A aspiração máxima do sertanejo é poder dotar sua propriedade com esse benefício.”⁵

Após várias idas e vindas, no governo do presidente Lula foi tomada a decisão e iniciada a construção do projeto. Essa é uma obra símbolo da transposição entre bacias hidrográficas por incorporar uma grande disputa política.

As políticas relacionadas com o desenvolvimento regional

Embora o capítulo esteja voltado ao tema água, ficaria incompleto se não abordasse as questões sociais e de desenvolvimento da região que andam juntas com as soluções hidráulicas. Uma sistematização sobre as abordagens na busca de soluções para o secular problema das secas é devida a Andrade (1970). Andrade estrutura as fases das políticas de combate às secas em quatro grupos: 1) Fase humanitária, 2) Fase da intervenção e sistematização por meio de estudos e obras, 3) Fase da diferenciação e 4) Fase de integração do desenvolvimento regional e promoção universitária.

A fase humanitária refere-se à comiseração às vítimas das secas, como as centenas de milhares que morreram na grande seca de 1877 a 1879. A marca dessa fase é a frase atribuída ao Imperador Pedro II: “darei a última joia de minha coroa, mas não morrerá um cearense de fome.”

A fase da intervenção, também denominada fase hidráulica, é iniciada com a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas, em 1909, que teve o Dr. Arrojado Lisboa como seu primeiro diretor-geral. Nessa fase, iniciam-se a construção dos açudes e a obtenção sistemática de dados meteorológicos e hidrológicos.

A fase de diferenciação é apresentada por Andrade como aquela na qual o DNOCS recebe nova estruturação e com a criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) em 1951. Há uma mudança filosófica. O objetivo não mais seria combater o fenômeno físico, mas manter e melhorar o bem-estar econômico da região.

A fase de desenvolvimento regional tem como marco o Seminário para Desenvolvimento Econômico do Nordeste, realizado em Garanhuns, Pernambuco, de 26 de abril a 03 de maio de 1959 (CABRAL, 2011). O problema do desenvolvimento regional é debatido por cientistas, técnicos, polí-

5 O Calvário das Secas. p.44 em http://www.colecaoossoroense.org.br/acervo/ocalvario_das_secas.pdf. Visita em 06 de agosto de 2011

ticos e empresários. Surge então a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), que tem como primeiro superintendente o economista Celso Furtado.

Nessa fase, há muitos ganhos metodológicos no entendimento do problema regional e na sistemática das políticas relacionadas às águas. Nessa fase, foram elaborados os estudos de base do Vale do Rio Jaguaribe por um grupo técnico da Missão Francesa e da Sudene.

O DNOCS inicia a elaboração de vários planos diretores de aproveitamento hidroagrícola, entre o Plano do Vale do Jaguaribe, o Plano do Vale do Banabuiú, o Plano do Vale do Coreau, o Plano do Vale do Curu. Em âmbito federal, foi criado o Grupo Executivo de Irrigação e Desenvolvimento Agrário (GEIDA).

Carvalho (1988, p. 202) comenta que o ex-presidente do Banco do Nordeste, Nilson Holanda, classifica as políticas do Nordeste em três fases: 1) a fase hidráulica, de 1909 a 1948, caracterizada pela ênfase do DNOCS na construção de açudes e perfuração de poços; 2) a fase de transição, de 1949 a 1954, caracterizada pela mudança de abordagem e marcada pela criação da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) e da Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), hoje CODEVASF; 3) a fase moderna, iniciando em 1954, após a criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), e consolidando-se com a criação da Sudene em 1959.

Em sua proposta de classificação, Carvalho (1988, p. 202) analisa as políticas em quatro fases: 1) a presença governamental até 1950; 2) a mudança de padrão, de 1950 a 1959; 3) a modernização com reformas de 1959 a 1964 e 4) a modernização conservadora, decorrente da implantação do regime militar.

As classificações das fases das políticas dos grandes estudiosos das secas variam pouco entre si. Uma nova fase das políticas públicas de águas se inicia após a Constituição de 1988, no contexto mundial de uma nova visão ambiental e de novos paradigmas de administração dos recursos hídricos. Essa é a fase que está acontecendo no Brasil e que será abordada na seção seguinte.

O gerenciamento das águas

As políticas de gerenciamento das águas se desenvolveram em um contexto mundial de reação da sociedade aos desastres ambientais ocorridos em um cenário de desenvolvimento sem compromissos ambientais. A Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), para avaliar o desenvolvimento e suas implicações



ambientais. O produto dessa comissão foi publicado no relatório *Nosso Futuro Comum*, coordenado pela primeira-ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, em 1987.

Uma segunda grande marca dessas mudanças ocorre na Conferência Rio 92, que são condensadas na Agenda 21. As novas estratégias de políticas de águas em um contexto de uma política de desenvolvimento sustentável são:

- 12) Políticas com visão abrangente de planejamento que considere os aspectos econômicos, ambientais, sociais, etc.;
- 13) Participação dos usuários nas decisões e operação do sistema;
- 14) Decisões descentralizadas nos processos de alocação das águas públicas;
- 15) Maior confiança nas técnicas de gestão;
- 16) Proteção da qualidade de águas e preservação dos ecossistemas aquáticos.

Grigg (1996, p. 14) define gestão de águas como a aplicação de medidas estruturais e não estruturais para controlar os sistemas hídricos naturais e artificiais em benefício da sociedade e atendendo aos objetivos ambientais. Na definição de Grigg, a sociedade, como sujeito, modifica o ambiente para atender seus objetivos respeitando as vulnerabilidades ambientais. O sujeito é a sociedade que atua sobre os sistemas para atingir seus objetivos.

Essa mudança de visão resulta em mudanças na semântica. O termo conservação sofreu modificações em sua acepção. O que significava armazenar água e guardá-la para futuros usos produtivos passou a significar reduzir ao máximo o uso da água para o atendimento a uma dada finalidade.

As políticas da oferta de água

A maior parte dos locais propícios para a construção de grandes reservatórios já foi utilizada. Há, contudo, ainda alguns locais que possibilitam a construção de grandes reservatórios. As principais diferenças entre as políticas de grandes barragens atuais e as do passado são: 1) melhor ferramental técnico e conceitual para elaboração dos projetos e suas execuções; 2) envolvimento da sociedade nas decisões; 3) elaboração de relatórios de impactos ambientais.

Nas pequenas barragens, embora em menor escala, ainda persiste a política de construção de obras por meio de convênios, geralmente entre o Ministério da Integração Nacional e os municípios. A necessidade de licenciamento do setor de recursos hídricos para a construção das obras possibilita

a análise do setor público dos impactos cumulativos no sistema. No estado do Ceará, há a busca conceitual da saturação de bacia hidrográfica para delimitar regiões nas quais a construção de um novo reservatório resulta em perdas da eficiência hidrológica do sistema.

A noção de operação de sistema com minimização das perdas por vertimento dos reservatórios ou por evaporação constitui-se um ganho conceitual dos anos mais recentes que podem “otimizar” a oferta.

As políticas de gestão da demanda

A gestão da demanda ou a busca de um uso eficiente da água não é uma preocupação que somente surgiu nos anos recentes. Como visto na revisão de literatura do início do capítulo, muitos autores preconizavam a necessidade de uso parcimonioso dos recursos hídricos e ambientais. A grande novidade está na ênfase que se dá a essa política, pois, se no passado predominava a gestão da oferta, nos anos mais recentes, a gestão da demanda passou a predominar.

A gestão da demanda deve ser vista sob perspectivas que vão desde a visão individual, na ótica do consumidor doméstico, ou de uma indústria, até uma visão mais ampla que considera a sociedade como um todo (STUDART & CAMPOS, 2003, p. 71). Trata-se de um processo que envolve governos e sociedade no qual a educação ambiental tem papel preponderante.

A racionalidade econômica (*homo economicus*) é um dos principais instrumentos utilizados na gestão da demanda. Houve um momento em que esse instrumento foi supervalorizado, o que levou a que alguns segmentos da sociedade temessem que essa lógica prevalecesse sobre os objetivos sociais. Muitos debates aconteceram no seio da sociedade: a água é um bem econômico ou um bem social? De alguma maneira, a Agenda 21 já respondeu a questão ao colocar em seu texto:

Ao desenvolver os recursos hídricos, deve-se dar prioridade à satisfação das necessidades básicas e à proteção dos ecossistemas. Entretanto, uma vez satisfeitas essas necessidades, os usuários devem pagar tarifas adequadas.

O mercado de água foi também considerado como uma instituição de gestão da demanda no Semi-árido. Contudo, há muitas barreiras e condicionantes culturais e legais para aplicação do mercado de águas no Semiárido.



As políticas do futuro

Em um mundo globalizado, onde as ideias, os conceitos e os conhecimentos circulam rapidamente entre as nações, novos problemas surgem, novas soluções e novas políticas certamente são oferecidas às sociedades. Já não se tem a ilusão de que um governo pode resolver todos os problemas. Já se aceita que bens comuns, como a água, só são bem administrados com a participação efetiva da sociedade. A educação ambiental cresce de importância.

As políticas de convivência e as variabilidades climáticas

Em um cenário de mudanças, ou de variabilidades climáticas, busca-se em primeira instância o conhecimento dos impactos dessas mudanças nos regimes das secas e das disponibilidades hídricas no Semiárido.

O Projeto ÁRIDAS⁶, desenvolvido desde 1994, foi um esforço colaborativo do Governo Federal, governos estaduais e órgãos não governamentais na busca de construir um modelo de desenvolvimento sustentável para o Nordeste brasileiro. O ÁRIDAS representou o primeiro estudo estruturado na busca de conhecer os impactos das mudanças climáticas no meio ambiente do Nordeste e em seus recursos naturais renováveis. Um dos segmentos do ÁRIDAS foi sobre a água e o desenvolvimento sustentável do Nordeste (VIEIRA, 2000). As questões da vulnerabilidade e das disponibilidades em cenários de mudanças climáticas foram apresentadas.

A elaboração de políticas para convivência com as mudanças climáticas para a sociedade e governos tem sido objeto de muitos estudos técnicos e pesquisas científicas. Muito conhecimento já foi criado após a conclusão do ÁRIDAS, afinal passaram-se mais de 15 anos. Novos estudos, estruturados e cooperativos, à semelhança do ÁRIDAS, devem ser necessários em um futuro próximo.

O gerenciamento das águas da transposição do rio São Francisco

Depois de mais de um século de debates políticos e técnicos, a transposição de águas do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, finalmente, parece que se transformará em realidade (Ver

⁶ Os relatórios completos do Projeto ÁRIDAS estão disponíveis no portal do Ministério da Integração Nacional http://www.integracao.gov.br/infrastrukturahidrica/publicacoes/projeto_aridas.asp

capítulo 12). Trata-se de uma obra de alto custo operacional e muita complexidade institucional. Nesse caso específico, fica bem patente o paradigma de que a água é dotada de valor econômico. Em consequência, a busca de um manejo eficiente é fundamental.

Conflitos naturais no compartilhamento de recursos escassos devem permanecer durante a operação do sistema, especialmente em sequências de anos secos. Então, o grande desafio para o projeto é a construção de um eficiente modelo de gestão e de negociação de conflitos.

A inserção dos programas sociais contínuos na matriz das secas

As secas sempre impactaram a sociedade brasileira em função dos desastres sociais que ocasionaram, como no caso de 1877 a 1879. A falta de chuva era apenas o gatilho de uma sequência de impactos em ambiente e sociedade vulneráveis. As políticas públicas foram, ao longo dos anos, tornando os efeitos das secas menos devastadores. As políticas de emergência também mudaram com as mudanças da sociedade (Quadro 9.3).

No ano de 2001, o governo do Ceará propôs ao Ministério de Desenvolvimento Agrário a criação da Política Seguro Safra direcionada para garantir uma renda mínima aos agricultores mais pobres e que são mais afetados pelas perdas de safras em caso de secas (LEITE, 2005). Atualmente, o Ministério do Desenvolvimento Agrário executa a ação Garantia-Safra (GS) no âmbito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), destinado aos agricultores familiares da área da Sudene.

O Bolsa-Família é um programa de transferência direta de renda com condicionalidades, que beneficia famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza. O programa tem como objetivo assegurar o direito humano à alimentação adequada e promover a segurança alimentar e nutricional, contribuindo para a conquista da cidadania pela população mais vulnerável à fome⁷.

Os programas sociais como o Garantia Safra, associados ao Bolsa-Família, têm se mostrado eficientes na redução dos impactos sociais nas secas recentes. Alguns segmentos da sociedade criticam os programas sociais sob a alegativa de que os beneficiários não querem mais trabalhar e que têm gerado a dificuldade de mão de obra nas fazendas do sertão. O fato merece análise e uma resposta técnica estruturada em dados.

7 Consulta ao portal <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia> em 23 de junho de 2011.



O grande desafio para um futuro próximo é a criação de políticas que diminuam o número de pessoas que necessitam continuamente dessas bolsas. Também são necessárias políticas para que as condições de trabalho sejam mais atrativas do que as bolsas para os que estão no limiar da pobreza absoluta.

Quadro 9.3 - Frentes sem serviço

A história de combate aos efeitos da seca está fortemente associada às frentes de serviço que criavam trabalhos Keynesianos para ocupar o enorme contingente de desempregados em consequência da seca. Nas primeiras grandes secas, que atingiram de cheio a sociedade dos sertões do Nordeste, as populações de retirantes eram ajuntadas em grandes hospedarias nas periferias das grandes cidades.

Depois vieram as frentes de serviços. O autor do capítulo, como recém-formado em Engenharia, teve oportunidade de chefiar, na seca de 1970, uma frente de serviço para construir um trecho de cerca de 50,0 km de estrada ligando as cidades de Nova Floresta a Solópole, no estado do Ceará. Eram cerca de 6.500 trabalhadores construindo uma estrada estadual, com extração de piçarra com pá e picareta, transporte em carro de mão e compactação, sem umidade controlada, feita a malho. Não se tratava de uma obra inútil, mas de uma obra construída contra todos os ensinamentos que aprendera no curso de Engenharia Civil. Ressalte-se que em muitos casos eram construídas obras inúteis com técnicas que remontavam ao tempo dos faraós. Enfim, o sentimento expresso em uma canção de Luís Gonzaga refletia os pensamentos de então: "Seu Dotô, uma esmola, para um homem que é são, ou lhe mata de vergonha, ou vicia o cidadão."

Essa sistemática de frentes de serviços ficou ultrapassada e inviável social e politicamente na década de 1980. Não fazia sentido fazer uma obra de terra na base do carrinho de mão e do malho. Foram criadas as frentes produtivas cujos trabalhos se davam na preparação de terras para aguardar os próximos "invernos".

Na década de 2000, no governo Lula, houve uma ampliação dos programas sociais no âmbito do Programa Fome Zero. Foi criado o Bolsa-Família com o objetivo de dar condições mínimas de sobrevivência a toda a população brasileira. O programa naturalmente abriga potenciais vítimas das secas.

2010 foi um ano de pouca chuva que, há alguns anos, teria causado uma grande comoção social com invasões de cidades e demandas políticas por frentes de serviços. Será que, em 2010, aqueles que perderiam suas safras já estavam contemplados pelas bolsas-famílias? Seria isso uma frente sem serviço? Será que receberam seguro safra? Uma leitura do que aconteceu em 2010 precisa ser feita, pois a partir dessa leitura será possível construir políticas mais eficientes e sustentáveis ambiental e socialmente.

A remoção de barragens

Remoção de barragens é o processo de retirada de barragens antiquadas, perigosas ou ecologicamente prejudiciais aos sistemas fluviais.

O sistema de barragens, particularmente de pequenas barragens, já criou um grande número de pequenos reservatórios, os quais, por falta de manutenção e mesmo envelhecimento natural, podem ser vulneráveis a arrombamento. Então, o que fazer com esses reservatórios?

Em várias partes do mundo, já se criou uma política de remoção de pequenas barragens que representam riscos para o sistema como um todo. Cientistas e técnicos estudam e debatem critérios para a remoção de pequenas barragens em várias partes do mundo. Pinto (2010) fez uma excelente contribuição nesse tema em sua dissertação de mestrado. Ele apresenta vários exemplos de descomissionamento como: a barragem de Mill Pond em Appleton, Wisconsin, com 5,2 metros de altura, foi construída em 1872. O Conselho Municipal decidiu pela remoção da barragem e contratou um estudo especializado em 1996. Em 1997 ocorreu uma grande cheia que destruiu parte da barragem, a qual foi totalmente removida em 1999. A barragem Edwards, no Maine, com 8,0 m de altura, foi construída em 1872 e descomissionada em 1997. Há vários outros exemplos.

A experiência desses países mostra que a remoção dessas barragens não é um problema de decisão nem execução fácil. A remoção da estrutura é relativamente fácil, mas a mitigação dos impactos sócioambientais pode ser muito complexa e onerosa. A sucção e o transporte de sedimentos acumulados ao longo de décadas é uma das dificuldades. No que se refere às pequenas barragens, pode-se esperar mais complexidade na remoção do que na construção⁸.

No Brasil, não há estatísticas, estudos ou iniciativas institucionais com vistas ao descomissionamento de barragens (PINTO, 2010). Há o aspecto cultural do apego secular do nordestino aos açudes, que pode ser um obstáculo a essas políticas. Porém, trata-se de fazer a sociedade ver que essas políticas podem evitar que as barragens sejam removidas por eventos hidrológicos ou falhas estruturais.

O gerenciamento participativo das bacias hidrográficas

Entre os novos paradigmas de gestão de águas, está o de participação dos usuários nos processos decisórios sobre as águas e as estruturas hidráulicas da bacia hidrográfica. Há, contudo, mudança conceitual em relação às participações nas velhas políticas. Nas políticas de secas, os atingidos pelo desastre, de tão fragilizados, não tinham condições de participar de decisões. As manifestações eram reivindicatórias por um direito básico de sobrevivência. Nas políticas atuais, pelo menos no âmbito da teoria do modelo francês⁹, a participação pública nas decisões deve ser uma via de duas

⁸ No Brasil, o ciclo construção/remoção das pequenas barragens é semelhante ao processo de criação/desativação de uma pequena empresa. A criação é relativamente fácil, mas a desativação é muito complexa.

⁹ O denominado Modelo Francês de Gestão de Águas foi formulado em 1964 com a Lei de Águas da França. O modelo, que inspirou a política brasileira de recursos hídricos, adota alguns princípios como a cobrança pelo uso da água e a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento.



mãos: os usuários são partes ativas no processo político da gestão de águas e também, com o pagamento do uso da água, colaboram na viabilização dos recursos financeiros.

No modelo teórico, o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) é o elemento institucional que viabiliza a participação efetiva dos diferentes usuários. A Agência de Bacia é o braço executivo do Comitê. Nas origens do modelo Francês de 1964, tinha-se como premissa que “a água financia a água.” Contudo, a realidade mostrou que, para a gestão das águas, a alocação de recursos financeiros dos governos é indispensável.

No Brasil, há duas realidades e modelos. Os modelos implementados nas bacias do Sul/Sudeste, como o da Bacia do Paraíba do Sul, e os modelos do Nordeste, como o estado do Ceará, com a criação de uma Companhia de Gestão de Águas.

No ambiente semiárido, o modelo criado no estado do Ceará afasta-se do modelo teórico francês, forçado pela realidade regional. Na região de secas, a participação dos usuários vem sendo induzida pela instituição gestora. Trata-se de um processo político de democratização das decisões.

A COGERH elaborou recentemente quatro planos diretores de bacias hidrográficas (2009 a 2010), atendendo ao conceito de que os usuários devem participar dos processos desde suas fases iniciais. Os termos de referência para a elaboração do Plano de Gerenciamento e o desenvolvimento do plano foram feitos com a efetiva participação dos usuários. Um obstáculo ao plano foi fazer ver aos usuários as limitações impostas pelo orçamento público e pelas limitações de recursos naturais (estas eram apresentadas pelos técnicos).

Como resultado, foi construído democraticamente o que poderia ser chamado de Agenda da Bacia. A etapa seguinte é a busca política de recursos no orçamento público. Essa é uma tarefa comum de gestores e usuários.

A análise da efetividade dessa política de gestão de bacia hidrográfica deve ser ainda feita no futuro. Esse é mais um grande desafio para as políticas públicas.

Uma política de qualidade das águas

Como o gerenciamento dos recursos hídricos ocorre em um ambiente de valores humanos e realidades físicas, cada sociedade desenvolve seus próprios sistemas e objetivos. A percepção das sociedades com respeito aos recursos naturais reflete as realidades biofísicas, os valores culturais, as experiências históricas e as realidades políticas (PERRY & VANDERKLEIN, 1996)

Campos e Souza Filho(2006) descrevem o modelo de gestão da qualidade das águas no Ceará como incipiente. Houve a preocupação inicial na criação de águas confiáveis por meio de reservatórios e poços. A preocupação central era de “não deixar uma gota de água ir para o oceano.”

Esse aumento da oferta resultou no aumento do uso, o qual, entretanto, não foi acompanhado pela construção de estruturas de coleta e tratamento das águas usadas. O resultado óbvio foi a degradação da qualidade. Somente nos últimos anos a preocupação com a qualidade de água entrou na agenda dos gestores de águas. Ressalte-se que um capítulo desse livro é dedicado ao aspecto qualidade das águas (Ver capítulo 7).

Uma política de controle e prevenção de cheias

O padrão de desenvolvimento do Nordeste não difere do resto do país: redução relativa da população rural e aumento da concentração em áreas urbanas. Muitas das populações que migraram das regiões secas se instalaram nos centros urbanos, nas proximidades dos rios ou em áreas de encostas. Em ambas as situações, criam-se as chamadas áreas de risco.

No aspecto uso e ocupação do solo, a sociedade tem mudado significativamente a permeabilidade, o que resulta em condições mais favoráveis à formação das enxurradas. Têm-se duas situações que caminham no sentido contrário ao desejável para um sistema de segurança contra as cheias: aumento das populações vulneráveis e das enxurradas.

Em uma retrospectiva dos desastres ambientais e naturais ocorridos na década de 2001 a 2010, pode-se perceber, mesmo sem uma análise quantitativa mais aprofundada, que os impactos das cheias na sociedade estão crescendo significativamente.

Cheias e secas são duas faces de uma mesma moeda. Pelo que vem acontecendo, pode-se concluir que as políticas contra as secas têm reduzido significativamente os impactos sociais, enquanto que o padrão de desenvolvimento e ocupação dos solos urbanos tem aumentado significativamente as vítimas de cheias.

O estabelecimento de políticas eficazes para a proteção contra as cheias é um desafio para o futuro. Como no caso das políticas contra as secas, elas devem estar associadas a programas sociais e a um racional programa de ocupação e uso de solos urbanos.



A universalização do suprimento de água para as populações difusas

Em 26 de julho de 2011, a presidenta da República instituiu, pelo Decreto no 7535, o Programa Nacional da Universalização do Acesso e Uso da Água: “Água para Todos”. O programa tem entre suas diretrizes as seguintes: priorizar as populações de extrema pobreza; fomento à utilização de tecnologias, infraestrutura e equipamentos de captação e armazenamento de águas pluviais.

No Nordeste Semiárido, em decorrência das adversidades climáticas, que ocasionam grande vulnerabilidade nas fontes hídricas, o “Água para Todos” representa uma grande necessidade, mas, também, um grande desafio.

As populações difusas que habitam regiões afastadas de rios perenizados e de grandes reservatórios têm em pequenos reservatórios e cisternas suas principais fontes hídricas. Contudo, essas fontes são altamente vulneráveis às secas. No segundo semestre do ano, quando cerca de seis meses são de baixa pluviosidade e de rios com vazões nulas, a maioria das fontes seca. A presença de carros-pipas como fonte de suprimento de águas no segundo semestre tem ocorrido quase todos os anos.

Um recente projeto de cooperação e pesquisa entre a Universidade de Colúmbia, nos Estados Unidos, e a Universidade Federal do Ceará (Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental) teve como objetivo a universalização do abastecimento de água no Município de Milhã, no estado do Ceará. Entre as conclusões da pesquisa estão: 1) não há solução única para o problema; 2) a solução ótima deve ser selecionada de uma cesta de soluções tecnológicas que se prestam para o abastecimento de água de populações difusas.

Enéas da Silva (2011, p. 72) considera que a seleção da fonte hídrica de um Plano de Águas Municipal deve ser condicionada aos seguintes fatores:

- a) capacidade do manancial em satisfazer a demanda quantitativa e, na medida do possível, sem prejudicar os outros usos múltiplos consuntivos e não consuntivos;
- b) qualidade da água no manancial que implique menor custo de tratamento e que apresente maior facilidade para sua conservação e preservação ambiental contra fontes poluidoras;
- c) localização o mais próximo possível do centro de distribuição da água junto às comunidades, minimizando os custos de investimento em adução e O&M;
- d) associação a uma opção tecnológica de abastecimento de menor custo de energia, operação e manutenção;
- e) nível de garantia adequado e menor vulnerabilidade ao estresse climático.

Nem sempre é possível encontrar uma fonte perene, de alta confiabilidade, para atender às populações difusas que habitam áreas longe dos rios perenizados. Para esses locais, as fontes hídricas apresentam sempre algum risco de secar. Nos momentos em que secam, tem-se duas possíveis alternativas: as populações se mudam para locais onde há águas de qualidade ou as águas são transportadas para onde estão essas populações. Na opção de transportar águas para as populações em crise, opção socialmente mais justa, o carro-pipa, em muitos casos, é a solução mais econômica. O que se espera é que esses momentos de crise não sejam tão frequentes como atualmente acontece. O certo é que se planejem bem os planos de águas municipais e que haja um eficiente plano de gerenciamento que incorpore ações de tempos de crise.

Síntese final

O estudo da evolução das condições das sociedades do Semiárido mostra uma grande efetividade das políticas praticadas. Embora críticas possam ser feitas sobre os altos custos envolvidos, não se pode deixar de reconhecer que o Semiárido, em termos de sustentabilidade hídrica, é muito diferente do que o era há meio século. Os índices de pobreza na população nordestina ainda são altos, até em decorrência do atraso relativo do desenvolvimento regional. Não se eliminaram a pobreza e a miséria, mas há políticas sociais nacionais em busca desse objetivo.

Porém, esse desenvolvimento tem preços a pagar, especialmente aspectos ambientais. A degradação da qualidade das águas é um dos principais. Novas políticas precisam ser criadas e novas análises feitas, tudo dentro de uma visão mais abrangente.

A inserção dos programas sociais, como o Fome Zero, na matriz de convivência com as secas, requer novas análises socioeconômicas. O baixo impacto na sociedade e na ordem pública da seca de 2010 é um indicador de efetividade desse programa. Contudo, a redução da quantidade de pessoas que depende do programa deve ser objeto de avaliações e de formulação de políticas efetivas.

A transposição de águas do rio São Francisco está próxima de se tornar realidade. O desafio é a busca de um modelo institucional para administrar, eficientemente, as águas transpostas. Essas são águas de custos elevados que requerem uma administração competente.

O envelhecimento das estruturas hidráulicas construídas ao longo de décadas, agravado pela baixa manutenção, aponta para a necessidade de uma futura política de descomissionamento, isto é, de desativação de barragens. Essas políticas e os programas de remoção de barragens, especialmente



das pequenas obras, já vêm sendo praticados no mundo. Uma política bem feita deve reduzir os riscos de desastres tecnológicos decorrentes da rotura de obras mal conservadas.

A criação de uma efetiva gestão no âmbito da bacia hidrográfica, na qual as decisões sejam compartilhadas entre o Estado e os usuários, representados nos comitês de bacias, é também um grande desafio.

Outro grande desafio é o estabelecimento de uma política de qualidade de águas que reverta a degradação das águas dos reservatórios e dos aquíferos do Semiárido. A condição de rios intermitentes, que podem passar até 18 meses sem renovar as águas estocadas, é objeto de preocupação. Nas secas hidrológicas, os reservatórios concentram significativamente os poluentes e podem tornar as águas imprestáveis para consumo humano.

As cheias têm sido um problema crescente. O desafio é criar sistemas de proteção associados às políticas sociais e uma nova visão ambiental no uso e ocupação dos solos urbanos.

Em síntese, embora muito tenha sido feito com relação às águas e às condições de sobrevivência das populações da região das secas, há ainda muitos desafios. A colaboração entre técnicos, cientistas, políticos e a população em geral é absolutamente necessária para que se vençam esses desafios.



Capítulo 10

Gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste

Francisco Lopes Viana¹, Rodrigo Flecha Ferreira Alves²
Patrick Thomas³, Luciano Meneses Cardoso da Silva⁴
Anna Paola Michelano Bubel⁵, João Carlos de Mendonça Nascentes⁶
Flávia Simões Ferreira Rodrigues⁷, José Aguiar de Lima Júnior⁸

Antecedentes históricos e primeiras iniciativas de gerenciamento de recursos hídricos no Nordeste – período de 1500 a 1960

O Nordeste brasileiro foi uma região de fundamental importância nos tempos do Brasil Colônia, pois era onde estavam localizados os principais centros urbanos e portos para despacho dos produtos tropicais para a Europa. A economia da região era baseada nas grandes propriedades que se utilizavam de mão de obra escrava, com predominância das culturas de cana-de-açúcar, algodão e fumo.

As atividades econômicas ocorriam sem preocupações ambientais ou com as especificidades do ambiente semiárido: um exemplo era a prática da derrubada da vegetação nativa para instalação das culturas e, após a exaustão do solo, as áreas eram abandonadas e se buscavam novas áreas de plantio (CANNABRAVA, 2004).

Os engenhos para o processamento da cana destacavam-se entre as atividades econômicas da região, sendo os senhores de engenho detentores de renomado prestígio político (CANNABRAVA, 2004).

1 Superintendente de Regulação da Agência Nacional de Águas (ANA)

2 Superintendente de Apoio a Gestão de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA)

3 Superintendente Adjunto da Agência Nacional de Águas (ANA)

4, 5, 6, 7, 8 Agência Nacional de Águas (ANA)

A pecuária desenvolvia-se como atividade secundária para fins do atendimento da população local, contribuindo também como força motriz para os engenhos e regiões de minas. Era uma das poucas atividades que se desenvolvia nas áreas mais áridas, mas ainda assim, no início do período colonial, era mais concentrada no litoral, onde se encontravam áreas mais favoráveis edáfica e climaticamente (PETRONE, 2004).

Diante desse cenário, a ocupação dos sertões vinha ocorrendo de forma lenta e esparsa, tendo em vista a adversidade do ambiente e a ausência ou o desconhecimento da existência de riquezas cobijadas pela metrópole. Outro fator que limitava a interiorização da colonização era a necessidade de se enfrentar a resistência dos indígenas que habitavam a região, concentrados nas áreas mais úmidas nos vales dos rios (ALVES, 2004).

Em uma visão simplista, como a população concentrava-se predominantemente nas regiões litorâneas, pode-se afirmar que nos dois primeiros séculos do Brasil Colônia as secas ocorreram quase sem serem notadas. O primeiro registro de secas no Nordeste é atribuído a Fernão Cardim, que relatou a ausência de chuvas no ano de 1583 no estado de Pernambuco (CARDIM, 2004). Foi no século XVIII, com o aumento da ocupação “branca” e o aumento dos rebanhos, que o registro das secas passou a ter maior importância. É interessante que muitas vezes o registro não era da ausência de chuvas ou da perda dos rebanhos e das plantações, mas, por exemplo, dos saques promovidos por indígenas em regiões mais urbanizadas (PETRONE, 2004).

Um dos fatores que contribuíram para a interiorização do Nordeste e ocupação das áreas semiáridas foi a Carta Régia de 1701, que proibiu a criação de gado em uma faixa de 10 léguas do litoral, para que a cultura de cana-de-açúcar – mais vistosa aos olhos no governo – não sofresse concorrência pelas terras mais férteis do litoral (PETRONE, 2004).

De acordo com Nilson Campos, a ocupação do interior continuou dispersa até meados do século XIX, quando ocorreu um período de 32 anos sem registro de grandes secas (de 1845 a 1876). Sem maiores adversidades, a população cresceu, mas a implantação de infraestruturas hídricas não acompanhou seu crescimento. Esse fato, por outro lado, levou a seca de 1877 a 1879 a se configurar como um evento catastrófico (CAMPOS, 1990).

Um dos fatores que contribuíram muito para a grandeza das tragédias causadas pelas secas foi a fragilidade da atividade econômica pastoril. Com exceção de alguns centros de passagem ou feiras, a atividade era baseada em grandes propriedades rurais isoladas, praticamente autossuficientes, que, além da pecuária, possuíam pequenas lavouras apenas para sua subsistência, como, por exemplo, a cultura da mandioca. Com a chegada da seca, perdiam-se os rebanhos e as plantações e nada



restava (PETRONE, 2004). A alternativa para não morrer de fome era migrar, na maior parte das vezes, para os centros urbanos no litoral, que recebiam milhares de flagelados.

A seca de 1877 a 1879 constitui-se num marco no pensamento de combate às secas, que deixou de ser tratada somente de forma assistencialista e passou a ter também uma visão tecnicista. Presidida por Beaurepaire-Rohan, foi criada pelo governo imperial uma comissão que avaliou a situação e sugeriu ações para mitigar os efeitos da seca, como abertura de poços artesianos, construção de estradas e açudes e canalização de rios.

O pensamento tecnicista já vinha se fazendo presente anteriormente. Em 1856, com o apoio do imperador D. Pedro II, foi constituída a Comissão Científica de Exploração. A comissão tinha o objetivo de explorar as províncias menos conhecidas do Brasil e era dividida em cinco seções: Botânica, Mineralógica, Zoológica, Astronômica, Geográfica e Etnográfica com Narrativa de Viagem. A comissão instalou-se, após longo período de preparação, na cidade de Fortaleza, no ano de 1859, de onde empreendeu incursões aos sertões brasileiros, e encerrou seus trabalhos em 1861. Apesar de não ter alcançado o êxito esperado e não ser focada na questão das secas, merece destaque pela iniciativa do Império e como prática da ciência nacional (BRAGA, 2004). É atribuída ao chefe da seção geológica, o Barão de Capanema, uma proposição da integração do rio São Francisco com o rio Jaguaribe (trecho Cabrobó-Jati), que recomendou: “a abertura de um canal ligando o rio São Francisco ao rio Jaguaribe”.

A partir daí, pode-se notar o início de uma fase em que se destacavam as obras, em especial as de açudagem. Em 1877, uma comissão de profissionais designados pelo governo imperial recebeu a tarefa de estudar meios para garantir o abastecimento de água para as populações e lavouras no Ceará e propôs a construção de 30 açudes, além de outras medidas. No ano de 1880, o engenheiro Jules Revy recebeu a tarefa de identificar áreas favoráveis para a construção de açudes e em 1882 ele entregou o projeto do Açude Cedro. Entretanto, apesar de ter sido concebido no Império, o Açude Cedro só foi finalizado na República, no ano de 1906, pela Comissão de Açudes e Irrigação (DNOCS, 2011A).

No encerramento do século XIX e início do século XX, tendo em vista o cenário desolador decorrente de uma seca prolongada e os apelos do presidente do Ceará, Dr. Pedro Augusto Borges, a Câmara dos Deputados aprovou a liberação de 10.000 (dez mil) contos de réis para obras de utilidade pública, ressaltando que essas deveriam empregar os indigentes. Foi criada a comissão do Açude Quixadá (Cedro), chefiada pelo engenheiro Piquet Carneiro, que tinha como incumbência a finalização do referido açude e de outros espalhados pelo estado do Ceará (POMPEU SOBRINHO, 2004).

Com alguma expectativa de chuva no ano de 1901, o ritmo das obras diminuiu e, em alguns casos, cessou, o que demonstrou, ainda, o pouco comprometimento do governo com as soluções definitivas.

Em 1904, ainda sob o comando do engenheiro Piquet Carneiro, a Comissão do Açude Quixadá foi reorganizada e denominada Comissão de Açudes e Irrigação. Foram criadas, ainda, a Comissão de Estudos e Obras contra os Efeitos das Secas e a Comissão de Perfuração de Poços (POMPEU SOBRINHO, 2004).

De 1900 a 1909, diante de arranjos e rearranjos institucionais, a Comissão de Açudes e Irrigação levou a cabo as obras dos seguintes açudes: Quixadá (Cedro), Acaraú-Mirim, Papara e Jordão. Essas obras, entre outras não concluídas, despertaram a necessidade de estudos técnicos preliminares mais aprofundados, ocorrendo casos em que as obras foram iniciadas em locais inadequados para a instalação de barramentos.

O arranjo institucional e a distribuição de verbas para o combate às secas foram alterados diversas vezes, culminando, em 1909, com o Decreto nº 7.619, que criou a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), uma divisão do Ministério da Viação e Obras Públicas, tendo como Inspetor o engenheiro Miguel Arrojado Lisboa, que tinha a visão da complexidade do fenômeno das secas. O IOCS tinha como linha de atuação os trabalhos técnicos de campo, envolvendo aspectos geológicos e climatológicos, que iam ao encontro de ações há muito preconizadas por estudiosos e realizadas, na medida do possível, por particulares (GUERRA, 2004), a saber:

- Estudo sistematizado das condições meteorológicas, geológicas, topográficas e hidrológicas das zonas semiáridas;
- Observações dos fenômenos meteorológicos, especialmente pluviométricos, e medições diretas nos cursos d'água;
- Conservação e reconstituição de florestas;
- Estradas de rodagem e de ferro, facilitando os transportes e as comunicações;
- Perfuração de poços tubulares;
- Estudo de pequenos açudes particulares, devendo a União concorrer para a sua multiplicação, com prêmio sobre a metade da importância do custo total;
- Estudo e construção direta pela União de açudes públicos;
- Barragens submersas;
- Drenagem de vales alagadiços;
- Outros trabalhos como piscicultura e hortos florestais.

A inspetoria encontrou muitas dificuldades para o desenvolvimento de suas atribuições devido à precária infraestrutura de que dispunha. Em relatório, o engenheiro Ayres de Souza descreve a diversidade de ambientes encontrados, o que demandava diferentes soluções, e uma lista das difi-



culdades enfrentadas, dentre elas a pouca mão de obra especializada, a quebra de equipamentos e máquinas e até a ausência de meios para o pagamento do pessoal contratado.

Apesar disso, os resultados colhidos com os estudos do IOCS e o critério com que foram conduzidos são um exemplo até os dias atuais. Por exemplo, o ano de 1911 destaca-se pela instalação de postos pluviométricos (DNOCS, 2011) e o ano de 1915, pela ênfase em estudos cartográficos, tendo sido produzidos mapas de diversos estados (GUERRA, 2004).

Mesmo com a visão tecnicista do IOCS, que preconizava a necessidade de estudos preliminares para a definição das alternativas de combate às secas e da melhor localização para a construção de açudes, houve, nos anos 1920, uma ânsia para a construção de açudes. Essa ânsia decorreu da seca de 1915 e da ascensão, em 1919, do paraibano Epitácio Pessoa à Presidência da República.

Ainda dentro das alterações do arranjo institucional, em 1920, o IOCS passou a receber a denominação de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), uma denominação que perdurou por algum tempo. Porém, independentemente da denominação, o direcionamento das ações do órgão foi constantemente modificado, tal como a disponibilidade de verbas para a realização das obras e estudos, sempre na esteira da discussão política.

Em 1931, o Decreto nº 19.726 promoveu uma reforma nas atribuições do IFOCS, retirando a atribuição de construção de ferrovias e rodovias, entre outras mudanças. Merece destaque a distinção de quatro bacias no Nordeste:

- Sistema Acaraú, no Ceará;
- Sistema Jaguaribe, no Ceará;
- Sistema do Alto Piranhas, na Paraíba;
- Sistema Baixo Assu ou Baixo Piranhas, no Rio Grande do Norte.

Em momentos posteriores, foram incluídos: o Sistema Apodi, no Rio Grande do Norte e o Sistema São Francisco. Pode-se inferir que se buscou uma maneira de delimitar a área de atuação do IFOCS, formalizada, posteriormente, pela Lei nº 175, de 7/1/1936 (Polígono das Secas)(GUERRA, 2004).

A IFOCS recebeu pelo Decreto nº 8.486, de 28/12/1945, a denominação de “Departamento”, passando a se constituir no atual Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que, por muitos anos, foi responsável por todas as atividades de desenvolvimento da região semiárida.

Em *DNOCS e o Novo Nordeste*, o papel das obras contra as secas nos diferentes momentos da história é discriminado conforme a instituição que estava à sua frente:

IOCS – estudos em que predominavam os levantamentos e reconhecimento da área, de suas potencialidades e recursos naturais.

IFOCS – implantação de infraestrutura, caracterizada pela construção de estradas, portos, eletrificação, campos de pouso, açudes, poços e canais.

DNOCS – aproveitamento hídrico, com ênfase especial na construção de açudes para abastecimento, piscicultura e irrigação (...) (MINISTÉRIO DO INTERIOR, 1985).

O programa de combate às secas do Governo Federal preconizava não só a construção de grandes açudes, como também de pequenos açudes em propriedades privadas, dentro de uma visão de que o governo seria o responsável pela construção do açude e a água seria disponibilizada para toda a população da área. Com isso, o governo não arcaria com o custo da terra. Porém, o acesso à água ficou limitado aos donos das terras. Ciente dos benefícios da construção de açudes, a população cobrava das autoridades a construção de açudes em locais de livre acesso, transformando as construções em atos de barganha política. Essa é uma fase denominada “solução hídrica”, que é caracterizada pela construção desordenada de pequenos açudes, o que alterou significativamente o perfil hidrológico do semiárido, a disponibilidade hídrica e a gestão das águas (ARAÚJO, 2011).

Na esteira da construção de açudes e da disponibilidade hídrica, o desenvolvimento da agricultura irrigada foi uma das formas de combater os males da seca, que em um primeiro momento ocorreu em ações pulverizadas e desarticuladas no governo, sem o devido foco no apoio da atividade produtiva.

No mesmo ano de institucionalização do DNOCS, 1945, é criada a Companhia Hidrelétrica do São Francisco e a Comissão do Vale do São Francisco, com uma visão do aproveitamento da água para a geração de energia (eletrificação do Nordeste) e o desenvolvimento das regiões onde a água estava presente, ou seja, no rio São Francisco (SOUZA, 2004).

Além disso, a criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB) (1952) e da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) (1958) representam uma nova maneira de pensar do governo da época. A ênfase deixa de ser a seca e passa ao desenvolvimento econômico e social, que até então era precário e sem planejamento da região (SOUZA, 2004).



Até a criação da Sudene, o DNOCS era a única instituição responsável pelo atendimento às populações que sofriam com as secas, propondo desde a construção de estradas e açudes até a promoção de atendimento emergencial. Com a criação de novas instituições, as atribuições do DNOCS foram se concentrando na disponibilidade hídrica e no uso da água (irrigação, pesca, piscicultura...) associadas às políticas e incentivos praticadas em outros órgãos.

Destacam-se, nas iniciativas de governo, a criação de instituição diferenciada para desenvolvimento de regiões onde havia rios perenes, a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF) (Lei nº 541 de 15 de dezembro de 1948), sucedida pela Superintendência do Vale do São Francisco (SUVALE) (Decreto-Lei nº 292 de 28 de fevereiro de 1967), hoje Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf (Lei nº 6.088 de 16 de julho de 1974), que tem como objetivo promover o desenvolvimento das duas bacias, utilizando os recursos hídricos com ênfase na irrigação (CODEVASF, 2011).

Apoiada por esses órgãos, fundamentada em políticas de governo e com apoio de programas especiais, foi que a irrigação se desenvolveu no Semiárido e se constituiu não só em uma forma de convivência com a seca, mas como um caminho para o desenvolvimento econômico e social.

No que se refere ao arcabouço legal para o gerenciamento de recursos hídricos, o governo só veio a se preocupar com a elaboração de normas sobre utilização de recursos naturais, como floresta e água, a partir de 1906. No caso dos recursos hídricos, o Projeto do Código de Águas foi elaborado no ano seguinte pelo jurista Alfredo Valladão, a pedido do ministro da Indústria, Viação e Obras Públicas, e encaminhado à Câmara dos Deputados pelo presidente Affonso Penna para apreciação, não tendo sido promulgado. A edição do Código de Águas só veio a ocorrer quase três décadas depois, devido a sua inadequabilidade tanto aos dispositivos da Constituição Federal vigente, quanto aos problemas relacionados às secas periódicas que ocorriam no Semiárido Nordestino⁹ (ASSUNÇÃO, 2001).

Cabe destacar que o Código das Águas (Decreto nº 24.643, de 1934), apesar do caráter inovador e moderno, que é atual até os dias de hoje, não contribuiu para equacionar o problema da escassez hídrica do Semiárido. O foco do aproveitamento do potencial hidráulico era dominante e seus artigos necessitavam de regulamentação, o que ocorreu prioritariamente para a área de hidroeletricidade. No âmbito da propriedade das águas, o Código especifica águas públicas, águas comuns e águas particulares. As águas situadas nas zonas periodicamente assoladas pelas secas foram destacadas como públicas e de uso comum.

9 Assunção (2001) registra que o Código de Águas foi elaborado com base em legislações vigentes na Europa, principalmente França e Itália, que são países de clima úmido.(NA VERDADE, A FRANÇA TEM REGIÕES SECAS, NO SUL)

Tabela 10.1 – Períodos históricos e os principais fatos relacionadas aos recursos hídricos no Nordeste.

Período	Características do período	Fatos relevantes relacionados aos recursos hídricos
1500 a 1700	Atividades econômicas se concentravam na região litorânea, mais úmida	Registro da primeira seca no Nordeste, relatada por Fernão Cardim, em 1583.
1701 a 1850	Aumento da ocupação pelos europeus e aumento dos rebanhos; visão assistencialista da questão das secas	Carta Régia que proibia a criação de gado em uma faixa de 10 léguas do litoral (1701). Registro das secas passou a ter maior importância. Muitas vezes não era registrada a ausência de chuvas, mas os saques promovidos por indígenas.
1851 a 1900	Visão tecnicista sobre as secas e início da implementação de obras de infraestrutura hídrica, principalmente a açudagem	Primeira proposição de integração do rio São Francisco com o rio Jaguaribe. Proposição, por uma comissão técnica, da construção de 30 açudes no Ceará (1877). Projeto do Açude Cedro – Quixadá (1882).
1901 a 1930	Visão ainda tecnicista, influenciada pelas discussões políticas sobre as obras de infraestrutura hídrica e estudos técnicos	Criação das seguintes comissões: de Açudes e Irrigação; de Estudos e Obras contra os Efeitos das Secas; e de Perfuração de Poços (1904). Criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS (1909). Instalação de postos pluviométricos (1911). Desenvolvimento de estudos cartográficos com produção de mapas de diversos Estados (1915). Criação da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas – IFOCS (1920).
1931 a 1960	Início da visão de gestão por bacia e por sistemas hídricos e visão desenvolvimentista	Reforma do IFOCS, com distinção de quatro bacias hidrográficas nordestinas – Acaraú e Jaguaribe, no Ceará; Alto Piranhas, na Paraíba; e Baixo Assu, no Rio Grande do Norte (1931). Edição do Código de Águas (1934). Transformação da IFOCS em Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS (1945). Criação da Companhia Hidrelétrica do Vale do São Francisco – CHESF (1945). Criação da Comissão do Vale do São Francisco – CVSF (1948). Criação do Banco do Nordeste do Brasil – BNB (1952). Criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – Sudene (1958).

E foi nesse contexto, político, legal, social e institucional, apoiada por diferentes programas governamentais, que se desenvolveu a região semiárida até as últimas décadas do século XX, quando as questões ambientais e de uso da água passaram a receber destaque dentro das políticas de governo. Na Tabela 10.1, é apresentado um balanço dos períodos históricos e os principais fatos, concernentes aos recursos hídricos.

A implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste (1960 – 2010)

A evolução do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Brasil.

A partir da década de 1970, observou-se uma crescente preocupação com as questões relacionadas ao meio ambiente. O contexto internacional já vinha apontando a necessidade de adoção de uma



nova concepção em relação ao ambiente por parte dos governos e da sociedade. O Clube de Roma, composto por cientistas, industriais e políticos, lançou, em 1972, o relatório *Os Limites do Crescimento* o qual apontava a necessidade de congelar o crescimento populacional, bem como o capital industrial. O relatório teve repercussão internacional e foi extensamente debatido durante a Conferência de Estocolmo sobre Meio Ambiente, realizada também em 1972, e que iniciou um processo mais intenso de incorporação da consciência ecológica e princípios norteadores de proteção ambiental na agenda política das nações.

Em 1983, foi criada comissão da Organização das Nações Unidas (ONU) para levantar os principais problemas ambientais do planeta e sugerir estratégias para a preservação do meio ambiente. Como resultado, foi elaborado o Relatório Brundtland, que apontou para um desenvolvimento econômico que não se dê em detrimento da justiça social e da preservação do planeta. Essa forma de desenvolvimento desejada deveria ser sustentável. Também em 1983, foi realizado, em Brasília, o Seminário Internacional de Gestão de Recursos Hídricos, representando o início dos debates nacionais relativos a essa temática. A partir daí, foram realizados vários encontros nacionais de órgãos gestores de recursos hídricos.

Em 1986, o Ministério de Minas e Energia criou um Grupo de Trabalho cujo relatório recomendou a criação e a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), a busca de subsídios para instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos, a transição do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) e dos respectivos comitês executivos de bacias hidrográficas para um novo sistema e a instituição dos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos. O resultado de todo esse processo levou à inclusão, na Constituição Federal de 1988, de competência da União para legislar sobre água e sobre a instituição do SINGREH.

A Conferência de Dublin, realizada em 1992, apontou a existência de sérios problemas relacionados à disponibilidade hídrica e estabeleceu princípios para a gestão sustentável da água. Ainda em 1992, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), também conhecida como Rio – 92 ou Eco – 92. Nesse evento, representantes de 170 nações referendaram os Princípios de Dublin e aprovaram uma agenda mínima de preservação e recuperação do meio ambiente – a Agenda 21.

Em movimento paralelo, durante os anos 1980 e 1990, com a retomada do regime democrático no Brasil, algumas inovações institucionais foram se efetivando na gestão das políticas públicas, sobretudo por pressão de movimentos sociais, que demandavam uma maior participação da sociedade na elaboração de políticas públicas. Soma-se a isso o rápido crescimento populacional, a acelerada urbanização, a grande extensão geográfica do país com grandes diferenças econômico-sociais entre suas regiões, as dificuldades econômicas e a competição crescente pelo uso da água para múltiplas finalidades,

exigindo uma reforma global no sistema de gestão de recursos hídricos. E assim foram formuladas estruturas de gerenciamento com a participação de entidades da sociedade civil e usuários de água.

É neste contexto que estados brasileiros passam a discutir e fundamentar suas leis para a gestão de recursos hídricos, tendo como base alguns princípios:

- gestão descentralizada, integrada e participativa da água;
- a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão;
- a água como um bem público e com valor econômico;
- os instrumentos de planejamento e regulação por bacia; e
- instrumentos econômicos para a gestão da água como a cobrança pelo seu uso.

Tabela 10.2 – Estágios evolutivos da gestão de recursos hídricos.

Período	Características do período	Fatos relevantes relacionados aos recursos hídricos
1960 a 1970	Início da pressão ambiental	Início da construção de grandes empreendimentos hidrelétricos. Deterioração da qualidade da água de rios e lagos próximos a centros urbanos. Plano Nacional de Saneamento – PLANASA (1967). Criação do Ministério das Minas e Energia (1960) incorporando o CNAEE e a Divisão de Águas. Criação das Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRAS (1961). Transformação da Divisão de Águas em Departamento de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (1965).
1970 a 1980	Início de controle ambiental	Ênfase em hidrelétricas e abastecimento de água. Início da pressão ambiental. Deterioração da qualidade da água dos rios devido ao aumento da produção industrial e concentração urbana.
1980 a 1990	Interações do ambiente global	Redução do investimento em hidrelétricas devido à crise fiscal e econômica. Piora das condições urbanas: enchentes, qualidade da água. Fortes impactos das secas do Nordeste. Aumento de investimento em irrigação. Avanço na legislação ambiental. Incremento de áreas irrigadas na Região Nordeste com a criação do Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS e do Programa de Financiamento e Equipamentos de Irrigação - PROFIR, em 1981 (SANTO, 2011). Incorporação de uma visão mais abrangente das necessidades para o desenvolvimento da irrigação e implementação de políticas de financiamento público para irrigação com a criação do Programa de Irrigação do Nordeste - PROINE, em 1986 (HEINZE, 2002).
1990 a 1997	Desenvolvimento sustentável	Legislação de recursos hídricos (pioneirismo de São Paulo, com a Lei nº 7.663 de 1991, e Ceará, com a Lei nº 11.996 de 1992). Investimento no controle sanitário das grandes cidades. Aumento do impacto das grandes enchentes urbanas. Programas de conservação dos biomas nacionais: Amazônia, Pantanal, Cerrado e Costeiro. Início da privatização dos serviços de energia e saneamento. Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos e Criação do SINGREH (Lei 9.433/97 ou Lei das Águas)
1997 a 2000	Ênfase na água	Avanço do desenvolvimento dos aspectos institucionais da água. Privatização do setor energético. Diversificação da matriz energética. Desenvolvimento de planos de drenagem urbana para as cidades. Criação da Agência Nacional de Águas (Lei nº 9.984)

Fonte: Adaptado e ampliado de TUCCI (2001).



À luz dessas experiências foi promulgada a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o SINGREH. Após 3 anos de promulgada a Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei nº 9.984, de 2000, criou a ANA – Agência Nacional de Águas, entidade federal com a finalidade de implementar a política.

A Tabela 10.2 resume os principais períodos, a partir de 1960 até 2000, da evolução da gestão de recursos hídricos no Brasil e fatos relevantes a ela relacionados.

Conceituação básica do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Brasil.

Segundo Aurélio Buarque de Holanda, gerir significa administrar, dirigir, reger. Enquanto integrar tem o significado de tornar inteiro, completar, juntar, incorporar. Entende-se por participar ter ou tomar parte de algo. E como são entendidos esses conceitos no âmbito da gestão de recursos hídricos?

As características intrínsecas da água a tornam indispensável à sobrevivência de qualquer ser vivo. Sua importância para a humanidade vem se tornando cada vez maior, tendo em vista o aumento de sua escassez relativa e os diversos bens e serviços produzidos a partir dela – energia elétrica, alimentos, transporte, turismo, etc. Essa diversidade de usos faz com que a política de recursos hídricos, por sua transversalidade, acabe naturalmente se relacionando com várias outras políticas. No entanto, nem sempre essa articulação se dá de forma sistematizada e planejada.

E quanto ao aspecto qualitativo da água? Para alimentar uma turbina para geração de energia elétrica, pouco importa se a salinidade ou a carga orgânica seja alta; no entanto, essas características podem inviabilizar outros usos dessa água, tais como saneamento, irrigação e indústria, por exemplo.

Na gestão integrada das águas, faz-se necessária ampla articulação com diversos setores (Figura 10.1). Os Planos de Recursos Hídricos são importantes instrumentos na consolidação de uma visão integrada da política de recursos hídricos com as demais políticas correlatas, com a definição das prioridades de uso e a estruturação de programas na busca da garantia dos usos múltiplos dos recursos hídricos.

Outro ponto que merece reflexão é a questão do domínio das águas. Segundo a Constituição Federal de 1988, a água é um bem de domínio público, compartilhado entre a União, os estados e o Distrito Federal, cabendo à União o domínio sobre as águas marítimas, de lagos e quaisquer correntes de água em terrenos a ela pertencentes, bem como as águas superficiais de corpos d'água fronteira ou que cortem mais de um estado. Por outro lado, os demais corpos d'água superficiais e as águas subterrâneas são de domínio estadual/distrital. E como dissociar a gestão das águas

subterrâneas das superficiais, visto que nos períodos secos a vazão dos rios é devida quase que unicamente ao fluxo das águas subterrâneas? E ainda, se o domínio das águas foi repartido entre União e estados, como fazer se a utilização da água é realizada efetivamente no interior dos mais de 5.000 municípios do país? Esse compartilhamento de domínios relativo às políticas de recursos hídricos e de uso e ocupação do solo se constitui num grande desafio para a materialização da gestão integrada de recursos hídricos, exigindo grande esforço de articulação entre os entes que fazem parte do sistema de gestão de águas. Em resumo: é possível fazer gestão de águas sem estabelecer um pacto federativo?



Figura 10.1 – Relações da gestão de águas com as demais políticas.

Com o objetivo de fazer frente a toda essa complexidade, foi estruturado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). No entanto, o federalismo brasileiro pode levar a uma interpretação distorcida do SINGREH, favorecendo a criação de Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGREHs) descolados uns dos outros, sem uma visão global da gestão por bacias. O grande desafio é tornar o SINGREH um único sistema, que englobe as visões peculiares de cada estado (Figura 10.2).

E como garantir a participação dos interessados na gestão da água no processo decisório? E os interesses difusos das populações, como podem ser defendidos? Para tanto, o SINGREH foi estruturado prevendo a instituição dos conselhos de recursos hídricos e dos comitês de bacia, de modo a permitir a participação dos poderes públicos (inclusive os municipais), dos usuários de água e da sociedade civil organizada na gestão dos recursos hídricos.



É esse o conceito de gestão integrada e participativa dos recursos hídricos: gerir esses recursos por meio da articulação de seu planejamento com o dos setores usuários, dos estados e da União, sem dissociar os aspectos de quantidade e qualidade e integrando-se à política ambiental, englobando a participação, na gestão, de atores relevantes envolvidos com a questão dos recursos hídricos, para assegurar à atual e futuras gerações água em quantidade e qualidade adequadas aos seus múltiplos usos.

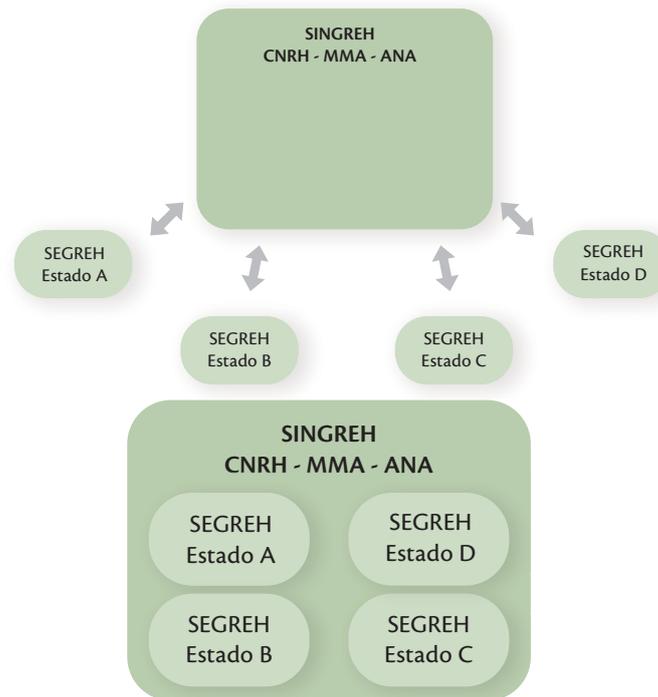


Figura 10.2 – Interpretação integrada do SINGREH.

Estrutura organizacional e instrumentos do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Brasil

A Lei das Águas estabeleceu os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. A lei detalhou também os entes integrantes da estrutura organizacional para a gestão dos recursos hídricos e as suas competências, com destaque para a inovação na criação de conselhos de recursos hídricos, os comitês de bacia hidrográfica e as agências de água. Foram também definidas fontes de recursos para viabilizar a implementação do SINGREH, tais como a compensação financeira do setor elétrico e a cobrança pelo uso de recursos hídricos. As Figuras 10.2 e 10.3 apresentam, respectivamente, a matriz institucional do SINGREH e os instrumentos de gestão, enquanto que a Tabela 10.3 apresenta, de forma resumida, as competências dos entes do SINGREH relacionadas aos instrumentos previstos na Lei das Águas.



Figura 10.3 – Matriz institucional do SINGREH.

A própria estrutura do SINGREH aponta para uma forte articulação entre seus entes, com atuações compartilhadas e/ou complementares, visto que, para que a gestão avance de forma correta, é necessário que seus integrantes estejam desempenhando bem suas competências. Caso contrário, corre-se o risco de ter um dos tripés (Figura 10.5) que sustentam a GIRH enfraquecido, enfraquecendo a gestão como um todo.

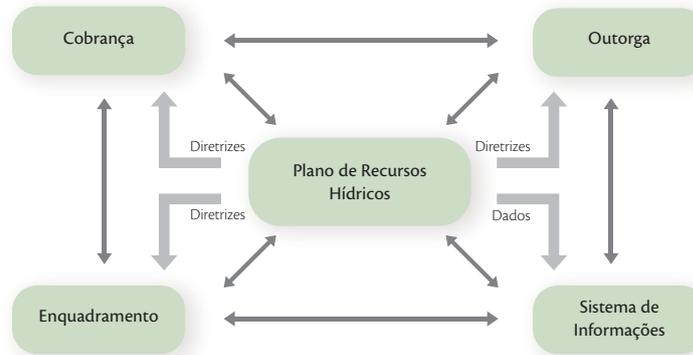


Figura 10.4 – Instrumentos de gestão de recursos hídricos.

E todo este arcabouço institucional e legal vem sendo aplicado na gestão de recursos hídricos do Brasil como um todo. Mas há de se reconhecer que, num País com tamanha diversidade climática, socioeconômica, política e cultural, são necessários, em alguns casos, ajustes na estruturação dos modelos institucionais e dos instrumentos para se ter êxito na gestão de recursos hídricos, como o caso do Nordeste brasileiro.

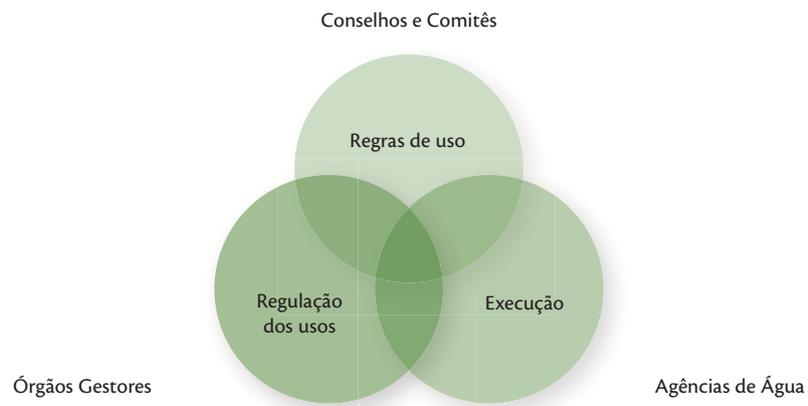


Figura 10.5 – Tripé da Gestão de Recursos Hídricos

Tabela 10.3 – Relação entre os entes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e os instrumentos da política nacional

INSTRUMENTO	PLANO DE RH			ENQUADRAMENTO
	Nacional	Estadual	Bacia	
Ente do SINGREH				
CNRH	Aprovar e acompanhar a execução			Estabelecer diretrizes gerais e aprovar proposta dos comitês
CERHs		Aprovar e acompanhar a execução		Estabelecer diretrizes gerais e aprovar proposta dos comitês
Comitês			Aprovar e acompanhar a execução	Propor ao respectivo conselho
SRHU/MMA	Coordenar			
Secretarias de estado		Coordenar		
ANA				Monitorar, controlar e fiscalizar
Órgãos Gestores de Recursos Hídricos Estaduais				Monitorar, controlar e fiscalizar
Agências de Água			Elaborar e executar	Propor alternativas ao Comitê e efetivar

* Mediante delegação do outorgante

10 SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, que deve integrar alguns dados dos sistemas estaduais de informações sobre recursos hídricos de forma recíproca e complementar.

11 SEIRH – Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.



OUTORGA		COBRANÇA	SISTEMA DE INFORMAÇÕES		
União	Estados		Nacional	Estadual	Bacia
Estabelecer critérios gerais		Estabelecer critérios gerais e definir valores			
	Estabelecer critérios gerais	Estabelecer critérios gerais e definir valores			
Estabelecer prioridades	Variável nos estados	Estabelecer diretrizes, critérios e mecanismos e sugerir valores			
Outorgar e fiscalizar		Arrecadar, implantar (com comitês) e acompanhar a aplicação dos recursos. Elaborar estudos para subsidiar CNRH	Implantar e gerir o SNIRH ²		
	Outorgar e fiscalizar	Variável nos estados, sendo que alguns têm a atribuição de arrecadar		Implantar e gerir o SEIRH ³ (complementar ao SNIRH)	
Receber pedidos, analisar e emitir parecer*		Propor valores ao CBH, arrecadar*, aplicar e administrar os recursos			Implantar e gerir (complementar aos outros sistemas)

E todo este arcabouço institucional e legal vem sendo aplicado na gestão de recursos hídricos do Brasil como um todo. Mas há de se reconhecer que, num país com tamanha diversidade climática, socioeconômica, política e cultural, são necessários, em alguns casos, ajustes na estruturação dos modelos institucionais e dos instrumentos para se ter êxito na gestão de recursos hídricos, como o caso do Nordeste brasileiro.

A implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste

O Ceará foi o primeiro estado do Nordeste e o segundo do país a aprovar a sua lei de recursos hídricos, em 1992, antes da Lei 9.433, de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Poucos anos depois, e ainda antes de 1997, mais três estados nordestinos aprovaram suas leis de recursos hídricos: Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Nos anos seguintes, os demais estados aprovaram suas leis de recursos hídricos de forma que hoje todos os estados do Nordeste instituíram suas Políticas Estaduais de Recursos Hídricos. De forma geral, essas políticas seguem os mesmos objetivos, fundamentos e estrutura organizacional e dispõem dos mesmos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos.

O Ceará também foi pioneiro em termos de estrutura organizacional para o gerenciamento de recursos hídricos, quando criou, em 1993, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), uma entidade voltada especificamente para o gerenciamento de recursos hídricos no estado.

Nos anos seguintes, os demais estados também criaram suas estruturas organizacionais responsáveis pelo gerenciamento de recursos hídricos, compostos basicamente por uma secretaria de estado, que na maioria dos casos também é responsável pela gestão do meio ambiente, e por um órgão gestor de recursos hídricos. A maioria dos estados criou uma entidade específica como órgão gestor de recursos hídricos, mas poucos contam com quadro técnico efetivo compatível com as suas atribuições.

Todos os estados organizaram Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e dividiram seus territórios em unidades de planejamento de recursos hídricos, ressaltando-se que cada unidade pode coincidir com a área da bacia hidrográfica, ou representar somente uma parte de uma bacia, ou ainda incluir várias bacias.

Entretanto, de um total de 156 unidades de planejamento de recursos hídricos, apenas 27% (42 unidades) contam com Comitês de Bacia Hidrográfica e nenhuma delas tem agência de água.



Com relação aos instrumentos de gestão, todos os estados desenvolveram sistemas de informação e sistemas de outorga, podendo haver diferentes estágios de implantação, como é o caso do Maranhão, que está em fase muito incipiente. Praticamente todos os estados implantaram Plano Estadual de Recursos Hídricos, à exceção de Sergipe, cujo Plano Estadual encontra-se em desenvolvimento. Nenhum dos estados implantou o instrumento do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes de água. Sergipe produziu um estudo de classes de enquadramento, mas não foram desenvolvidos os planos e as ações necessárias para implementar o instrumento.

Merece destaque a implementação da cobrança no estado do Ceará, em dezembro de 1996. A cobrança cearense se assemelha conceitualmente a uma tarifa pela prestação do serviço de adução de água bruta. Os valores são definidos por decreto do governador e a arrecadação é realizada pelo órgão gestor estadual (COGERH), que aplica os recursos na operação e manutenção das infraestruturas hídricas que garantem o abastecimento de água no estado. Os recursos também são aplicados em ações de recuperação das bacias e gestão, porém essas modalidades correspondem a uma parcela relativamente pequena da arrecadação total.

No Ceará, o conselho estadual e os comitês de bacia têm uma participação muito limitada na implementação da cobrança, sendo as principais decisões tomadas no âmbito do poder público estadual.

A Bahia também implementou uma cobrança nos mesmos moldes do Ceará, a partir de 2005, visando cobrir os custos de operação e manutenção de alguns reservatórios que atendem ao abastecimento humano.

Outro estado do Nordeste que já avançou em termos de implementação da cobrança foi a Paraíba, onde o Conselho Estadual de Recursos Hídricos aprovou em 2010 os mecanismos e valores da cobrança estadual. Porém, até dezembro de 2011, o instrumento não havia ainda sido implementado.

Deve-se registrar que até o início da operação do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as bacias do Nordeste Setentrional (PISF), deverá ser implementada a cobrança pelo serviço de adução de água bruta nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, com valores que cubram os custos de administração, operação e manutenção das infraestruturas hídricas do PISF, bem como daquelas localizadas nos estados receptores das águas do PISF.

Visando garantir a sustentabilidade financeira dos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos, todos os estados criaram fundos estaduais de recursos hídricos. Porém, entre as diversas fontes de recursos possíveis, somente os estados da Bahia e Sergipe preveem a alocação obriga-

tória, a esses fundos, de um percentual da compensação financeira que recebem dos aproveitamentos hidrelétricos instalados no seu território. Os estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte também aplicam recursos dessa compensação no fundo estadual, embora a Lei Estadual não fixe um percentual obrigatório. O estado do Ceará não recebe esta compensação por não dispor, no seu território, de aproveitamentos hidrelétricos que lhe propiciem esse direito.

As tabelas a seguir apresentam um quadro ilustrando a situação da implantação do arcabouço legal, dos órgãos e sistemas de gestão de recursos hídricos.

De forma geral, a implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos nos estados do Nordeste avançou bastante na criação do arcabouço legal e das instâncias em nível estadual – conselhos de recursos hídricos, secretarias de estado e órgãos gestores. Entretanto, ainda é necessário fortalecer as secretarias e órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, principalmente no que se refere à estruturação do quadro técnico, bem como minimizar os efeitos que as mudanças de governo podem causar na continuidade de ações, programas e projetos. Por outro lado, a implementação das instâncias em nível de bacia hidrográfica, notadamente Comitês e Agências de Bacia, ainda é incipiente. Menos de um terço das bacias contam com comitê e nenhuma agência de bacia foi criada até dezembro de 2011.

Entretanto, foram criadas diversas comissões gestoras que administram sistemas hídricos isolados, como açudes, formadas por usuários de água, por representantes da sociedade civil organizada e do poder público. As comissões gestoras agregam novos atores no gerenciamento integrado de recursos hídricos, sem retirar a autoridade do ente competente para decidir sobre os recursos hídricos, ou seja, o comitê de bacia.

Com relação aos instrumentos de gestão, houve avanço na implementação da Outorga e dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos. Todavia, os sistemas de outorga em alguns estados ainda estão em fase inicial de implantação.

Em que pese existirem normas legais de outorga na maioria dos estados, não há nenhum com plano de bacias elaborado em um estágio que permita fornecer orientações para as outorgas. Embora a maioria dos estados disponha de banco de dados de usuários outorgados, há casos em que os dados não estão atualizados e casos em que não há cadastros automatizados, havendo um problema de qualidade dos dados de cadastro.



Tabela 10.4 – Implantação da gestão de recursos hídricos na Região Nordeste – Leis e sistemas de gestão

Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
Lei de Recursos Hídricos	5.965/1997	6.855/1995 e 11.612/2009	11.996/1992	8.149/2004	6.308/1996	11.426/1997	5.165/2000	6.908/1996	3.870/1997
Coordenação	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SEMA	Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais - SEMA	Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente, e da Ciência e Tecnologia - SERHMACT	Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMAR	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos - SEMARH
Órgão Gestor	Superintendência de Recursos Hídricos	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH	-	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA	Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC	-	Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte - IGCARN	Superintendência de Recursos-SRH
Conselho Estadual de Recursos Hídricos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Número de Unidades de Planejamento (1*)	22	24	11	7	9	33	14	28	8
UPs com Comitês (2*)	5	10	10	0	4	6	1	3	3
Agência de Águas	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não

(1*) TOTAL = 156 (2*) TOTAL= 42 (27%)

Não há também nenhum estado e nem mesmo bacias de rios federais que estejam com todos os usuários regularizados. Embora a maioria dos estados utilize critérios definidos de outorga, há uma necessidade de esforço para sua compatibilização. O grau de sistematização e de automatização dos procedimentos de outorga difere muito. Uma grande parte dos estados não conta com sistemas de apoio à decisão. A maioria desenvolveu estudos de regionalização de vazão, alguns deles disponíveis apenas para parte do estado.

As equipes de outorga variam muito, sendo que na grande parte dos casos não há uma equipe completa composta de funcionários de carreira. Em geral, as equipes são pequenas e integradas na sua maioria por servidores temporários e estagiários.

Há uma diversidade muito grande de critérios de vazão máxima outorgável, individual e coletiva, e nos critérios de vazões de pouca expressão e mínimas remanescentes. Não há também normas e critérios unificados sobre a eficiência dos usos da água.

Em relação à fiscalização, face à escassez de pessoal e de equipamentos, trabalha-se por denúncias ou priorizando-se áreas de conflito. Não há também uniformidade sobre procedimentos de fiscalização.

Os sistemas de informação estão presentes em todos os estados, porém em diferentes estágios de implantação. De forma geral, estão aquém do ideal para quantificação da disponibilidade (monitoramento hidrológico), sendo precários em termos de dados qualitativos e de quantificação das demandas (cadastro de usuários de recursos hídricos).

A implementação da cobrança, do enquadramento e dos planos de recursos hídricos em nível de bacias hidrográficas ainda é bastante incipiente. Com exceção do Ceará e parte da Bahia, nenhum outro estado do Nordeste implementou o instrumento da cobrança. Além disso, como foi dito, a cobrança implementada se assemelha conceitualmente a uma tarifa pela prestação de serviço de adução de água bruta, sendo as principais decisões tomadas no âmbito do poder público estadual, com participação muito limitada dos comitês de bacia.

Como a cobrança, o enquadramento e o plano de bacia são instrumentos cuja implementação depende de proposição do comitê de bacia. Pode-se inferir que o nível incipiente de sua implementação está relacionado à pequena quantidade de comitês criados no Nordeste até o momento.

Verifica-se, portanto, que, de forma geral, as instâncias e os instrumentos cuja implementação depende mais de iniciativa do poder público tiveram avanço maior do que aqueles que necessitam de participação dos usuários e da sociedade civil.



Não obstante, existem casos específicos em algumas bacias hidrográficas em que se pode verificar um avanço mais significativo na implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos, como será apresentado mais adiante.

Além disso, foram executadas muitas obras de infraestrutura hídrica, visando ao aumento da garantia da oferta hídrica para o Semiárido. Entretanto, deve-se avançar na otimização do uso dos recursos hídricos disponibilizados nestas infraestruturas por meio de um processo de gerenciamento integrado mais eficiente.

Diante deste quadro geral, deve-se ponderar se não seria pertinente reavaliar a forma de implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos frente à sua realidade específica da Região Nordeste.

Nesta reavaliação, um dos principais aspectos a ser considerado e que diferencia a região do restante do país é a escassez hídrica. Na maioria das bacias nordestinas, a disponibilidade de água é garantida por meio de infraestruturas hídricas, como adutoras e canais, que interligam diversas bacias hidrográficas. Nestas bacias, os usos de recursos hídricos realizados por um indivíduo dependem e podem impactar os usos de outros indivíduos que estejam localizados em bacias vizinhas.

Nesse contexto, pode-se reavaliar o conceito de bacia hidrográfica como unidade territorial de implementação da política de recursos hídricos e considerar a possibilidade de adoção de uma nova unidade territorial que extrapole os limites hidrológicos da bacia hidrográfica e reflita novos limites impostos pelas interligações entre bacias.

A escassez hídrica também tem impacto sobre a sustentabilidade financeira dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos da região. A gestão de águas nas bacias nordestinas tem um ônus adicional em relação às demais bacias do país em virtude da necessidade de construção, operação e manutenção de infraestruturas hídricas que garantam a disponibilidade de água.

Para cobrir esse custo adicional e os demais custos relacionados à gestão de recursos hídricos, a maioria dos estados conta apenas com recursos orçamentários próprios, já que a implementação da cobrança ainda é incipiente. Onde ela existe, só cobre os custos de operação e manutenção das infraestruturas hídricas existentes.

Diante disso, considerando os valores de cobrança praticados hoje no país, verifica-se que não existe viabilidade financeira para a criação de agências de bacia por unidade de planejamento de recursos hídricos e financiamento de ações estruturais e de gestão visando à proteção e recuperação das bacias hidrográficas, bem como ao atendimento das demandas futuras.

Uma alternativa seria a agregação de unidades de planejamento de recursos hídricos e a atuação do próprio órgão gestor estadual como agência de água destas unidades.

Ainda assim, faz-se necessária a busca de mecanismos alternativos para garantir a sustentabilidade financeira dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos do Nordeste.

Por fim, registra-se que não se pretende nesta publicação esgotar a discussão sobre a implementação do gerenciamento de recursos hídricos no Nordeste, mas apenas levantar algumas questões para iniciar o debate sobre esse tema tão complexo e desafiador.

Casos a serem destacados

Neste item, são apresentados alguns casos de implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos que merecem ser destacados pelo pioneirismo, pelos resultados alcançados ou pela experiência adquirida.



Quadro 10.1 – Marco Regulatório do Piranhas-Açu (Sistema Curema-Açu)

O Sistema Curema-Açu integra a bacia do rio Piranhas-Açu que está localizada nos territórios dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, com nascentes no estado da Paraíba e foz na cidade de Macau-RN. Foram construídos três importantes reservatórios: Curema e Mãe D'Água, no rio Piancó (PB) de propriedade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, com 1.360 hm³ de capacidade e que regularizam, de forma conjunta, 160 km de rio até encontrar o reservatório Eng.º Armando Ribeiro Gonçalves, também de propriedade do DNOCS, com 2.400 hm³ de capacidade e que regulariza cerca de 100 km do rio Açu até a sua foz.

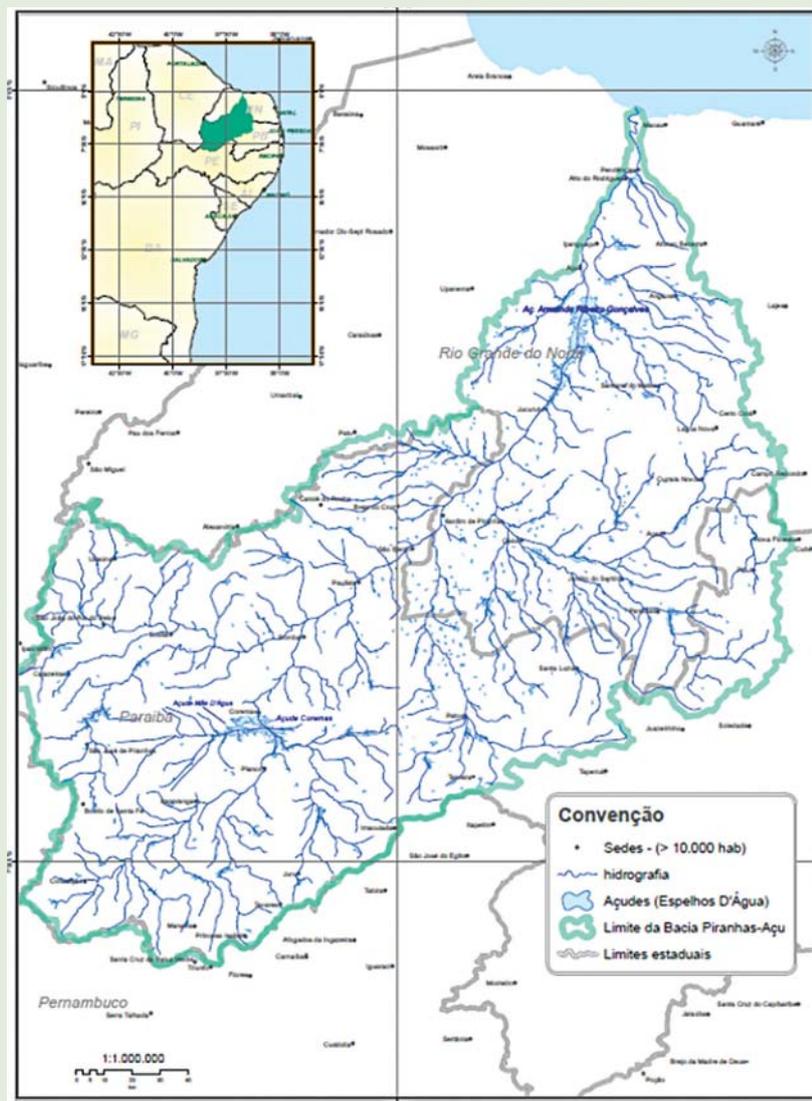


Figura 10.6 – Bacia Hidrográfica do rio Piranhas-Açu

Nos últimos anos, a demanda pelo uso da água na região tem aumentando significativamente, com destaque para a irrigação difusa (pequenos proprietários), irrigação em perímetros públicos e privados e carcinicultura (criação de camarões), indústrias e termoeletricas.

Em decorrência do grande aumento de pedidos de outorga para carcinicultura próximo à foz do rio, a Agência Nacional de Águas – ANA iniciou, em junho de 2003, uma articulação institucional com os estados da Paraíba, do Rio Grande do Norte e com o DNOCS. O processo de articulação resultou na assinatura de um Convênio de Integração, em 18/02/2004, pelos representantes de cada entidade, com o objetivo de articular as ações visando à gestão integrada na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, de forma a possibilitar a harmonização de critérios, normas e procedimentos relativos ao cadastramento, outorga e fiscalização de usos de recursos hídricos, bem como a mobilização e a articulação de usuários para o processo de gestão participativa e, em especial, do estabelecimento de um plano de regularização e ordenamento de usos para o Sistema Curema-Açu.

As ações do Plano de Regularização e Ordenamento dos Usos dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piranhas-Açu foram as seguintes: elaboração do Marco Regulatório do Uso da Água, em 2004; promoção da Gestão Integrada de Recursos Hídricos; harmonização de critérios, normas e procedimentos relativos ao cadastro e outorga de direito de uso de recursos hídricos; mobilização e articulação de usuários para o processo de gestão participativa e descentralizada; regularização dos usuários por meio da emissão de outorgas de direito de uso das águas e de certificados de usos insignificantes; fiscalização dos usos de recursos hídricos e aperfeiçoamento do sistema de monitoramento de vazões.

Um dos principais desafios foi o estabelecimento do Marco Regulatório do Uso da Água do Sistema Curema-Açu, com a definição de quantitativos passíveis de captação, individualizados por finalidade de uso e por trecho. Além disso, era fundamental a definição de um compromisso de entrega de vazão mínima na divisa dos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, com vistas ao atendimento dos usos existentes no trecho que vai da divisa do estado até o açude Armando Ribeiro Gonçalves.

Após diversas reuniões, estudos e negociações entre os dois estados e a União, foi possível a edição da Resolução ANA n.º 687/2004, que estabeleceu os quantitativos do Marco Regulatório por 10 anos, com a definição: (i) da vazão mínima de entrega de 1,5 m³/s do estado da Paraíba para o estado do Rio Grande do Norte, (ii) da vazão de 0,5 L/s como limite superior para uma captação ser considerada insignificante e, por isso, isenta de outorga e (iii) das condições gerais de operação dos principais reservatórios da bacia de modo a atender às demandas negociadas.

Além do marco regulatório, foram assinados dois convênios com os respectivos estados para instalação de escritórios técnicos para apoio às atividades complementares de regularização dos usuários, bem como o monitoramento, por parte da ANA, das vazões nas seções dos trechos estabelecidos pelo marco regulatório.

As discussões do marco regulatório foram o início do processo de mobilização e capacitação dos atores da bacia que culminou com a criação do Comitê da Bacia do rio Piranhas-Açu (CBH Piranhas-Açu), em 30/11/2006, por Decreto Presidencial. Destaca-se que o Comitê tem no marco regulatório um excelente ponto de partida para os seus debates e para a elaboração do respectivo Plano de Recursos Hídricos.

Em 2009 o CBH Piranhas-Açu foi reconhecido, pelos Conselhos de Recursos Hídricos dos estados envolvidos, como colegiado competente para deliberar, também, sobre as águas de domínios estaduais. Dessa forma, o CBH Piranhas-Açu se constituiu como Comitê Único para toda a bacia, com poder de decisão não só sobre a calha do rio Piranhas-Açu, mas também sobre todos os seus afluentes, concretizando a gestão integrada em todos os corpos d'água da bacia.



Quadro 10.2 – Marco regulatório dos rios Poti e Longá/Piracuruca

As bacias dos rios Poti e Piracuruca pertencem à bacia do rio Parnaíba. Suas áreas encontram-se nos estados do Ceará e Piauí. A maior parte dos rios destas duas bacias é de domínio dos estados, com exceção dos rios Poti e Piracuruca (afluentes do rio Parnaíba), que são de domínio da União.



Figura 10.7 – Bacias Hidrográficas dos rios Poti e Longá

Grande parte das duas bacias localiza-se em região semiárida, com seus rios apresentando trechos naturalmente intermitentes. Constata-se uma infraestrutura hídrica implantada, que garante disponibilidade hídrica para a região. Ao mesmo tempo, têm sido desenvolvidos projetos de novos reservatórios que alterarão as condições de atendimento aos usos já implantados. Além do impacto nas condições atuais de atendimento aos usos da água, as intervenções previstas não foram originalmente projetadas considerando os outros reservatórios existentes e aqueles em fase de projeto, cujas interferências entre si causarão alterações drásticas nas premissas de cada projeto. Por exemplo, no estado do Ceará estão previstos três novos açudes na bacia, e no Piauí está prevista a construção de dois açudes. Dos cinco açudes, quatro causam ou sofrem interferências entre si.

Diante desse quadro, foi identificada a necessidade de se definir um marco regulatório que estabelecesse critérios para implantação de novos reservatórios nas bacias dos rios Poti e Piracuruca, além da definição da partição entre os estados da disponibilidade hídrica proporcionada pelos açudes, notadamente nas regiões de divisa entre eles. Buscava-se, em especial, a compatibilização dos novos projetos entre si e com a infraestrutura atual, de modo a garantir atendimento adequado aos usos de recursos hídricos atuais e previstos, garantindo, também, a sustentabilidade hídrica dos reservatórios, de modo que fossem dimensionados de forma compatível com as vazões naturais disponíveis nas bacias.

O marco regulatório foi definido com base em estudos técnicos desenvolvidos pela ANA, pelos órgãos gestores dos estados (Secretaria de Estado de Recursos Hídricos do Ceará – SRH, Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do estado do Ceará – COGERH, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí – SEMAR), pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS e pela Companhia de Desenvolvimento das Bacias dos rios São Francisco e Parnaíba – CODEVASF.

Inicialmente, foram desenvolvidos estudos hidrológicos estimando a disponibilidade hídrica das bacias, identificados os usos de recursos hídricos existentes e realizadas projeções de aumento de demandas. Foram montados cenários visando à otimização da infraestrutura hídrica projetada, de forma compatível com a infraestrutura existente e os usos da água atuais e projetados para as bacias, hierarquizando prioridades para as demandas identificadas (Prioridade 1: consumo humano e dessedentação animal; Prioridade 2: Indústria e irrigação existente; Prioridade 3: Perímetros de irrigação previstos e manchas de solo potenciais).

As simulações indicaram que a potencialidade hídrica natural proporcionada pelas bacias não comportava a construção dos novos açudes nos volumes originalmente projetados, os quais acabariam por competir entre si pela acumulação de água. Assim, a proposta técnica resultante apontou pela redução dos volumes de projeto dos novos açudes. Dessa forma, recomendou-se a redução de 43% dos volumes desses açudes (de 3.800 hm³ para 2.160 hm³), o que resultou na redução de 12% na vazão regularizada (de 19,3 m³/s para 16,9 m³/s).

Tudo foi formalizado na Resolução Conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI n.º 547/2006, onde também foram definidas regras operativas para os novos açudes, bem como vazões mínimas de entrega entre estados.

Ressalta-se que as restrições definidas no marco regulatório estão balizando o planejamento dos estados quanto ao uso racional da água e as interferências hidráulicas, e estão sendo respeitadas nos projetos de novos reservatórios.



Quadro 10.3 – Projeto Águas do Vale – Realocação negociada de água

No ano de 2001, após a persistência de uma seca que reduziu para 10% o armazenamento de água dos reservatórios de três bacias contíguas do Médio e Baixo Jaguaribe e do Banabuiú, estado do Ceará, diferentes órgãos federais e estaduais se articularam num projeto inédito destinado à economia de água. Com a designação oficial de “Plano de Uso Racional da Água para Irrigação nos Vales do Jaguaribe e Banabuiú”, esse projeto ficou mais conhecido como “Águas do Vale”, uma experiência ao mesmo tempo controversa e interessante.

Além de abastecer a população de Fortaleza, a água dessas bacias era destinada, em sua grande parte, à agricultura irrigada, notadamente à rizicultura (59% do consumo agrícola de água) e à hortifruticultura. Além de apresentar menor valor agregado, ser menos eficiente no uso da água e criar menos postos de trabalho, as áreas de rizicultura eram normalmente encontradas a montante das áreas de hortifruticultura. Diante dessa constatação, era inevitável impor restrições à rizicultura, afinal, o valor econômico criado com uma unidade de água na rizicultura era sensivelmente menor do que na hortifruticultura.

A estratégia adotada consistiu em: (i) compensar financeiramente os rizicultores que renunciassem à metade da área cultivada até então, (ii) cobrar pelo uso da água para irrigação para financiar parte das compensações, (iii) treinar os agricultores na melhoria de eficiência da irrigação (difusão tecnológica) e (iv) regularizar os usos por meio da outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Em números, para os rizicultores que aderiram ao plano (redução de 50% da área), foram pagos os seguintes valores: R\$ 600,00/ha para áreas de até 2 ha; R\$ 500,00/ha para áreas de 2 a 100 ha e R\$ 400,00/ha para áreas acima de 100 ha. A adesão ao plano estava condicionada à participação do agricultor em programas de treinamento de melhoria da eficiência do uso da água, bem como no plantio de culturas alternativas.

Previa-se fazer cessar o plantio de 5.172 ha de arroz a um custo total de R\$ 10 milhões, dos quais 80% seriam financiados pela Agência Nacional de Águas – ANA e o restante por verbas estaduais e pela arrecadação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a qual era feita da seguinte forma: usuários com captação inferior a 1,4 L/s estavam isentos do pagamento; usuários com captação entre 1,4 e 6,9 L/s pagavam R\$ 0,01/m³, com possibilidade de pagarem metade desse valor caso comprovassem a adoção de métodos mais eficientes de uso da água; e usuários com captação superior a 6,9 L/s pagavam R\$ 0,01/m³ sem a possibilidade de redução.

Como resultado, foi possível destacar: (i) a eliminação do risco de desabastecimento da cidade de Fortaleza, (ii) o atendimento à totalidade da demanda hídrica do setor de hortifruticultura e até sua ampliação em 20%, resultando em US\$ 15 milhões de produção para o setor, (iii) redução de 3.547 ha de arroz irrigado por 1.623 agricultores, (iv) economia de 59.139.826 m³ de água (5,7 m³/s) e (v) pagamento de R\$ 1.197.867,00 em indenizações.

Quadro 10.4 – Aquíferos da Chapada do Apodi

A Chapada do Apodi está localizada entre os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, sendo o divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (do lado cearense) e Apodi (do lado potiguar), conforme ilustrado na Figura 10.8.

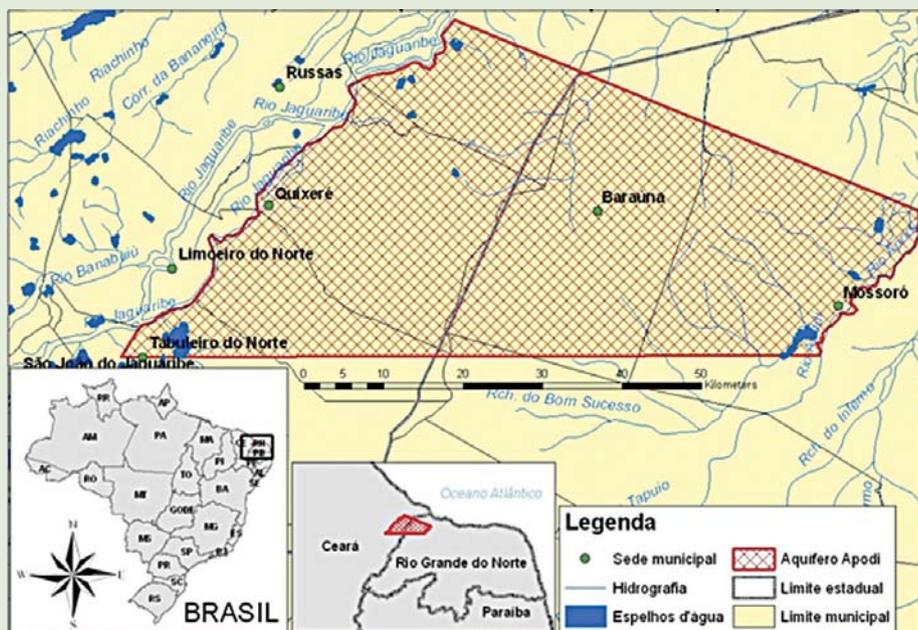


Figura 10.8 – Localização dos aquíferos da Chapada do Apodi.

A Chapada apresenta solos de boa qualidade para a agricultura e dispõe de reservas de águas subterrânea e superficial, fatores que impulsionaram o desenvolvimento de inúmeros perímetros irrigados, sobretudo de fruticultura para exportação. Ressalta-se que a média pluviométrica na região é da ordem de 850 mm/ano.

A exploração crescente dos reservatórios subterrâneos existentes na região para irrigação causou rebaixamentos excessivos dos níveis dos aquíferos, levando ao comprometimento de poços e prejudicando o abastecimento de comunidades urbanas e rurais.

Este cenário ocorreu principalmente no entorno do município de Baraúna/RN, que tem a maior concentração de irrigantes da Chapada do Apodi, com expressiva importância econômica. Os rebaixamentos nesta região foram considerados emblemáticos e acabaram motivando Estados e União a firmar um Termo de Cooperação Técnica para a elaboração de estudos para avaliação dos recursos existentes. Os estudos indicaram a necessidade de elaboração de um marco regulatório e a criação de uma Comissão de Acompanhamento da Gestão Compartilhada (CAGC) do Sistema Aquífero Apodi, um órgão colegiado de natureza consultiva, integrante dos Sistemas Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte.

Ressalta-se que, no caso das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Apodi em território cearense, por delegação do Sistema Estadual Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do estado do Ceará, os comitês de bacias hidrográficas foram autorizados a criar as Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos que administram os sistemas isolados, sendo incluídos nesta categoria os sistemas aquíferos. Estas comissões gestoras são formadas por usuários de água, por representantes da sociedade civil organizada e do poder público, o que agrega novos atores ao processo decisório.



▲

O principal objetivo a ser trilhado pela CAGC Apodi é fomentar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais das bacias hidrográficas inseridas na área do projeto, por meio da implementação do programa definido no marco regulatório. Seus objetivos específicos são:

- Apoiar a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos, particularmente os subterrâneos, nas unidades e subunidades de gestão, por intermédio do uso dos instrumentos de gestão, ampliando a sua aplicação no que couber;
- Acompanhar a execução do marco regulatório e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- Assegurar o intercâmbio entre os órgãos gestores estaduais representados na CAGC;
- Promover a articulação federal, interestadual e intermunicipal, integrando as iniciativas regionais de estudos, projetos, planos e programas às diretrizes e metas estabelecidas para as bacias hidrográficas na área do projeto, com vistas à conservação e à proteção de seus recursos hídricos;
- Representar, de forma consultiva, uma instância de mediação e resolução de conflitos de uso dos recursos hídricos, particularmente os subterrâneos, usando as informações contidas e elaboradas durante a construção do marco regulatório;
- Recomendar os quantitativos propostos nos estudos técnicos do marco regulatório como elementos orientativos dos limites de retirada de água subterrânea nas diferentes escalas, utilizando para isto indicadores espaciais e pontuais de gestão;

Apoiar, influenciar e participar na elaboração de um planejamento regional visando ao desenvolvimento sustentável. Dessa forma, caminha-se na direção de integrar a gestão de águas superficiais e subterrâneas, bem como articular as políticas de águas dos estados envolvidos, concretizando a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos na área de abrangência do Aquífero Apodi.

Quadro 10.5 – Pacto das águas do estado do Ceará

Iniciativa da Assembléia Legislativa do estado do Ceará e seu Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, o Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará, também conhecido como Pacto das Águas, foi desenvolvido durante os anos de 2007, 2008 e 2009. Resultado de um intenso processo de discussão com a sociedade cearense, o Plano Estratégico dos Recursos Hídricos contou com a participação de cerca de 10.000 pessoas e 86 instituições, em mais de 200 eventos, apresentando um conjunto de 34 programas e subprogramas, por eixos temáticos.

O objetivo do Pacto das Águas é instrumentalizar o estado do Ceará, sua esfera pública e a sociedade civil, com uma visão estratégica sobre a gestão dos recursos hídricos, tendo como produtos o Cenário Atual e o Plano Estratégico dos Recursos Hídricos, construídos de forma consensual e participativa, nos quais são identificados desafios e alternativas para solucioná-los. Foram estabelecidos pactos institucionais e sociais para implementar os programas e subprogramas propostos, que visam garantir água em quantidade, qualidade e regularidade para a atual e as futuras gerações.

Constituído por uma visão de futuro e de planejamento dos recursos hídricos, a construção do Pacto das Águas foi baseada nos seguintes fundamentos:

- o diálogo entre os diferentes setores da sociedade como forma de construção de uma visão estratégica dos recursos hídricos, integrada e sustentável sob os aspectos social, político e ambiental;
- o respeito e o fortalecimento às instâncias de participação social existentes no processo de tomada de decisão;
- a construção do consenso social sobre os objetivos e os instrumentos para gestão da água;
- a fundamentação técnica como ferramenta de explicitação de conflitos de interesses e a identificação de alternativas de soluções viáveis para a resolução dos problemas;
- o reconhecimento da água como portadora de múltiplos valores: econômico, social, político e cultural; e
- o reconhecimento de que o conjunto de instituições e entidades comprometidas com a gestão da água no estado deve ser ampliado.

O Pacto das Águas baseou-se em quatro eixos temáticos: água para beber, água e desenvolvimento, convivência com o Semiárido e gerenciamento integrado de recursos hídricos, que foram analisados em três escalas territoriais: município, bacia hidrográfica e estado, sendo que o produto final do estudo foi agregado na escala estadual, registrando que desde o início de sua construção seriam estabelecidos entre os quatro eixos temas comuns transversais.

Para a realização dos Diálogos Estaduais, foram constituídos oito núcleos de atores sociais envolvidos direta ou indiretamente com a gestão de recursos hídricos, mobilizando um total de 86 entidades e instituições, conforme apresentado na Figura 10.9.

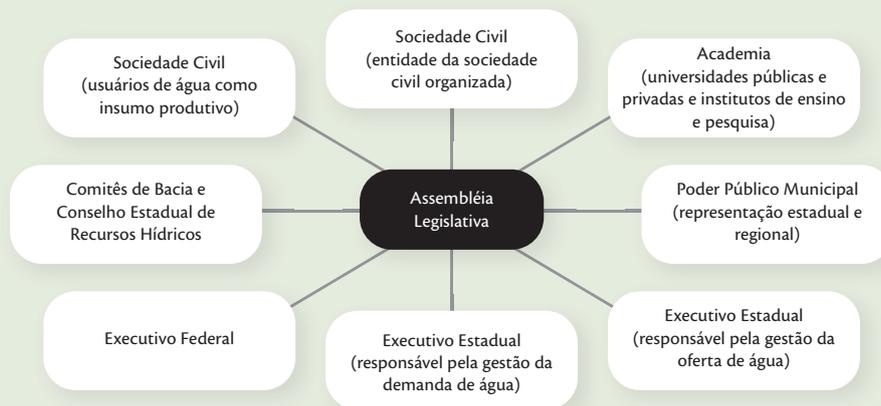


Figura 10.9 – Núcleos de atores sociais envolvidos a gestão de recursos hídricos



Para a realização dos Diálogos Regionais, o estado foi dividido em doze regiões com recorte das bacias hidrográficas, e contou com a presença dos Comitês de Bacia, da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos e da estrutura regionalizada dos órgãos públicos (Secretarias de Educação, Saúde, Desenvolvimento Agrário, IBAMA, CREA, dentre outras) e da sociedade civil, com o suporte das prefeituras municipais.

Por sua vez, os Diálogos Municipais ocorreram em 157 municípios (85% dos municípios cearenses), organizados sob a coordenação do poder público municipal.

O plano estratégico buscou consolidar todas as proposições passíveis de pactuação, sendo constituído por 34 programas e subprogramas estruturados em três categorias, conforme apresentado no Quadro a seguir

Categoria	Característica	Programa	Subprograma
Programas gerais	Referem-se não apenas a um eixo temático e mantêm interface com todos os demais	Garantia hídrica para múltiplos usos	Incremento da oferta hídrica. economia da água.
		Gestão Hidroambiental Integrada.	Preservação, conservação e recuperação das áreas degradadas e em processo de desertificação, das margens dos rios, açudes e lagoas. Uso conservacionista da água e solo.
		Sistema Integrado de Informações	
		Estudos, Pesquisa e Difusão	Desenvolvimento científico e inovação tecnológica para agricultura irrigada. Avaliação do potencial de exploração e modelo de gestão de águas subterrâneas. Estudos, pesquisas e estratégias de difusão para adequação das práticas de convivência com o semiárido. Difusão de tecnologias sustentáveis para o uso racional dos recursos hídricos.
		Ensino, Capacitação e Formação	Educação, semiárido e cidadania. Capacitação profissional para o semiárido. Formação de agentes orientadores de gestão de recursos hídricos e meio ambiente
		Comunicação Social	Cidadão do semiárido. Comunicação social sobre o sigerh.
		Revisão e Atualização da Legislação Estadual de Recursos Hídricos	

Programas por eixo temático	São mais específicos de cada eixo, mesmo tendo interface com alguns outros temas	Água para Beber	Planos municipais de saneamento. Coleta, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos Redução das perdas de água para beber. Sistema integrado de saneamento. Educação para o consumo racional da água
		Água e Desenvolvimento	Plano estadual de agricultura irrigada Desenvolvimento da agricultura orgânica. Controle e redução do uso de agrotóxicos. Desenvolvimento da aquicultura e pesca
		Convivência com o Semiárido	Assistência técnica e extensão rural no semiárido. Plano integrado para garantir água à população difusa para os múltiplos usos. Modelos de gestão dos pequenos sistemas de abastecimento rural para as populações rurais.
		Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos	Fortalecimento dos comitês de bacia e demais instâncias colegiadas do sigerh. Monitoramento da qualidade da água. Monitoramento da quantidade da água. Fiscalização dos recursos hídricos. Cadastro de obras hídricas e de usuários de água.
Programas indicativos	Representam temas e ações consideradas relevantes, mas em que ainda não foi possível pactuação.	Fortalecimento institucional dos órgãos executores do sigerh. Fortalecimento do turismo sustentável e participativo	

A construção do Pacto das Águas demonstrou que a implementação do Sigerh avançou em muitos aspectos, mas não tem conseguido articular e integrar as ações das diferentes políticas públicas setoriais de forma a garantir um gerenciamento eficiente e eficaz dos recursos hídricos em seus diversos aspectos. Constatou também que, apesar de ter muitos conselhos estaduais e municipais setoriais, o estado do Ceará não tem conseguido articular e integrar as diferentes políticas públicas e os diferentes níveis administrativos (União, estado e municípios) com o objetivo de otimizar recursos humanos, financeiros, programas, planos e projetos e garantir um desenvolvimento equilibrado e sustentável. Em resumo, tanto no Brasil quanto no estado do Ceará, o planejamento e a implementação de políticas públicas ainda são setoriais e não territoriais.

Nesse sentido, o plano estratégico apresentou proposta de instância institucional de articulação e integração intersetorial das políticas públicas, conforme apresentado na Figura 10.10, ressaltando que as políticas de recursos hídricos, de meio ambiente, de saúde, de saneamento ambiental, de desenvolvimento territorial, de irrigação, industrial e outras, devem ser planejadas e executadas de forma integrada nos municípios, bacias hidrográficas e no estado.

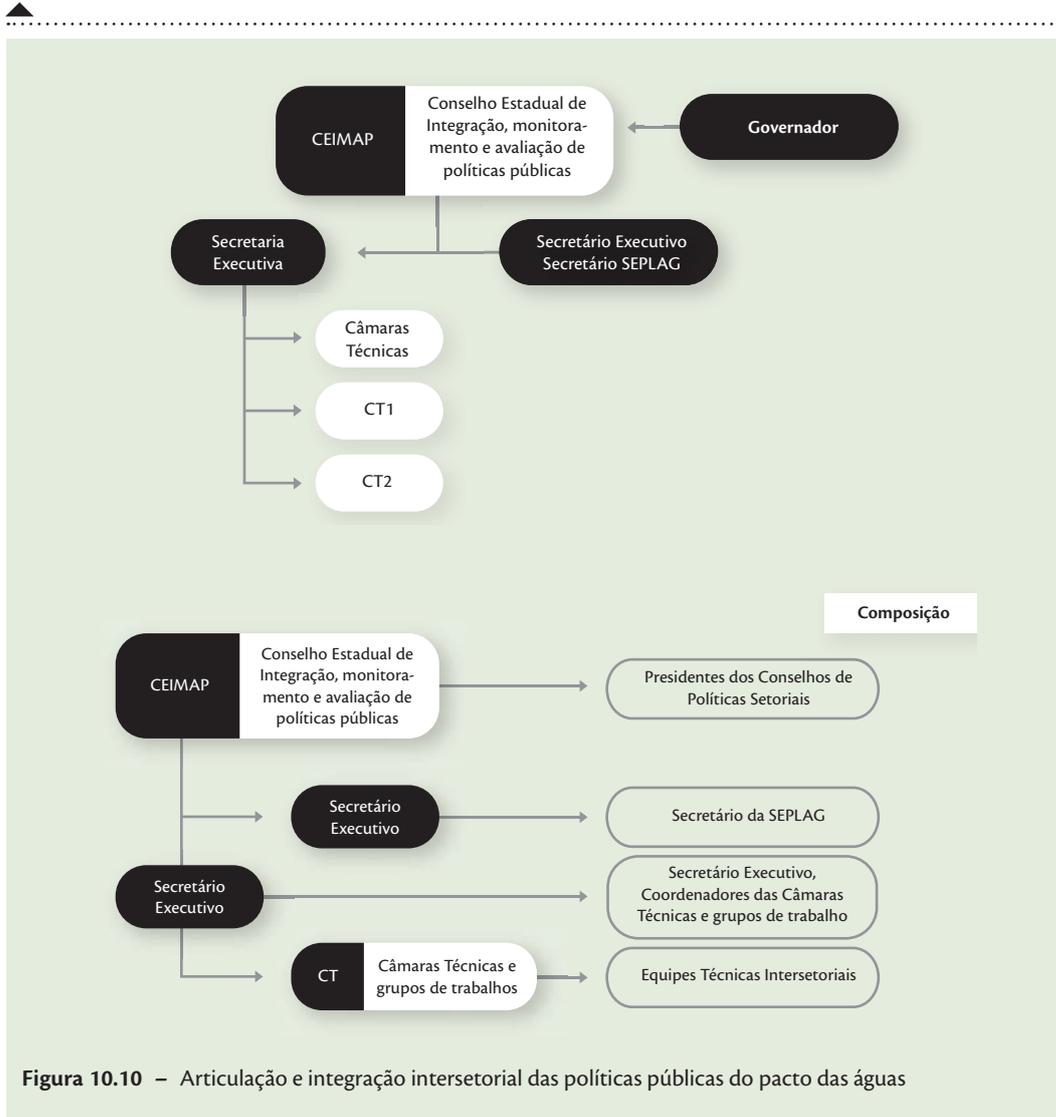


Figura 10.10 – Articulação e integração intersectorial das políticas públicas do pacto das águas

Quadro 10.6 – Proágua Semiárido

O Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semiárido Brasileiro – PROÁGUA/Semiárido foi implementado a partir de 1998, pouco mais de um ano após a aprovação da Lei nº 9.433/97 que criou a Política Nacional de Recursos Hídricos. Alcançou uma área de cerca de 1 milhão de km² nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais (com áreas na região semiárida, embora não pertença à região Nordeste), Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, envolvendo tanto bacias de rios federais, de responsabilidade da União, como estaduais.

O PROÁGUA/Semiárido teve por objetivo geral garantir a ampliação da oferta de água de boa qualidade, com a promoção do uso racional desse recurso, de tal modo que sua escassez relativa não continuasse a constituir impedimento ao desenvolvimento sustentável da região.

Os objetivos específicos foram:

- fortalecer o setor de recursos hídricos na região semiárida brasileira, mediante a capacitação das instituições públicas e das entidades da sociedade civil;
- implementar novas obras que, além de garantir o aumento da disponibilidade de água e de privilegiar soluções locais para operação e manutenção, promovessem tanto a melhoria da qualidade de vida da população local quanto a proteção do meio ambiente;
- concluir obras hidráulicas, já iniciadas, que ainda apresentassem retorno socioeconômico inquestionável;
- desenvolver estudos para identificar soluções eficazes e adequar as disponibilidades e as demandas de água nas diferentes bacias hidrográficas contempladas pelo subprograma;
- desenvolver modelos de gestão de bacias hidrográficas, e planos diretores, com visão integrada de bacia hidrográfica e de múltiplos usos da água (abastecimento público, irrigação, produção de energia, dentre outros), além do reconhecimento do valor econômico da água;
- detalhar, em nível de projeto executivo, as intervenções prioritárias selecionadas tanto nos estudos desenvolvidos quanto nos planos diretores elaborados.

O total de recursos previstos era de US\$ 330 milhões (reduzidos depois para US\$ 236,6 milhões), sendo US\$ 198 milhões originários do Banco Mundial e US\$ 132 milhões de contrapartida nacional. O governo federal e os governos estaduais deveriam aportar US\$ 62 milhões, e o *Japan Bank for International Cooperation* – JBIC aportaria US\$ 70 milhões.

O prazo de vigência previsto era de 07/1998 a 06/2003, com duração de 5 anos, tendo sido prorrogado para 31/12/ 2005.

Para efeito de gestão, o programa foi dividido nas seguintes partes ou componentes: GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS; ESTUDOS E PROJETOS; OBRAS PRIORITÁRIAS; GERENCIAMENTO, MONITORIA E AVALIAÇÃO. Havia um componente referente à bacia do São Francisco que acabou sendo financiado por outras fontes.

A unidade gestora era a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, atualmente Ministério do Meio Ambiente, e as atribuições foram posteriormente transferidas para a ANA. A execução de obras e a monitoria, avaliação e suporte ficaram a cargo do Ministério da Integração Nacional.

As ações foram executadas pelos estados participantes, por meio das Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos ou de órgãos similares. Os recursos eram repassados aos estados por convênios entre a ANA/MMA ou a SIH/MI e o estado beneficiário. Os recursos de Gestão dos Recursos Hídricos e Estudos e Projetos eram repassados aos estados de forma competitiva.

A Componente Gestão de Recursos Hídricos contribuiu para o avanço dos aspectos legais, institucionais, fortalecimento de órgãos gestores, implantação de sistemas de informações, capacitação de recursos humanos, para gestão participativa e apoio a comitês e para ampliação do sistema de monitoramento de informações.

Os principais resultados foram: estabelecimento de um marco regulador para o setor hídrico, marco regulatório de todos os estados do Nordeste, criação de 254 organizações de usuários de água, instalação de 13 estações hidrometeorológicas e de qualidade de água, estabelecimento de bases de dados hidrológicos em grande parte dos estados, supervisão de obras de implantação e recuperação de sistemas de abastecimento de água em cidades e áreas rurais (adutoras), de construção de barragens e recuperação de reservatórios, além de diversos cursos de capacitação técnica.



O Componente Estudos e Projetos contribuiu com: elaboração de planos de recursos hídricos, produção técnica voltada para os instrumentos de gestão, análises de viabilidade técnica e financeira de obras hídricas, planos de administração, operação e manutenção de obras de infraestrutura hídrica e levantamentos de disponibilidades hídricas. Os estudos e projetos passaram a ser conduzidos com escopo mais amplo e mais integrados.

Os principais resultados foram 6 planos de administração, manutenção e operação de adutoras; planos estaduais de 2 estados; planos diretores de 10 bacias estaduais; estudos de viabilidade e projetos básicos de engenharia de 45 empreendimentos; 46 estudos ambientais e de disponibilidade hídrica; e implantação de 8 projetos demonstrativos. A própria ANA, no seu processo de instalação, foi fortemente apoiada pelo projeto.

Em relação à Componente Obras Prioritárias, foram construídos 18 sistemas de abastecimento de água em cidades e áreas rurais (adutoras) e 30 sistemas simplificados de abastecimento de água, beneficiando 197.000 pessoas, construídas 3 barragens e recuperado o Sifão Umbranas, beneficiando 2.000.000 de pessoas em Fortaleza.

Foi fundamental a difusão de critérios de investimentos em obras hídricas, que, segundo o Tribunal de Contas da União - TCU, passariam a ser seguidos em todo investimento em obras desse tipo, o que levou a ANA a elaborar um atlas de Projetos de Obras para suprimento de água para mais de 1.000 cidades com mais de 5 mil habitantes. O Atlas fornece alternativas para os governos priorizarem as construções com base em sólidos estudos técnicos.

Outro avanço foi exigir que nenhuma infraestrutura hídrica de grande porte (mais de R\$ 10 milhões) pudesse ser construída com recurso federal sem que a ANA, após estudo técnico, certificasse a sustentabilidade hídrica e operacional do empreendimento.

Talvez a maior conquista do PROÁGUA/Semiárido tenha sido a possibilidade de iniciar e testar um modelo promissor, que privilegia uma interlocução com a sociedade, um planejamento criterioso e bons critérios para estudos de viabilidade.

Entre os benefícios do programa para a sociedade, destacam-se: redução dos índices de doenças de veiculação hídrica e da mortalidade infantil; queda na migração interna; disseminação de alguns polos de desenvolvimento industrial; melhorias no Índice de Desenvolvimento Humano – IDH; expressiva redução no valor do custo do metro cúbico da água no Semiárido, pela redução da necessidade dos carros-pipa ou da coleta manual da água; aumento do nível de organização técnico-institucional dos estados e da capacidade de lidar com a questão da água; consolidação da filosofia do programa mediante intensa formação de recursos humanos.

Pode-se concluir que o programa representou um esforço de mudança cultural, de dinamização e de fortalecimento do capital social, pré-requisitos de qualquer processo sustentável de desenvolvimento econômico, social, político e ambiental. Sinalizou para a importância de manter um banco de projetos com padrão de qualidade para que a qualquer momento possam ser priorizados, por critérios isentos, e executados. Foi utilizado com sucesso um critério de avaliação e priorização de obras que hoje é espelho para a administração pública.

Um grande empecilho foi a descontinuidade de equipe e de direção do projeto. A vinculação aos mecanismos de execução do Orçamento Geral da União – OGU gerou dificuldades na liberação de recursos afetando indicadores de desempenho gerencial, sendo importante identificar alternativas que privilegiem a desvinculação das regras de execução do orçamento do projeto das do OGU. Constatou-se a importância de elaboração de um plano de comunicação.

O trabalho de diversas organizações da sociedade civil (ONGs, associações rurais, organismos de igrejas, movimento sindical dos trabalhadores rurais, comitês, etc.) foi fundamental para o sucesso. O trabalho integrado com a sociedade civil fortaleceu a atuação das suas entidades representativas, garantindo, em parte, as condições necessárias ao desempenho eficiente do projeto. As rotinas de planejamento e execução do PROÁGUA/Semiárido são exemplos para projetos semelhantes.

O PROÁGUA/Semiárido deixa claro que a solução da intrincada equação que rege a relação entre homem e recursos naturais no Semiárido, com a água em especial, passa, necessariamente, por uma palavra: gestão.

Perspectivas futuras para o gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste

Analisando-se a evolução histórica do gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste, verifica-se que houve muitos avanços, principalmente nos últimos 20 anos, após o início das discussões que culminaram com a aprovação da Lei nº 9.433, em 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Entretanto, esses avanços ainda não são suficientes para superar os desafios que se colocam para o gerenciamento integrado de recursos hídricos no Nordeste, tampouco para atender às expectativas existentes no momento de comemoração de 15 anos da Lei nº 9.433/97.

Verifica-se que a implementação do arcabouço legal necessário para a gestão das águas conforme preconiza a política é satisfatório. A estrutura organizacional foi implementada em nível estadual – conselhos, secretarias de estado e órgãos gestores de recursos hídricos, porém ainda precisa ser fortalecida para garantir a continuidade das ações, programas e projetos.

Já a estrutura organizacional em nível de bacia hidrográfica – comitês, agências de bacia e comissões gestoras – ainda é incipiente.

Alguns instrumentos de gestão estão sendo implementados em todos os estados, como a outorga, os planos estaduais de recursos hídricos e os sistemas de informações. Todavia, os estágios de implantação variam muito entre os estados.

Porém, a implementação dos demais instrumentos – cobrança, enquadramento e planos de bacia – ainda é muito incipiente. Apenas o Ceará e parte da Bahia implementaram a cobrança, porém num modelo que se assemelha conceitualmente a uma tarifa pela prestação do serviço de adução de água bruta, sendo as principais decisões tomadas no âmbito do poder público estadual com participação muito limitada dos comitês de bacia.

Assim, verifica-se que, de forma geral, as instâncias e os instrumentos cuja implementação depende mais de iniciativa do poder público tiveram avanço maior do que aqueles que necessitam de participação dos usuários e da sociedade civil. Não obstante, existem casos específicos em algumas bacias hidrográficas onde se pode verificar significativo avanço na implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos.



Além disso, foram executadas muitas obras de infraestrutura hídrica visando ao aumento da garantia da oferta hídrica para o Semiárido. Entretanto, deve-se avançar na otimização do uso dos recursos hídricos disponibilizados nestas infraestruturas por meio de um processo de gerenciamento integrado mais eficiente.

Neste sentido, uma ferramenta que pode apoiar a superação deste desafio é o mapa de gestão, um exemplo de como podem ser direcionados os esforços na implementação da gestão de recursos hídricos no Semiárido e na busca na efetividade dos resultados.

O mapa de gestão apresenta classes que representam as bacias com diferentes graus de conflitos (complexidade do processo de gestão) e as ações necessárias em cada uma para a construção contínua e progressiva do SINGREH (Tabela 10.1). Para as regiões semiáridas, pode-se, *grosso modo*, inferir que a maior parte das bacias será enquadrada na Classe D, ou seja, com conflitos pelo uso da água generalizados e com maior complexidade. Assim, são necessárias ações de gestão em um nível avançado, incluindo a implementação de agência de água e cobrança pelo uso, que necessitam de uma base de informações robusta e um cenário institucional mais consolidado.

Tabela 10.5 – Classes de gestão

A	B	C	D
Bacias com usos pontuais e dispersos – ausência de conflitos	Conflitos pelo uso da água em sub-bacias críticas	Bacias com conflitos pelo uso da água com maior intensidade e abrangência	Bacia com conflitos pelo uso da água generalizados e com maior complexidade
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento básico • Base de dados nível A • Outorgas para usos significativos selecionados • Macro balanço hídrico e estudos estratégicos de planejamento • Instância de articulação entre os estados e a União 	<ul style="list-style-type: none"> • Aperfeiçoamento do monitoramento em sub-bacias ou seções críticas • Base de dados nível B • Outorgas para sub-bacias críticas em com conflitos • Planos de recursos hídricos e enquadramento para sub-bacias críticas • Comitês em sub-bacias (onde necessários) 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento específico para acompanhamento de metas de gestão e de enquadramento • Base de dados nível C • Outorgas para toda a bacia • Planos de recursos hídricos e enquadramento para Bacia • Comitê da bacia 	<ul style="list-style-type: none"> • Agência de água e cobrança pelo uso

Fonte: Nota Técnica Conjunta nº 07 / 2009/ SAG/ SOF/ SPR - Documento ANA – 00000.22609/2009.

No entanto, deve-se ponderar também se não seria pertinente reavaliar a forma de implementação do gerenciamento integrado de recursos hídricos frente à sua realidade específica da Região Nordeste. Nesta reavaliação, um dos principais aspectos a ser considerado, e que diferencia a região do restante do país, é a escassez hídrica.

A escassez hídrica tem impactos sobre a definição da unidade territorial para implementação do gerenciamento integrado e também sobre a sustentabilidade financeira dos sistemas de gerenciamento.

Verifica-se, por exemplo, que a cobrança pelo uso de recursos hídricos não será suficiente para cobrir os custos de construção, operação e manutenção das infraestruturas hídricas necessárias para garantir a disponibilidade de água e ainda permitir a criação de agências de bacia e financiar ações de recuperação dos corpos d' água.

Assim, faz-se necessária a busca por mecanismos alternativos para garantir a sustentabilidade financeira dos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos do Nordeste.

Deve-se ainda melhorar os mecanismos de acompanhamento das ações e dos resultados não só para fazer uma avaliação efetiva dos avanços alcançados como para divulgá-los para a sociedade e para a comunidade científica, que poderão propor mecanismos de melhoria contínua do processo.

Neste sentido, deve-se avançar na implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Com uma base de dados robusta, é possível definir melhor onde e que ações são necessárias e realizá-las de forma que seja possível controlar a sua efetividade.

Um exemplo da complexidade da gestão de recursos hídricos na região semiárida e do desafio para a gestão nos próximos 5 anos é o Projeto de Integração das Águas do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), uma obra de grande porte e interesse social, que visa ao aumento da oferta e da garantia da disponibilidade hídrica da região, para conferir sustentabilidade ao seu crescimento econômico.

O PISF não se resume à construção de reservatórios, canais, adutoras, estações de bombeamento, entre outras obras de engenharia. Para a sua consolidação, é necessária a criação de um arcabouço de gestão que inclui: criar e definir a entidade operadora federal/estaduais; implementar mecanismos que garantam a sustentabilidade financeira do empreendimento; elaborar o plano de gestão anual, que definirá as vazões a serem entregues a cada usuário; e recuperar e delegar aos estados a operação e manutenção dos reservatórios de domínio da União.

Evidencia-se que no PISF há necessidade de um arranjo institucional bastante complexo, que envolve sete unidades da federação na bacia doadora e quatro¹² na receptora. Considerando seu pioneirismo, porte e complexidade, são esperadas muitas discussões durante a sua implementação, o que even-

12 O estado de Pernambuco pertence a as ambas bacias doadora e receptora.



tualmente ensejará ajustes e refinamentos no processo de gestão. Espera-se que este processo contribua não só para o aumento da garantia de água para o desenvolvimento do Semiárido, como também para o desenvolvimento do SINGREH como um todo.

Com a implementação do PISF e se vislumbrando o crescimento da demanda por água no Semiárido, outras alternativas de aumento da disponibilidade hídrica devem ser estudadas. Entre elas, não se deve descartar a possibilidade de executar outras transposições de águas entre bacias para aumentar a oferta de água no Semiárido.

Mais adiante, visando aumentar a garantia da disponibilidade hídrica em nível nacional, pode-se inclusive estudar alternativas de integração cada vez maiores entre as bacias hidrográficas, a exemplo do que já ocorre hoje no setor elétrico, com o Sistema Interligado Nacional.



Capítulo 11

Integração de bacias hidrográficas

Luiz Gabriel T. de Azevedo¹

Introdução

Neste capítulo, são abordadas algumas questões relevantes sobre projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas. Tais projetos têm sido desenvolvidos no Brasil, e em várias partes do mundo, como alternativas viáveis para atender às crescentes demandas hídricas. Nas seções seguintes, são apresentados exemplos de sistemas de transferência de água entre bacias 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, a implementação e a operação de complexos projetos de transferência de água.

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.

A importação de água por meio da transferência dentro de uma mesma bacia ou entre bacias hidrográficas diferentes é uma das alternativas para solucionar crescentes problemas de déficit hídrico. Projetos desta natureza estão documentados na história do Egito antigo, Assíria, China e Império Romano. Foram construídos com o objetivo de suprir demandas para abastecimento humano e irrigação.

¹ Diretor de Sustentabilidade da Empresa Odebrecht Energia

Atualmente, os projetos de transferência de bacia têm um objetivo mais amplo, definido como segurança hídrica. Destinam-se a aumentar o nível de garantia de suprimento de água para sistemas de recursos hídricos, considerando-se, inclusive, seus usos múltiplos. A garantia de suprimento de água determina a obtenção de ganhos adicionais (sinergia) por meio de uma operação otimizada nos sistemas existentes nas bacias receptoras. Estas considerações tornam-se ainda mais relevantes diante dos novos desafios impostos pelos processos de mudanças climáticas com possível agravamento na magnitude de eventos extremos tais como secas e enchentes.

As transferências entre bacias normalmente envolvem maior grau de dificuldade por se lidar com possíveis realidades socioeconômicas 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 que ligará as duas bacias. Em várias partes do mundo, 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, hidroeletricidade, 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. 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 semiáridas, 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. Na esfera socioeconômica, é importante estar atento para os impactos na estrutura fundiária de regiões doadoras e receptoras, principalmente aqueles associados a mudanças no uso do solo e ocupação de regiões historicamente estabelecidas por novos vetores econômicos.

Não existem projetos de transferência de água totalmente isentos de impactos, característica usual a quaisquer outros projetos de infraestrutura. A questão a se considerar é a real magnitude destes impactos e o grau em que a sustentabilidade das regiões envolvidas será afetada. O pressuposto básico consiste no fato de que os benefícios para uma região devem superar os custos 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, 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 socioeconômico 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.

Experiências internacionais

O interesse por sistemas de transferências de água aumenta na medida em que sua disponibilidade diminui ou a demanda para diferentes usos cresce 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 & ISRAEL, 1995b).

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

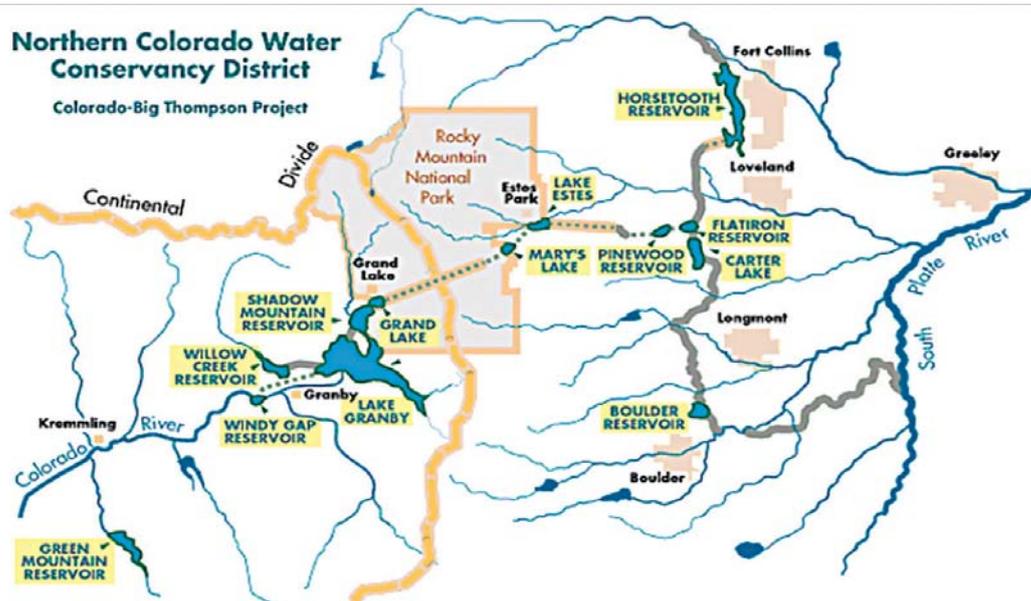
Nesta seção, serão analisadas experiências de projetos de transferência de águas entre bacias em diversos países. Também é apresentado o caso do tratado do rio Colorado que, apesar de não se tratar diretamente de um projeto de transferência, tem comportamento semelhante a estes em termos de uso consuntivo da água e de gerenciamento de recursos hídricos.

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, 3 estações elevatórias com uma capacidade de bombeamento instalada de 30,6 m³/s 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 de diâmetro de 3 metros. O projeto tem uma capacidade de geração de 183,95 MW de energia por meio de 7 usinas hidrelétricas e armazena 1,25 bilhão de m³ em seus reservatórios.

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 1930, 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.



Fonte: NCWCD, 2005.

Figura 11.1 – Esquema da transferência de água do reservatório de Windy Gap para o sistema C-BT

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. 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 1970. 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 1990, recuou para 1,1 mil dólares. Por volta de 2005, os preços praticados por unidade foram de aproximadamente US\$ 11,5 mil. Este valor refere-se, exclusivamente, ao direito de uso da água. Adicionalmente, o usuário precisa pagar uma tarifa anual para cada unidade utilizada, sendo que, para a agricultura, o valor era da ordem de US\$ 8,20 enquanto, para indústrias e municípios, o valor ficava em torno 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 Projeto 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 infraestruturas. Foi também estabelecida uma compensação financeira decorrente das perdas de arrecadação de impostos pela tomada de terras em alguns municípios do oeste do Colorado para o projeto.

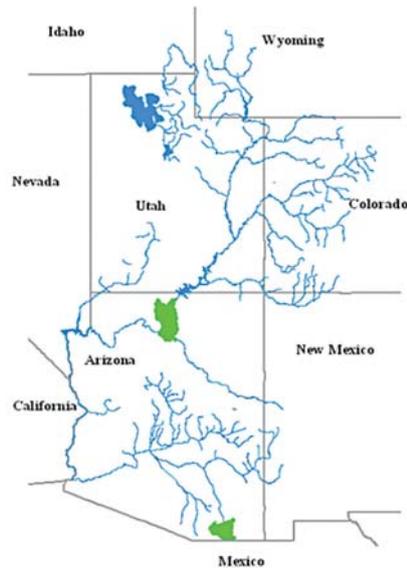
Alguns dos impactos positivos provocados pelo projeto, que desempenharam importante papel para o desenvolvimento econômico da região, consistiram no aumento (i) das fontes renováveis de geração de energia hidrelétrica para o crescimento dos municípios, indústria e agricultura, e (ii) do abastecimento 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.

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 11.2 ilustra o curso do Colorado e os estados americanos percorridos. As vazões médias anuais do rio, na estação fluviométrica de Lees Ferri, repre-



sentando 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.



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

Figura 11.2 – Bacia do rio Colorado

Dentre estas obras, são bastante conhecidas a Hoover Dam, próxima a Las Vegas, formadora do lago Mead e construída nos anos 1930 como parte da estratégia de combate à recessão, e a barragem de Glen Canyon, construída nos anos 1960, junto à divisa dos estados de Utah e Arizona.

O Tratado do rio Colorado, envolvendo os sete estados da bacia, 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 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*”², 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.

O tratado estabeleceu regras também para os anos atípicos (úmidos e secos) e coube ao ministro do Interior, no papel de *Water Master*³, 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. O Arizona finalmente aderiu ao tratado em 1944 e, em 1963, a Suprema Corte estabeleceu a divisão entre os estados de jusante.

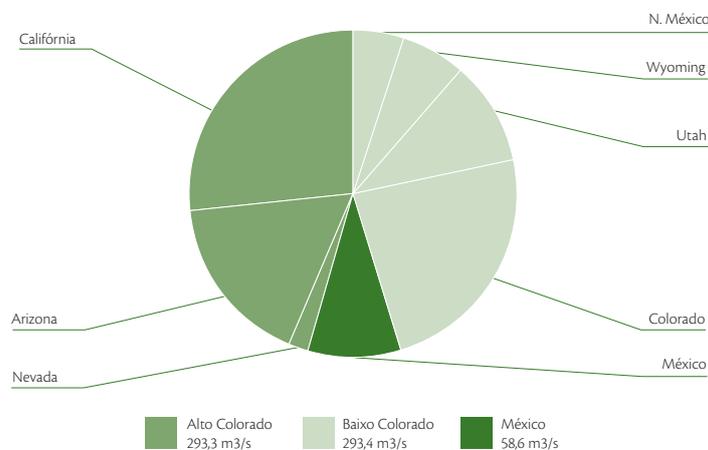
Também em 1944 foi assinado o Tratado Mexicano entre os Estados Unidos e o México, garantindo ao segundo a parcela de 1.850 hm³/ano (58,6 m³/s). A Figura 11.3 apresenta uma visão geral da repartição das águas do rio Colorado entre os estados de sua bacia hidrográfica.

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 tranquila: 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.

2 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.

3 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.

4 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).



Fonte: adaptado de USBR, 2005.

Figura 11.3 – Repartição das águas do rio Colorado entre os estados de sua bacia hidrográfica

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.

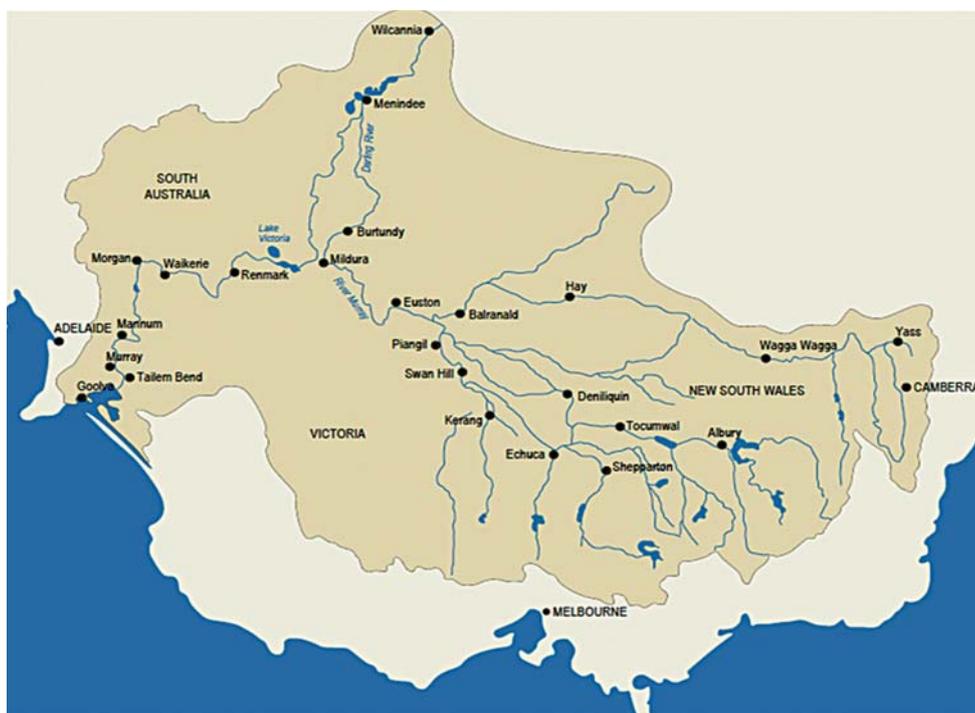
Vale destacar igualmente os suportes políticos, legais e institucionais sólidos utilizados no caso em tela para a conveniência e necessidade de regular o uso do rio, constatável em itens, a saber:

- xvii) todos os tratados necessitam da aprovação do Congresso, para então adquirirem força de lei;
- xviii) o papel do *Water Master* é exercido pela mais alta autoridade administrativa do setor, o ministro do Interior; e
- xix) 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).

Sistema hidrelétrico das montanhas 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 abastecimento urbano do sudeste australiano (Figura 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 50% 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).



Fonte: Adaptada de River Murray Urban Users, 2005.

Figura 11.4 – Sistemas do rio Murray



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 Estudo de Impacto Ambiental (EIA). 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 e nitrogênio) 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 (HIRJII, 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).

Projeto de transferência de água de Wanjiashai – 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 infraestrutura existente.

O *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. Desde os primeiros estágios de implementação, em 1998, o projeto contou com a realização de reformas institucionais, medidas de controle da poluição, gestão de resíduos industriais, coleta de esgoto e estratégia de tratamento de efluentes (WBG, 2004a).

Os contratos para as obras foram assinados em 2001. O custo total do empreendimento foi estimado em US\$ 1,6 bilhão, dos quais US\$ 400 milhões foram financiados pelo Banco Mundial. O

financiamento foi concedido a partir de análises criteriosas de custo-benefício e de viabilidade financeira do projeto. Além disso, os impactos socioambientais 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 para o canal de derivação 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 uma vazão de 20,5 m³/s, por aproximadamente 100 km no sentido meridional. O eixo norte 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 do que os custos ambientais e sociais. Os principais desafios ambientais e sociais apontados compreenderam: reassentamento, perda de terras e aumento no fluxo de efluentes proveniente do grande volume de água transposta. Em operação plena, o sistema transporá 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, o que poderia exigir um aumento no volume de água transposto (WBG, 2004b).

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:

- Na conclusão 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. Este processo foi confuso e demorado, causando disputas e desgastes institucionais.
- 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. Esta degradação foi acentuada por fatores externos ao projeto como uso da terra e aumento da atividade agrícola. 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 está sendo fechada, 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 infraestrutura existente precisariam se unir e ser mais eficientes de modo a garantir que as condições ambientais e sociais não se agravem em face da crescente demanda econômica. A falta de um modelo institucional para a operação e manutenção do projeto quando do início da sua implantação foi apontado com uma falha que não deveria ser repetida em projetos futuros.

Projeto hídrico das montanhas de Lesotho– Lesotho/África do Sul

Um acordo binacional, celebrado entre os governos de Lesotho e da África do Sul, em 1986, viabilizou a implantação do *Lesotho Highlands Water Project* – Projeto Hídrico das Montanhas de Lesotho (LHWP), com o objetivo de exportar 70 m³/s de água 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.

O tratado prevê a implantação de duas fases distintas e que foram parcialmente financiadas pelo Banco Mundial. A Fase 1^a, concluída em 1998 com um custo de US\$ 2,5 bilhões, transfere 17 m³/s. É composta pelo reservatório de Katse (Figura 5), situado na parte central das montanhas Maluti, com capacidade para 1,950 milhão 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 1^B, 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 11.6) 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).



Fonte: LHWP, 2004.

Figura 11.5 – Fotos da barragem de Katse e da torre de captação

Os principais objetivos do projeto foram: (i) proporcionar a 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; (ii) proteger o meio ambiente e aplicar ações compensatórias para os impactos ambientais e sociais associados ao projeto; (iii) maximizar o desenvolvimento correlato, em Lesotho; e (iv) auxiliar a África do Sul no desenvolvimento da alternativa de menor custo em termos de abastecimento de água para a região de Gauteng.



Fonte: WBG, 2003.

Figura 11.6 – Foto da barragem de Mohale

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 de um programa de 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 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

(PNUD), a Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura (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, organizações não governamentais (ONGs), funcionários do governo e representantes das comunidades afetadas.

Os dois governos se comprometeram, na assinatura do tratado, a 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).

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 para a regularização de vazões ecológicas foi aprovada em 2002 e procedimentos detalhados para a sua implantação 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 consequência foi a erosão no rio Ash causada pela vazão adicional transposta. 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.

A transposição Tajo-Segura – 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 (BALLESTERO, 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 é de 242 m e o volume médio de água transferido da ordem 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 mínima remanescente para preservação das funções do habitat hídrico – também conhecida como 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.

Projeto Especial Chavimochic – Peru

No Peru, o Projeto Especial Chavimochic, de usos múltiplos, foi 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. 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:

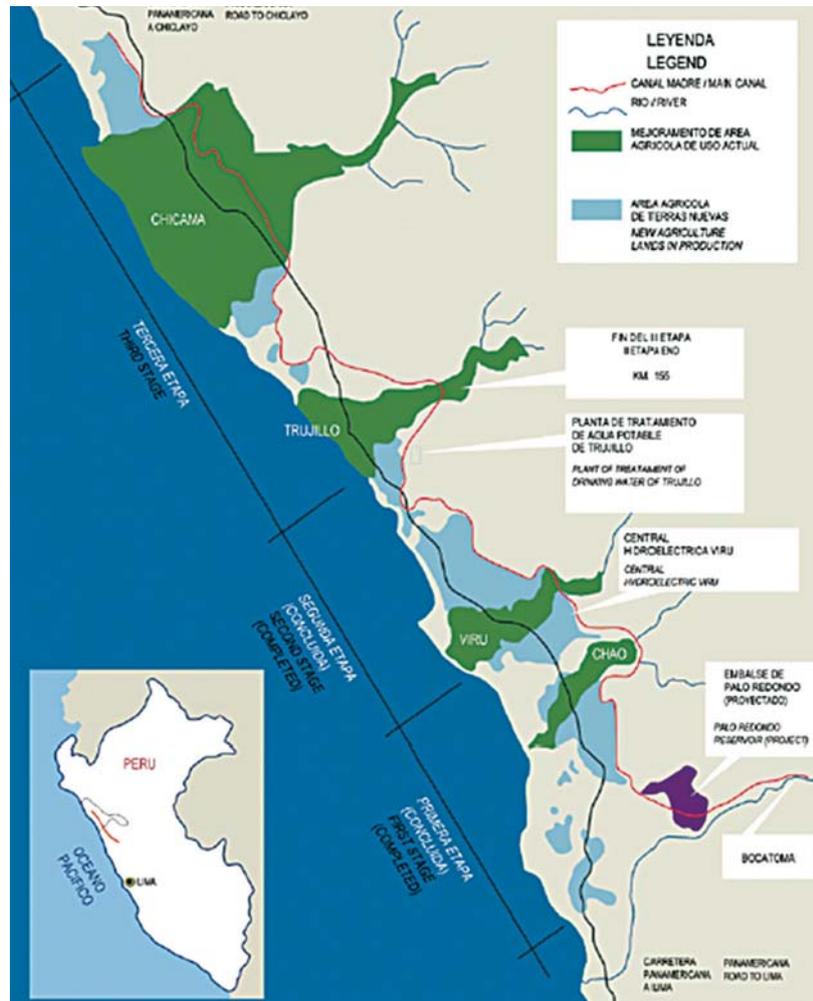
- Tomada d'água localizada no rio Santa, com capacidade para 105 m³/s;
- Desarenador, com capacidade para remoção de 2,7x10⁶ ton/ano de sedimentos;
- Três centrais hidrelétricas, duas de 300 KW e uma de 7,5 MW;
- Estação de tratamento de água com capacidade de 1 m³/s, para abastecimento de Trujillo;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

As principais obras de infraestrutura de irrigação foram realizadas na primeira e na segunda etapa do projeto, servindo atualmente aos vales dos rios Chao, Virú e Moche, estando em projeto as obras da terceira etapa. A Figura 11.7 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.

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 há 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 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).



Fonte: PEC, 2005.

Figura 11.7 – Etapas de desenvolvimento do Projeto Especial Chavimochic

Os agricultores da região ainda utilizam mais água do que o necessário para irrigação de suas culturas. 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.

Experiências brasileiras

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 1950; (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 1970; (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 1950, 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. Alguns deste projetos são apresentados nesta seção.

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, a 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 Paranaíba (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 11.8). 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

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. Fala-se, por exemplo, sobre um amplo projeto de despoluição do rio Tietê como parte das medidas compensatórias. Tal projeto deveria, entretanto, ser analisado sob a perspectiva da possibilidade efetiva de se atingir o objetivo de despoluição desejado e da relação custo-benefício para que este objetivo seja alcançado.

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.

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, Jacaré, Cachoeira e Atibainha, além do reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri. O sistema Cantareira, por sua vez, é operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo³– 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 Jacaré, 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 a manutenção das vazões mínimas no período seco (CASTRO, 2003).

Desde a construção do sistema, existe um conflito latente pelo fato de as represas terem sido construídas sem a necessária discussão e anuência da população da bacia. Nessa época, o regime polí-



tico 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 tem comprometido a preservação da qualidade da água devido ao despejo de esgoto doméstico.

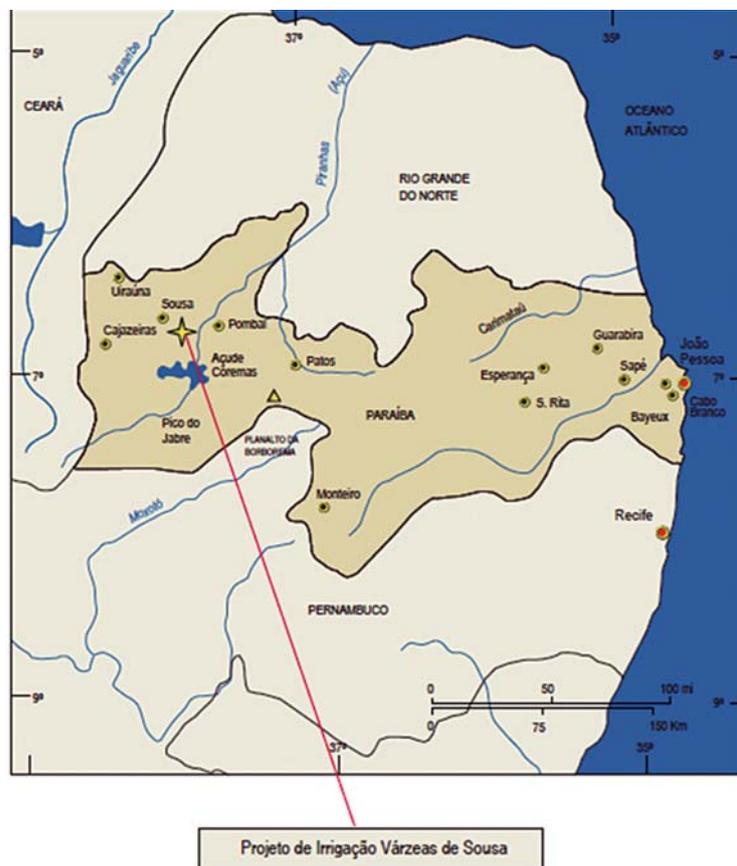
Estes problemas exigiram um debate mais amplo sobre a problemática dos recursos hídricos da bacia, levando à constituição do primeiro comitê de bacias no país, o Comitê de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ). O precursor foi um grupo de técnicos, inicialmente formado por representantes da SABESP, Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL)⁵ 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 No 1213, de 06 de agosto de 2004) determina que a operação do sistema observe 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. 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.

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

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, sofreu um enorme atraso.



Fonte: Adaptada de MIN, 2004a.

Figura 11.9 – Localização do projeto Várzeas de Souza, estado da Paraíba



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 bilhão de m³. Os rios Piancó e Aguiar são afluentes do açude Coremas e suas bacias têm uma área de quase 8.000 km² (Figura 11.9). O custo total inicialmente estimado para o projeto foi de R\$ 64,7 milhões. Os longos atrasos na implementação dos sistemas e as frequentes modificações de projetos resultantes de um processo de planejamento deficiente contribuíram para elevar, significativamente, os custos de implantação deste projeto.

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 socioeconômicos 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).

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

O rio Paraíba do Sul nasce na confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, em São Paulo, percorrendo aproximadamente 1.120 km na direção oeste para leste, até alcançar o oceano Atlântico ao chegar ao 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 alta densidade demográfica populacional, elevada concentração de população urbana (próxima a 90%) e diversificado parque industrial. Sua população atingiu cerca de 5,5 milhões de habitantes em 2000 (IBGE, 2005) (Figura 11.10).



Fonte: Johnson et al., 2003.

Figura 11.10 – A bacia do rio Paraíba do Sul com indicação dos afluentes de domínio estadual e federal

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 Produto Interno Bruto (PIB) nacional (MAGALHÃES & 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 a 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).

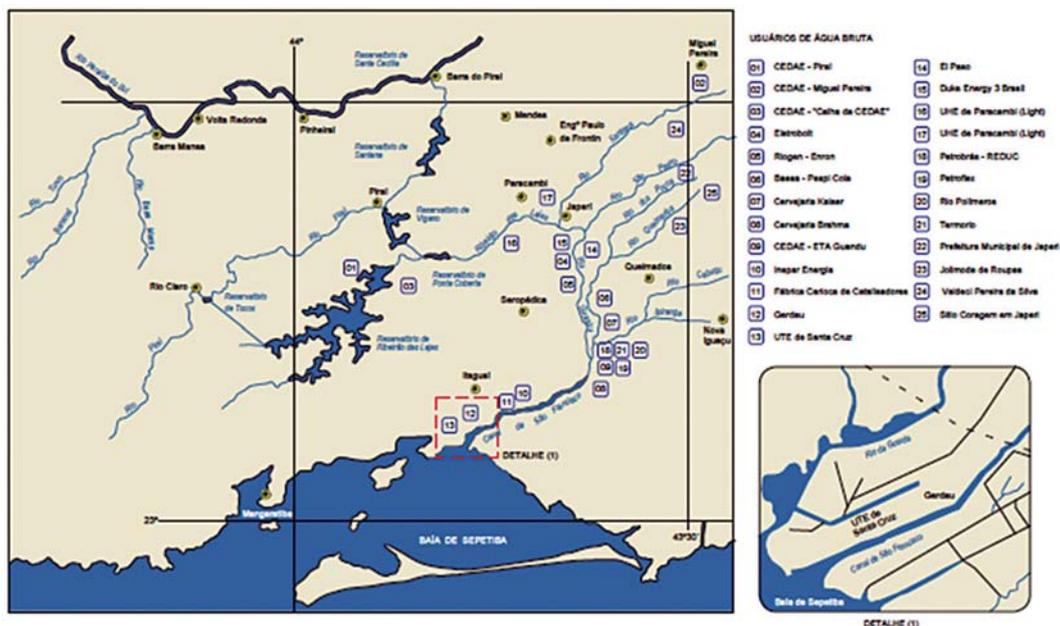
O Complexo Hidrelétrico de Lajes, de propriedade da Light Serviços de Eletricidade S.A., é responsável pela retirada de uma vazão significativa de até 180 m³/s da bacia do rio Paraíba do Sul (cerca de 2/3 da vazão regularizada desse rio), transposta para a bacia do rio Guandu. Deste valor, 160 m³/s correspondem 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 11.11). 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).

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.

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 Piraí 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 & CAMPOS, 2005).



Fonte: Adaptada de Campos et al. 2003.

Figura 11.11 – Esquema geral da transposição do rio Paraíba do Sul Complexo Hidrelétrico de Lajes

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.



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 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 limitam a possibilidade de utilizar fórmulas encontradas em projetos elaborados em outros países para solucionar problemas específicos locais. Entretanto, não se pode desprezar o fato de 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.

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 são necessários para garantir o cumprimento dos compromissos de todas as partes envolvidas e os benefícios a que têm direito. 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. 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 do projeto SMHS na Austrália, 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.

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 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 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.

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 corresponsabilidade 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 ideia da disposição que a sociedade tem para pagar pelos custos do projeto. O comitê de bacia hidrográfica é a instância 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 a 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 NCWCD.

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 Jundiáí, 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 Jundiáí. Mais recentemente, instituiu-se também o Comitê Federal destas bacias com base na Lei 9.433. 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.

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, 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 operação e manutenção devem ser providos pelos beneficiários, 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.

Duas 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 imóveis⁶. 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

⁶ No Brasil, há experiências localizadas de titularidade de direitos de uso da água, com registro em cartório, como o caso da Fonte Batateiras, no sul do Ceará.

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 em que 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 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, por meio de um mercado de água, podem apresentar, em diversas situações, vantagens no processo de transferência de água, pois os mecanismos econômicos tendem a estabelecer uma maior eficiência do uso do recurso (BALLESTERO, 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 admitido⁷. De acordo com a Lei 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 os recursos financeiros só poderão ser movimentados por instituições públicas, tendo, obri-

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



gatoriamente, que passar pelo Orçamento Geral. 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.

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, podem-se verificar, por exemplo, 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, dentre outros, 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 ambientais 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 (HIRJI, 1998).

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.

Adoção de medidas compensatórias

Quando se trata do aproveitamento da água, não é incomum 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.

A definição destas medidas pode constituir problema complexo e de difícil resolução porque frequentemente são afetados por fatores emocionais, interesses conflitantes, expedientes políticos, 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.

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.

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.

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; (c) cobrança por serviços onde estão incluídos os custos de operação e manutenção; 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, respectivamente. Isso caracteriza um subsídio desses usos em benefício do 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, 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 (BALLESTERO, 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 (OCDE, 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.

No Brasil, a cobrança pelo uso da água foi iniciada de forma pioneira na bacia do rio Paraíba do Sul e sua implantação efetiva caminha lentamente, muito aquém do que estava previsto quando da aprovação da Lei de Águas 9.433/97. Isto tem se constituído em um dos maiores desafios para o aprimoramento da gestão e um uso mais eficiente dos recursos hídricos no país.

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.

Conclusões e recomendações

A política de gestão de recursos hídricos no Brasil, instituída há quase 15 anos, ofereceu um importante arcabouço para uma gestão mais organizada e moderna. Os princípios consagrados pela 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 constituíram importante avanço nas políticas públicas do país. Esta importante base legal oferece fundação sólida para a implantação de projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas em consonância com as melhores práticas internacionais. Infelizmente, a implantação efetiva dos princípios da Lei de Água tem ocorrido de forma lenta e fragmentada, e é necessário mudar esta situação. Em paralelo, o país embarcou na implantação de importante projeto de interligação de bacias na Região Nordeste, que merece um tratamento compatível com a sua potencial importância. É diante deste 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.

O sucesso no gerenciamento das complexas relações políticas, sociais e interinstitucionais 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 compen-

sações necessárias, viabilizaram o estabelecimento de projetos de transferência de água. É importante frisar que as medidas compensatórias devem ser discutidas, levando-se em conta as particularidades e os interesses das bacias envolvidas. Obras de transposição costumam acirrar aspectos políticos e emocionais que deverão ser resolvidos ou minimizados por processos de negociação e legitimação, para não 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 *ganha-ganha* (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.

Mais recentemente, a ampliação de uma percepção global sobre a aceleração do processo de mudanças climáticas, contribuindo para o aquecimento do planeta e a consequente ampliação de eventos críticos, tais como secas prolongadas ou enchentes de grande magnitude, implica maior complexidade para o desenvolvimento de novos projetos de transferência de água entre bacias hidrográficas. Questões relativas a possíveis mudanças nos padrões de precipitação ou de temperatura das regiões consideradas deverão ser levadas em conta nos estudos para elaboração de novos projetos. Por outro lado, a maior flexibilidade para a operação de sistemas de recursos hídricos resultante da implantação de projetos que permitem o transporte de água entre regiões com características diferentes pode ser uma importante ferramenta para a gestão de recursos hídricos em um mundo com maior variabilidade climática.

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 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.



A água pode ser indutora do bem-estar e saúde das populações, além do desenvolvimento social e econômico de vastas regiões. Entretanto, para que este recurso se transforme efetivamente em riqueza, saúde e melhores condições de vida, faz-se 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. Torna-se então necessário que a implantação de projetos seja acompanhada pela prática de gestão eficaz e sustentável dos sistemas para que as águas transpostas efetivamente produzam os benefícios sociais e econômicos almejados.

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.

Por esta razão, a formulação de planos para implementação de grandes projetos deve incluir processos holísticos e multidisciplinares que analisem os custos e benefícios e/ou os impactos positivos e negativos a partir de uma visão ampla de desenvolvimento regional e da gestão integrada dos recursos hídricos.



Capítulo 12

Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF

Carlos Motta Nunes¹

Introdução

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF), conhecido como Transposição do São Francisco, é uma grande obra de infraestrutura hídrica, construída com recursos da União, que visa garantir o suprimento contínuo de água para algumas regiões dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Trata-se de dois conjuntos de canais, aquedutos, túneis e estações de bombeamento de água, denominados Eixo Norte e Eixo Leste, que transportam uma parcela das águas do rio São Francisco, no estado de Pernambuco, até alguns açudes estratégicos que abastecem as regiões atendidas pelo projeto.

O Eixo Norte, que abastece as bacias hidrográficas dos rios Apodi, Piranhas-Açu e Jaguaribe, bem como as bacias dos Rios Brígida e Terra Nova, na própria bacia do rio São Francisco, tem cerca de 500 km de extensão, desde a sua captação, na altura de Cabrobó - PE, até o ponto de entrega das águas ao estado do Ceará, no riacho dos Porcos. Suas estruturas têm capacidade de transporte de até 99m³/s.

Por sua vez, o Eixo Leste foi dimensionado para transportar até 28m³/s, com uma extensão total de 225 km, entre a captação, no reservatório da Usina Hidrelétrica Itaparica, próxima a cidade de Floresta, em Pernambuco, e o Açude Poções, na cidade de Monteiro, na Paraíba. Suas águas aumentarão a disponibilidade hídrica nas bacias do Rio Paraíba, no estado de mesmo nome e do Agreste Pernambucano, por meio do denominado Ramal do Agreste, canal complementar ao projeto.

¹ Agência Nacional de Águas (ANA)

A população beneficiada pelo projeto é estimada em 12 milhões de pessoas de 89 municípios, no horizonte de projeto do ano 2025.

Dado ao seu porte, à grande polêmica envolvida e ao potencial de mudanças socioeconômicas decorrentes do projeto em sua área de influência, justifica-se um capítulo exclusivo nesta publicação, abordando seu histórico, desde a concepção até o arranjo institucional para a sua operação, passando pelas suas características principais e alternativas ao projeto.

Os tópicos a seguir detalharão os assuntos descritos neste capítulo.

Histórico e concepção

Conforme descrito em outros capítulos, a ocorrência de secas no Brasil acompanha a história do país desde os tempos de Colônia. Entre 1721 a 1727, por exemplo, para amenizar os efeitos da seca, a Coroa Portuguesa enviou navios de mantimentos à região (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2001).

Seca no Nordeste é um fenômeno recorrente. No intervalo de 200 anos entre os séculos XIX e XX, foram registrados 50 anos secos na região, afetando significativamente a vida da população local (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2001).

No Semiárido Nordestino, região abrangida *grosso modo* pelos municípios situados dentro da isoietas² de 800 mm de chuva anual, a situação é mais preocupante devido principalmente às suas condições naturais. Em termos relativos, chuvas anuais de 800 mm não caracterizam uma região seca. Em Paris, França, por exemplo, a média anual de chuvas também é inferior a esse valor. No entanto, no Semiárido, as chuvas são muito concentradas em apenas 3 ou 4 meses durante o ano, o que explica a necessidade de reservação da água, por meio da construção de açudes, obras típicas da região. Some-se a isso o alto índice de evaporação devido à insolação. Enquanto a chuva média anual é de 800 mm, a evaporação média anual é de mais de 2.000 mm. Por isso, costuma-se dizer que, no Semiárido, “chove para cima”. Por outro lado, em Paris, as chuvas são regularmente distribuídas durante o ano e a evaporação é baixa.

No Nordeste Setentrional, que compreende os estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, a situação é agravada pela geologia local. Grande parte da região, excetuando-se

² Isoietas correspondem à representação espacial das curvas que unem pontos de mesma precipitação (mm de chuva) para um período determinado.



a zona costeira, situa-se sobre a formação geológica denominada Cristalino. Essa formação é rasa, aflorando em várias regiões, e impermeável, o que faz com que as águas das chuvas sigam rapidamente para os leitos dos rios e daí para o mar e não se infiltrem no subsolo de forma a recarregar os aquíferos. Esse conjunto de características naturais leva a uma situação de inexistência de rios perenes na região.

Percebe-se, portanto, que a gestão dos recursos hídricos é de fundamental importância no Nordeste Setentrional. É necessário gerenciar adequadamente as águas dos açudes da região, de forma a superar os períodos secos com os menores impactos possíveis. No entanto, conforme relatado anteriormente, não existe um padrão cíclico para ocorrência das secas e o gestor de recursos hídricos, responsável pelo gerenciamento dos açudes, tem que tomar decisões que afetam a vida de milhares de pessoas: caso ele permita a utilização integral do volume útil dos açudes pela população, ele promoverá as atividades econômicas da região, como a agricultura irrigada, por exemplo. Entretanto, caso não chova no ano seguinte o suficiente para reencher o açude, poderá estar sendo comprometida até mesmo a disponibilidade de água para o consumo humano. Por outro lado, se o gestor não libera a água do açude para precaver-se de uma seca nos próximos anos, ele está garantindo o suficiente para o consumo humano, mas comprometendo o uso econômico da água e, conseqüentemente, o desenvolvimento econômico da região, além de perder uma importante parcela por evaporação. Essa situação pode ser chamada de “o dilema do gestor de recursos hídricos do Nordeste”.

Nesse contexto, se enquadra o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF. Ao disponibilizar uma fonte hídrica segura durante todo o ano para o abastecimento do Nordeste Setentrional, o rio São Francisco oferece a solução para o dilema do gestor de recursos hídricos no Nordeste, que poderá então utilizar toda a capacidade útil dos açudes existentes sabendo que, em caso de seca, poderá “abrir a torneira” no São Francisco e reencher seus açudes. Além disso, ao manter os reservatórios em níveis mais baixos, conseqüentemente alagando uma área menor, reduzirá a parcela de perdas por evaporação, parcela que também poderá ser utilizada para o suprimento das demandas da região. Esse ganho de água decorrente da redução das perdas por evaporação é chamado de “sinergia” do projeto.

Descrição do projeto

Desde o segundo Império, D. Pedro II já imaginava uma solução para as secas do Nordeste, levando as águas do São Francisco. A ideia não foi à frente por não existirem, à época, recursos técnicos para sua construção. Muitas discussões ocorreram desde então e o projeto, como está concebido, foi proposto pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) em 1985, sendo

aperfeiçoado pelo então Ministério da Integração Regional em 1994. Os estudos foram retomados em 1997 pela Secretaria Especial de Políticas Regionais - SEPRE, no âmbito do Conselho de Governo, e continuados pelo Ministério da Integração Nacional, a partir de agosto de 1999 (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2001). A versão atual do projeto e que deu origem às obras já em andamento foi elaborada pela Fundação de Ciências e Tecnologias Espaciais (FUNCATE) em 2001.

O Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional consiste na construção de estruturas para retirada, bombeamento e transporte de uma parcela das águas do rio São Francisco a algumas bacias hidrográficas dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. O projeto é composto por dois eixos que, por sua vez, são divididos em trechos:

- Eixo Norte, dividido nos trechos I, II, III, IV e VI;
- Eixo Leste, composto pelo trecho V e pelo Canal do Agreste Pernambucano.

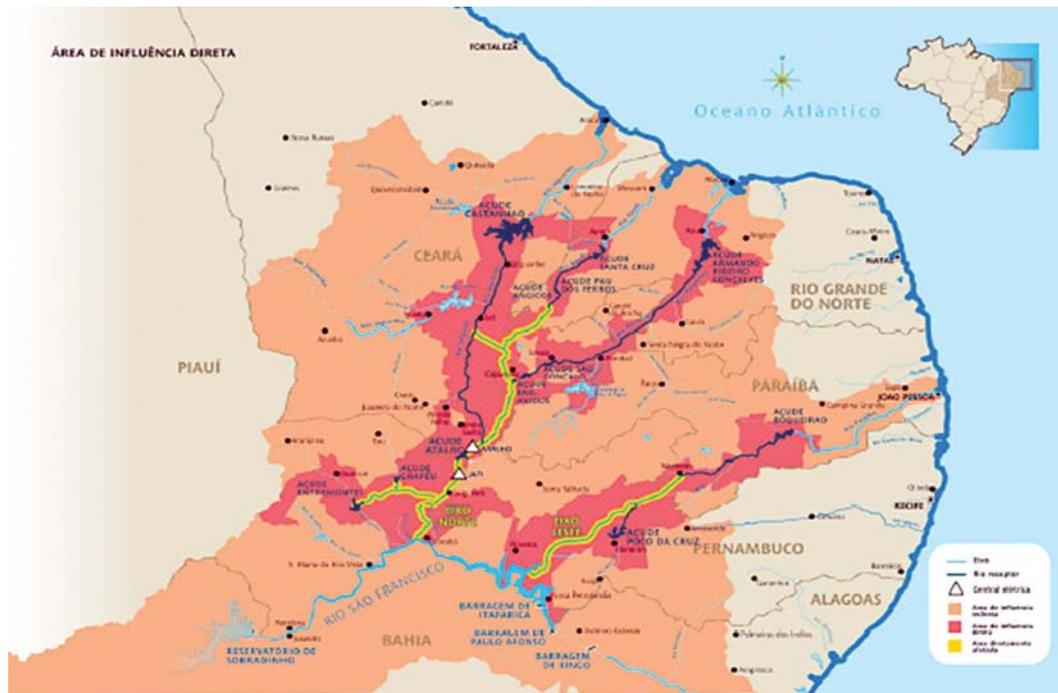
A Figura 12.1 apresenta um desenho esquemático do projeto, com sua respectiva área de influência direta.

As obras em ambos os trechos incluem a construção de canais, estações de bombeamento, aquedutos, túneis, barragens, hidrelétricas, linhas de transmissão e estruturas complementares, estando orçadas em R\$ 4,5 bilhões em valores de 2005.

A área de abrangência do projeto é de cerca de 66,500 km², beneficiando uma população projetada de 12 milhões de habitantes em 2025, de 89 municípios nos quatro estados atendidos.

Os principais benefícios do projeto são decorrentes do aumento da segurança hídrica, uma vez que, ao assegurar uma fonte constante de água ao Nordeste Setentrional, o gestor de recursos hídricos poderá disponibilizar as águas armazenadas nos açudes para todos os usos reprimidos na região, não somente o consumo humano, mas também o industrial e para irrigação, oferecendo condições para o desenvolvimento econômico.

Interessante notar que os canais do projeto de integração assemelham-se, guardadas as devidas ressalvas, a uma linha de transmissão de energia, que leva eletricidade em alta tensão do centro produtor às regiões consumidoras, onde é rebaixada nas subestações, e a partir de onde são distribuídas às cidades. No caso em análise, o centro produtor é o rio São Francisco, a linha de transmissão equivale aos canais do projeto e os açudes que recebem suas águas correspondem às subestações, a partir de onde as águas devem ser distribuídas, seja por adutoras ou canais, às cidades e projetos beneficiados pelo PISF. No entanto, diferentemente do setor elétrico, os açudes locais também têm outra fonte de suprimento, as águas contribuintes de sua bacia hidráulica. Assim, as águas disponibilizadas pelo PISF serão “misturadas” às águas de origem nas regiões beneficiadas.



Fonte: Ministério da Integração Nacional

Figura 12.1 – Área de influência direta do PISF

Em termos hidráulicos, os canais, aquedutos e túneis foram projetados para transportar uma vazão máxima de $127 \text{ m}^3/\text{s}$ (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2001). No entanto, as condições hidráulicas foram redefinidas pela outorga de direito de uso da água expedida pela Agência Nacional de Águas (ANA), por meio da Resolução nº. 411, de 22 de setembro de 2005. De acordo com esse documento, a vazão de retirada máxima no PISF é de $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ durante todo o ano, reservada ao atendimento de demandas decorrentes do consumo humano, podendo chegar a $127 \text{ m}^3/\text{s}$ nos momentos em que a barragem de Sobradinho estiver vertendo ou quando o volume útil dessa barragem for superior ao volume de espera contra as cheias. Isso significa que só haverá retirada superior a $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ quando o Rio São Francisco contar com água em excesso. Essas condicionantes resultam numa vazão média de longo período de $67 \text{ m}^3/\text{s}$, vazão a ser utilizada nos planejamentos de longo prazo (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2005).

As condições impostas pela outorga, apesar de serem as mais viáveis à época, resultam num aumento da complexidade na operação do projeto, uma vez que não existe correlação entre os períodos em que a vazão pode atingir $127 \text{ m}^3/\text{s}$ e as necessidades de maior volume nas bacias receptoras do projeto.

Isto é, em algumas oportunidades, o reservatório de Sobradinho poderá disponibilizar a vazão de 127 m³/s quando os açudes do Nordeste Setentrional estiverem cheios em decorrência das chuvas locais, ou seja, quando não for necessário e não houver capacidade de reservação do volume disponibilizado. Diante desse quadro, a otimização da operação hidráulica e da utilização das águas em cada estado, bem como a previsão climatológica das bacias receptoras devem ser sempre muito bem estudadas e simuladas, sob o risco de não se poder utilizar toda a vazão disponibilizada pelo projeto.

O processo de discussão e licenciamento

Um projeto de tal porte, que beneficia áreas de quatro estados brasileiros e, ao mesmo tempo, utiliza a água de uma bacia que corta áreas de outros sete estados, acabou trazendo à tona uma disputa política sobre a destinação de recursos da União. De um lado, os estados beneficiados e o Governo Federal, interessados na obra e no potencial de desenvolvimento regional que o projeto pode trazer. Do outro, os estados da bacia doadora, capitaneados por Bahia, Minas Gerais e Sergipe, que se opunham ao projeto, argumentando que o rio São Francisco estava “doente” e que não tinha condições de disponibilizar as suas águas para outras regiões, havendo necessidade de sua revitalização. Argumentavam também que não fazia sentido o Governo Federal investir bilhões de reais para atender outras bacias, enquanto a poucos quilômetros das margens do Rio São Francisco havia ainda populações sofrendo com a falta d’água.

Essa discussão ganhou eco por meio do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, entidade criada no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos e que funciona como um “parlamento das águas” e contrária, desde sua criação, ao Projeto de Integração do São Francisco.

Devido à disputa que se desenrolou em torno do projeto, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) foi instado a se manifestar³, pela primeira vez em sua história, sobre um projeto de infraestrutura hídrica de repercussão nacional. Com base em Nota Técnica⁴ da ANA, que avaliou e concluiu pela disponibilidade de água para atendimento ao projeto sem comprometer as demandas de água para outros usos, o CNRH, composto por conselheiros representantes do governo federal, governos estaduais, sociedade civil, instituições técnicas e usuários de recursos hídricos, aprovou o Projeto de Integração do Rio São Francisco⁵.

3 Com fulcro no artigo 35, inciso III, da Lei 9433/97, que atribuiu ao CNRH a competência de deliberar sobre os projetos de aproveitamento de recursos hídricos cujas repercussões extrapolem o âmbito dos estados em que serão implantados.

4 Nota Técnica nº 492/2004/SOC da ANA

5 Resolução CNRH nº 47, de 17 de janeiro de 2005.



Um contraponto feito ao projeto e defendido pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco era de que a autorização para a retirada de água iria exaurir a capacidade de atendimento das demais demandas de água que porventura viessem a se instalar na calha do rio. Era argumentado que o rio São Francisco dispunha de uma parcela “outorgável” de água, ou seja, que poderia ser utilizada, de 360 m³/s, conforme definição do próprio Comitê e que, antes da outorga ao projeto, 334,7 m³/s já haviam sido outorgados e, se somada a vazão de 26,4 m³/s, ultrapassaria os 360 m³/s, restringindo os usos projetados da água do rio São Francisco num futuro próximo.

Ocorre, todavia, que o valor de 360 m³/s outorgáveis corresponde à vazão média anual que pode ser retirada do rio, enquanto a valor outorgado de 334,7 m³/s equivale ao consumo médio no mês de maior consumo. O valor correto a ser comparado com os 360 m³/s outorgáveis é de 262 m³/s, constante da Nota Técnica da ANA já citada, que também corresponde às vazões médias anuais consumidas no horizonte de 2025. Para esse valor, a diferença de vazões médias corresponde a 98 m³/s. Destaque-se que, com a implementação da cobrança pelo uso da água na bacia em 2010, ocorreu um processo de revisão de outorgas por parte dos grandes usuários, que temiam ser cobrados por uma água que não utilizavam. Como resultado dessa revisão, a vazão média outorgada na bacia foi reduzida em mais de 100 m³/s, aumentando ainda mais a disponibilidade de água do São Francisco para novos usos que venham nele se instalar.

Outra crítica ao projeto é de que poderiam existir outras soluções, tecnicamente mais adequadas e mais baratas, como a utilização de águas subterrâneas e a adoção do Atlas Nordeste, documento publicado pela Agência Nacional de Águas, e que apresenta uma série de soluções técnicas para o abastecimento de água do semiárido nordestino.

Todavia, nenhuma dessas soluções pode ser considerada definitiva e, sim, complementar ao PISF. Em geral, a qualidade da pequena parcela de água subterrânea disponível no Nordeste é salobra, imprópria para o consumo humano, sendo necessária sua dessalinização. Esse processo só é viável economicamente em pequenos povoados, distantes dos açudes e adutoras, não podendo ser considerado solução para o abastecimento da maioria das sedes municipais. Nesse contexto, é relevante ressaltar, todavia, que o projeto não visa resolver a situação das zonas rurais dispersas. Essas regiões continuarão tendo que ser atendidas por soluções na maioria das vezes individuais, como a construção de cisternas, poços e dessalinizadores.

Por sua vez, o Atlas Nordeste apresenta soluções de abastecimento por meio de infraestruturas complementares ao PISF, que servirão para expandir sua área de abrangência e, assim, contribuir para a garantia de água a essas regiões. A implementação das obras listadas no Atlas é fundamental para garantir a eficácia do projeto como um todo.

Outro questionamento importante ao projeto recai sobre o fato de ele utilizar águas de um rio que sofre graves problemas ambientais e que, por isso, não teria condições de ceder parcela de suas águas a bacias hidrográficas vizinhas. Nesse tópico, é importante destacar que a vazão firme de projeto, ou seja, aquela que pode ser disponibilizada a qualquer tempo, de 26,4 m³/s, representa menos de 5% da vazão regularizada do Rio São Francisco, o que não causa prejuízos, sejam ambientais ou econômicos, ao rio e à população ribeirinha. Mesmo a vazão máxima, de 127 m³/s, que só será bombeada nos momentos em que houver água em excesso no rio, é inferior a outras captações implantadas ou em implantação no São Francisco, como o projeto do Canal do Sertão Pernambucano, por exemplo.

Por outro lado, os problemas ambientais existentes na bacia são decorrentes, em grande parte, dos desmatamentos em sua cabeceira e da mata ciliar e da sequência de barramentos para geração de energia, em especial a construção da Barragem de Sobradinho, que formou o maior lago artificial do mundo e alterou em definitivo a dinâmica de enchentes e vazantes do rio, bem como o fluxo de sedimentos, elemento fundamental para transporte de nutrientes para manutenção das condições da vida aquática ao longo do rio.

Nesse contexto de questões ambientais polêmicas, o processo de licenciamento do projeto mostrou-se também bastante conturbado. Muitas das audiências públicas realizadas para obtenção da licença prévia foram interrompidas por manifestantes contrários ao projeto, ou mesmo suspensas por ação de Ministério Público.

A licença prévia junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), obtida em 29 de abril de 2005, sofreu uma série de ações judiciais movidas por organizações não governamentais e Ministérios Públicos Estaduais.

Tal situação ganhou destaque com as greves de fome feitas pelo bispo da cidade de Barra/BA, Dom Luis Flávio Cappio, que por 11 dias, entre setembro e outubro de 2005, e por 23 dias, entre novembro e dezembro de 2007, absteve-se de comer em protesto contra as obras do projeto de integração.

A Licença de Instalação foi finalmente emitida em março de 2007 e continha seis condicionantes gerais e 31 condicionantes específicas, abrangendo aspectos desde educação ambiental e comunicação social até realocação de populações, identificação e salvamento de bens arqueológicos e programas de monitoramento da qualidade da água. De acordo com o Ministério da Integração Nacional, o custo para o atendimento das condicionantes impostas pelas licenças prévia e de instalação, e que resultaram em 36 Projetos Básicos Ambientais (PBAs), totaliza cerca de R\$ 1 bilhão (SOUZA, 2011).



Também no bojo das questões ambientais, foi criado o Programa de Revitalização do Rio São Francisco, que visa recuperar, conservar e preservar o meio ambiente da bacia e mitigar os impactos ambientais antrópicos para o desenvolvimento sustentável da bacia (MMA). Tal programa é implantado em parceria pelos ministérios do Meio Ambiente e da Integração Nacional, com orçamento total original de R\$ 125 milhões, mas que, entre 2004 e 2011, executou mais de R\$ 273 milhões⁶.

O início das obras

As obras do PISF iniciaram-se em 2007, após a aprovação da Licença de Instalação pelo IBAMA. As primeiras atividades foram realizadas pelo 3º Batalhão de Engenharia de Construção do Exército Brasileiro, nos trechos entre a captação do Eixo Leste e o reservatório de Areias, e entre a captação do Eixo Norte e o Reservatório de Tucutu. Enquanto o Exército começava as obras, as licitações para a construção dos demais trechos foram realizadas.

Para construção dos demais trechos, a obra foi dividida em 14 lotes de construção, 14 lotes de supervisão e 6 lotes de elaboração do projeto executivo, de forma a tornar possível a abertura de várias frentes de obras concomitantes. Essa forma de organização, apesar de permitir um ganho de tempo de execução, resulta em riscos de inoperância de todo um Eixo caso alguns dos trechos intermediários sofram problemas com a execução de suas obras.

A previsão para o término de construção do Eixo Leste é dezembro de 2014 e para o Eixo Norte dezembro de 2015, segundo informações do Ministério da Integração disponibilizadas em agosto de 2011.

A gestão das águas do PISF

Um empreendimento do porte do PISF não é um fim em si mesmo, mas um instrumento para permitir um maior desenvolvimento de uma região que de longa data sofre com os efeitos da escassez de água. A simples chegada da água aos açudes das regiões beneficiadas não garante a eficácia do projeto. É necessário que essa água seja gerida e, principalmente, utilizada adequadamente, trazendo benefícios para a população. Nesse ínterim, surge a necessidade de um sistema eficiente de gestão dessas águas, abrangendo não somente as estruturas físicas do PISF, mas também

⁶ Dados obtidos a partir de levantamento da execução dos Planos Plurianuais 2004-2007 e 2007 – 2011, do Programa 1305 - Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental, junto ao Portal da Transparência da Controladoria Geral da União: www.portaldatransparencia.gov.br.

toda a infraestrutura e sistemas de gestão dos estados beneficiados. O tópico a seguir aborda o processo histórico de formação de um sistema de gestão das águas do projeto.

Histórico do processo de montagem do sistema de gestão do PISF

A preocupação com a gestão dos recursos hídricos associados ao PISF teve seu primeiro ato concreto com a criação, em 2004, do Grupo de Trabalho Interministerial constituído para analisar e propor um sistema operacional sustentável para o Projeto de Integração de Águas do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional⁷. Esse grupo avaliou algumas alternativas para um sistema de gestão do PISF, apontando para a necessidade de uma entidade gestora federal que, à época, indicava a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), como a instituição mais adequada para gerir o projeto, devido à sua capacidade e experiência técnica, associado à experiência na operação de infraestruturas hídricas na região.

O grupo destacou também que a operadora deveria acompanhar toda a execução da obra, que os mecanismos legais, institucionais e financeiros deveriam estar definidos o quanto antes e ressaltou a necessidade das obras complementares ao projeto, para que ele pudesse realmente alcançar sua efetividade.

Posteriormente, em 2005, por ocasião da emissão da outorga preventiva para o projeto pela ANA⁸, foram solicitados, como condicionantes para sua conversão em outorga de direito de uso dos recursos hídricos, estudos que comprovassem a sustentabilidade técnica, financeira e institucional do projeto. O Ministério da Integração Nacional apresentou à ANA, naquele mesmo ano, o Estudo de Sustentabilidade Institucional, Administrativa, Financeira e Operacional do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, elaborado pela Fundação Getúlio Vargas.

Em tal estudo, foram avaliados os sistemas de gestão de recursos hídricos dos estados beneficiados e sua provável interação com o Projeto de Integração, assim como identificados os custos de operação e manutenção e proposto um arranjo institucional para a gestão das águas do projeto.

7 Portaria Interministerial nº 7, de 14 de abril de 2004, assinada pelos ministros da Integração Nacional, do Meio Ambiente e das Minas e Energia.

8 Resolução ANA nº 29, de 18 de janeiro de 2005.



Todavia, em que pese a abrangência do estudo, esse, na opinião da ANA, não era suficiente para promover a gestão sustentável do projeto, conforme preconizado no âmbito do Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica (CERTOH)⁹, que exigia a existência de mecanismo institucional que garantisse a sustentabilidade da obra hídrica. Para atender a essa exigência, em 01 de setembro de 2005 foi assinado um termo de compromisso¹⁰ entre os ministérios envolvidos e os estados beneficiados pelo projeto. Assinaram o documento os ministros da Integração Nacional, Meio Ambiente, Minas e Energia e Casa Civil, à época *Ciro Gomes, Marina Silva, Silas Rondeau e Dilma Rousseff*, respectivamente.

O sistema de gestão proposto e acordado pelos governantes à época consistia de um conselho gestor, entidade gestora, instância deliberativa e concertadora; entidade operadora federal, responsável pela operação e manutenção da infraestrutura hídrica do Projeto de Integração; entidades operadoras estaduais, responsáveis pelas estruturas hídricas interligadas ao Projeto de Integração nos estados receptores; e entidade reguladora¹¹, responsável pela fixação das tarifas de remuneração da operadora federal e das condicionantes operacionais associadas.

Como instrumentos do sistema de gestão decorrentes dos estudos da FGV e do acordado no termo de compromisso, estão definidos a tarifação dos serviços de água bruta, a fixação de padrões e normas operacionais, o estabelecimento de um sistema de garantias contratuais que dê segurança à operadora federal para prestação dos serviços e um plano de gestão anual. Este último deverá se constituir em um instrumento específico de ajuste contratual entre as partes, dispondo, dentre outros aspectos, sobre a repartição de vazões e o rateio dos custos respectivos entre as entidades operadoras estaduais e as condições e padrões operacionais para o período. A Figura 12.2 ilustra o arranjo institucional proposto à época:

9 Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, criado pelo Decreto Federal nº 4.024, de 21 de novembro de 2001, e que exige que toda obra para reservação ou adução de água bruta com valor superior a R\$ 10 milhões e que tenha a União como fonte de recursos devem obedecer a critérios de sustentabilidade nas perspectivas operacional da infraestrutura e hídrica.

10 “Termo de Compromisso firmado entre a União, por intermédio dos ministérios da Integração Nacional, de Minas e Energia, do Meio Ambiente e da Casa Civil da Presidência da República, e os estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, para garantia da operação sustentável do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF”.

11 À época, não havia uma definição formal da entidade reguladora, pois não havia nenhum órgão com competências legais para a regulação do serviço a ser prestado pela Operadora Federal do PISF. Tal lacuna institucional foi posteriormente preenchida com a edição da Lei Federal nº 12.058, de 13 de outubro de 2009, que atribuiu à ANA a tarefa de regular e fiscalizar os serviços de adução de água bruta em rios de domínio da União, no qual se encaixa o Projeto de Integração do Rio São Francisco.

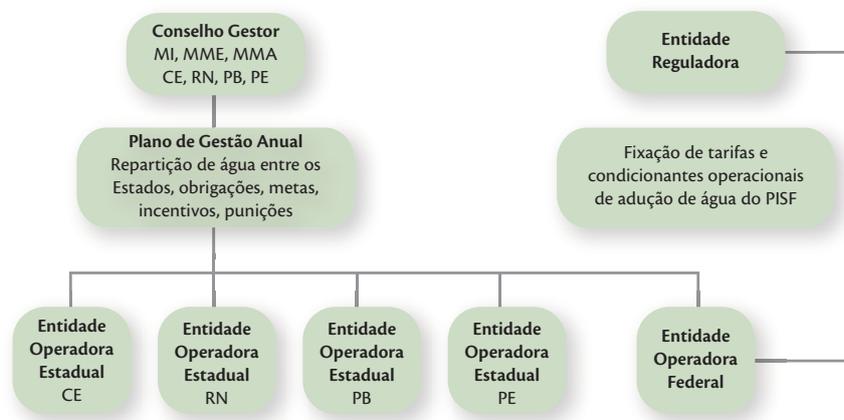


Figura 12.2 – Arranjo institucional proposto para o PISF

Diante do arranjo proposto e da assinatura do termo de compromisso, a ANA aprovou as resoluções nº 411 e 412, ambas de 26 de setembro de 2005, concedendo a outorga de direito de uso e o certificado de CERTOH do PISF, incorporando às resoluções uma série de condicionantes, visando garantir a efetivação do sistema de gestão acordado no termo de compromisso.

Em dezembro de 2006, dando andamento às atividades relativas à gestão do projeto, foi publicado o Decreto Federal nº 5995, que “Institui o Sistema de Gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional”. Nesse decreto, é criado o Conselho Gestor do PISF, com a participação dos ministérios que assinaram o termo de compromisso, bem como os estados beneficiados: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco; são estabelecidas as competências para a futura operadora federal, bem como as características mínimas necessárias para definição, pelos estados, de suas operadoras estaduais. É também definido um conteúdo mínimo para o plano de gestão anual e para a formação dos preços dos serviços de adução de água bruta. Ao conselho gestor foi dada a tarefa de propor ao Ministério da Integração Nacional o detalhamento desse sistema de gestão, bem como a proposição do modelo institucional da operadora federal em até um ano após a publicação do decreto.

Com o início das obras em 2007, a implementação do sistema de gestão do projeto foi deixada de lado, todavia. Os esforços foram canalizados na execução das obras, não havendo muito espaço para a discussão e implementação do sistema de gestão. Prova disso é a edição sucessiva dos decretos federais nº 6365/08, 6725/2009 e 6969/2009, cada um deles adiando o prazo definido no decreto anterior para conclusão dos trabalhos do conselho gestor. Em 2010, houve uma retomada dos traba-



lhos do conselho, que propôs um modelo de entidade operadora federal sob a forma de empresa pública, sociedade anônima, criada exclusivamente para este fim. Tal proposta foi aprovada pelo Ministério da Integração Nacional e encaminhada para a Casa Civil da Presidência da República que, por sua vez, elaborou uma minuta de projeto de lei de criação da empresa pública.

No final de 2010, entretanto, o processo de discussão da operadora federal foi interrompido, não tendo sido dado encaminhamento do respectivo projeto de lei de criação da empresa ao Congresso Nacional. No momento em que este capítulo é escrito, setembro de 2011, a discussão sobre o modelo da operadora federal foi retomada, mas sem uma posição definitiva sobre o assunto.

Por fim, destaque deve ser dado ao início da cobrança pelo uso da água na bacia do Rio São Francisco, em meados de 2010. A cobrança é um instrumento de gestão de recursos hídricos que visa reconhecer o valor econômico da água, incentivando seu uso racional. Estão sujeitos à cobrança todos os usos outorgáveis da água na bacia, e o Ministério da Integração Nacional, por ter recebido a outorga para o PISF em 2005, efetivou um pagamento da ordem de R\$ 12 milhões em 2011, montante a ser utilizado na bacia do Rio São Francisco para projetos de recuperação ambiental. Quando do início da operação do projeto, é fundamental que os valores da cobrança também sejam repassados aos usuários das bacias receptoras nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, para que eles também reconheçam o valor econômico do bem público água que estarão utilizando.

Um olhar crítico sobre o projeto

Projetos de transposição de bacias, conforme descrito por Azevedo no capítulo 11, têm condições de mudar a face de uma região. Cidades como Rio de Janeiro, São Paulo e Fortaleza não seriam o que são hoje sem os projetos de transposição de águas de bacias vizinhas, que garantiram seu suprimento, permitindo seu crescimento.

No Nordeste Setentrional, a situação é semelhante. A chegada do Projeto de Integração do Rio São Francisco pode dar condições para apoiar o desenvolvimento regional. Todavia, em que pese a falta de água ser um fator que restringe o desenvolvimento, a sua disponibilidade não o garante. É necessária a conjunção de uma série de fatores que podem induzir ao sucesso de um projeto desse porte.

É nesses fatores que residem os principais riscos ao projeto. Azevedo, no capítulo anterior, destacou que a base legal e institucional, os aspectos gerenciais, a participação do usuário, a sustentabilidade

econômica, financeira e administrativa, os impactos ambientais nas bacias doadora e receptora, a adoção de medidas compensatórias e os custos de projetos de transferência de água constituem-se em importantes fatores para o êxito desse tipo de projeto e, por isso, são discutidos a seguir no contexto do Projeto de Integração do São Francisco.

Quanto à base legal e institucional, ela avançou bastante em alguns aspectos, mas continua muito atrasada em outros. O Brasil conta com um sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, criado pela Lei Federal nº 9.433/97, bastante moderno e sendo implementado com relativo sucesso. Instrumentos de gestão de recursos hídricos como a outorga já são uma realidade em âmbito federal e dos estados receptores, o que dá segurança aos usuários quanto à real disponibilidade de água, bem como os planos de recursos hídricos dos estados beneficiados já consideram o PISF como orientador de seus investimentos.

No entanto, quando se trata do sistema de gestão do empreendimento em si, a situação é mais frágil. A celebração do termo de compromisso entre União e estados em 2005, com a divisão de competências e responsabilidades, bem como a edição do Decreto 5.995/06, citado anteriormente, foram marcos importantes para a gestão do empreendimento. Mas o que se percebe até o momento é uma grande demora na implementação dos compromissos, tanto pelo Governo Federal quanto pelos estados. Destaque-se também a fragilidade do instrumento “termo de compromisso”, que pode simplesmente “ser esquecido” com uma mudança mais significativa de orientação governamental. Nesse sentido, reconhecendo a necessidade de garantir o cumprimento dos compromissos firmados pelos atores envolvidos no Projeto de Integração, a Agência Nacional de Águas editou, em setembro de 2009, sua Resolução nº 714/09, que definia prazos intermediários para o cumprimento das condicionantes da outorga associadas à implementação do sistema de gestão do projeto.

Como decorrência da referida fragilidade institucional, importantes aspectos gerenciais também estão atrasados. A definição e instalação da operadora federal, que por muitos motivos era indicado que ocorresse no início das obras, para que ela pudesse acompanhar todo o empreendimento, não foi feita até a data em que este capítulo foi escrito. Nem mesmo sua figura jurídica está definida, apesar de o estudo da Fundação Getúlio Vargas apontar para uma empresa pública ou sociedade de economia mista, com independência orçamentária e financeira.

Nos estados beneficiados, a situação não é muito diferente. Com exceção do Ceará, as instituições indicadas para exercerem a função de entidades operadoras estaduais não têm ainda condições de responder às demandas decorrentes do projeto, principalmente pela falta de recursos humanos e financeiros.



Por sua vez, uma lista intensa de obras complementares é necessária para garantir a capilaridade do projeto. Também à exceção do estado do Ceará, que dispõe de uma infraestrutura hídrica capaz de ser interligada ao projeto, os demais estados ainda necessitam de importantes obras complementares para efetivação das demandas previstas para o PISF. Um exemplo paradigmático é a denominada Adução do Agreste, a ser construída em Pernambuco, com uma previsão de extensão superior a 1.000 km, atendendo a mais de 100 municípios. Uma obra de tal vulto provavelmente não ficará pronta até o final das obras do Eixo Leste, que vai abastecê-la, sendo fundamental um planejamento de sua construção por etapas, permitindo a entrada em operação por trecho, de montante para jusante, e assim efetivar, gradativamente, importante parcela de demanda para o projeto.

A efetivação das demandas para o projeto também é de suma importância para garantia de sua sustentabilidade financeira. É fundamental a consolidação das demandas e a implantação da cobrança pelos serviços de adução de água bruta pelos estados beneficiados, de forma a cobrir os custos operacionais e garantir o pagamento à operadora federal. Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte ainda não caminharam nessa direção e, de acordo com a experiência do Ceará, único estado que já adotou o processo, trata-se de um caminho longo, que envolve mudança cultural e de atitude dos usuários. Caso esse processo de cobrança pelos serviços de adução de água bruta não se inicie num curto prazo naqueles estados, poderá ocorrer a situação, tão comum no Brasil, de a União, além de construir, ter que arcar com os custos de operação e manutenção do projeto e, pior, os usuários não darão seu devido valor, comprometendo sua sustentabilidade no longo prazo e levando ao sucateamento do investimento realizado.

Por sua vez, a participação dos usuários de água em relação ao projeto tem se dado de forma distinta. Enquanto, na bacia doadora, os usuários estão organizados e participantes por meio do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, o que resultou no início da cobrança pelo uso da água na região, nas bacias receptoras, a mobilização da sociedade é muito incipiente e mesmo os grandes usuários, como as companhias estaduais de saneamento e perímetros de irrigação, não estão acompanhando o projeto de forma a se prepararem para arcar com seus custos incrementais. Tal situação, se não tratada adequadamente, pode levar a um aumento do tempo de maturação do projeto, exigindo aportes do Governo Federal, conforme explicitado no parágrafo anterior.

Por outro lado, a questão ambiental tem sido tratada com um pouco mais de afinco. O licenciamento realizado pelo IBAMA exigiu a implementação de 36 projetos básicos ambientais, que têm sido acompanhados de perto por aquele órgão ambiental. Não obstante, medidas compensatórias à bacia doadora têm se concretizado por meio do Programa de Revitalização do Rio São Francisco, que até 2010 havia investido 273 milhões em projetos de recuperação ambiental, com destaque para

a construção de um grande número de estações de tratamento de esgotos nos municípios situados ao longo da calha do rio.

Finalmente, restando pelo menos três anos para o término da primeira etapa da obra, correspondente ao Eixo Leste, pode-se dizer que as condições para operação exitosa do projeto estão dadas, mas não estão materializadas. Uma série de estudos, bem como os processos de outorga, CERTOH e licenciamento ambiental enumeraram as condições essenciais para o funcionamento do projeto. O que se verifica, na prática, é que a velocidade de implementação dessas condições é muito inferior ao ritmo das obras e que, por isso, o projeto corre sério risco de ficar pronto muito antes que os estados tenham condições de promover um aumento da demanda por meio de obras complementares, gerir suas águas adequadamente e ressarcir a operadora federal pelos custos de operação e manutenção, de forma a não comprometer a sustentabilidade do projeto.

Ainda há tempo para se reverter tal situação, mas é necessário um pacto político entre os entes envolvidos, que resulte em ações efetivas, numa corrida contra o tempo, visando à implementação de um projeto que tem o potencial de mudar o padrão de desenvolvimento da região.



Considerações finais

Antonio Rocha Magalhães

Nas páginas anteriores, foi apresentada uma visão abrangente e analítica dos principais temas relacionados com os recursos hídricos no Semiárido. A disponibilidade de água na região depende das chuvas que caem localmente (exceção parcial dos rios São Francisco e Parnaíba), escoam para os rios, onde são armazenadas em açudes, infiltram-se no solo, onde alimentam lençóis freáticos ou, perto da superfície, mantêm o solo úmido por alguns meses, permitindo a agricultura de sequeiro. A maior parte dessas chuvas retorna à atmosfera na forma de evapotranspiração. Dada a variabilidade climática, há anos em que chove menos e falta água para a agricultura, para a dessedentação animal e para o abastecimento humano. As secas têm sido uma marca forte na história do Semiárido, trazendo sofrimentos humanos, perdas econômicas e incerteza para as decisões de investimento. Mesmo sem secas, há bacias hidrográficas no Nordeste que apresentam escassez de água. De modo especial, as populações dispersas no meio rural enfrentam maiores dificuldades para conseguir água. Não obstante, há importantes atividades que utilizam os recursos hídricos da região, tanto para usos consuntivos quanto não consuntivos, incluindo a agricultura irrigada, o abastecimento urbano e o suprimento para a indústria, além, claro, da produção de hidroeletricidade nos rios São Francisco e Parnaíba.

Todas as bacias do Nordeste têm sido afetadas por problemas ambientais, causados pela ação humana, incluindo o desmatamento, o assoreamento dos açudes, o lançamento de esgotos e a contaminação por pesticidas. Já há ações de revitalização de bacias, mas pode-se dizer que ainda são tímidas. O futuro apresenta novos desafios, com a emergência das mudanças climáticas, que poderão ter impacto negativo na quantidade de água. A temperatura média poderá aumentar entre 2°C e 4°C, a região se tornará mais seca, com maior frequência e intensidade de eventos extremos e com redução da quantidade de água nos rios, açudes e aquíferos

Por outro lado, o Nordeste conta com uma experiência de um século e meio no trato da questão da água e especialmente da falta de água. Ao longo desse tempo, uma infraestrutura hídrica foi construída, o que permitiu o crescimento da população e de suas atividades no Semiárido e também nas zonas costeiras. Depois dos anos 1990, foram introduzidos métodos modernos de gestão integrada dos recursos hídricos, com evolução institucional tanto no Governo Federal quanto nos estados. Diante da insegurança no gerenciamento da oferta de água por causa das secas, buscaram-se alternativas para transferência de águas entre bacias.

Pode-se dizer que, graças ao resultado das políticas públicas implementadas, melhorou a capacidade dos governos de lidar com a questão da água. Reduziu-se também a vulnerabilidade das pessoas e da economia, de modo que os impactos sociais e econômicos de secas são agora menores que eram no passado. Isso não quer dizer que esses problemas tenham sido resolvidos, porque são ainda altos os índices de pobreza, e a redução da vulnerabilidade não ocorreu de forma permanente, na medida em que depende de programas de transferência de renda do governo. Do lado da economia, a agricultura de sequeiro, praticada por milhares de pequenos produtores, continua altamente vulnerável à variação da precipitação. No lado da vulnerabilidade ambiental, não se pode dizer que ela diminuiu. Ao contrário, aumentou o desmatamento, a erosão, a produção de esgotos e dejetos. Algumas áreas caminham para processos de desertificação. Isso tudo impacta sobre os recursos hídricos, tanto em quantidade quanto, especialmente, em qualidade.

Da leitura deste livro fica claro o progresso que já foi alcançado em termos de uma política de águas para o Nordeste, particularmente, nos últimos anos, no tocante ao gerenciamento integrado. No entanto, também fica claro que ainda há uma extensa agenda a ser cumprida, em termos de aperfeiçoamento institucional, implementação dos instrumentos da gestão integrada, enfrentamento do problema da qualidade da água, revitalização de bacias, pesquisas na área de clima e de recursos hídricos, planejamento de bacias, integração de bacias, preparação para um futuro em que a quantidade de água poderá ser afetada pelas mudanças climáticas.



Referências

- A CAATINGA VIÁVEL; o melhoramento que incrementa a produção. (Entrevista com Everaldo Porto.) In: **Guia Rural Embrapa**: 200 receitas para produzir mais. São Paulo: Abril, 1991.
- AB'SABER, A.N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**, Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, v. 1, n. 1, p. 7-68, São Paulo: IEA, 1987. (Dossiê Nordeste Seco.)
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Análise do pedido de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Brasília, 2005. p.59. (Nota Técnica n. 390/2005/SOC).
- _____. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água**: panorama nacional e resultados por estado (2 volumes). Brasília: ANA, Engecorps/Cobrape, 2010.
- _____. **Atlas Nordeste: abastecimento urbano de água**: resumo executivo. Brasília: ANA, SPR, Consórcio Engecorps/Geoambiente, 2009.
- _____. **Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos e proposição de modelo de gestão compartilhada para os aquíferos da chapada do Apodi, entre os estados do Rio Grande do Norte e Ceará**. v. 5. Brasília, 2010.
- _____. **Base de dados da conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Não publicado. Brasília: 2011.
- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2010**. Brasília: 76 p. 2010.
- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2011**, Brasília, DF: 112 p. 2011.
- _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: relatório 2009**. Brasília: 2009.
- _____. **Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Brasília: ANA/PNUMA, 2011.
- _____. **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).
- _____. **Outorga ao Ministério da Integração Nacional o direito de uso de recursos hídricos do Rio São Francisco, para a execução do Projeto de Integração do Rio São Francisco às Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Brasília 2005. p. 4. (Resolução n. 411. de 22 de setembro de 2005).

- _____. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil.** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília: ANA/SPR, 2005. 179p.
- _____. **Plano decenal de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco (2004-2013): síntese executiva com apreciação das deliberações do CBHSF aprovadas na III Reunião Plenária de 28 a 31 de julho de 2004.** Brasília: ANA, SPR, 2005.
- _____. **Resolução n. 29 da ANA,** de 18 de janeiro de 2005a, que determina as principais diretrizes operacionais do PISF.
- _____. **Resumo executivo do plano decenal de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco.** Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/prhbsf>>. Acesso em: 04 Mai. 2005b.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA; Fundo Mundial para o Meio Ambiente - GEF; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA e Organização dos Estados Americanos – OEA. **Plano decenal de recursos hídricos da bacia do rio São Francisco – PBHSF (2004-2013).** Resumo Executivo. Brasília: 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA; Ministério do Meio Ambiente. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.** Brasília - DF: p.13-23, 2002(3).
- _____. **Comitê de bacia hidrográfica – o que é e o que faz?** Brasília: - v.1, p. 21-23; 25; 38, 2011(2) (Série Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos)
- _____. **Relatório de encontro técnico sobre delegação de outorga de direito de uso de recursos hídricos e ações de fiscalização.** Brasília – DF: 2010(9).
- AGUIAR, P. de. **Nordeste – o drama das secas.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1983. 184 p.
- ALBUQUERQUE JR., D.M. de. **A invenção do Nordeste e outras arte.** 2 ed. Recife: FJN, Ed. Massangana; São Paulo: Cortez, 2001. 340 p.
- ALBUQUERQUE, R.C. de. **Nordeste: uma estratégia para vencer o desafio da seca e acelerar o desenvolvimento.** Recife: Sudene, 2000. (Coleção, Sudene 40 anos.). 169 p.
- ALMEIDA, B. A criação da inspetoria de obras contra as secas-IOCS. **Revista Plenarium,** Câmara dos Deputados, Secretaria de Comunicação Social, p. 111-126, Brasília, ago., 2010. (Semiárido)
- ALVES, J. A seca nos séculos XVII e XVIII. **Revista Conviver Nordeste Semiárido,** Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- _____. **História das secas.** Fortaleza: A. Batista Fontenele, 1958. (Coleção Instituto do Ceará. Monografia, 23.) 246 p.



- _____. **História do Ceará. História das secas** (séculos XVII a XIX) Edição Fac Similar 1953. Fortaleza: Fundação Waldemar de Alcântara, 2003.
- ANDRADE, F. A. O secular problema das secas do Nordeste brasileiro. **Boletim Cearense de Agronomia** p. 39-49. 1970.
- ANDRADE, L. de. **Introdução à sociologia das secas**. Prefácio de Gilberto Freyre. Rio de Janeiro: A Noite, 1948. 192 p.
- ANDRADE, O.M. de; GOYA, N. **Sistemas locais de saúde em municípios de pequeno porte; a resposta de Icapuí**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 1992. 252 p.
- ARAL Sea Link, The. Disponível em: <<http://www.aralsea.com>>. Acesso em dez. 2005.
- ARAÚJO, J.A. de A. Coord. **Barragens do nordeste do Brasil; experiência do DNOCS em barragens na região semiárida**. 2. ed. Fortaleza, DNOCS, 1990.
- ARAÚJO, J.A.; FERNANDES, L.; MACHADO JÚNIOR, J.C.; OLIVEIRA, M.R.L.; SOUSA, T.C. Sedimentação de Reservatórios no Semiárido do Brasil. In: GAISER, T.; KROL, M.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J.C. de. (Org.). **Global change and regional impacts: water availability and vulnerability of ecosystems and society**. Berlin: Springer Verlag, 2003.
- ARAÚJO, J.C. **Gestão das águas de pequenos açudes na região semi-árida**. IN: MEDEIROS, SS. GHEYI, H.R.; GALVÃO, C.O.; PAZ, V.P.S. Campina Grande/PB. Instituto Nacional do Semiárido, 2011, 440p.
- ARRAES, R.A.; CASTELAR, I. The effect of drought on public finances in the State of Ceará. *In*: MAGALHÃES, A.R.; GLANTZ, M. Ed. **Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brasil**. Brasília: Esquel Brazil Foundation, 33-40. 155 p. 1992.
- BAHIA. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA. **Programa de recuperação e preservação de mananciais de abastecimento de água da RMS**. 2004.
- BALLESTERO, E. Inter-basin water transfer public agreements: a decision approach to quantity and price. **Water Resources Management**. v. 18, p. 75-88, 2004.
- BANCO do Nordeste do Brasil-BNB. **A seca de 1958; consequência da seca e sugestões para minimizar seus efeitos**. Fortaleza: 1958, S. n. t.
- BARBOSA, S.; LUKEFAHR, M.J.; BRAGA SOBRINHO, R. **O bicudo do algodoeiro**. Brasília, Embrapa-Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. (Embrapa-DDT. Documentos, 4.)
- BARROS, H.; MONTEIRO, O de. Coord. **As ONGs de assistência técnica no meio rural do Nordeste; o perfil e as condições de atuação recente**. Recife, CEDIP, ago., 1993. Xerox. (Versão Preliminar).

- BERRÊDO, V. Obras Contra as Secas. In V. BERRÊDO, DNOCS: Pensamentos e Diretrizes. Fortaleza. 1984.
- BINDER, W. **Rios e Córregos: preservar, conservar, renaturalizar.** A recuperação de rios. Possibilidades e limites da engenharia ambiental. Rio de Janeiro: SERLA, 39p. 1998.
- BNDES. **Bacias hidrográficas: nova gestão de recursos hídricos.** 1998. Brasília: BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br>. Acesso em: 30.08.2011.
- BOUCHARDET, J. **Secas e irrigação: solução científica e radical do problema nordestino brasileiro,** geralmente intitulado **O Problema do Norte;** resumo dos diversos trabalhos do autor, publicados ou não, sobre o magno assunto nacional, por seu filho, Mario Bouchardet. Rio Branco, MG: Oficinas Gráficas da Papelaria Império, 1938. 200 p. II.
- BRAGA, B. **Transferência de água: desafios metodológicos.** [s.l.] : [s.n], 2000.
- BRAGA, B.P.F. **Reforma do setor de recursos hídricos: o papel da Agência Nacional de Águas – ANA.** Reunião com o Congresso de Honduras. Tegucigalpa – Honduras, maio de 2003. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/palestras/BeneditoBraga/>. Acessado em: 26.08.2011.
- BRAGA, R. Ensaio crítico histórico da Comissão Científica de Exploração. **Revista Conviver Nordeste Semiárido,** Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- _____. **História da Comissão Científica de Exploração.** Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1962. 484 p.
- BRANDÃO, E. d. **Feixe de Artigos.** Mossoró: Fundação Guimaraes Duque. Escola Superior de Agricultura de Mossoró. 1987.
- _____. **O Calvário das Secas.** Massoró: Coleção Mossoroense. s.d.
- BRASIL. Conselho do Desenvolvimento. GTDN. **Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste.** 2. ed., Recife: Sudene, 1967. 92 p.
- BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. **Resolução CNRH 108, de 13.05.2010.**
- _____. **Resolução CNRH 113, de 10.06.2010.**
- _____. **Resolução CNRH 114, de 10.06.2010.**
- _____. **Resolução nº 47 de 17 de janeiro de 2005.** Aprova o aproveitamento hídrico do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. DOU, Brasília, DF, 27 jun. 2005.
- BRASIL. **Decreto nº 5995 ,de 19 de dezembro de 2006.** Institui o Sistema de Gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 dez.2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03 /Ato2004-2006/2006/Decreto/D5995.htm> Acesso em: 13 out 2011



- BRASIL. Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS. **Açude Cedro**. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/barragens/cedro/cedro.htm>. Acesso em: 2 set 2011.
- _____. O pensamento de combate as secas: a criação do IOCS. IN: **Revista Conviver Nordeste Semiárido**, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- _____. Site do DNOCS. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br>> Acesso em 2 set 2011.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. 1981
- BRASIL. **Lei nº. 12.058 de 13 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a prestação de apoio financeiro pela União aos entes federados que recebem recursos do Fundo de Participação dos Municípios - FPM, no exercício de 2009, com o objetivo de superar dificuldades financeiras emergenciais; altera as Leis nos 11.786, de 25 de setembro de 2008, 9.503, de 23 de setembro de 1997, 11.882, de 23 de dezembro de 2008, 10.836, de 9 de janeiro de 2004, 11.314, de 3 de julho de 2006, 11.941, de 27 de maio de 2009, 10.925, de 23 de julho de 2004, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.212, de 24 de julho de 1991, 10.893, de 13 de julho de 2004, 9.454, de 7 de abril de 1997, 11.945, de 4 de junho de 2009, 11.775, de 17 de setembro de 2008, 11.326, de 24 de julho de 2006, 8.427, de 27 de maio de 1992, 8.171, de 17 de janeiro de 1991, 5.917, de 10 de setembro de 1973, 11.977, de 7 de julho de 2009, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 9.703, de 17 de novembro de 1998, 10.865, de 30 de abril de 2004, 9.984, de 17 de julho de 2000, e 11.772, de 17 de setembro de 2008, a Medida Provisória no 2.197-43, de 24 de agosto de 2001, e o Decreto-Lei no 1.455, de 7 de abril de 1976; revoga a Lei no 5.969, de 11 de dezembro de 1973, e o art. 13 da Lei no 11.322, de 13 de julho de 2006; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 out 2009. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/L12058.htm >. Acesso em: 12 out. 2011.
- BRASIL. **Lei nº. 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan.1997. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em 14 jun. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas**. Brasília, 84 p. 1992.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional - MI. **Estudo de sustentabilidade institucional, administrativa, financeira e operacional do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Relatório 2. Revisão e Atualização dos Estudos de Rateio dos Custos Operacionais do Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco - PISF - entre os Estados Receptores. Brasília, 2005. 46 p.

- _____. **Estudos de impacto ambiental.** Consórcio Ecology Brasil, Agrar e JP Meio Ambiente, 2004b.
- _____. **Estudos de inserção regional.** VBA Consultores, 2001.
- _____. **Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido - PDSA.** Brasília: 2005.
- _____. **Programa de desenvolvimento da agricultura irrigada: projeto várzea de Souza.** Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br>>. Acesso em: out. 2004a.
- _____. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.** Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/>. Acesso em: agosto de 2011.
- _____. **Relatório final do grupo de trabalho Interministerial para redelimitação do semiárido nordestino e do polígono das secas.** Brasília: março, 2005. 36 p. (Mídia impressa e eletrônica.)
- _____. **Transposição de Águas do São Francisco.** Relatório Síntese. Brasília, 2001. 70 p. Relatório Técnico.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-estrutura Hídrica. **Projeto de integração do rio São Francisco com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional.** Brasília: [s.n.], 2003.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional - MI. Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional-SDR. Secretaria de Programas Regionais-SPR. **Política nacional de desenvolvimento regional** (proposta para discussão). Brasília: MI. SDR, 2003. 57 p. II.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. CPRM. **Isoietas anuais médias: período 1977 a 2006.** Brasília, 2009. 1 mapa: Escala: 1: 5.000.000
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. DNAEE. **Código das Águas.** v. 1. Brasília, Março, 1980.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030.** Brasília: MME, EPE, 2007.
- BRASIL. Ministério do Interior - Minter. **Frentes de serviço; estudo socioeconômico da população atingida pela seca de 1970.** Fortaleza: DNOCS, 1972. 236 p. II;
- _____. **Frentes de serviço; estudo socioeconômico da população atingida pela seca de 1976.** Recife: Sudene, 1977. Xerox. 294 p.
- _____. **DNOCS e o Novo Nordeste – Uma perspectiva histórica (1909 – 1984),** Fortaleza- DNOCS, 1985, 299P.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Programa de ação nacional de combate à desertificação (PAN-Brasil).** Brasília: Ministério do Meio Ambiente-MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 242 p., il.
- _____. **Programa de revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=34>> Acesso em: 13 de out de 2011.



- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA/FNMA. **Recuperação e proteção de nascentes e áreas que margeiam os corpos d'água**. Edital FNMA nº. 02/2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretária de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Águas para o futuro, cenários de recursos hídricos para o Brasil 2020**. Brasília, MMA/SRH, v.3, 2006.
- _____. **PLANO Nacional de Recursos Hídricos - PNRH**. Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco. Brasília: MMA. Secretaria de Recursos Hídricos: 2006.
- _____. **Recursos hídricos: conjunto de normas Legais**. 3.ed. Brasília: 2004.
- BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento - MPO; IICA. **Projeto Áridas, Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável**. Brasília: MPO, 1995. 231 p.
- BRASIL. Ministério dos Transportes; Ministério da Defesa. **Plano Nacional de Logística e Transportes - PNL**. Brasília: 2007.
- BRASIL. Presidência da República. Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. Brasília, 206 p. 1991.
- BRITO, L. T. de L.; SRINIVASAN, V. S.; SILVA, A. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; HERMES, L. C. . **Metais pesados nos solos e nos sedimentos depositados nas fontes hídricas da bacia hidrográfica do rio Salitre**. In: CONGRESSO Brasileiro de Engenharia Agrícola, 33, 2004, São Pedro-SP. Anais, 2004.
- CABRAL, R. Das ideias à ação: a Sudene de Celso Furtado - oportunidade histórica e resistência conservadora. **Cadernos do Desenvolvimento**, p. 17-34. 2011.
- CALLADO, A. **Os industriais da seca e os galileus de Pernambuco; aspectos da luta pela reforma agrária no Brasil**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1960. 174 p.
- CAMPOS, E. **A viuvez do verde**; ensaio. Fortaleza: Edições Imprensa Oficial do Ceará, 1983. 160 p.
- 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: SIMPÓSIO Brasileiro de Recursos Hídricos, 15, Curitiba, 2003.
- CAMPOS, J.N. Política de águas. In: CAMPOS, N.; STUDART, T. **Gestão das Águas**. Porto Alegre: ABRH. p. 27-42. 2003.
- _____. **Lições em Simulação Hidrológica**. Fortaleza: ASTEF, 2009.
- CAMPOS, J.N.; SOUZA FILHO, F. d. Water Management in Ceará, Brazil. In: BISWAS, A.K.; TORTAJADA, C.; BRAGA, B.; RODRIGUEZ, D.J. **Water quality management in the Americas**, p. 107-117. Springer. 2006.

- CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T.M. de C. **Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções**. Fortaleza: UFC, Centro de Tecnologia, 2005. 11 p. (Texto em PDF.)
- CAMPOS, J.N.B.; VIEIRA NETO, J.F.; MARTINS, E.S.P.R. Vulnerabilidade de sistemas hídricos: um estudo de caso, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 2144. 1997.
- CAMPOS, J.N.B.; STUDART, T.M.C; CHAGAS, T.C. Vulnerabilidade no rendimento de reservatórios em mudanças climáticas In: GAISER, T.; KROL, M.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J.C. de. (Org.). **Global change and regional impacts: water availability and vulnerability of ecosystems and society**. Berlin: Springer Verlag, 2003
- CAMPOS, N. **A água e a vida – textos e contextos –** Fortaleza: ABC Fortaleza, 1990, 142 p.
- CANNABRAVA, A. A Grande Propriedade Rural. In: **Revista Conviver Semiárido**, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004.
- CANO, W. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil -1930-1970**. São Paulo: Global; Campinas: Ed. da UNICAMP, 1985. 370 p.
- _____. **Raízes da concentração industrial em São Paulo**. São Paulo, Difel, 1977. 318 p.
- CARDIM, F. A terra é chã e sua gente honrada. In: **Revista Conviver Nordeste Semiárido**, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- CARLEIAL, L.M. (Org.), Política de emprego no Brasil: viabilidade e alternativas. Fortaleza: CAEN/ UFC/ BNB, s. d., p. 61-69. In: MAGALHÃES, A.R.; BEZERRA NETO, E. Org. **Impactos sociais e econômicos de variações climáticas e respostas governamentais no Brasil**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará-IOCE, dez., 1991. 330 p.
- CARLI, G.D **Séculos de secas**. Prefácio de Mário David Andrezza. Recife: Companhia Editora de Pernambuco, 1984. 362 p.
- CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. **Limnol. Oceanogr.** n. 22, p. 361-369. 1977.
- CARVALHO, O. de. **A agricultura do Ceará e a seca de 1979**. Fortaleza: SAAb, 50 p. 1979.
- _____. **A economia política do Nordeste; secas, irrigação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Campus, 504 p. 1988.
- _____. Environment and Population in the Semiarid Northeast. In: **Population and environment in Brazil: Rio + 10**. HOGAN, DJ; BERQUÓ, E; Costa, H.S.M. (Eds.). Campinas: CNPD, ABEP, NEPO, 312 p; p. 77-124. 2002.
- _____. **Relatório sobre o Tema 1 (Clima e Disponibilidade de Água nas Bacias Hidrográficas do Semiárido)**. Brasília: CGEE, dez. 2008. 97 p. (Mídia Digital.)



- CARVALHO, O. de. Coord. et al. **Variabilidade climática e planejamento da ação governamental no Nordeste Semiárido – avaliação da seca de 1993**. Brasília: SEPLAN-PR/IICA, 1994, Xerox. 201 p. Il.
- CARVALHO, O. de et al. **Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste**. Brasília: DF, Ministério do Interior-Minter, 1973. 267 p.
- CARVALHO, O. de; EGLER, C.A.G. **Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste Semiárido**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2003. 204 p.
- CARVALHO, R. A seca, o tratamento emergencial e os efeitos sobre o emprego no Brasil. *In*: CARLEIAL, L.M. (Org.), **Política de emprego no Brasil: viabilidade e alternativas**. Fortaleza: CAEN/ UFC/ BNB, s.d., p. 61-69.
- CASANA, A.C. **Racionalizar el uso del agua demanda-Proyecto Chavimochic**. Disponível em: <<http://www.laindustria.com/satelite>>. Acesso em: 14 Fev. 2005.
- CASTRO, A.L.C. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: Imprensa Nacional, 2007.
- 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 (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- CAVALCANTI, C. A seca do Nordeste brasileiro: uma visão de estudos e pesquisas elaborados em um século de produção de conhecimento. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 19, n. 1, p. 97-127, jan./mar., 1988.
- CEARÁ. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ - CAGECE. **Mapa de Ligações**. Fortaleza: CAGECE/ Gerência de Saneamento Rural (CESAR). 2011.
- _____. **Sistema integrado de abastecimento da RMF**. Disponível em: <http://www.cagece.com.br/abastecimento_agua_RMF.asp>. Acesso em: 22 Mar. 2005.
- CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. **Boletim agropecuário do Ceará 2006 e perspectivas de 2007**. Fortaleza: 2007.
- _____. Estimativa do PIB Cearense 2010 e seu desempenho setorial. **IPECE INFORME** n.2. Mar. 2011
- CEARÁ. Secretaria de Planejamento e Gestão - SEPLAN-CE. Instituto de Planejamento do Estado do Ceará- IPLAN-CE. **A economia cearense: restrições e potencialidades**. Fortaleza: SEPLAN-CE, junho, 1992.
- _____. **Estimativa do PIB cearense em 2010 e seu desempenho setorial**. Fortaleza: Ipece, mar., 2011. (Informe n. 02.) 13 p. (Mídia Digital.)
- CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. SRHCE. **Estudo para atendimento das demandas hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza**. Estudo de Viabilidade, Parte II, 2002.

- CENTRO de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE; Agência Nacional de Águas (ANA). **A questão da água no Nordeste**. Brasília: CGEE, ANA, 2008. Série Debates. Disponível em: <http://www.cggee.org.br/ eventos/Agua_Nordeste/index.htm>. Acesso em: fev. de 2011.
- CHACON, S.S. **O Sertanejo e o caminho das águas: políticas públicas, modernidade e sustentabilidade no semi-árido**. Fortaleza: BNB. Série Teses e Dissertações. v. 8. 2007.
- CHU, P.S. **Brazil's climate anomalies and ENSO, in teleconnections linking worldwide climate anomalies**, Glantz, M.H.; Katz, R.W.; Nicholls, N. Editors. Cambridge University Press. p. 43-71. 1991.
- COLORADO BASIN RIVER FORECAST CENTER. **River forecasts and data**. Disponível em: <<http://www.cbrfc.noaa.gov>>. Acesso em: 27 Jun. 2005.
- COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH. **Instrumentos legais e de gestão**. Disponível em: <<http://www.cogerh.com.br>>. Acesso em: 28 Mar. 2005.
- _____. **Tempo de residência do açude Pentecoste**. 2011.
- CONGRESSO Agrícola do Recife. **Trabalhos**. Intr. Gadiel Perruci. Recife: CEPA-PE, 1978.
- CRANDALL, R. (1910). **Geografia, Geologia, Suprimento D'água, transportes e açudagem nos Estados Orientais do Norte do Brasil?** Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.
- CUNHA, E. da. **Os sertões (Campanha de Canudos)**. 25. ed. São Paulo: Francisco Alves, 1957. 554 p.
- 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.
- DAI, A. **Drought under global warming: a review**. In: **WIREs Clim Change 2010 DOI: 10.1002/wcc.81**.
- DAMODARAM, A. **Gestão estratégica do risco: uma referência para a tomada de riscos empresariais**. Porto alegre: Bookman, 1 ed., 2009, 394p.
- DAVIS, M. **Holocaustos coloniais**. Rio de Janeiro: Record, 2002. (Tradução de Alda Porto.) 488 p.
- DBA. DOREA BOOKS AND ART. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **O caminho das águas**, Ceará, Brasil, 2004.
- DÖLL, P.; KROL, M.; FUHR, D.; GAISER, T.; HERFORT, J.; HÖYNNCK, S.; JAEGER, A.; KULLS, C.; MENDIONDO, M.; PRINTZ, A.; VOERKELIUS, S. **Cenários integrados de desenvolvimento regional no Ceará e Piauí**. In: GAISER, T.; KROL, M.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J.C. de. (Org.). **Global change and regional impacts: water availability and vulnerability of ecosystems and society**. Berlin: Springer Verlag, 2003



- DUARTE, R. **A seca nordestina de 1998-1999: da crise econômica à calamidade social**. Recife: Sudene & Fundaj, 1999. 134 p.
- DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza, BNB, 1964. 261 p.
- _____. **Solo e água no polígono das secas**. 2. ed. Fortaleza: DNOCS, 1951. 220 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412p.
- ENÉAS da SILVA, F.O. **Plano de águas municipal como instrumento de política pública para universalização do abastecimento de pequenas comunidades rurais do semiárido Cearense**. (Tese de Doutorado) - Departamento de Engenharia Hidráulica da UFC. Fortaleza: 2011.
- 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**. Disponível em: <<http://www.sica.gov.ec/agronegocios>>. Acesso em: out. 2002.
- FEITOSA, F.A.C. **Potencialidade das águas subterrâneas no nordeste**. Palestra. In: CONGRESSO Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12., Florianópolis/SC. ABAS. 2002.
- FERNANDES, R.O.; NÓBREGA, R.L.B; GALVÃO, C.O. **Impacto das mudanças climáticas globais na evaporação em um reservatório no semi-árido**. Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 9., 2010.
- FERREIRA, D.G **A desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectiva**. Fortaleza: 1994. Mimeogr. (Trabalho apresentado na Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano de Desertificação, realizado em Fortaleza, em março de 1994.)
- FERREIRA NETO, C. **A tragédia dos mil dias: a seca de 1877-79**. Fortaleza: Premium, 2006. 288 p.
- FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER, B. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v. 31, n.5, p. 437-440, 2002.
- FÓRUM Desafios do Nordeste. Os desafio para manter o crescimento. **Revista Nordeste**, v. 6, 6o ed. out., 2011, p. 62-63. Recife: PE, Auditório JCPM Trade Center, em 30 de setembro de 2011.
- FRANÇA, F.M.C.; MARQUES, R.L. de M.; NETO, J.F. **Diretrizes estratégicas e operacionais para desenvolvimento hidroambiental em microbacias hidrográficas do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Fortaleza: SDH-Ceará/ICID+18. 2010.

- FREITAS, M.A. de S. **Que venha a seca: modelos para gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas.** Rio de Janeiro: CBJE. 2010.
- FREYRE, G. **Rurbanização: que é?** Recife, [IJNPSO], 1961. 154 p. (Reeditado, posteriormente, pela Ed. Massangana, em 1982, sob o mesmo título.)
- FUNDAÇÃO DE CIÊNCIA, APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAIS - FUNCATE. **Reavaliação da capacidade requerida e da operação do sistema de transposição das águas do rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.** Relatório Técnico, 2001.
- FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ. **A seca nordestina de 79-80.** Recife: 1983. 2 vol. 829 p. + Anexos, com mapas climáticos.
- FURTADO, C. A Fantasia Desfeita. *In: Obra autobiográfica de Celso Furtado.* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997. 3 v. (1.070 p.) Conteúdo: v.1. Contos da vida expedicionária, A fantasia organizada; v.2. Aventuras de um economista brasileiro; A fantasia desfeita; v.3. Entre o inconformismo e reformismo; Os ares do mundo. Rio de Janeiro: Paz e Terra S. A., 1997.
- _____. Há um risco de uma ingovernabilidade crescente. *In: Visões da crise.* Rio de Janeiro: Contraponto. Entrevista: p. 11-31. 1998.
- _____. **Um projeto para o Brasil.** Rio de Janeiro: Saga. 1968.
- GABAGLIA, G.R. **Ensaio sobre alguns melhoramentos tendentes à prosperidade da província do Ceará.** Rio de Janeiro: Tipografia Nacional, 1877. 59 p.
- GADELHA, C.L.M. et al. O Uso de agrotóxicos nas áreas irrigadas da bacia do rio Gramame no estado da Paraíba. *In: GADELHA, C.L.M.; SILVA, T.C. da; SILANS, A.M.B.P. de. (Org.). Bacia do rio Gramame: hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos recursos hídricos.* João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 2002, v. 1, p. 61-68.
- GAN, M.A.; KOUSKY, V.E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no Oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, n. 1: p. 19-28. 1986.
- GASPAR, S.M.F.S. et al. Avaliação de risco de pesticidas aplicadas no município de Arari, Maranhão, Brasil: base para programa de controle ambiental do Rio Mearim. *Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, n. 15, p. 43-54, 2005.
- GEROLOMO, M. **A sétima pandemia de cólera no Brasil - sua evolução e fatores relacionados a sua implantação e disseminação.** Dissertação. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 1997
- GODET, M. **A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica.** Lisboa: Cepes, n.1, 2000, 97p.
- GOMES, C. **Um desafio chamado Brasil.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002. 306 p.



- GOMES, G.M. Bolsa-Família, nova indústria, 'bolsa-deserto' e o semiárido, hoje: revisitando **Velhas secas em novos sertões**. *Revista Plenarium*, Câmara dos Deputados, Secretaria de Comunicação Social: 127-142, Brasília, ago., 2010. (Semiárido.)
- _____. **Velhas secas em novos sertões; continuidade e mudanças na economia do semiárido e dos cerrados nordestinos**. Brasília: IPEA, 2001. 326 p.
- GONDIM FILHO, J.G.C. **Sustentabilidade do desenvolvimento do Semiárido sob o ponto de vista dos recursos hídricos**. Brasília: Áridas, 1994. (Estudo realizado no âmbito do Grupo de Recursos Hídricos do Projeto Áridas.)
- GONDIM FILHO, J.G.C.; DUARTE, R.X.M.; FORMIGA, K.T.M.; SUGAI, M.R.V.B. Análise da cheia de 1979 na bacia do Rio São Francisco. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE-ABRH, 7. **Anais...** São Luís: MA, 2004.
- GONZAGA JR. L. Pobreza por pobreza. *In: Disco Canaã*, em 33 rpm, de 1968, produzido pela RCA Victor.
- GRAZIANO DA SILVA, J. Coord.; KAGEYAMA, A. et ali. **A irrigação e a problemática fundiária do Nordeste**. Campinas: Instituto de Economia; Brasília: PRONI, 1988.
- GREENWOMEN ECOLOGICAL NEWS AGENCY - GWENA. **Aral sea today, tomorrow and in the future: the overview of scientific publications, analysis, comments**. Kazakhstan, 1999. Disponível em: <<http://www.mit.edu/people>>. Acesso em: 29 jul. 2005.
- GRIGG, N. **Water resources management: principles, regulations and cases**. NewYork: McGrawHill. 1996.
- GRODSKY, S.A.; CARTON, J.A. The intertropical convergence zone in the South Atlantic and the Equatorial cold tongue. *J. Climate*, v. 16, n. 4, p. 723-733. 2002.
- GUERRA, O. A batalha das secas. *Revista Conviver Nordeste Semiárido*, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004.
- GUIMARÃES NETO, L. Ciclos econômicos e desigualdades Regionais no Brasil. **Cadernos de Estudos Sociais**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, v. 14, n. 2, p. 315-341, jul./dez., 1998.
- _____. **Introdução à formação econômica do Nordeste**. Recife: Massangana, 1989. 296 p.
- HADDAD, E. A. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, carste do Alto São Francisco, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - UFMG, Belo Horizonte, MG, 2007.
- HAMEED, S.; SPERBER, K.R.; MEINSTER, A. Teleconnections of the Southern oscillation in the tropical Atlantic sector in the OSU coupled upper ocean-atmosphere GCM. *J. Climate*, n. 6: p. 487-498. 1993.

- HARGREAVES, G. H. **Potencial evapotranspiration and irrigation requirements for Northeast Brazil**, Utah State University, 1974.
- HASTENRATH, S. Dipoles: temperature gradients, and tropical climate anomalies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 83, n. 5, p. 735-738. 2002.
- HASTENRATH, S.; GREISCHAR, A. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **J. GEOPHYS. Res.- Atmospheres**, n. 98: p. 5093-5102. 1993.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. **Quart. J. R. Meteor. Soc.**, n. 110: p. 411-425. 1977.
- HASTENRATH, S.; LAMB, P.J. **Climatic atlas of the tropical Atlantic and eastern Pacific Oceans**. University of Wisconsin Press. 113. 1977.
- HASTENRATH, S.; MOURA, A.D. Explorando os Problemas Climáticos do nordeste do Brasil. In: SOUZA FILHO, F.A.; MOURA, A.D. **Memórias do seminário natureza e sociedade nos semiáridos**. S.I.: FUNCEME/BNB, 2002.
- HEIDMANN, F.G. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. In: HEIDMANN, F.G.; SALM, J.F. **Políticas públicas e desenvolvimento**. Brasília: UnB, p. 23-39, 2006.
- HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. Impacto das atividades de aquicultura e sistemas de tratamento de efluentes com macrófitas aquáticas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 165-175, 2008.
- HIRIJI, R. Inter-basin water transfers: emerging trends. Environment Matters 1998. INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER RESOURCES MANAGEMENT, 15, Fortaleza. **Trabalho apresentado...** Fortaleza. 1998.
- HOLLING, C.S. Surprise for science, resilience for ecosystems and incentives for people. **Ecological Applications**, v.6, n.3, p. 733-735, 1996.
- HOLLING, M. Command and control and the pathology of natural resource management. **Conservation Biology**, v. 2, n.10, p. 328-337, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Resultados Preliminares do Universo. Rio de Janeiro: 2011.
- _____. **Geografia do Brasil – Região Nordeste**. SERGRAF, 1977.
- _____. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2008, 219p.
- _____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008**. Brasília: IBGE; 2010.



- _____. **Uso múltiplo da água – Paraíba do Sul**, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 Jun. 2005.
- INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Ecosistemas brasileiros: caatinga**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/caatinga.htm>>. Acesso em: 16 mai 2011.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE - ICID. **Site do ICID**. Disponível em: <<http://www.icid.org>>. Acesso em: 29 Jul. 2005.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **AR 4. Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007.
- _____. **Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability**. In: MCCARTHY, J.J. **Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p.1.032.
- _____. **Special report on emission scenarios**. Vienna, Assessment Report 04. 2007.
- JAMES, L. **Raj: the making and unmaking of British India**. New York: St. Martin's Griffin, 1997. 724 p.
- JANEIRO, D.I. Ocorrência de ovos de helmintos e cistos de protozoários e sua relação com sólidos totais e frações em um rio poluído do semi-árido paraibano. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 28., 2002. **Anais...** Cancún - México : AIDIS - 2002. v. 1.
- 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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 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.
- KEMPER, K. E. **O custo da água gratuita: alocação e uso dos recursos hídricos no vale do Curú, Ceará, Nordeste brasileiro**. Tese (Doutorado) - Linköping: Linköping studies in art and science/ Associação Brasileira dos Recursos Hídricos. 1997.
- KNIGHT, F.H. **Risk, uncertainty and profit**. New York: Hart, Schaffner and Marx, 1921.
- KOUSKY, V.E. Diurnal rainfall variation over Northeast Brazil. **Mon. Wea. Rev.**, v. 108, n. 4, p. 488-498. 1980.

- KROL, M.; JAEGER, A.; BRONSTERT, A.; GUNTNER, A. Integrated modelling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes: A general introduction of the methodology and some exemplary results from the semi-arid north-east of Brazil. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.328, p.417-31, 2006.
- KROL, M.S.; BRONSTERT, A. Regional integrated modelling of climate change impacts on natural resources and resource usage in semi-arid Northeast Brazil. **Environmental Modelling & Software**, Oxford, v.22, p.259-68, 2007.
- LACERDA, F.F.; NOBRE, P. Aquecimento global: conceituação e repercussões sobre o Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, n. 3, p. 14-17, 2010.
- LACERDA, L.D., MARINS, R.V., VAISMAN, A.G., MAIA, S.R.R., AGUIAR, J.E. E DIAS, F.J.S. Contaminação dos metais pesados nas bacias inferiores dos rios Curimataú e Açú (RN) e rio Jaguaribe (CE) In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC), Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezal (ISME-BR). **Impacto do ambiente exógeno sobre a carcinicultura marinha**. Fortaleza, 87 p., 2004.
- LANNA, A.E. **Estudo institucional e tarifário para o projeto de transposição do Rio São Francisco para os estados receptores**. Rateio dos custos operacionais do projeto entre os Estados receptores. São José dos Campos: Fundação de Ciência Aplicada e Tecnologias Espaciais - FUNCATE, 2001. 60 p. Relatório Final. Versão 7.
- LÁZARO, Y.M.C.; SILVEIRA, C.S.; SOUZA FILHO, F. A. Avaliação de desempenho dos modelos do IPCC-AR4 no Nordeste Setentrional Brasileiro quanto à variação plurianual de precipitação no século XX. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2011 (submetido).
- LEITE, P. S. **Em busca do desenvolvimento rural do Ceará**. Fortaleza, 2005.
- LESOTHO HIGHLANDS DEVELOPMENT AUTHORITY - LHDA. **Site**. Disponível em: <<http://www.lhwp.org.ls>>. Acesso em: out. 2004.
- LESOTHO HIGHLANDS WATER PROJECT AUTHORITY - LHWP. **Annual Report**. Disponível em: <<http://www.lhwp.org.ls>>. Acesso em: out. 2004b.
- _____. **Overview of Lesotho Highlands water project**. Disponível em: <<http://www.lhwp.org.ls>>. Acesso em: out. 2004a.
- LIMA, E.B.N.R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá**, Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2001.
- LIMA, Y.C.P. **Análise do assoreamento de um pequeno reservatório: estudo de caso Açude Boqueirão, Aiuaba, CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - UFC, Fortaleza, CE, 2010.



- LIMEIRA, M.C.M. **Capacitação social como estratégia para restauração de rios: gestão adaptativa e sustentável.** Tese (Doutorado) - UFPB/PPGRH, Campina Grande. 2008. Disponível em: http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/teses/MariaCMLimeira_2008.pdf. Acesso em: 08.09.2011.
- LINDOSO et al. Vulnerabilidade socioeconômica da agricultura familiar brasileira às mudanças climáticas : o desafio da avaliação de realidades complexas. **IPEA: Boletim regional, urbano e ambiental**, Brasília, n.04, jul. 2010.
- LISBOA, M.A.R. O problema das secas. (Conferência pronunciada no Rio de Janeiro, em 1913, na Biblioteca Nacional.) . **Boletim do DNOCS**, Rio de Janeiro: v. 20, n 6, nov., 1959, p. 42-55.
- 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.
- _____. Water transfers in water resources systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**. v. 121, n. 2, 1995b.
- MACEDO, M.A. de M. **Observações sobre as secas do Ceará; os meios de aumentar o volume das águas das correntes do Cariri.** Rio de Janeiro: Tipografia Nacional, 1878.
- MACHADO, L.M.; RIBEIRO, L.D.; KIPERSTOK, A.; BOTELHO, M.A.B.; CARVALHO, M.F. Diagnóstico da contaminação por metais pesados em Santo Amaro - BA. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 2, p.140-155. 2004.
- MACHADO, M.. O processo histórico do desmatamento do nordeste brasileiro: impactos ambientais e atividades econômicas. **Revista de Geografia, América do Norte**, 2330 11 2008.
- MADDEN, R.; JULIAN, P.R. Description of global scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. **J. Atmos. Sci.**, n. 29, p. 1109-1123. 1972.
- MAGALHÃES JR., A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2007.
- MAGALHÃES, A.R. **Desenvolvimento regional sustentável e a revitalização das bacias hidrográficas.** Relatório Síntese do Debate 4 – Desenvolvimento Regional Sustentável e a Revitalização de Bacias Hidrográficas Bacias do Semi-Árido. Brasília: CGEE. 2008.
- _____. Understanding the implications of global warming in developing regions: the case of Northeast Brazil. *In*: SCHMANDT, J.; CLARKSON, J. Ed. **The regions and global warming: impacts & response strategies**, New York: Oxford University Press, 1992.
- MAGALHÃES, A.R. et alii. **Projeto Áridas; estudos sobre políticas e programas de desenvolvimento sustentável no Nordeste Semiárido.** Brasília: IICA, dez., 1993. 91 p.

- MAGALHÃES, A.R.; BEZERRA NETO, E. Org. Apresentação de Ciro Ferreira Gomes. **Impactos sociais e econômicos de variações climáticas e respostas governamentais no Brasil**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará-IOCE, dez., 1991. 330 p.
- MAGALHÃES, A.R.; GLANTZ, M. **Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brazil**. Brasília, DF: Fundação Esquel do Brasil. 1992. 155 p
- MAGALHÃES, A.R.; VALE, J.A. de; PEIXOTO, A.B.; RAMOS, A. de P.F. Organização governamental para responder a impactos de variações climáticas. *In*: MAGALHÃES, A.R.; BEZERRA NETO, E. Org. Apresentação de Ciro Ferreira Gomes. **Impactos sociais e econômicos de variações climáticas e respostas governamentais no Brasil**. Op. cit.
- MAGALHÃES, P.C.; CAMPOS, J.D. **A crise das águas**. Notícia em 31/07/2003. Disponível em: <<http://www.planeta.coppe.ufrj.br>>. Acesso em: 13. Jun. 2005.
- 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.
- MARANHÃO, N. **Sistemas de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)–Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2007.
- MARENGO, J. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA. 2006.
- _____. O quarto relatório do IPCC (IPCC AR4) e projeções de mudança de clima para o Brasil e América do Sul. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 23-28. 2007.
- MARENGO, J. et al. **Atlas de cenários climáticos futuros para o Brasil (Versão 1.0): projeções climáticas (precipitação e temperatura) para o Brasil durante a segunda metade do Século XXI usando modelos regionais, nos cenários de baixas emissões (otimista IPCC-B2) e de altas emissões (pessimista IPCC-A2)**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, PROBIO. 2007.
- MARQUES, A.C.M.; VIDON, A.C.; MATUOKA, Y. **Projetos Chavimochic (Peru) e Trasvase Daule – Santa Elena (Equador)**. Consórcio ENGECORPS-HARZA, 1998.
- MARTINS, E.S.P.R., **Adapting water resources planning and operation to climate variability and climate change in selected river basins in northeast Brazil - climatic and hydrologic components**, World Bank Report, Setember, 100 p. 2011.
- MCKAUGHAN, S.E. Org. **Projeto Aridas**. Guia de planejamento para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.



- 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).
- MEDEIROS FILHO, J.; SOUZA, I. **Os degredados filhos da seca**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1983. 114 p.
- MEDEIROS, S.S.; LOPES, R.M.B.P.; SANTOS, J.S. et al. Estudo do assoreamento da bacia do riacho de Bodocongó, Campina Grande – PB. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v.5, n.3, p. 297-306, 2008.
- MEDEIROS, V. de. **Ponderações sobre a memória do Dr. André Rebouças: a seca nas províncias do Norte**. Rio de Janeiro: Tipografia Acadêmica, 1877. 50 p.
- MEDEIROS, Y.D.P. Análise dos impactos das mudanças climáticas em região semiárida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 127-136.
- MELLO, E.; OLIVEIRA, F.A.; PRUSKI, F.F. Efeito das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu (médio São Francisco). **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.635-644, out./dez. 2008.
- MEXICAN TREATY. EUA, T.S. No. 994, 59 Stat. 1219, 1944.
- MILHOME, M.A.L. ; SOUSA, D.O.B. ; LIMA, F.A.F. ; NASCIMENTO, R.F. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, p. 363-372, 2009.
- MILLY, P.C.D.; DUNNE, K.A.; VECCHIA, A.V. Global pattern of trends in streamflow e water availability in a changing climate. **Nature**, v. 438, 17 Nov 2005 [doi:10.1038/nature 04312. 2005.
- MINISTRY of WATER RESOURCES & IRRIGATION of EGYPT - MWRI. **El Salam canal project**. The Sinai Project Authority, 1996.
- _____. **North Sinai development Project: the project achievements**. Disponível em: <http://www.mwri.gov.eg/mwr_en>. Acesso em: 2003.
- MIRANDA, Ricardo Nunes de. Avaliação do Projeto Sertanejo; estudo especial. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 21, n. 2, p.193-223, abr./jun, 1990, p.1998-1999.
- MITCHELL, T. D.; FEDDES, R.B.R; FRITSCH, J.; HOFF, H; KABAT, P.; KÖNNEN, G; ZBIGNIEW KUNDZEWICZ. Chapter 1: Brief Overview of the Science on Water and Climate. In: KABAT, P.; SCHULZE, R.E.; HELLMUTH, M.E.; VERAART, J.A. Eds. **Dialogue on water and climate**, 2002.
- MITCHELL, T.D.; CARTER, T.R.; JONES, P.D.; HULME, M.; NEW, M. **A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901-2000) and 16 scenarios (2001-2100)**. Tyndall Centre Working Papers. 2003.

- MORTIMORE, M. **Adapting to drought: farmers, famines & desertification in West Africa**. New York: Cambridge University Press, 2009. 300 p. Il.
- MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of drought in Northeast Brazil: observation, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal Atmospheric Science**, n.38, p.2653-2675, 1981.
- MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. **Universitas: Ciências da Saúde**, v. 4, p. 83-100, 2006.
- NAMIAS, J. Influence of northern hemisphere general circulation on drought in northeast Brazil. **Tellus**, n. 24: p. 336-342. 1972.
- NASCIMENTO, F.R. do. **Conceitos e teorias sobre desertificação em bacias hidrográficas: subsídios para abordagens metodológicas**. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6. Coimbra-Portugal: Universidade de Coimbra, 2010.
- NASCIMENTO, S. **A força do Bolsa Família**. Correio Braziliense, Brasília: 05.10.2006. (Tema do Dia: Política.)
- NOAA-AVRR. [on line]. Disponível em: <<http://noaasis.noaa.gov>>. Acesso em: 2005.
- NOBRE, C. et al. Cenários de mudança climática para a América do Sul para o final do século 21. Brasília: CGEE/**Parcerias Estratégicas**, n 27. 2008.
- NOBRE, C.; BARROS, H.; MOURA FÉ, J. de A. **O clima, a água e a seca no Nordeste brasileiro**. Brasília: Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-CPTEC, 1993.
- NOBRE, C.A.; MOLION, L.C.B. The climatology of droughts and drought prediction. In: **The impact of climatic variations on agriculture**, PARRY, M.L.; CATER, T.R.; KONIJIN, N.T. Editors. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 305-323. 1988.
- NOBRE, P. et al. Impacto das mudanças climáticas globais na hidrologia do semiárido do Nordeste brasileiro para o final do século XXI. In: **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Medeiros, S.d.S. et al. Eds., Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p. 423-437. 2011.
- NOBRE, P. **O clima do Nordeste**. Brasília: Seplan-PR, 1994. Xerox. (Documento elaborado no âmbito dos trabalhos do GT-1 do Projeto Áridas – Recursos Naturais e Meio Ambiente.)
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**, v. 9, n. 10, p. 2464-2479. 1996.
- NOFFS, P. da S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica**. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica-MAB-UNESCO, 2 ed. Caderno n. 3, 48p. 2000.



- NORBERG et al. Diversity and resilience of social-ecological systems. In: NORBERG, J.; CUMMING, G.S. **Complexity theory for a sustainable future**. Columbia University, 315p. 2008.
- NORTHERN COLORADO WATER CONSERVANCY DISTRICT - NCWCD. **Comprehensive annual** financial report. Berthoud: CBT, 2004. 72 p. (Finance & Accounting Department).
- _____. **Project map**. Disponível em: <<http://www.ncwcd.org/project&features>>. Acesso em: 2005.
- OLIVEIRA, F. de. **Elegia para uma re(li)gião; Sudene, Nordeste: planejamento e conflito de classes**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977. 132 p.
- OLIVEIRA, I.F. de; BAPTISTA, N. de Q. **Programas emergenciais no semiárido; um estudo comparativo**. Feira de Santana-BA: Movimento de Organização Comunitária, mar., 1995. 44 p.
- OLIVEIRA, J.B. **Bacias hidrográficas: aspectos conceituais, uso manejo e planejamento**. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos. 210.
- OLIVEIRA, J.S. de. Org. **O traço da desigualdade social no Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1993.
- ORGANISATION for ECONOMIC CO-OPERATION and DEVELOPMENT - OECD. **Agricultural water pricing in OECD countries**. ENV/EPOC/GEEI(98)11/FINAL. Paris, 1999. 60p.
- PEREIRA, D. **Ampliação no bolsa família**. Correio Braziliense, Brasília: 07 de janeiro de 2009. (Caderno Política.)
- PEREIRA, L.B.F.; SOUZA NETO, J.A. **Distribuição de metais pesados e cianeto total em sedimento de drenagem e pilhas de rejeito na área da mina de ouro e tungstênio de Bonfim, Lajes (RN)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 10., Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul, 2., 2005, Porto de Galinhas - PE. CD-ROM, Simpósio 14 - Geoquímica Ambiental e Geologia Médica, 2005. p. 1-3.
- PERRY, J.; VANDERKLEIN, E. **Water quality management of a natural resource**. Cambridge, Massachusetts: Blackwell Science. 1996.
- PESSOA, D.; CAVALCANTI, C. **Caráter e efeito da seca nordestina de 1970**. Recife: Sudene. Assessoria Técnica, 1973. (Pesquisa e estudos realizados pelo SIRAC – Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria.) 236 p. Il.
- PESSOA, D.; CAVALCANTI, C.; PANDOLFI, M.L.; GUIMARÃES NETO, L. **A seca nordestina de 79-80**. Recife: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Ceará; Sudene; Fundaj, 1983. 829 p. Il. + Anexos, com mapas climáticos.
- PETRONE, T.S. As áreas de criação de gado. **Revista Conviver Nordeste Semiárido**, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- PINTO, A. C. **Contribuições ao estudo para decomissionamento de barragens**. São Paulo, SP: (Tese de Mestrado) - USP. São Paulo, 2010.

- POMPEU SOBRINHO, T. A caminho do IOCS. **Revista Conviver Nordeste Semiárido**, Fortaleza, v.1, n.4, outubro 2004
- POMPEU, C.T. **Direito de águas no Brasil**. São Paulo, SP: Editora Revista dos Tribunais. p.413-457. 2006 (6)
- PORTER, M. **Estratégia competitiva: técnicas para a análise de indústrias e da concorrência**. Editora Campus. 2004.
- PORTO, M.; Kelmann, J. **Water resources policy in Brazil** São Paulo, SP: Department of Hydraulic and Sanitary Engineering - University of São Paulo/Ministry of Environment Brasília, DF.
- PORTO, R.L.L. **Gestão de recursos hídricos em regiões semi-áridas: experiências internacionais**. São Paulo, 2000. (Relatório de Consultoria).
- PORTO, R.L.L.; BOMBONATO, C.; LIBOA, H.; CASTRO, H. L.; SILVA, S.A. Sistema de suporte a decisões para a operação de grandes sistemas produtores da SABESP. In: SIMPÓSIO Brasileiro de Recursos Hídricos, 13., Belo Horizonte: ABRH, 1999. **Anais...** 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.
- PROCURADORIA GERAL da REPÚBLICA - PGR. **MPF/PB investiga abandono de projetos de irrigação financiados com recursos federais**. Disponível em: <<http://www.pgr.mpf.gov.br>>. Acesso em: jan. 2005.
- PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC - PEC. **Etapas y alcances**. Disponível em: <<http://www.chavimochic.gob.pe>>. Acesso em: 14 Fev. 2005.
- QUOSY, D.E.D.E. **Agricultural development in Egypt across two millenniums**. Virtual Global Super Project Conference, 2001. (World Development Federation). Disponível em: <<http://www.wdf.org/gspc>>. Acesso em: 2005.
- RAO, V.B.; LIMA, M.C.d.; FRANCHITO, S.H. Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern Northeast Brazil. **J. Climate**, n. 6, p. 1754-1763. 1993.
- RAULINO, M. **Jornal Diário do Nordeste**. Caderno Nacional. Fortaleza, 21 de abril de 2010.
- RAWLS, J. **Justiça como equidade: uma reformulação**. Editora Martins Fontes. 2003.
- _____. **Uma teoria da Justiça**. Editora Martins Fontes. 2002.
- RIBEIRO NETO, A.; MONTENEGRO, S.M.G.L. E CIRILO, J.A. Impacto das mudanças climáticas no escoamento superficial usando modelo climático regional: Estado de Pernambuco – Nordeste do Brasil. In: WORLD WATER CONGRESS, 14., Porto de Galinhas-PE, IWRA, 2011. **Anais...** Porto de Galinhas-PE, IWRA, 2011.



- RING, E. **Release the rivers, let the volga and ob refill the Aral Sea**. Disponível em: <<http://www.ecoworld.org>>. Acesso em: 2005.
- RIVER murray urban users. Disponível em: <<http://www.murrayusers.sa.gov.au>>. Acesso em: 2005.
- RODRIGUES, V. Desertificação: as relações entre suas causas e as atividades humanas. **Interciência**. Caracas, Venezuela, v. 12, n. 2. 1987.
- SÁ, I.B. **Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido brasileiro**. Fortaleza, 1994. (Trabalho apresentado na Conferência Nacional e no Seminário Latino Americano de Desertificação, realizados em Fortaleza, em março de 1994.)
- SAMPAIO, E.V.S.B. et ali. **Caatingas e cerrados do Nordeste**. Fortaleza, 1994. (Trabalho apresentado na Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, realizada em Fortaleza, em março de 1994.)
- SANCHES, S. M. et al. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. **Pesticidas: Rev. de Ecotoxicologia. e Meio Ambiente**, Curitiba, v.3, p.53-58, jan.-dez. 2003.
- SANTOS, R. **A revolução nordestina-1: a epopeia das secas**. Recife: Tropical, 1984. 350 p.
- SANTOS, T.C.C.; CÂMARA, J.B. d. **GeoBrasil 2002. Perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: edições Ibama, 2002.
- SÃO PAULO. Comitê PCJ - Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Câmara técnica de monitoramento hidrológico**. Disponível em: <<http://www.comitepcj.sp.gov.br>>. Acesso em 14 Fev. 2005.
- RIO DE JANEIRO. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO URBANO - SEMADS. **Notícias em 15/04/2003**. Disponível em: <<http://www.semads.rj.gov.br>>. Acesso em: 13 Jun. 2005.
- SERRA, A. **As secas do Nordeste**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Meteorologia, 1946.
- _____. **Meteorologia do Nordeste brasileiro**. Rio de Janeiro, IBGE/CNG, 1945.
- SNOWY HYDRO RENEWABLE ENERGY - SHRE. **Snowy mountains scheme**. Disponível em: <<http://www.snowyhydro.com.au>>. Acesso em: 27. out. 2004.
- SILVA FILHO, A.A.; MEIJER, M.A.; MONTENEGRO, A.A.A. Análise do assoreamento do reservatório do Bituri-PE. In: SIMPOSIO DE RECURSOS HIDRICOS DO NORDESTE. Recife, PE (Brazil). 1992. **Anais...** Recife, PE, v. 2 p. 169-178.
- SILVA, L.S. et ali. Uso de agrotóxicos em Pernambuco na Região de Salgueiro e Petrolina. 2010. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10. **Anais...** Recife, 2010.

- SILVEIRA, C.S.; SOUZA FILHO, F.A. **Avaliação das projeções para a sazonalidade da precipitação dos modelos do IPCC-AR4 para o cenário A1B sobre o Nordeste brasileiro.** CONGRESSO MUNDIAL DA ÁGUA,14., 2011a.
- SILVEIRA, C.S., SOUZA FILHO, F.A, ALVES, B.C.C, LÁZARO,Y.M.C. **Análise de tendência da precipitação dos modelos do IPCC-AR4 no Nordeste Setentrional Brasileiro para o cenário A1B no século XXI.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS,19., 2011b .
- _____. Avaliação de desempenho dos modelos de mudança climático do ipcc-ar4 quanto a sazonalidade e os padrões de variabilidade interanual da precipitação sobre a Nordeste do Brasil, Bacia da Prata e Amazônia. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** (submetido), 2011c.
- SMIT, W. Adaptive capacity and vulnerability, **Global Environmental Change**, v. 16, p. 282-292, 2006.
- SOUZA BRASIL SOBRINHO, T.P. de. **História das secas.** Fortaleza: A. Batista Fontenele, 1958. (Instituto do Ceará. Monografia, 23.) 542 p.
- SOUZA BRASIL, T.P. de. **O Ceará no começo do século XX.** Fortaleza: Tipo-Litografia a Vapor, 1909. 781 p.
- SOUZA FILHO, F. de A. de; MOURA, A.D. Orgs. **Memórias do seminário natureza e sociedade nos semiáridos.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-Funceme, 2006. 332 p. Il.
- SOUZA, E. d. **O calvário das secas.** Mossoró: Coleção Mossoroense v. 37, 1976.
- SOUZA, J.G. **Os grandes órgãos regionais.** Revista Conviver Nordeste Semiárido, Fortaleza, v.1, n.4, out-dez 2004
- SOUZA, J.L. **Informação verbal.** Brasília, 2011.
- STUDART, G. **Dicionário bio-bibliográfico cearense.** Fortaleza: Typo-Lythographia a Vapor, 1910. v.1, 524 p.; 1913. v. 2, 430 p.; 1915. v. 3. 326 p.
- STUDART, T. M.; CAMPOS, J.N. Gestão da Demanda. In: CAMPOS, J.N.; STUDART, T.M. **Gestão das águas: princípios e práticas.** Porto Alegre: ABRH. p. 69-89, 2003.
- SUASSUNA, J. **O Processo de salinização das águas superficiais e subterrâneas no nordeste brasileiro.** In: SEMINÁRIO BRASILEIRO IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS DESSALINIZADAS NO SEMI-ÁRIDO. Fortaleza, CE, Ministério do Meio Ambiente, junho de 1996
- _____. **Semi-árido: proposta de convivência com a seca.** Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/geral/textos_online/estudos_avancados/semi_arido.pdf> Acesso em: 22/4/2011
- SUBNUTRIÇÃO reduz peso e tamanho do nordestino. **O Globo**, Rio de Janeiro, 11 set., 1983, p. 12.



- Sudene. (1967). Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe: Política das Águas. Recife: Sudene.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - Sudene. **Ação do governo federal no combate às secas no Nordeste: 1979-1983**. Recife: MINTER/Sudene, junho, 1983. Mimeog.
- _____. **As secas do Nordeste**. Recife: Sudene/Departamento de Recursos Naturais-DRN, 1979. 81 p. + 38 mapas.
- TAYLOR, C.M.; CLARCK, D.B. The diurnal cycle and African easterly waves: a land surface perspective. **Quart. J. Roy. Meteor. Soc.**, v. 127, n. 573, p. 845-867. 2001.
- 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.
- TEIXEIRA, M.G.L.C. et ali. Epidemia de gastroenterite na área da barragem de Itaparica, Bahia. **Boletim de la Oficina Sanitaria Panamericana**, v.114, n.6, p. 502-512, 1993.
- TEÓFILO, R. **A Fome: violação**. Organização, atualização e notas por Otacílio Colares. Rio de Janeiro: J. Olympio; Fortaleza: Academia Cearense de Letras, 1979. (Coleção Dolor Barreira; v. n. 2.) 258 p.
- _____. **História da seca do Ceará: 1877-1880**. Rio de Janeiro: Imprensa Inglesa, 1922. 436 p.
- TOLEDO JR., A.P.; CHINEZ, S.J.; AGUDO, E.G. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo da eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Anais...** Camboriú, p.1-34. 1983.
- TRÖGER, F.H.; GONDIM F^o, J. G. C.; NÓBREGA, M.T.; SUGAI, M.V.B. Verificação da estacionariedade das séries anuais de vazões naturais das Usinas Hidrelétricas de Três Marias e Sobradinho. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., São Luis, **Anais...** São Luis, ABRH, 2004.
- TUNDISI, J.G. Água no século XXI: Enfrentando a escassez. 1a Ed. São Carlos: RiMa, IIE, 248p, 2005
- _____. Ambiente, represas e barragens. **Revista Ciência Hoje**. v.5, n.27, p. 48-54, 1986.
- UNESCO. **Nature and resources**. Vol. 35, No. 2, 1999.
- UNITED NATIONS. **Report of the World Commission on Environment and Development. Our Common Future**. 1987. Disponível em: < <http://www.stwr.org/climate-change-environment/our-common-future-report-of-the-world-commission-on-environment-and-development.html>> Acesso em: 15 jun. 2011.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR - USDI. **Bureau of Reclamation. Colorado – Big Thompson project**. Disponível em: <<http://www.usbr.gov/dataweb.html>>. Acesso em: 27 out. 2004.
- USBR. **Citizen's guide to Colorado water law**. Disponível em: <<http://www.usbr.gov>>. Acesso em: jun. 2005.

- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **Calendar year streamflow for Arizona**. USGS 09380000 Colorado River AT Less Ferry, AZ. Disponível em: <<http://nwis.waterdata.usgs.gov>>. Acesso em: 29 jul. 2005.
- VAN DER LEEUW, S.; ASCHAN-LEYGONIE, C. **A long-term perspective on resilience in socio-natural systems**. *Workshop: System shocks - system resilience*. Sweden, 2002.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco-CONDEPE, 1970.
- VIEIRA, V.P.P.B. Coord., et ali. **A água e o desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, 2000. 264 p.
- VLACHOS, E.; JAMES, L.D. **Drought impacts**. In: VUJICA, Y. CUNHA, L.; VLACHOS, E. Orgs. *Coping with droughts*. Littleton, Colorado, Water Resources Publications, 1983, p. 44-73.
- VUJICA, Y. CUNHA, L.; VLACHOS, E. Orgs. **Coping with droughts**. Littleton, Colorado, Water Resources Publications, 1983, 417 p.
- WALKER, B.; CARPENTER, S.; ANDERIES, J.; ABEL, N.; CUMMING, G.; JANSSEN, M.; LEBEL, L.; NORBERG, J. G.; PETTERSON, D.; PRITCHARD, R. Resilience management in social - ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology*, v. 6, n. 1, art. 14, 2002.
- WANG, L.; FANG, L.; HIPEL, K.W. **Water rights allocation in the Aral sea basin**. Disponível em: <<http://www.cwn-rce.ca/Docs>>. Acesso em: 11 nov. 2005.
- WATER TECHNOLOGY NET. Shanxi Wanjiazhai **Yellow River diversion project**. Disponível em: <<http://www.water-technology.net>>. Acesso em: out. 2004.
- WEISSHEIMER, M.A. **Bolsa família: avanços, limites e possibilidades do programa que está transformando a vida de milhões de famílias no Brasil**. 2 ed. revista e atualizada. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2010. 192 p.
- WIKIPÉDIA. **Agreste**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_\(Nordeste\)&oldid=25651293](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_(Nordeste)&oldid=25651293)>. Acesso em: 14 jun. 2011
- WIKIPÉDIA. **Meio Norte**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_\(Nordeste\)&oldid=25651293](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_(Nordeste)&oldid=25651293)>. Acesso em: 14 jun. 2011
- WIKIPÉDIA. **Sertão**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_\(Nordeste\)&oldid=25651293](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_(Nordeste)&oldid=25651293)>. Acesso em: 14 jun. 2011
- WIKIPÉDIA. **Zona da Mata**. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_\(Nordeste\)&oldid=25651293](http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Zona_da_Mata_(Nordeste)&oldid=25651293)>. Acesso em: 14 jun. 2011



WORLD BANK GROUP - WBG. **Wanjiazhai water transfer. Staff Appraisal Report** -15999 CHA. Disponível em: <<http://www.worldbank.org.cn>>. Acesso em: out. 2004b.

_____. **Wanjiazhai water transfer: Project Information Document**. Disponível em: <<http://www.worldbank.org.cn>>. Acesso em: 27 out. 2004a.

XIE, P.; ARKIN, P.A. Global precipitation: A 17-year monthly analysis based on gauge observations, satellite estimates, and numerical model outputs. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, n. 78, p. 2539-2558. 1997.

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

ZISMAN, M. **Nordeste pigmeu – uma geração ameaçada**. Organização Editorial Psicossomática (OEDIP), Recife: 1987.



Anexo 1

Série de Debates sobre A QUESTÃO DA ÁGUA NO NORDESTE

Tema 1: Clima e disponibilidade de água nas bacias do semiárido

Convite
Programa
Lista de Participantes

Sessão 1 - Clima, regimes climáticos, variabilidade e mudanças

Moderador:
Antonio Magalhães (CGEE/ANA)

Palestrante:
Paulo Nobre (INPE)
Dinâmica do clima e mudanças climáticas sobre o Nordeste do Brasil

Comentários:
Antônio Divino Moura (INMET)
Eduardo Martins (Funceme)
José Oribe Aragão (ITEP)

Sessão 2 - Secas: impactos sobre a economia, sociedade, meio ambiente. Respostas governamentais. Políticas de convivência

Secas
PEA

Moderador:

Bruno Pagnoccheschi (Diretor da ANA)

Palestrante:

Marcos Holanda (Ipece)

Clima: impactos sobre a economia e a sociedade

Comentários:

Aderaldo de Souza Silva (Embrapa Semiárido)

Carlos Caldas Lins (FUNDAJ)

Secas no Nordeste brasileiro: impactos ambientais, econômicos e sociais

Sessão 3 - Bacias hidrográficas do Nordeste. Origem das águas. Potencialidade/disponibilidade de recursos hídricos. Águas superficiais e águas subterrâneas. Risco de mudanças climáticas

Moderador:

Antonio Carlos Filgueira Galvão (Diretor CGEE)

Palestrante:

Joaquim Gondim (ANA)

Bacias hidrográficas do Nordeste: potencialidades/disponibilidade de recursos hídricos

Comentários:

Almir Cirilo (SECTMA-PE)

Recursos hídricos no Brasil: uma visão estratégica para o Semiárido

Vicente Vieira (UFC)

Sessão 4 - A bacia do Rio São Francisco. Origem das águas. Regime fluvial. Disponibilidades. Risco de mudanças climáticas

Moderador:

José Machado (presidente da ANA)



Palestrante:

João Lotufo (ANA)

A Bacia do Rio São Francisco: disponibilidade e mudança climática

Comentários:

Geraldo José dos Santos (IGAM-MG)

Clementino Sousa Coelho (CODEVASF)

Giovani Accyoli (ONS)

Tema 2: Água e desenvolvimento regional. Balanço hídrico. Cenários

Convite

Programa

Lista de Participantes

Sessão 1 - Água e desenvolvimento regional. Cenários de desenvolvimento do Nordeste.
Água como insumo para o desenvolvimento regional e local. Água como fator limitante ao desenvolvimento do Semiárido. Implicações para as políticas de gerenciamento da água e de desenvolvimento do Nordeste

Moderador:

Antônio Carlos Filgueira Galvão (Diretor do CGEE)

Palestrante:

Cláudio Egler (UFRJ, RJ)

Água e desenvolvimento regional: uma visão geoeconômica

Antonio Eduardo Leão Lanna (UFRS, RS)

Cenários de recursos hídricos para o Nordeste brasileiro - algumas reflexões

Comentários:

Antonio Carlos Galvão (CGEE, DF)

Pedro Lapa (BNB, CE)

Saumíneo Silva Nascimento (Sudene, PE)

Sessão 2 - Bacias do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba. Balanço hídrico. Perspectivas de desenvolvimento: cenários atual e futuro. Impactos de mudanças climáticas. Implicações para a política de águas e de desenvolvimento regional do Nordeste

Moderador:

-

Palestrante:

Guilherme Gonçalves de Oliveira (CODEVASF, PI)

Comentários:

José Alberto de Almeida (DNOCS, CE)

Francisco Lopes Viana (ANA, DF)

Raymundo Garrido (BA)

Sessão 3 - Bacias do Nordeste Setentrional (Salgado e Jaguaribe, Apodi, Piranhas-Açu; Metropolitana de Fortaleza; Agreste de Pernambuco). Balanço hídrico. Cenários atual e futuro. Impactos de mudanças climáticas. Implicações para políticas de gerenciamento das águas e de desenvolvimento regional e local

Moderador:

-

Palestrante:

Francisco Teixeira (Cogerh, CE)

Água e desenvolvimento regional; balanço hídrico; bacias setentrionais

Comentários:

Paulo Varella (ANA, DF)

Laudizio da Silva Diniz (AESAs, PB)

Marcelo Asfora (SRH, PE)



Tema 3: Meio ambiente e qualidade da água

Convite
Programa
Lista de Participantes

Sessão 1 - Qualidade da água e saúde pública no Semiárido. Consequências para a saúde da população e para o sistema de saúde na região

Moderador:
Esper Cavalheiro (CGEE)

Palestrante:
Paulo Saldiva (USP)

Comentários:
Esper Cavalheiro (CGEE)
Ulisses Confalonieri (FIOCRUZ)

Sessão 2 - Degradação ambiental nas bacias hidrográficas do Semiárido. Desmatamento, erosão, desertificação, poluição (urbana e rural), salinização. Causas da degradação. Efeitos sobre a quantidade e a qualidade das águas

Moderador:
Dalvino Troccoli Franca (ANA)

Palestrante:
Iedo Bezerra Sá (Embrapa Semiárido)

Comentários:
João Lotufo
Impactos na quantidade e qualidade da água

Devanir Garcia dos Santos (ANA)
José Roberto de Lima (MMA)

Sessão 3 - O caso do Rio São Francisco. Como a degradação ambiental afeta a quantidade e a qualidade da água na bacia. Como os problemas ambientais se relacionam com a questão do desenvolvimento regional

Moderador:

Bruno Pagnoccheschi (ANA)

Palestrante:

Fernando Cardoso (Secretaria de Agricultura e Abastecimento de MG)

Meio ambiente e qualidade da água no Semiárido

Arno Maschmann de Oliveira (UFAL)

Júlio César de Sá da Rocha (Instituto Ingá, BA)

Monitoramento da qualidade das águas do estado da Bahia

Júlio César de Sá da Rocha (Instituto Ingá, BA)

O caso do São Francisco e a Bahia: busca da sustentabilidade

Sessão 4 - A Qualidade da água nas principais bacias do Semiárido e nos reservatórios. A situação da Bacia do Rio São Francisco. A situação das bacias do Nordeste Setentrional. Principais fatores que afetam a qualidade de água nessas bacias

Moderador:

Carmem Bueno (CGEE)

Palestrante:

Walt Disney Paulino (Cogerh-CE)

Condições ambientais e qualidade das águas de açude cearense

Comentários:

Marcelo Pires da Costa (ANA)



Tema 4: Desenvolvimento regional sustentável e a revitalização de bacias hidrográficas do Semiárido

Programa
Lista de Participantes

Sessão 1 - Desenvolvimento sustentável e revitalização de bacias no Nordeste Semiárido: Por que a revitalização de bacias é importante

Moderador:

José Machado (presidente da ANA)

Palestrante:

José Carlos Carvalho (Secretário de MA e DS de Minas)

Comentários:

José Luiz de Souza (MI)

Devanir Garcia dos Santos (ANA)

Sessão 2 - O Programa de Revitalização da Bacia do Rio São Francisco: desafios e perspectivas. Efeitos esperados sobre a quantidade e a qualidade da água e sobre a melhoria de vida das populações ribeirinhas

Moderador:

Bruno Pagnoccheschi (ANA)

Palestrante:

Júlio Thadeu Kettelhut (MMA)

O programa de revitalização do São Francisco: efeitos esperados sobre a quantidade e qualidade da água e sobre a melhoria de vida das populações ribeirinhas

Comentários:

Paulo Romano (Secretário Adjunto de Agricultura, MG)
Juliano Matos (Secretário Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Bahia)
Ana Catarina Pires (Secretária de Recursos Hídricos, AL)
A experiência da Bacia do São Francisco

Sessão 3 - Revitalização de bacias: papel no combate à desertificação, na conservação da Caatinga e na preservação da biodiversidade

Moderador:

José Rubens Dutra da Mota (BNB)

Palestrante:

Margareth Sílvia Benício de Souza Carvalho (FUNCEME)

Comentários:

Albericio Pereira de Andrade (INSA)
Raimundo Nonato de Assis Júnior (UFC)

Sessão 4 - PAINEL: A experiência de revitalização de bacias no Semiárido

Moderador:

Juliano Matos (BA)

Painelistas:

Dalton Melo Macambira(SEMAR, PI)
Maria Dias Cavalcante(CONPAM-CE)
Projeto intersetorial de revitalização das microbacias no estado do Ceará
Joana Darc Freire de Medeiros (SEMARH, RN)
Plano e projeto piloto de recuperação da microbacia do rio Cobra, Parelhas/RN
Marcelo Asfora(SRH PE)
Júlio César de Sá da Rocha (Instituto Ingá, BA)
A Bahia e o São Francisco: conhecer e revitalizar
Apolo Heringer Lisboa (Projeto Manuelzão, UFMG)
Projeto Manuelzão



Apolo Heringer Lisboa (Projeto Manuelzão, UFMG)
Rio das Velhas Revitalization: transdisciplinary reseach, building capacity and eco-technological experiences

Tema 5: Gerenciamento integrado de recursos hídricos

Programa
Lista de Participantes

Sessão 1 - Gerenciamento integrado de recursos hídricos. A experiência brasileira: aspectos legais e institucionais; Instrumentos para o gerenciamento integrado. Desafios

Moderador:

Antonio Carlos Galvão (CGEE)

Palestrante:

Benedito Braga (ANA)

Desafios da gestão integrada de recursos hídricos

Comentários:

Antonio Herman Benjamin (Ministro STJ)

Sessão 2 - Gerenciamento de recursos hídricos como instrumento para o desenvolvimento sustentável do Nordeste

Moderador:

Gertjan Beekman (IICA)

Palestrante:

Vicente Vieira (UFC)

Gerenciamento integrado de recursos hídricos na perspectiva do desenvolvimento sustentável do Nordeste

Comentários:

Hypérides Macedo (CE)
Raymundo Garrido (BA)

Sessão 3 - O gerenciamento da Bacia do Rio São Francisco

Moderador:

Geraldo Santos (IGAM-MG)

Palestrante:

Wilde Cardoso Gontijo Junior (ANA)
Gerenciamento das águas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Comentários:

Ana Catarina Pires (Secretária de Recursos Hídricos, Alagoas)
Gerenciamento integrado na Bacia do Rio São Francisco
Geraldo José dos Santos (Vice-Diretor Geral, IGAM)

Sessão 4 - Painel: Uma agenda para avançar no gerenciamento dos recursos hídricos do Nordeste

Moderador:

Bruno Pagnoccheschi (ANA)

Painelistas:

José Almir Cirilo (Secretário Adjunto SRH, PE)
Francisco Teixeira (Presidente da COGERH-CE)
Luiz Gabriel Azevedo (Especialista)
Paulo Varela (ANA)



Tema 6: Integração de bacias hidrográficas no Nordeste Semiárido

Programa
Lista de Participantes

Sessão 1 - Transferência de água entre bacias: lições de experiências internacionais e brasileiras

Moderador:

John Briscoe (Diretor do Banco Mundial)

Palestrante:

Gabriel Azevedo (Especialista em Recursos Hídricos)

Integração de bacias hidrográficas no Nordeste Semiárido: lições de experiências internacionais e brasileiras

comentários:

Rubens La Laina Porto (USP)

Sessão 2 - Transferência de água da Bacia do São Francisco para as bacias setentrionais do Nordeste. O PISF: impactos sociais e econômicos

Moderador:

Francisco de Assis de Souza Filho (UFC)

Palestrante:

José Luiz de Sousa (SIH-MI)

Sessão 3 - O gerenciamento da operação do sistema de transposição do PISF e sua sustentabilidade financeira

Moderador:

Bruno Pagnoccheschi (Diretor, ANA)

Palestrante:

José Luis de Souza (SRH-MIN)

Projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional

José Luis de Souza (SRH-MIN)

Projeto de integração do rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional – sistema de gestão SGIB

Comentários:

Francisco Lopes Viana (ANA)

Integração de bacias hidrográficas no Nordeste – Projeto: PISF

Marilene Ramos (Secretária de Meio Ambiente, RJ)

Projeto de integração do rio São Francisco com bacias do Nordeste Setentrional (PISF)

Sessão 4 - O gerenciamento das águas transpostas nas bacias receptoras

Moderador:

Antonio Carlos Filgueira Galvão (Diretor do CGEE)

Palestrante:

José Machado (Presidente ANA)

Painel dos estados:

Secretários Estaduais de Recursos Hídricos

César Augusto Pinheiro (Ceará)

Iberê Paiva Ferreira de Souza (Rio Grande do Norte)

Aguinaldo Veloso Borges Ribeiro (Paraíba)

João Bosco Almeida (Pernambuco)



cggee

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação

Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**



ANA
Agência Nacional de Águas

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

ISBN 978-85-60755-45-5