

Ministério do Meio Ambiente



# Documento Base

**República Federativa do Brasil**

Presidente: Dilma Rousseff

Vice-presidente: Michel Temer

**Ministério do Meio Ambiente**

Ministra: Izabella Teixeira

**Secretaria-Executiva**

Secretário: Francisco Gaetani

**Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU)**

Secretário: Pedro Wilson Guimarães

**Departamento de Revitalização de Bacias Hidrográficas (DRB)**

Diretor substituto: Renato Saraiva Ferreira

Coordenador Nacional do Programa Água Doce

---

Ministério do Meio Ambiente

Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano

SEPN 505 - Lote 02 - Bloco B - Edifício Marie Prendi Cruz - Sala T 8

Fone: (61) 2028-2112/2353/2046

Fax (61) 2028-2114

CEP: 70.730-542 - Brasília - DF

[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)

Ministério do Meio Ambiente  
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano



## Documento Base

2012



# Documento Base - Programa Água Doce

## Colaboradores

---

### Parte I

#### **Equipe Editorial:**

Renato Saraiva Ferreira, Everaldo Rocha Porto, Odilon Juvino Araújo, Luiz Carlos Hermes, Kepler França, Luis Henrique Cunha, Raniere Lira, Else Albuquerque, Regina Coeli Montenegro, Renato Angelim, Henrique Pinheiro Veiga, Mônica Tavares Rocha, Regina Gleice dos Santos, Alexandre Saia, Solange Amarilis dos Santos, Marcia Liana Freire Pereira, Maria Sueli Leite Rocha, Rosemarie Montenegro, Renata Anzanello Foltran, Biranele de Souza.

#### **Elaboração e Sistematização:**

Henrique Pinheiro Veiga e Regina Coeli Montenegro Generino

#### **Revisão:**

Alexandre Saia, Renata Anzanello Foltran e Solange Amarilis dos Santos

#### **Fotografias:**

MMA/Embrapa Semiárido/MDA

### Parte II

#### **Elaboração:**

#### **Mobilização Social:**

Else Albuquerque, Solange Amarilis dos Santos e Luis Henrique Cunha

#### **Sustentabilidade Ambiental:**

Luiz Carlos Hermes, Henrique Lessa, Juliana Sheila Araújo, Andrea Mata Machado e Naiara Pinto

#### **Dessalinização:**

Raniere Lira, Shefora Henriques e Képler Borges França

#### **Sistemas Produtivos e Difusão de Tecnologia:**

Everaldo Rocha Porto, German Garcia Leal de Araújo, Luciane Salla, Arnóbio Anselmo Magalhães, Danillo Jonnes, Miriam Amorim, Manoel Leal Costa Neto, Renato Angelim, Renata Vale, Davy Dário e Cristiano Jorge, Odilon Juvino Araújo.

#### **Sistematização:**

Henrique Pinheiro Veiga

#### **Fotografias:**

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Fonte: MDA

## **Coordenação Nacional**

### **Ministério do Meio Ambiente**

**Renato Saraiva Ferreira**

Coordenador Nacional

### **Coordenação de Gerenciamento do PAD**

---

**Márcia Liana Freire Pereira**

Coordenadora de Gerenciamento

### **Componente de Sistema de Dessalinização**

---

**Raniere Henrique Pereira Lira**

Coordenador de Dessalinização

### **Coordenação de Sistemas Produtivos e Difusão de Tecnologia**

---

**Embrapa Semiárido**

**José Nilton Moreira**

Coordenador de Sistemas Produtivos e Difusão de Tecnologia

### **Coordenação de Mobilização Social**

---

**Universidade Federal de Campina Grande**

**Luis Henrique Cunha**

Coordenador de Mobilização Social

### **Coordenação de Sustentabilidade Ambiental**

---

**Embrapa Meio Ambiente**

**Luiz Carlos Hermes**

Coordenador de Sustentabilidade Ambiental

## Núcleos Estaduais do Programa Água Doce

### Núcleo Estadual de Alagoas

---

**Luís Napoleão Casado Arnaud Neto**

Secretário de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos

**Ana Cristina Azevedo**

Coordenadora Estadual do PAD em AL

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas

Instituto do Meio Ambiente

Secretaria de Estado da Assistência e do Desenvolvimento Social

### Núcleo Estadual da Bahia

---

**Eugênio Spengler**

Secretário de Estado do Meio Ambiente

**Ruben Angel Zaldivar Armua**

Coordenador Estadual do PAD na BA

Instituto de Gestão das Águas e Clima

Secretaria do Meio Ambiente

Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia

Instituto do Meio Ambiente

Secretaria da Saúde

Secretaria de Desenvolvimento Urbano

Bahia Pesca

Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A.

### Núcleo Estadual do Ceará

---

**César Augusto Pinheiro**

Secretário de Estado dos Recursos Hídricos – CE

**Luiz Carlos Rocha da Mota**

Coordenador Estadual do PAD no CE

Secretaria dos Recursos Hídricos

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

Superintendência de Obras Hídricas

Secretaria do Desenvolvimento Agrário

Secretaria de Meio Ambiente

## **Núcleo Estadual do Maranhão**

---

### **Carlos Victor Guterres Mendes**

Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais

### **Rogério Faria**

Coordenador Estadual do PAD no MA

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais  
Articulação do Semiárido no Maranhão  
Instituto de Colonização de Terras do Maranhão  
Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais  
Secretaria de Desenvolvimento Social e Combate à Pobreza  
Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário  
Universidade Estadual do Maranhão  
Universidade Federal do Maranhão  
Secretaria de Infraestrutura

## **Núcleo Estadual de Minas Gerais**

---

### **Adriano Magalhães Chaves**

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

### **Daniela H. Brandão Caldeira**

Coordenadora Estadual do PAD em MG

Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas

## **Núcleo Estadual da Paraíba**

---

### **João Azevedo Lins Filho**

Secretário de Estado do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia

### **Ana Maria de Araújo Torres Pontes**

Diretora-Presidente da Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

### **Isnaldo Cândido da Costa**

Coordenador Estadual do PAD na PB

Secretaria do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia  
Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba  
Prefeitura Municipal de Campina Grande  
Superintendência de Administração do Meio Ambiente  
Companhia de Água e Esgotos de Paraíba  
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas



## **Núcleo Estadual de Pernambuco**

---

### **José Almir Cirilo**

Secretário de Estado de Recursos Hídricos de Pernambuco

### **Mauro Lacerda**

Coordenador Estadual do PAD em PE

Secretaria de Recursos Hídricos  
Instituto Agrônômico de Pernambuco  
DNOCS – Coordenadoria Estadual em Pernambuco ( CEST/PE )  
Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária  
IPA - Instituto Agrônômico de Pernambuco

## **Núcleo Estadual do Piauí**

---

### **Romualdo Militão dos Santos**

Diretor Geral do EMATER – Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Piauí

### **Edson Falcão Lima**

Coordenador Estadual do PAD no PI

Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos  
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural  
Águas e Esgoto do Piauí  
Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento  
Programa Permanente de Convivência com o Semiárido

## **Núcleo Estadual do Rio Grande do Norte**

---

### **Gilberto Jales**

Secretário de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte

### **Carlos Martins**

Coordenador Estadual do PAD no RN

Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte  
Banco do Brasil  
Batalhão de Polícia Ambiental  
Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
Departamento nacional de Obras Contra a Seca  
Fundação Nacional de Saúde  
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis  
Instituto de desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente  
Secretaria de Estado da Ação Social  
Secretaria de Estado de Agricultura, da Pecuária e Pesca  
Secretário de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário  
Secretaria de Estado de Saúde Pública  
Secretaria de Estado de Assuntos Fundiários e de Apoio a Reforma Agrária  
Companhia Estadual de Águas e Esgoto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Norte

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

### **Núcleo Estadual de Sergipe**

---

#### **Genival Nunes Silva**

Secretário de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe

#### **Ângela Maria do Nascimento Lima**

Coordenadora Estadual do PAD em SE

Administração Estadual do Meio-Ambiente - ADEMA

Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe – EMDAGRO

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA

Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe - EMDAGRO

Coordenadoria Estadual em Sergipe - DNOCS - ( CEST/SE )

Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe -COHIDRO

Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão - SEPLAG

### **Parceiros Institucionais**

#### **Ministério da Integração Nacional**

---

##### **Fernando Bezerra Coelho**

Ministro

#### **Ministério da Saúde**

---

##### **Alexandre Padilha**

Ministro

#### **Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome**

---

##### **Tereza Campello**

Ministra

#### **Agência Nacional de Águas – ANA**

---

##### **Vicente Andreu Guilo**

Presidente

**Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior/Apoio à Pesquisa e Extensão na Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Campina Grande - Atecel**

---

**Dr. João Batista Queiroz de Carvalho**

Presidente

**Dr. Nilson de Brito Feitosa**

Diretor Superintendente

**Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES**

---

**Luciano Coutinho**

Presidente

**Elvio Lima Gaspar**

Diretor das Áreas de Crédito e de Inclusão Social

**Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf**

---

**Elmo Vaz Bastos de Matos**

Presidente

**Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS**

---

**Emerson Fernandes Daniel Junior**

Diretor-Geral

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

---

**Maurício Lopes**

Presidente

**Celso Vaines Manzappi**

Chefe da Embrapa – Meio Ambiente

**Natoniel Franklin de Melo**

Chefe da Embrapa – Semiárido

**Fundação Banco do Brasil - FBB**

---

**Jorge Alfredo Streit**

Presidente

**Éder Marcelo de Melo**

Diretor Executivo da Diretoria de Desenvolvimento Social

**Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba – Fapesq**

---

**Claudio Benedito Silva Furtado**

Presidente

**Fundação Nacional de Saúde - Funasa**

---

**Gilson Queiroz**

Presidente

**Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama**

---

**Volney Zanardi Júnior**

Presidente

**Petróleo Brasileiro S/A - Petrobras**

---

**Maria das Graças Silva Foster**

Presidente

**Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

---

**Agamenon Sérgio Lucas Dantas**

Diretor-Presidente

**Universidade Federal de Campina Grande – UFCG**

---

**José Edilson de Amorim**

Reitor

# Apresentação

A escassez de água, a ocorrência de águas salinas e salobras na maioria dos poços no Semiárido brasileiro, a existência de tecnologias para dessalinização da água, que promove a sua potabilização, fizeram com que o Governo Federal, com a coordenação do Ministério do Meio Ambiente - MMA, em conjunto com instituições federais, estaduais e organizações da sociedade civil, formulassem o Programa Água Doce, visando aumentar a oferta de água de boa qualidade para dessedentação humana. Essa formulação considerou as recomendações do Capítulo 18 da Agenda 21, relacionadas ao desenvolvimento de fontes novas e alternativas de abastecimento de água (como a dessalinização) e a delegação até as comunidades da responsabilidade pela implementação e funcionamento dos sistemas de abastecimento de água.

Com a execução do Programa Água Doce, o Ministério de Meio Ambiente, em conjunto com instituições parceiras, contribui com o compromisso assumido pelo governo federal de atingir a meta da Declaração do Milênio, que visa reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável.

Além disso, esse Programa se caracteriza como uma medida de adaptação às mudanças climáticas e teve o reconhecimento desse seu papel durante a III Conferência Nacional de Meio Ambiente, promovida pelo Ministério do Meio Ambiente, em 2008, bem como por meio do Acórdão nº 2462/2009 – TCU (Tribunal de Contas da União) – Plenário.

Face à magnitude do desafio a ser enfrentado, bem como a importância e abrangência do Programa Água Doce, a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU/MMA, responsável pela sua coordenação geral, desencadeou um conjunto de ações visando a viabilizar a implementação desse Programa.

O aporte financeiro para o desenvolvimento das ações desse Programa é proveniente de recursos do próprio Ministério do Meio Ambiente, no âmbito do Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, e de parcerias firmadas com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Petrobras, Fundação Banco do Brasil e Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – Codevasf que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional, Agência Nacional de Águas – ANA e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS.

Desde 2004, quando foi lançado, o Programa Água Doce já implantou 150 sistemas de dessalinização, beneficiando 94.340 pessoas residentes em localidades dispersas do Semiárido brasileiro. A escolha da localidade a ser beneficiada considera critérios como: baixo IDH-M, baixos níveis pluviométricos, altos índices de mortalidade infantil e inexistência de outras fontes para abastecimento de água potável para a população.

Desde 2010, as ações a serem implementadas por esse Programa estão sendo direcionadas pelos Planos Estaduais de Gestão e Implementação do Programa Água Doce. Esses planos estão estruturados para atenderem a dois cenários de 5 anos: o primeiro para 2014 e o segundo para 2019.

Neste contexto, este documento tem como objetivos apresentar o Programa Água Doce, sua metodologia, ações, metas e resultados alcançados, que contemplam o compromisso do Governo Federal de garantir o acesso à água de boa qualidade à população do Semiárido.

**Renato Saraiva Ferreira**  
Coordenador Nacional do Programa Água Doce



# Sumário

## PARTE I

1	Introdução.....	35
2	Semiárido Brasileiro.....	37
2.1	Área Territorial e População.....	37
2.2	Aspectos do Fenômeno das Secas.....	38
2.3	Características Fisiográficas e Escassez Hídrica.....	39
2.4	Mudanças Climáticas e o Semiárido.....	44
2.5	Indicadores de Saúde, Renda, Produção e Mortalidade.....	45
3	Políticas Governamentais de Convivência com o Semiárido.....	47
4	O Programa Água Doce.....	49
4.1	Histórico e Situação Atual.....	49
4.2	Componentes e Subcomponentes.....	51
4.2.1	Gestão.....	52
4.2.2	Dessalinização.....	54
4.2.2.1	Soluções Tecnológicas.....	56
4.2.2.2	Osmose Inversa.....	57
4.2.3	Mobilização Social.....	58
4.2.3.1	Os Acordos.....	60
4.2.4	Sustentabilidade Ambiental.....	61
4.2.5	Sistemas Produtivos.....	63
4.2.6	Estudos/Pesquisas/Projetos.....	65
4.2.6.1	As Vitrines Tecnológicas.....	69
4.3	Arranjo Institucional.....	71
4.3.1	Núcleo Nacional.....	71
4.3.1.1	Grupo Executivo Nacional.....	72
4.3.1.2	Coordenação Nacional.....	73
4.3.1.3	Coordenador Nacional.....	74
4.3.2	Núcleo Estadual.....	74
4.3.2.1	Coordenação Estadual.....	75
4.3.2.2	Grupo Executivo Estadual.....	77
4.3.3	Núcleos Locais de Gestão.....	77
4.3.4	Parceiros.....	79
4.4	Metodologia e Estratégia de Implementação.....	81
4.5	Custos.....	97
4.6	Resultados Obtidos e Esperados.....	99
4.7	Perspectivas.....	115

## PARTE II

5	Mobilização Social.....	121
5.1	Introdução.....	121
5.2	O Componente Mobilização Social do PAD.....	121
5.2.1	Objetivos.....	122

5.2.2 Diretrizes.....	122
5.3 Dilemas Sociais e Ação Coletiva.....	122
5.3.1 O Papel dos Técnicos dos Núcleos Estaduais .....	124
5.4 O Conceito de Viabilidade Social.....	125
5.5 A Construção dos Sistemas de Gestão .....	125
5.6 O Diagnóstico Social .....	127
5.7 Paternalismo X Autonomia.....	127
5.8 A Elaboração dos Acordos .....	128
5.8.1 Acordos para os Sistemas de Dessalinização .....	128
5.8.2 Planejamento das Atividades.....	129
5.8.3 As Visitas de Campo.....	129
5.8.4 Metodologias .....	129
5.8.5 O Acordo para os Sistemas de Dessalinização.....	130
5.8.6 O Acordo para as Unidades Demonstrativas .....	132
5.9 Os Sistemas Produtivos .....	133
5.10 Anexos .....	134
5.10.1 Anexo I - Acordo (Um Instrumento da Comunidade para a Gestão do Dessalinizador).....	134
5.10.2 Anexo II – Roteiros para Elaboração do Diagnóstico Social .....	136
<b>6 Sustentabilidade Ambiental .....</b>	<b>139</b>
6.1 Introdução .....	139
6.2 Água e Saúde.....	140
6.3 O Acesso à Água .....	143
6.4 Algumas Características Regionais dos Poços Profundos .....	144
6.5 Hierarquização de Áreas.....	146
6.6 Diagnóstico .....	146
6.6.1 Caracterização da Comunidade .....	148
6.6.2 Caracterização dos Usuários .....	148
6.6.3 Georreferenciamento.....	150
6.7 Curso de Sustentabilidade para Operador .....	151
6.8 Avaliação do Sistema para Manutenção da Qualidade de Água .....	159
6.9 Contaminação Fora do Sistema de Dessalinização.....	160
6.10 Referências Bibliográficas .....	163
6.11 Anexos .....	164
6.11.1 Anexo I - Questionários e Textos Complementares.....	164
<b>7 Dessalinização.....</b>	<b>168</b>
7.1 Contextualização.....	168
7.2 Metodologia.....	168
7.3 Revisão Bibliográfica .....	170
7.3.1 Processos de Separação com Membranas .....	170
7.3.1.1 Microfiltração .....	172
7.3.1.2 Ultrafiltração .....	172
7.3.1.3 Nanofiltração.....	172
7.3.1.4 Osmose Inversa .....	172
7.3.2 Principais Aplicações de Processos com Membranas .....	173
7.3.3 Princípio Operacional da Osmose Inversa.....	174
7.3.4 Módulos Comerciais .....	174
7.3.4.1 Módulos Espirais .....	175
7.3.5 Projeto e Instalação de Plantas de Dessalinização com Membranas .....	177



7.3.5.1	Análise de Água de Alimentação .....	179
7.3.6	Simulação de Processos por Osmose Inversa.....	179
7.3.7	Pré-Tratamento.....	180
7.3.7.1	Incrustações ( <i>Fouling</i> ).....	180
7.3.7.1.1	Depósitos Inorgânicos ( <i>Scalings</i> ).....	181
7.3.7.1.2	Depósitos de Material Biológico ( <i>Biofouling</i> ) .....	181
7.3.7.2	Controle de Incrustação .....	181
7.3.8	Principais Parâmetros de Processos de Osmose Inversa .....	182
7.3.8.1	Fluxo do Permeado .....	182
7.3.8.2	Pressão Osmótica.....	182
7.3.8.3	Recuperação .....	183
7.3.8.4	Percentual de Rejeição de Sais.....	183
7.3.8.5	Balanço de Massa.....	184
7.3.9	Cuidados Durante a Operação de Sistemas de Membranas.....	184
7.4	Sistema de Dessalinização .....	185
7.5	Dessalinizador .....	185
7.6	Operação do Dessalinizador .....	186
7.6.1	Etapas de Operação.....	186
7.6.2	Como Desligar o Dessalinizador .....	188
7.6.3	Monitoramento e Manutenção .....	188
7.6.3.1	Instrumentos de Medidas dos Dessalinizadores.....	188
7.6.3.2	Análise de Água.....	188
7.6.3.3	Manutenção.....	190
7.7	Distribuição da Água Doce .....	192
7.8	Uso do Concentrado .....	193
7.9	Referências Bibliográficas .....	193
7.10	Anexos .....	194
7.10.1	Anexo I - Diagnóstico Técnico do Sistema .....	194
7.10.2	Anexo II - Planilha de Monitoramento do Dessalinizador.....	197
7.10.3	Anexo III - Especificações Técnicas para um Dessalinizador: 6 Membranas .....	198
7.10.4	Anexo IV – Modelo de Termo de Referência – Dessalinização.....	200

## 8 Sistemas Produtivos.....208

8.1	Introdução .....	208
8.2	Subsistema de Aquicultura.....	210
8.2.1	Descrição Geral .....	210
8.2.2	Estrutura Física – Piscicultura .....	212
8.2.2.1	Viveiros (Dimensões) .....	212
8.2.2.2	Reservatório de Rejeito.....	213
8.2.2.3	Revestimento dos Viveiros e Tanque de Rejeito .....	214
8.2.3	Manejo de Cultivo .....	214
8.2.3.1	Espécie a ser Cultivada.....	214
8.2.3.2	Aquisição e Transporte de Alevinos .....	215
8.2.3.3	Peixamento ou Povoamento .....	216
8.2.3.4	Densidade de Estocagem .....	217
8.2.3.5	Monitoramento da Qualidade da Água.....	217
8.2.3.6	Taxa de Renovação da Água .....	218
8.2.3.7	Alimentação dos Peixes.....	219
8.2.3.8	Frequência no Manejo Alimentar (Arraçoamento).....	219
8.2.3.9	Biometria ou Amostragem .....	219

8.2.4	Despesca.....	220
8.2.5	Bibliografias Consultadas .....	220
8.2.6	Anexos .....	221
8.2.6.1	Anexo I - Projeto Viveiros .....	221
8.2.6.2	Anexo II - Tanque de Contenção.....	222
8.3	Utilização da Erva-Sal na Alimentação de Pequenos e Grandes Ruminantes no Semiárido .....	223
8.3.1	Introdução.....	223
8.3.2	A Erva-Sal ( <i>Atriplex Nummularia</i> ).....	224
8.3.3	Potencial Forrageiro da Erva-Sal .....	225
8.3.3.1	Relação Folha X Caule .....	225
8.3.4	Composição Química da Erva-Sal .....	226
8.3.4.1	Proteína Bruta .....	226
8.3.4.2	Digestibilidade.....	226
8.3.4.3	Fibra .....	226
8.3.5	Formas de Utilização da Erva-Sal .....	228
8.3.5.1	<i>In Natura</i> .....	228
8.3.5.2	Feno.....	228
8.3.5.2.1	Fatores que Influenciam a Qualidade do Feno da Erva-Sal .....	229
8.3.5.2.2	Processo de Fenação.....	229
8.3.5.3	Silagem .....	232
8.3.5.3.1	Etapas no Processo da Silagem.....	232
8.3.6	Utilização das Forragens Conservadas na Alimentação de Pequenos e Grandes Ruminantes .....	234
8.3.6.1	Hábito Alimentar do Caprino, Ovino e Bovino.....	234
8.3.6.2	Formulação de Dietas de Erva-Sal para Caprinos, Ovinos e Bovinos .....	235
8.3.6.3	Consumo de Nutrientes .....	239
8.3.7	Desempenho Animal .....	242
8.3.8	Custo e Comparação Econômica de Dietas Contendo Diferentes Níveis Feno de Erva-Sal .....	243
8.3.9	Considerações Finais .....	245
8.3.10	Referências Bibliográficas .....	245
8.4	Anexos.....	248
8.4.1	Anexo I - Especificação Técnicas Geomembrana para os Reservatórios.....	248
8.4.2	Anexo II – Especificações Técnicas Piscicultura.....	250
8.4.3	Anexo III – Manual de Irrigação com Utilização de Água Salobra .....	253
8.4.4	Referências Bibliográficas.....	261
8.4.5	Anexo IV – Acumulação de Sal na Planta.....	266
8.4.6	Referências Bibliográficas.....	268
<b>9</b>	<b>OBRAS CIVIS .....</b>	<b>269</b>
9.1	Introdução .....	269
9.2	Etapas para Execução .....	270
9.3	Anexo - Projetos.....	287

## Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

Aesa	Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
Aged	Agência de Defesa Agropecuária do Maranhão
Agerp - MA	Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural
Agespisa	Águas e Esgoto do Piauí
ANA	Agência Nacional de Águas
ASA	Articulação do Semiárido
Atecel	Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior/Apoio à Pesquisa e Extensão na Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Campina Grande
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Cagepa	Companhia de Água e Esgotos de Paraíba
Cerb	Companhia de Engenharia Ambiental da Bahia
CN	Coordenação Nacional do Programa Água Doce
Codevasf	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
Cogerh	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
Copasa	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CPATSA	Centro de Pesquisa Agropecuária Trópico Semiárido – Zona Rural
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DataSUS	Banco de Dados do Sistema Único de Saúde
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A.
Emater	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Empasa	Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas
Esser	Escola Superior de Ciências Humanas, Físicas e Biológicas do Sertão
Fapesq	Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba
FBB	Fundação Banco do Brasil
Funasa	Fundação Nacional de Saúde
GEF	Global Environment Facility
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAA	Índice de Condição de Acesso à Água
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
Idene	Instituto de Desenvolvimento do Norte e Nordeste de Minas
Igam	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IMA - AL	Instituto do Meio Ambiente
Incra	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INGÁ	Instituto de Gestão das Águas e Clima
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPA	Instituto Agronômico de Pernambuco
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
ISA-Água	Índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água
Iterma	Instituto de Colonização de Terras do Maranhão
L/h	Litro por hora
LABDES	Laboratório de Referência em Dessalinização-SRHU/MMA
Lasap	Laboratório de Sociologia Aplicada
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
mg/L	Miligrama por litro
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NE	Núcleos Estaduais de Gestão do Programa Água Doce
OEA	Organização dos Estados Americanos
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONG	Organização não-governamental
PAD	Programa Água Doce
Petrobras	Petróleo Brasileiro S/A
pH	Potencial hidrogeniônico
P1MC	Programa um Milhão de Cisternas
PMCG	Prefeitura Municipal de Campina Grande
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPCSA - PI	Programa Permanente de Convivência com o Semiárido/PI
PRSF	Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
Sape - RN	Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca/RN
SD	Sistema de Dessalinização
SDA - CE	Secretaria do Desenvolvimento Agrário/CE
Seades - AL	Secretaria de Estado da Assistência e do Desenvolvimento Social/AL
Seagro - MA	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário/MA
Sedes	Secretaria de Desenvolvimento Social e Combate à Pobreza
Sedur - BA	Secretaria de Desenvolvimento Urbano no Estado da Bahia
Sema-BA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia
Sema-CE	Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará
Sema-MA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais/MA
Semad-MG	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável/MG
Sema-MA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais/MA
Semarh-AL	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos/AL
Semar-PI	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
Semarh - PB	Secretaria de Estado do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Ciência e Tecnologia da Paraíba
Semarh-RN	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos/RN
Semarh -SE	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos/SE
Seplan - PI	Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento/PI
Sesab - BA	Secretaria da Saúde do Estado da Bahia
Sesapi	Secretaria Estadual da Saúde do Piauí
Sinfra	Secretaria de Infraestrutura
Sohidra	Superintendência de Obras Hídricas

SRH – CE	Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará
SRH - MA	Secretaria de Recursos Hídricos do Maranhão
SRH - PE	Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
Sudema - PB	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
TCU	Tribunal de Contas da União
UD	Unidade Demonstrativa
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
Unear	Universidade Estadual de Alagoas
Unicef	Fundo das Nações Unidas para a Infância
Univasf	Universidade do Vale do São Francisco
UP	Unidade Produtiva

## Lista de Figuras

Figura 1 Área de incidência de secas no semiárido. Fonte: CARVALHO, Otamar de et al. Plano Integrado para o combate preventivo dos efeitos das secas no Nordeste. Brasília, MINTER. 1973, p. 85.....	38
Figura 2 Divisão Hidrográfica nacional e o semiárido brasileiro .....	39
Figura 3 Mapa do semiárido com representação dos índices pluviométricos. Fonte: CPTEC (2004) .....	40
Figura 4 Potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil. Fonte: CPRM (2003) .....	43
Figura 5 Formas de ocorrência das águas subterrâneas .....	43
Figura 6 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). Fonte: PNUD (2000) .....	46
Figura 7 Representação esquemática do sistema de dessalinização adotado pelo Programa .....	55
Figura 8 Representação esquemática do processo de separação por membranas.....	56
Figura 9 Representação do processo de osmose e osmose inversa: (a) duas soluções de concentrações salinas diferentes, separadas por uma membrana semipermeável; (b) a água passa para a solução mais concentrada, até que seja atingido o equilíbrio osmótico; (c) a aplicação de uma pressão superior à diferença de pressão hidrostática inverte o processo (osmose inversa) .....	57
Figura 10 Desenho esquemático do sistema de produção integrado do Programa Água Doce .....	63
Figura 11 Representação da Estrutura Institucional do Programa Água Doce. (*)Instituições que contribuem com informações técnicas. Ex: CPRM.....	78
Figura 12 Representação esquemática do arranjo institucional do Programa Água Doce.....	79
Figura 13 Fases da estratégia de implementação do Programa Água Doce .....	83
Figura 14 Índice de Condição de Acesso à água nos municípios do Semiárido brasileiro.....	85
Figura 15 Classificação em quatro grupos de acesso à água.....	145
Figura 16 Hierarquização de áreas e poços para implantação de sistemas alternativos de extração de sais.....	147

Figura 17 Interpretação da análise bacteriológica da água.....	149
Figura 18 Proposta inicial de material gráfico para fixar no chafariz dos sistemas de dessalinização.....	161
Figura 19 Representação esquemática do processo de separação por membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).....	171
Figura 20 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997). ....	171
Figura 21 Representação do processo de osmose e osmose inversa (Kerr & McHale 2001). ....	174
Figura 22 Membrana em forma de espiral (Migas, 2010). ....	175
Figura 23 Membranas comerciais (FilmTec, 2008; Hydranautics, 2008).....	176
Figura 24 Arranjo 6:3:1 de módulos equipados com elementos espirais (Schneider & Tsutiya, 2001).....	177
Figura 25 Esquema geral de uma planta de dessalinização (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972) .....	178
Figura 26 Sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce .....	185
Figura 27 Fotografia de um dessalinizador de 9 membranas .....	186
Figura 28 Layout geral da UD.....	212
Figura 29 Qualidade da silagem de capim-elefante em função da adição da Erva-Sal Fonte: Santos 2010.....	227
Figura 30 Silagem de Capim-Elefante com diferentes níveis de Erva-Sal.....	238
Figura 31 Planta baixa de viveiros e reservatório .....	263
Figura 32 Representação esquemática da área de cultivo da <i>Atriplex</i> .....	264
Figura 33 Corte Transversal do Dique (abastecimento) do Viveiro .....	278
Figura 34 Corte Transversal do Dique (drenagem) do Viveiro.....	278
Figura 35 Corte Transversal do Tanque de Armazenamento de Rejeito.....	279

Figura 36 Dimensões dos Viveiro para cultivo de peixe .....	280
Figura 37 Dimensões do Reservatório de Rejeito.....	281
Figura 38 Corte Transversal do Viveiro com Vala de Ancoragem.....	283
Figura 39 Sequencia da colocação do flange de fundo do viveiro .....	286

## Lista de Mapas

Mapa 1 Mapa do Semiárido brasileiro. Fonte: Ministério da Integração Nacional – MI.....	37
Mapa 2 Áreas susceptíveis à desertificação e região semiárida. Fonte: MMA (2007) .....	41
Mapa 3 Biomas das áreas susceptíveis à desertificação. Fonte: MMA (2007) .....	42

## Lista de Fluxogramas

Fluxograma 1 Inter-relação entre as linhas de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido .....	68
Fluxograma 2 Passos para a realização do diagnóstico e seleção das localidades a serem atendidas pelo Programa Água Doce.....	86
Fluxograma 3 Planejamento das atividades de implantação/recuperação dos sistemas de dessalinização.....	87
Fluxograma 4 Planejamento das atividades de implantação das Unidades Demonstrativas do Programa Água Doce.....	91

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 Distribuição percentual dos custos para a implantação de sistemas de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce .....	98
Gráfico 2 Distribuição percentual dos custos para a implantação de unidades produtivas, por subcomponente do Programa Água Doce .....	99



## Lista de Fotos

Foto 1 Treinamento de operadores de dessalinizadores - aula teórica. Pedra/PE .....	53
Foto 2 Treinamento de operadores de dessalinizadores – aula prática. Pedra/PE .....	53
Foto 3 Treinamento para irrigação e produção Erva-Sal - representantes da comunidade de Assentamento Caatinga Grande, município de São José do Seridó/RN .....	53
Foto 4 Sistema de dessalinização em Estrela de Alagoas/AL .....	56
Foto 5 Atividade de mobilização social, 2005 .....	60
Foto 6 Processo de votação de acordo em comunidade no Estado de Pernambuco .....	60
Foto 7 Atividades de sustentabilidade ambiental.....	62
Foto 8 Atividades de mobilização social, 2005.....	62
Foto 9 Alimentação do viveiro de tilápia com o concentrado do dessalinizador.....	64
Foto 10 Cultivo de atriplex - Unidade Demonstrativa do Programa Água Doce - Amparo/PB.....	64
Foto 11 Consumo da Erva-Sal por ovinos.....	65
Foto 12 Vitrine tecnológica no Assentamento Caatinga Grande - São José do Seridó/RN. Cultura: Guandu Forrageiro .....	70
Foto 13 Dia de campo sobre cultivos apropriados de convivência com Semiárido, público participante produtores do Assentamento Caatinga Grande. Cultura: Gliricídia .....	70
Foto 14 Vitrine tecnológica no Assentamento Caatinga Grande - São José do Seridó/RN. Cultura: Feijão BRS Pujante .....	71
Foto 15 Sistema de dessalinização em Candeias - Tobias Barreto/SE .....	80
Foto 16 Mudas de atriplex.....	93
Foto 17 Tilápia rosa .....	93
Foto 18 UD de Amparo/PB. Impermeabilização dos viveiros.....	94
Foto 19 Peixamento com alevinos de tilápia rosa. Rio Grande do Norte.....	94

Foto 20 Despesca na UD em Santana do Ipanema/AL.....	94
Foto 21 Monitoramento dos tanques de tilápia. Assentamento Mundo Novo Russas – Ceará – dezembro/2009 .....	95
Foto 22 Sistema de dessalinização do Agrupamento Fazenda Mata, município de Amparo/PB .....	95
Foto 23 Comunidade de Olho D´Água do Bonifácio – Palmeira dos Índios/AL .....	100
Foto 24 Treinamento de operadores - São João Batista -Vila Nova do Piauí/PI .....	101
Foto 25 I Encontro de Formação do Programa Água Doce - maio/2005.....	103
Foto 26 Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce – novembro/2008 .....	103
Foto 27 Reunião com Coordenadores dos Núcleos Estaduais.....	104
Foto 28 Treinamento em São José do Seridó/RN – maio/2007 .....	105
Foto 29 Reunião do Grupo Executivo do Programa Água Doce – novembro/2009 .....	105
Foto 30 Oficina do PAD – novembro/2009 – João Pessoa.....	105
Foto 31 Unidade Demonstrativa de Vila Nova do Piauí. Comunidade de São João Batista. Maio de 2008 .....	106
Foto 32 Dia de campo na Unidade Demonstrativa localizada na Paraíba.....	107
Foto 33 Dia de campo em São José de Seridó/RN .....	107
Foto 34 Palestra em dia de campo.....	107
Foto 35 Sistema de dessalinização em Serra Branca/PB .....	109
Foto 36 Negociação do Acordo do PAD. Unidade Demonstrativa do Agrupamento Fazenda da Mata – Amparo/PB.....	109
Foto 37 Laboratório Agro ambiental da Embrapa Semiárido .....	112
Foto 38 Sistema de dessalinização implantado em Caatinga Grande, São José do Seridó/RN .....	112

Foto 39 Pesquisa realizada na Embrapa Semiárido, no contexto do Programa Água Doce.....	114
Foto 40 Mangueiras utilizadas na distribuição de água dispostas de maneira inadequada..	159
Foto 41 Lixo na área do sistema, sendo necessário um trabalho de conscientização do operador do sistema .....	159
Foto 42 Exemplos técnicas de oficinas de sustentabilidade ambiental com crianças.....	162
Foto 43 Viveiros revestidos com geomembrana.....	214
Foto 44 Tilápia Rosa .....	215
Foto 45 Tilápia Tailandesa.....	215
Foto 46 Saco Plástico para transporte de alevinos.....	216
Foto 47 Caixa de transporte de peixes. Características: isolamento térmico; acoplada ao cilindro de oxigênio e capacidade de 400 a 2000 litros. ....	216
Foto 48 Povoamento dos viveiros de engorda.....	216
Foto 49 Processo de Aclimação.....	217
Foto 50 Monitoramento da temperatura no processo de aclimação.....	217
Foto 51 Planta halófito (Atriplex nummularia Lind. ).Foto: Gherman Araújo .....	224
Foto 52 Relação folha caule da Erva-Sal (atriplex nummularia) Foto: Guerman Araújo.....	225
Foto 53 Corte da planta halófito (Atriplex nummlaria Lind.).Foto: Gherman Araújo.....	230
Foto 54 Diferentes formas e tempo de secagem da parte aérea da Erva-Sal: Foto: Gherman Araújo .....	231
Foto 55 Silagem de capim elefante com diferentes níveis de atriplex. Foto: Otanael dos Santos .....	233
Foto 56 Septo impermeável colocado ao redor da área a ser cultivada. ....	267
Foto 57 Processo de aplicação da geomembrana (passo 1).....	283
Foto 58 Processo de aplicação da geomembrana (passo 2).....	284

Foto 59 Processo de aplicação da geomembrana (passo 3).....	284
Foto 60 Processo de aplicação da geomembrana (passo 4).....	284
Foto 61 Lastreamento da geomembrana na vala de ancoragem.....	285
Foto 62 Fixação da geomembrana na vala de ancoragem .....	285
Foto 63 Abastecimento de água.....	286

## Lista de Quadros

Quadro 1 Atividades desenvolvidas pelo Programa Água Doce no período de 2003 a 2009..	51
Quadro 2 Relação dos componentes e dos subcomponentes do Programa Água Doce.....	52
Quadro 3 Componentes do sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce..	55
Quadro 4 Vantagens da tilápia adaptada ao cultivo .....	64
Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido.....	66
Quadro 6 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce.....	82
Quadro 7 Cronograma de atividades de uma equipe formada por 4 técnicos em 1 ano, atuando em 20 localidades .....	89
Quadro 8 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce.....	96
Quadro 9 Resultados obtidos nos três Encontros de Formação do Programa Água Doce e na Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce .....	101
Quadro 10 Eficiência de alguns sistemas de dessalinização instalados ou recuperados pelo Programa Água Doce.....	108
Quadro 11 Atividades desenvolvidas pelo Programa Água Doce para o período de 2010 a 2019.....	116
Quadro 12 Roteiro de visitas das equipes de mobilização social - Sistemas de dessalinização.....	130
Quadro 13 Informações gerais sobre o diagnóstico.....	137

Quadro 14 Doenças relacionadas com o abastecimento de água.....	141
Quadro 15 Classificação em quatro grupos de acesso à água.....	143
Quadro 16 Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT) .....	150
Quadro 17 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997) .....	173
Quadro 18 Tabela de acompanhamento e manutenção .....	191
Quadro 19 Principais parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade da água para o cultivo de tilápias e valores aceitáveis .....	218

## Lista de Tabelas

Tabela 1 Custo unitário de implantação de sistema de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce .....	97
Tabela 2 Custo unitário de implantação de unidade produtiva, por subcomponente do Programa Água Doce.....	98
Tabela 3 Demandas por sistemas de dessalinização, por estado, para atender as metas dos Planos Estaduais .....	117
Tabela 4 Problemas das doenças de veiculação hídrica em escala global e sua importância nos vários continentes.....	142
Tabela 5 Parâmetros físico-químicos a serem analisados.....	190
Tabela 6 Serviços de manutenção e custos estimados.....	192
Tabela 7 Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), mistura mineral (MM), proteína bruta (PB), digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (FDN), das frações forrageiras da parte aérea (folhas, caules finos e grossos) e total da Erva-Sal ( <i>Atriplex nummularia</i> L.).....	228
Tabela 8 Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), de carboidratos totais (CHO) e digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS), do feno de Erva-Sal, Melancia Forrageira e da Raspa de Mandioca + 5% de uréia.....	235

Tabela 9 Composição percentual dos ingredientes nas dietas e os respectivos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), de fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), carboidratos estruturais (CHO) e digestibilidade “in vitro” da MS (DIVMS), expressos na matéria seca.....	236
Tabela 10 Composição química da melancia forrageira (MF) e do feno da Erva-Sal (FES) e da dieta composta de 56% de feno de Erva-Sal e 44% de melancia forrageira, expressos na matéria seca .....	237
Tabela 11 Composição química-bromatológica da palma forrageira (PF), do feno da erva-sal (FES) e da dieta (50% PF: 50% FES), expressas em percentagem na matéria seca.....	237
Tabela 12 Teores médios e equações de regressão para o potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), de silagens de maniçoba em função dos níveis de substituição e os seus respectivos coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (r <sup>2</sup> ) e pontos de máximo e mínimo .....	238
Tabela 13 Médias, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM), expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg <sup>0,75</sup> ), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de Erva-Sal por caprinos e ovinos .....	240
Tabela 14 Médias, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e carboidrato (CHO), expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg <sup>0,75</sup> ), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da Erva-Sal por caprinos e ovinos* .....	241
Tabela 15 Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão ajustadas (ER) e coeficientes de determinação (r <sup>2</sup> ), do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos níveis de volumosos nas dietas.....	242
Tabela 16 Índice de eficiência de utilização de nutrientes e taxa de crescimento em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira .....	242
Tabela 17 Custos e quantidades consumidas dos ingredientes das dietas e custos das dietas com níveis crescentes de feno de Erva-Sal para ovinos sob confinamento, período de 42 dias .....	243
Tabela 18 Ganho de peso vivo (PV), receitas, indicadores financeiros e análise de sensibilidade da relação benefício/custo (B/C) das dietas com níveis crescentes de feno de Erva-Sal para ovinos sob confinamento, período de 42 dias. ....	244
Tabela 19 Rentabilidade da terminação de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de Erva-Sal com níveis crescentes de palma forrageira em sistema de confinamento .....	245

Tabela 20 Quantificação dos equipamentos e materiais permanentes para uma Unidade Demonstrativa de Produção, utilizando Rejeito da Dessalinização.....	253
Tabela 21 Principais características físico-químicas de um perfil de solo apropriado ao cultivo de Erva-Sal.....	255
Tabela 22 Média diária mensal da taxa de evaporação do tanque classe "A" e da série histórica de 1976 a 2004 para Petrolina-PE (mm/dia).....	256
Tabela 23 Coeficientes técnicos de implantação.....	265
Tabela 24 Teor de cinzas em diferentes partes da planta Erva-Sal, irrigada com água salobra.....	267





# PARTE I





# 1 Introdução

O Programa Água Doce (PAD) é uma ação do Governo Federal, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com diversas instituições federais, estaduais, municipais e sociedade civil. Visa a estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de qualidade para o consumo humano por meio do aproveitamento sustentável de águas subterrâneas, incorporando cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização. Busca atender, prioritariamente, localidades rurais difusas do Semiárido Brasileiro. O Água Doce conta com uma rede de cerca de 200 instituições envolvidas no processo, envolvendo os 10 estados do Semiárido e parceiros federais.

O Programa foi formulado em 2003 de forma participativa com a contribuição de diversas entidades que tratam do tema, tanto a nível federal, como estadual. Entre os principais parceiros destacam-se o BNDES, Petrobrás, Fundação Banco do Brasil, Embrapa, Universidade Federal de Campina Grande, DNOCS e a CPRM. Até o momento vem beneficiando cerca de 100 mil pessoas, em 150 comunidades distribuídas pelo Semiárido, garantindo o acesso à água de qualidade a seus moradores. O programa já capacitou mais de 600 pessoas, entre técnicos estaduais e operadores/gestores dos sistemas de dessalinização.

A partir de 2010 suas ações estão sendo orientadas pelos Planos Estaduais de Implementação e Gestão do Programa Água Doce, que têm como meta atender um quarto da população rural do Semiárido até 2019, ou seja, aproximadamente 2,5 milhões de pessoas em 10 anos. Suas ações serão iniciadas a partir dos municípios mais críticos em cada estado e naquelas áreas mais suscetíveis ao processo de desertificação. Para isso são definidos critérios técnicos para atender primeiramente quem mais precisa. Assim, os municípios com menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), altos percentuais de mortalidade infantil, baixos índices pluviométricos e com dificuldade de acesso aos recursos hídricos serão os primeiros a serem contemplados pelos planos. Para isso, foi desenvolvido o Índice de Condição de Acesso à Água do Semiárido (ICAA) a partir do cruzamento dos indicadores acima citados.

Outro aspecto importante é a relação do Programa com a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Por reduzir as vulnerabilidades no que diz respeito ao acesso à água no Semiárido, o Programa Água Doce é considerado uma medida de adaptação às mudanças climáticas. Estudos indicam que a variabilidade climática na região poderá aumentar, acentuando a ocorrência de eventos extremos (estiagens mais severas) com conseqüências diretas na disponibilidade hídrica. Dessa forma, iniciativas como o Programa Água Doce, que promovem o uso sustentável da água, contribuem para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas. É um esforço do poder público em internalizar tais preocupações, disseminando boas práticas de uso sustentável da água. Em 2009 o TCU, em uma auditoria de natureza operacional sobre políticas públicas e mudanças climáticas, identificou o Programa Água Doce como uma iniciativa a ser ampliada, pois contribuiu para a melhoria da qualidade de vida da população da região do Semiárido e leva em consideração as potencialidades naturais de cada localidade, assegurando meios para enfrentar as vulnerabilidades a que estão sujeitas, em decorrência das variabilidades climáticas.

Em 2011 o Programa passou a integrar o Plano Brasil sem Miséria. O Plano é um esforço do governo da Presidenta Dilma Roussef no combate à pobreza extrema e visa reduzir as desigualdades sociais e promover melhorias na qualidade de vida dos brasileiros. O PAD é uma das iniciativas que compõe o Programa Água para Todos, no âmbito do Plano Brasil sem Miséria,

juntamente com construção de cisternas e demais sistemas coletivos de abastecimento. O Água Doce assumiu a meta de aplicar a metodologia do programa na recuperação, implantação e gestão de 1.200 sistemas de dessalinização até 2014, com investimentos de cerca de 168 milhões de reais e beneficiando cerca de 480 mil pessoas (média de 400 pessoas por sistema).

O Programa Água Doce foi uma das 5 experiências exitosas do Governo Federal selecionadas para compor o Espaço Brasil na Rio+20. O Programa foi apresentado através de um modelo em pequena escala da unidade demonstrativa, mostrando o forte caráter social e capacidade de penetração em comunidades difusas de regiões críticas do Semiárido brasileiro, como medida de adaptação às mudanças climáticas.

É constituído de três subsistemas dependentes que se complementam em uma cadeia formada pela piscicultura, uso do concentrado salino orgânico para irrigação de plantas halófitas e a utilização da Erva-Sal associada a outras culturas para alimentação animal. Este sistema de produção foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido e está em implantação pelo Programa Água Doce.

Coube à Embrapa Meio Ambiente a tarefa de elaborar sistemas simples de avaliação de risco socioambiental para caracterização e priorização das comunidades a serem beneficiadas pelo Programa. Atualmente as duas Unidades desenvolvem projetos integrados para melhoria dos processos do sistema desenvolvido de forma a dar maior flexibilidade e ampliar a sua possibilidade de uso.

Este documento tem por objetivo consolidar o conjunto de informações e ações realizadas pelo Programa desde o seu lançamento em 2003. Além disso, busca disponibilizar à sociedade e gestores públicos sua metodologia, princípios, diretrizes e objetivos. O trabalho está estruturado em 2 partes e 9 capítulos. A primeira parte apresenta o Programa Água Doce e sua contextualização. Traz ainda seus objetivos, arranjo técnico e institucional, metodologia, resultados obtidos e expectativas. A segunda parte apresenta os manuais técnicos dos componentes do Programa, com a metodologia detalhada e especificações técnicas.

## 2 Semiárido Brasileiro

### 2.1 Área Territorial e População

O Semiárido brasileiro tem área de 969.589,4 km<sup>2</sup> (cerca de 11% do território brasileiro). Possui 12,3% da população do país (20.858.264 habitantes<sup>1</sup>) em 1.133 municípios, o que representa, respectivamente, 21 habitantes/km<sup>2</sup> e 22% dos municípios brasileiros. Essa população está distribuída da seguinte forma: 11.747.381 na zona urbana e 9.085.266 na zona rural (MI, 2005)<sup>2</sup>.

O Mapa 1 apresenta o Semiárido brasileiro.



**Mapa 1 Semiárido brasileiro. Fonte: Ministério da Integração Nacional – MI<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> IBGE (2000).

<sup>2</sup> Ministério da Integração Nacional. Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro, 2005. Acesso em abril/2010.

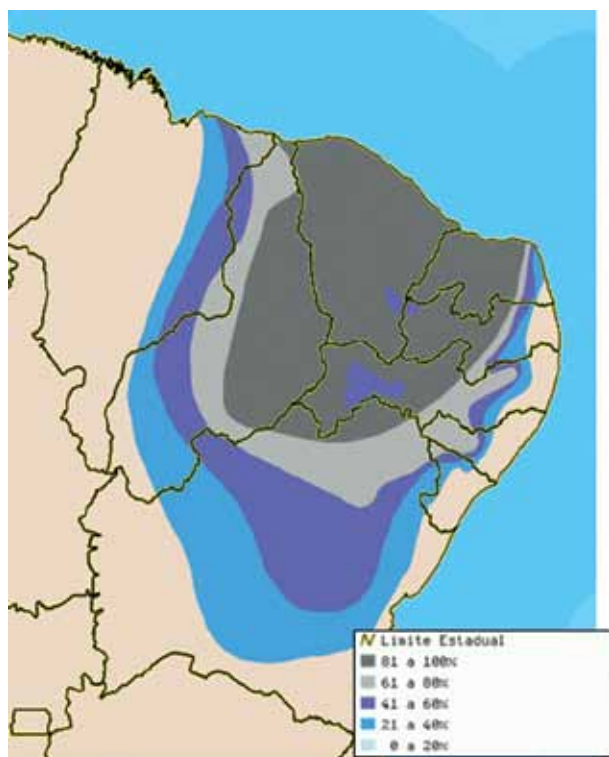
<sup>3</sup> Idem

## 2.2 Aspectos do Fenômeno das Secas

*“A água é tudo, é essencial!” (Ana Paula Barros dos Santos – professora da localidade de Riacho Santo e beneficiária do Programa Água Doce – Palmeira dos Índios/AL).*

As secas no Semiárido brasileiro são históricas, datando do ano de 1587 o primeiro relato sobre o fenômeno. Configuram-se como fenômeno natural, recorrente, com o qual é necessário aprender a conviver, da mesma maneira que os países de clima temperado convivem com o frio e as nevascas. O governo brasileiro trabalha, hoje, com essa mentalidade, mudando o enfoque de “combate às secas” para “convivência com o semiárido”. Este enfoque é facilitado pela atual capacidade de previsão do fenômeno, por meio de informações meteorológicas advindas de conhecimentos técnicos e estudos climáticos, podendo-se implementar estudos e projetos viáveis, tomando medidas capazes de mitigar seus efeitos.

De acordo com MARENGO<sup>4</sup> (2006), a região semiárida sempre foi afetada por grandes secas ou grandes cheias e, estatisticamente, acontecem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos. O regime pluviométrico delimita duas estações bem distintas: a estação das chuvas, com duração de três a cinco meses, e a estação seca. Tais condições, dentre outras, determinam a sobrevivência das famílias e o desempenho da atividade agrícola e pecuária.



**Figura 1** Área de incidência de secas no Semiárido. Fonte: CARVALHO, Otamar de *et al.* Plano Integrado para o combate preventivo dos efeitos das secas no Nordeste. Brasília, MINTER. 1973, p. 85

<sup>4</sup> Marengo, J.A. 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, DF: MMA, 2006. 159 p.

## 2.3 Características Fisiográficas e Escassez Hídrica

O Semiárido brasileiro abrange parte de quatro Regiões Hidrográficas – São Francisco, Parnaíba, Atlântico Nordeste Oriental e Atlântico Leste (Figura 2).

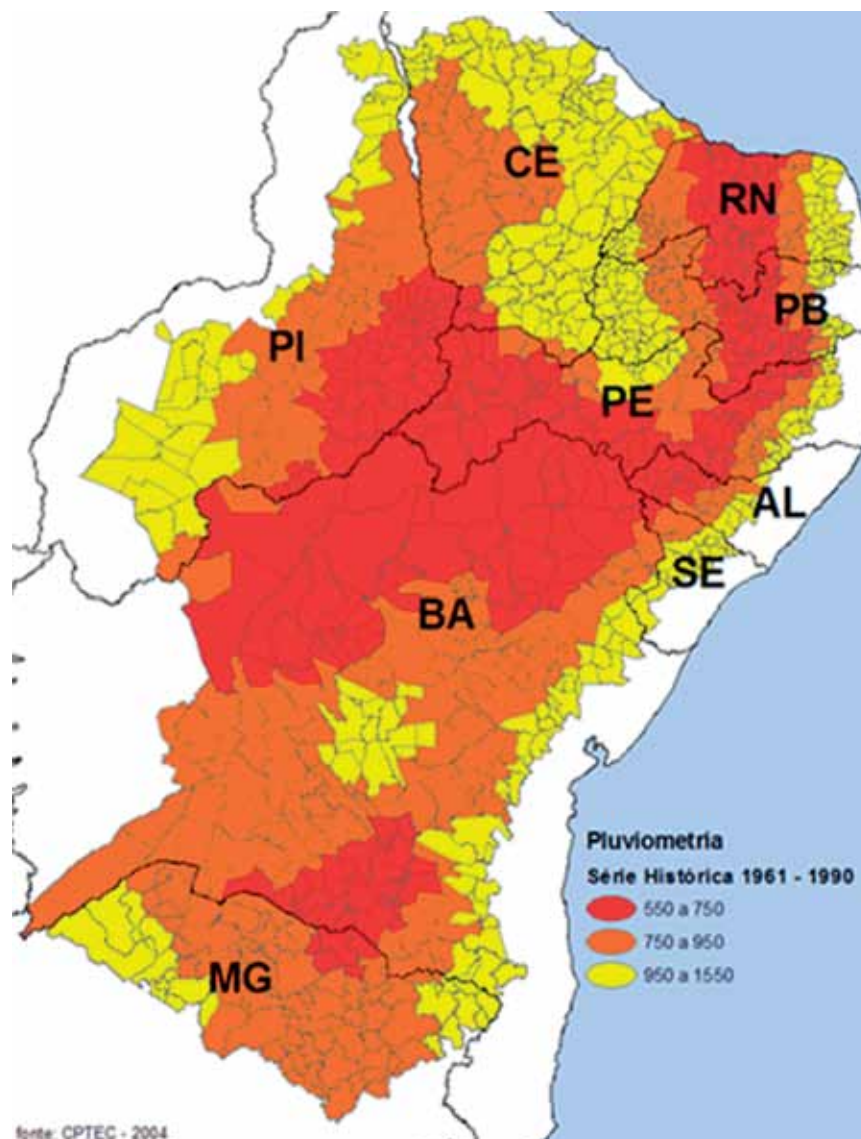


**Figura 2** Divisão Hidrográfica nacional e o semiárido brasileiro

A seguir são descritas algumas características fisiográficas naturais marcantes do Semiárido e que favorecem a escassez hídrica. São elas:

- Pouca chuva: a precipitação média anual para o período de 1961 a 1990 variou de 550 mm a 1550 mm. A Figura 3 apresenta o mapa com a representação dessa pluviometria. Outra característica é a concentração das precipitações pluviométricas em um curto período do ano – aproximadamente 4 meses;
- A evapotranspiração potencial é bastante elevada, variando de 1400 a 2000 mm (ÁRIDAS, 1994)<sup>5</sup>, resultando em taxas negativas no balanço hídrico.

<sup>5</sup> (ÁRIDAS, 1994) apud por Vieira, V. P. P. B. (2003). Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.2 Abr/Jun 2003, 7–17



**Figura 3 Mapa do Semiárido com representação dos índices pluviométricos. Fonte: CPTEC (2004)**

- O índice de aridez nessa região varia de 0,21 - 0,50. Este índice é definido como a razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial. As áreas com índice de aridez abaixo de 0,65 são susceptíveis à desertificação (Brasil, 1998)<sup>6</sup>. O Mapa 2 apresenta essas áreas<sup>7</sup>. Estas, de acordo com esse documento, cobrem uma superfície de 1.340.863 km<sup>2</sup>, sendo que as mais escuras representam as áreas semiáridas.

<sup>6</sup> Brasil. MMA. Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. 2. Ed. Brasília, 1998.

<sup>7</sup> Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba. Marcos Oliveira Santana (organizador). Brasília: MMA, 2007.





**Mapa 2** Áreas susceptíveis à desertificação e região semiárida. Fonte: MMA (2007)<sup>8</sup>

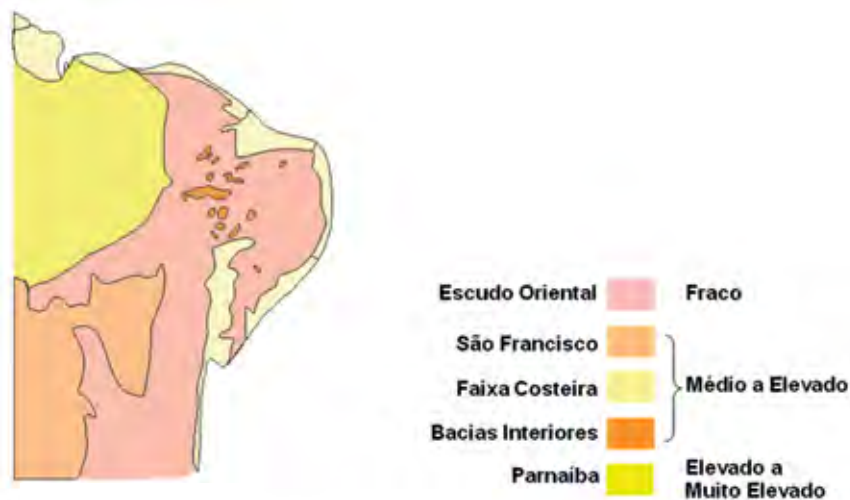
- Vegetação rala, constituída de árvores de pequeno porte, formando o bioma da caatinga, vegetação arbóreo-arbustiva e, muito raramente, arbórea, comportando folhas miúdas e hastes espinhentas adaptadas para conter os efeitos de uma evapotranspiração muito intensa. O Mapa 3 mostra a representação dos biomas das áreas susceptíveis à desertificação. A partir desse mapa observa-se que na área do Semiárido predomina a vegetação de caatinga.

<sup>8</sup> Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil. Secretaria de Recursos Hídricos. Universidade Federal da Paraíba. Marcos Oliveira Santana (organizador). Brasília: MMA, 2007.



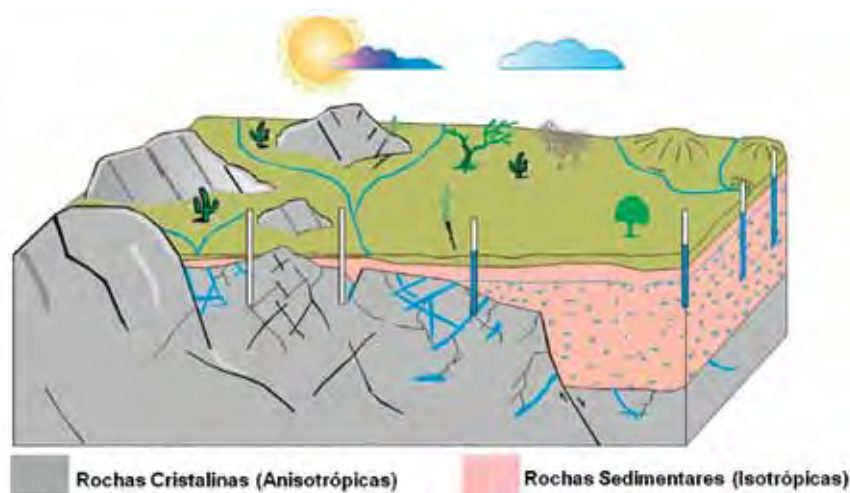
**Mapa 3 Biomas das áreas susceptíveis à desertificação. Fonte MMA (2007)**

- Baixa disponibilidade hídrica superficial. As bacias localizadas em terrenos cristalinos, com regime de chuva irregular, possuem vazões de estiagem muito baixas. A rede hidrográfica é densa, constituída, em sua maior parte, de rios intermitentes, o que gera necessidade de captação e armazenamento de água por meio de obras hídricas (açudes, cacimbas, poços amazonas, poços tubulares, cisternas, barragens subterrâneas);
- Baixa vocação hidrogeológica, ou seja, reduzida capacidade de armazenamento de água subterrânea. As Figuras 4 e 5 apresentam, respectivamente, o potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil e formas de ocorrência de água subterrânea.



**Figura 4 Potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil. Fonte: CPRM (2003)**

De acordo com a Figura 4, o Escudo Oriental, representado na cor rosa, apresenta as áreas com fraco potencial hidrogeológico, tendo em vista a grande presença do embasamento cristalino. Em algumas áreas há ocorrência de bacias sedimentares (manchas laranja) em que as águas são normalmente de boa qualidade com poços de grandes vazões, na ordem de dezenas ou centenas de metros cúbicos por hora. Já a área do Parnaíba apresenta elevado potencial hidrogeológico.



**Figura 5 Formas de ocorrência das águas subterrâneas. Fonte: CPRM (2003)**

Na figura 5 podemos observar que nas rochas cristalinas a produção das águas subterrâneas é muito baixa. Esse embasamento caracteriza-se por porosidade e permeabilidade primárias baixas, que proporcionam pequena capacidade de armazenamento de água subterrânea. São constituídas de rochas com minerais bem cristalizados, possuindo vastas áreas de imensos maciços de rochas aflorantes ou subaflorantes. Esse tipo de solo dificulta a infiltração da água que se acumula nas fraturas e fissuras da rocha formadas pelos movimentos tectônicos da terra. Como consequência, as águas subterrâneas possuem altos teores salinos, assimilando

os sais constituintes dessas rochas, tornando-as impróprias para o consumo humano. Devido à qualidade da água não se adequar às condições de uso, muitos dos poços existentes no Semiárido encontram-se desativados. Outra característica são as baixas vazões, na ordem de 1 a 3 m<sup>3</sup>/h.

A associação de baixas precipitações, distribuição irregular das chuvas, delgado manto intempérico (solos rasos), quando não ausente, cobertura vegetal esparsa, favorece o escoamento superficial em detrimento da infiltração o que resulta no baixo potencial hidrogeológico característico da região.

As águas provenientes do cristalino são predominantemente cloretadas sódicas<sup>9</sup>. Ressalta-se que o sódio é um desagregador do solo, o que favorece a desertificação.

Sais presentes em solução do solo aumentam também as forças de retenção por seu efeito de osmose e, portanto, a magnitude de escassez de água na planta. Outro fator importante da salinização é a toxidez de íons específicos (principalmente sódio, cloreto e boro) contidos no solo ou na água. Esses íons acumulados nas plantas em concentrações suficientemente altas podem causar danos e reduzir os rendimentos das culturas sensíveis, além de propiciarem corrosão dos equipamentos de irrigação (Ayers e Westcot, 1991)<sup>10</sup> citado por Vieira, G.H.S. (s/d)<sup>11</sup>. Além disso, a presença de sais no solo causa a fragmentação de suas partículas o que provoca a dispersão da argila. Dessa forma, há uma modificação da estrutura do solo com a redução dos tamanhos dos poros, o que afeta significativamente suas propriedades físicas, reduzindo assim, a capacidade de infiltração de água – os solos se tornam mais compactados.

## 2.4 Mudanças Climáticas e o Semiárido

Segundo o último relatório do IPCC<sup>12</sup> o Semiárido será umas das regiões brasileiras mais atingidas pelos efeitos das mudanças climáticas. Modelos desenvolvidos pelo INPE mostram que a temperatura poderá subir de 3 a 5,5°C (cenário menos favorável) e de 1,5 a 2,5°C em um cenário que descreve o mundo em que a ênfase está nas soluções locais, sustentabilidade econômica, social e ambiental, com iniciativas comunitárias e inovação social em lugar de inovações globais (Sá e Angelotti).<sup>13</sup>

Os cenários futuros sinalizam uma alteração nas características climáticas do Semiárido, com tendência de estiagem por praticamente todo o ano no Nordeste, apontando para intensificação da aridez da região até o final do século XXI. O balanço hídrico realizado com as médias dos valores dos modelos do IPCC sugere menores índices pluviométricos na estação chuvosa e maiores deficiências de umidade no solo ao longo do ano (Marengo 2006).<sup>14</sup>

---

<sup>9</sup> Silva Júnior, L. G. de A., Gheyi, H. R. e Medeiros, J. F. de. (1999). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.3, n.1, p.11-17. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v3n1/011.pdf>. Acesso em abr.2010.

<sup>10</sup> Ayers, R. S. & Westcot, D. W., A qualidade da água na agricultura. Trad. Gheyi, H. R.; Medeiros de, J. F. & Damasceno, F. V. A., Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado 1.

<sup>11</sup> Vieira, G. H.S. (s/d). Salinização de Solos em Áreas com Irrigação por Superfície. Disponível em: <http://www.angelfire.com/nb/irrigation/textos/saliniza.htm>. Acesso em abril/2010.

<sup>12</sup> IPCC. Summary for policymakers. In: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

<sup>13</sup> Sá, I. B. ; Angelotti, F. . Degradação ambiental e desertificação no Semiárido brasileiro. In: Francislene Angelotti; Iêdo Bezerra Sá; Ediarido Assis Menezes; Giampaolo Queiroz Pellegrino. (Org.). Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009, v. 1, p. 53-76.

<sup>14</sup> Marengo, J.A. 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, DF: MMA,2006.159 p.

Caso sejam confirmadas as expectativas, um efeito direto seria o aumento da evaporação e redução da disponibilidade hídrica, agravando ainda mais o déficit hídrico característico da região. Com isso, afetaria a disponibilidade de água para o consumo humano e animal e as atividades produtivas das áreas dependentes de chuva. Além disso, outro efeito seria o aumento na frequência de dias secos consecutivos, ondas de calor e estiagens prolongadas (Sá e Angelotti).<sup>15</sup>

Com a redução da disponibilidade hídrica, o aproveitamento de águas subterrâneas passa a ser uma das principais alternativas para o abastecimento humano em áreas rurais. Dessa forma o Programa Água Doce se apresenta como uma medida de adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, pois adota uma metodologia para o aproveitamento sustentável de águas subterrânea por meio de sistemas de dessalinização.

Tal iniciativa foi destacada na publicação Segurança Hídrica no Semiárido, lançada pelo Tribunal de Contas da União.<sup>16</sup> O livro faz parte da série Auditorias de natureza operacional sobre políticas públicas e mudanças climáticas do TCU e recomenda que o Programa Água Doce seja ampliado como uma ação do Governo Federal que visa assegurar à população meios para enfrentar as vulnerabilidades a que estão sujeitas, em decorrência da variação climática.

## 2.5 Indicadores de Saúde, Renda, Produção e Mortalidade

A escassez de chuvas tem justificado, historicamente, o quadro de vulnerabilidade e miséria na região. Análises comparativas com outras regiões semiáridas do mundo mostram que o Semiárido brasileiro sofre com a falta e com a irregularidade das chuvas. Como resultado, grande parte da população não tem acesso à água de poço, nascente ou rede de fornecimento de água pública, o que afeta sobremaneira a vida dessas pessoas, inclusive limitando o desenvolvimento dessa região<sup>17</sup>.

Com relação às crianças e adolescentes, há 10,9 milhões de residentes no Semiárido. Isso corresponde a cerca de 52,3% da população dessa região. A UNICEF (2003)<sup>18</sup> apresenta algumas informações sobre essa camada da população:

- A taxa de mortalidade infantil é superior à média nacional em 95% dos municípios. De acordo com o IBGE (2003)<sup>19</sup>, a média nacional é de 27,5 óbitos de crianças menores de 1 ano/1000 nascidas vivas;
- Cerca de 33,8% dos óbitos de crianças menores de 1 ano são resultado de afecções perinatais, infecções respiratórias agudas e deficiências nutricionais;
- Cerca de 350 mil crianças e adolescentes na faixa etária entre 10 e 14 anos estão fora da escola;
- São analfabetos mais de 390 mil adolescentes;
- Na faixa etária de 10 a 15 anos, cerca de 17% das crianças trabalham;
- Aproximadamente 75% das famílias residentes na zona rural vivem com renda per capita de menos de meio salário mínimo por mês.

---

<sup>15</sup> SÁ, I. B. ; Angelotti, F. . Degradação ambiental e desertificação no Semiárido brasileiro. In: Francislene Angelotti; Iêdo Bezerra Sá; Ediarado Assis Menezes; Giampaolo Queiroz Pellegrino. (Org.). Mudanças climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro. 1 ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009, v. 1, p. 53-76.

<sup>16</sup> Disponível em <http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/1194654.PDF>

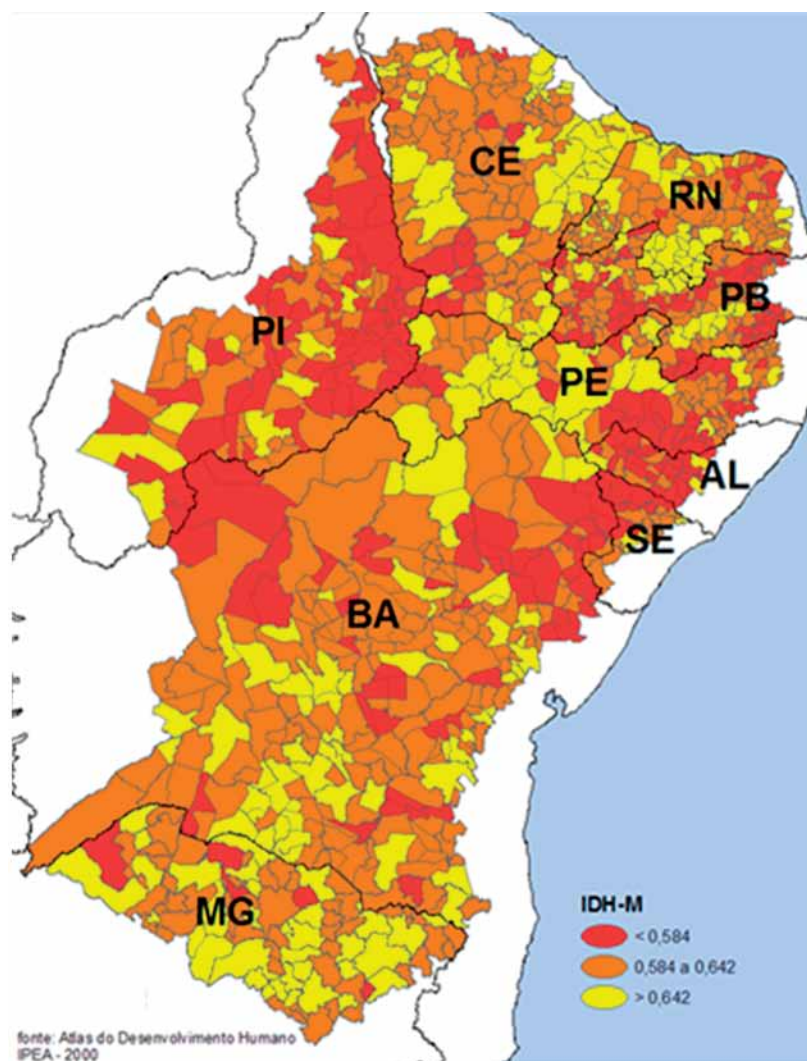
<sup>17</sup> UNICEF (2003). O Semi-Árido Brasileiro e a Segurança Alimentar e Nutricional de Crianças e Adolescentes.

<sup>18</sup> UNICEF (2003). O Semi-Árido Brasileiro e a Segurança Alimentar e Nutricional de Crianças e Adolescentes.

<sup>19</sup> IBGE (2003). Tabelas Completas de Mortalidade. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=266](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=266). Acesso em novembro/2009.

Grande parte da população sobrevive de culturas agrícolas como milho e feijão, plantados durante o período chuvoso, cultura do agave, extração de palhas e artesanato. Outra fonte de renda é a transferência direta de renda para as famílias pobres, sob a forma de aposentadoria ou de benefícios governamentais. Destaque ainda para a agricultura de sequeiro – culturas sem irrigação de espécies adaptadas ao clima semiárido que dependem de técnicas de cultivo específicas.

Como resultado do quadro apresentado acima, observa-se que o IDH-M<sup>20</sup> nessa região é muito baixo. Isso pode ser observado na Figura 6.



**Figura 6 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). Fonte: PNUD (2000)<sup>21</sup>**

A partir da figura acima, observa-se que a grande maioria dos municípios do Semiárido possui IDH-M baixos ou médios.

<sup>20</sup> O IDH-M representa as condições de vida dos municípios e considera a renda, a longevidade e a educação. O IDH-M varia de 0,0 a 1,0. Quanto maior o índice, melhores são as condições de desenvolvimento humano. Está dividido em três níveis: entre 0,0 e 0,5 é baixo; maior que 0,5 a 0,8 é médio; e superior a 0,8 é alto (PNUD, 2005).

<sup>21</sup> Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/publicacoes/>. Acesso em janeiro/2010.

### 3 Políticas Governamentais de Convivência com o Semiárido

*“Os programas do governo que melhoram a vida das pessoas são sempre bem-vindos. Na zona rural quem puder viver melhor vive melhor do que na cidade. Só em ter água de qualidade para beber já é um motivo para continuar no lugar onde nasceu. Em Sítio Ligeiro não falta nada. Melhor do que aqui só no céu!” (Edite Antonino de Assis Souza – Presidente da Associação Sítio Ligeiro e beneficiária do Programa Água Doce - Serra Branca/PB).*

As condições agro-ecológicas e socioeconômicas no Semiárido, a grande complexidade dos fatores responsáveis pela condição de pobreza nas localidades que nela habitam, aliada à escassez de água, fazem dessa região um local importante para a implantação e difusão de tecnologias sociais que revertam o paradigma de políticas contra a seca para convivência com o semiárido.

De acordo com a Fundação Banco do Brasil – FBB, que apoia esse tipo de iniciativa:

*“Tecnologia social compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social.*

*É um conceito que remete para uma proposta inovadora de desenvolvimento, considerando a participação coletiva no processo de organização, desenvolvimento e implementação. Está baseado na disseminação de soluções para problemas voltados a demandas de alimentação, educação, energia, habitação, renda, recursos hídricos, saúde, meio ambiente, dentre outras.*

*As tecnologias sociais podem aliar saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico. Importa essencialmente que sejam efetivas e reaplicáveis, propiciando desenvolvimento social em escala.”*

Neste contexto, o Governo Federal tem estimulado o desenvolvimento de políticas governamentais, de modo que as localidades do Semiárido possam ter acesso às fontes de água disponíveis.

Algumas dessas políticas são apresentadas a seguir:

- Programa Cisternas. É coordenado pela Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e visa ao aproveitamento da água das chuvas para o consumo humano e produção de alimentos, além de fomentar a formação e a capacitação para a convivência sustentável com o Semiárido;

- Programa Água para Todos. Coordenado pelo Ministério da Integração Nacional - MI e tem como principal meta universalizar o acesso a água entre a população rural dos Semiárido brasileiro. Um dos objetivos do programa é instalar 750 mil cisternas até 2014, além de sistemas coletivos de abastecimento.
- Projeto Segunda Água (Acesso à Água para a Produção de Alimentos para o Auto-Consumo), do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - visa captar e aproveitar de maneira racional a pouca disponibilidade hídrica do Semiárido. A ação amplia as condições de acesso à água para a pequena produção de autoconsumo e implementa estruturas descentralizadas de abastecimento aliada à capacitação e promoção de intercâmbios de experiências de manejo sustentável da água para produção de alimentos entre os próprios agricultores familiares, tais como: barragem subterrânea, cisterna calçadão, caldeirão (tanque de pedra), barreiro trincheira (caxio), cisterna adaptada para a roça, bomba d'água popular, e outras tecnologias apropriadas.
  - As barragens subterrâneas são obtidas por meio do represamento do fluxo subterrâneo, principalmente ao longo dos talwegues situados em vales aluviais amplos. Têm em relação às barragens a céu aberto, as vantagens de:
    - Serem mais resistentes à evaporação e à contaminação, porque estão protegidas por uma camada superior de solo;
    - Não subtraem solo agrícola já que, com certos cuidados, estes podem continuar sendo cultivados;
    - Não necessitam de grandes cálculos estruturais e nem do grau de segurança das barragens a céu aberto;
    - Pode ser feita, em grande parte, com recursos locais e sem grande aporte de capital.
  - A cisterna calçadão armazena 52 mil litros de água e é formada por uma área de captação (calçadão); um reservatório de água (cisterna) e um sistema de irrigação. Com ela é possível irrigar um "quintal produtivo" ou ter água para criação de pequenos animais. O calçadão de 210 metros quadrados é retangular e tem uma declividade mínima de 20 centímetros.

É possível encontrar nas localidades grande receptividade à implementação de políticas que incentivem a convivência com o Semiárido. Isso pode ser demonstrado em depoimentos de moradores da região, que foram beneficiados pelo Programa Água Doce.

*"A nossa terra dá condições de vida. É só necessário ter conhecimento das tecnologias"* (Cícero Pinheiro da Silva- Presidente da Associação de Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).







*“A partir do momento que você recebe um conhecimento, você deve abrir a cabeça, respeitar e seguir” (José Almir Alves da Costa – operador do dessalinizador - Fazenda Mata - Amparo/PB).*

O Programa Água Doce tem também como objetivo o fornecimento de água para populações dispersas do Semiárido brasileiro e será apresentado em mais detalhes no capítulo a seguir.

## 4 O Programa Água Doce

*“O Programa Água Doce pra mim e pra toda a nossa comunidade é como fonte de vida pra todos nós.” (Marlene Antonino de Souza – professora aposentada e tesoureira do grupo gestor local do PAD - Sítio Ligeiro - Serra Branca).*

### 4.1 Histórico e Situação Atual

Em 1996, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA) implantou o **Programa Água Boa**, que tinha como coordenação técnica a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Destinava-se a instalar dessalinizadores em localidades do Semiárido tendo por fonte de abastecimento poços tubulares com água salobra ou salina. Em maio de 2003, foi inaugurado o Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES) dessa Universidade com recursos da SRH.

Esse Programa, entretanto, não incorporava os cuidados na destinação dos concentrados salinos gerados no processo de dessalinização, o que causou impactos ambientais negativos. Tampouco houve previsão de manutenção preventiva e gestão dos sistemas de dessalinização, o que causou perda na qualidade das águas tratadas e até desativação de parte dos equipamentos.

Apesar desses aspectos, o Programa Água Boa possibilitou a construção do LABDES, que desenvolve estudos e pesquisas, projetos de sistemas de dessalinização.

A partir de 2003, o novo governo decidiu desenvolver projeto voltado à mitigação da problemática da escassez hídrica do Semiárido e direcionado ao fornecimento de água potável para consumo humano nas localidades difusas dessa região. Nesse sentido, antes de tomar qualquer iniciativa para desenvolver um novo projeto, optou por melhor conhecer os resultados

obtidos pelo Água Boa e manteve a SRHU/MMA como instituição responsável na coordenação geral. Essa Secretaria realizou reuniões com os vários órgãos/instituições que poderiam contribuir e interagir no processo (Ministério do Meio Ambiente - MMA, Serviço Geológico do Brasil - CPRM, secretarias de recursos dos estados do Semiárido, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, UFCG, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - Codevasf, dentre outros.), além de encontros/seminários/oficinas com os principais técnicos envolvidos, interessados e conhecedores do assunto.

Dessa forma, o novo programa, denominado de Programa Água Doce – PAD, foi concebido e elaborado de forma participativa durante o ano de 2003, unindo a participação social, proteção ambiental, envolvimento institucional e gestão comunitária local.

Em 2004, houve o lançamento do PAD em Brasília/DF. Esse Programa tem como objetivo o estabelecimento de uma política pública permanente de acesso à água de boa qualidade para o consumo humano, promovendo e disciplinando a implantação, a recuperação e a gestão de sistemas de dessalinização ambiental e socialmente sustentáveis para atender, prioritariamente, as populações de baixa renda em localidades difusas do Semiárido. Ainda nesse ano, foram firmados os primeiros convênios com a FBB, Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco do Ministério do Meio Ambiente (PRSF/MMA) e Petrobras, além da assinatura do Pacto Nacional para Implementação do PAD. Esse Pacto foi assinado por governadores e parceiros e a sua cerimônia de assinatura contou com a participação da Ministra do Meio Ambiente, à época Marina Silva, em Natal/RN.

O Programa Água Doce possui como premissas básicas o compromisso do Governo Federal de garantir à população do Semiárido o acesso à água de boa qualidade, além de estar em consonância com a Declaração do Milênio, a Agenda 21 e as deliberações da Conferência Nacional do Meio Ambiente.

Com os objetivos de ampliar os apoios político e técnico para a implementação do Programa Água Doce, o Ministério do Meio Ambiente firmou, em 06/12/2004, com vinte e oito instituições, o Pacto Nacional para Implementação desse Programa.

No período de 2005 a 2009, houve a fase de consolidação do Programa Água Doce. Nesta etapa, foram desenvolvidas uma série de atividades, apresentadas no Quadro 1, juntamente com as atividades desenvolvidas nos anos de 2003 e de 2004. Durante todo esse período, o Programa Água Doce possibilitou o aprendizado para uma fase de aumento de escala das suas ações, que compreende:

- A descentralização da sua operação;
- Maior estímulo à participação dos estados nas atividades do Programa;
- A definição de horizontes de médio e longo prazos.

Em 30 de julho de 2009, foi firmado o II Pacto Nacional para Implementação do Programa Água Doce, com a participação de 63 instituições. Entre outros compromissos, 10 governos estaduais reafirmaram o interesse em dar continuidade à implementação e à gestão do Programa Água Doce, assumindo, como atribuições, a elaboração e o acompanhamento dos Planos Estaduais de Gestão e implementação desse Programa, a serem concebidos e implementados de forma participativa. Todas as instituições técnicas e financiadoras parceiras desse Programa comprometeram-se a apoiar, no âmbito das suas competências, e dar continuidade à implementação e gestão desse Programa no Semiárido brasileiro.

**Quadro 1 Atividades desenvolvidas pelo Programa Água Doce, no período de 2003 a 2009**

Execução do Programa Água Doce	Etapas	Ano	Atividades desenvolvidas	Pessoas beneficiadas
<b>Fase 1</b>	Formulação do Programa Água Doce	2003	Realização de: - reuniões com instituições que poderiam contribuir e integrar esse processo - encontros/seminários/oficinas com técnicos de várias instituições Participação de mais de 300 instituições.	
	Lançamento Oficial do Programa	2004	Assinatura do Pacto Nacional para Implementação do PAD – Governadores e parceiros – Natal RN Firmados os primeiros convênios com a FBB (Etapa I), PRSF/MMA (Etapa I) e Petrobrás	
	Consolidação do Programa	Período de 2005/2009	Estruturação e fortalecimento de 10 coordenações estaduais Atividades de mobilização social e de sustentabilidade ambiental Capacitação de 266 técnicos nos estados Capacitação de 261 operadores provenientes das localidades Ampliação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico do Semiárido – CPATSA/Embrapa e aquisição de equipamentos Otimização de sistemas produtivos Implantação de unidades demonstrativas, recuperação de sistemas de dessalinização e aquisição de novos sistemas de dessalinização, beneficiando 65 localidades Realizadas pesquisas no Campo Experimental da Embrapa Semiárido Firmados os convênios com as seguintes instituições: - FBB (Etapa II e III) - PRSF/MMA (Etapa II) Firmado contrato com o BNDES	57.325

## 4.2 Componentes e Subcomponentes

O Programa Água Doce está estruturado em 6 componentes constituídos de outros subcomponentes, conforme Quadro 2.

**Quadro 2 Relação dos componentes e dos subcomponentes do Programa Água Doce**

<b>COMPONENTES</b>	<b>SUBCOMPONENTES</b>
<b>Gestão</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apoio ao gerenciamento</li><li>• Formação de recursos humanos</li><li>• Diagnóstico técnico e ambiental</li><li>• Consolidação dos centros de referência</li><li>• Sistemas de informações e de monitoramento</li><li>• Operacionalização e manutenção dos sistemas</li></ul>
<b>Estudos/Pesquisas/Projetos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias apropriadas</li></ul>
<b>Sustentabilidade Ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Análise de risco sócio-ambiental das comunidades</li><li>• Definição das comunidades a serem atendidas</li><li>• Acompanhamento dos resultados obtidos</li><li>• Monitoramento da qualidade ambiental</li></ul>
<b>Mobilização Social</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagnóstico social</li><li>• Acordos de gestão</li><li>• Acompanhamento dos acordos</li></ul>
<b>Sistema de dessalinização</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recuperação de sistemas já instalados</li><li>• Implantação de sistemas de dessalinização novos</li><li>• Monitoramento da qualidade da água e dos tanques de contenção</li></ul>
<b>Unidade de aproveitamento do concentrado</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implantação de unidades demonstrativas</li><li>• Implantação de unidades produtivas</li></ul>

### 4.2.1 Gestão

O Componente de Gestão, um dos diferenciais do Programa, envolve os Estados, os municípios e as localidades beneficiadas. Tem como objetivo garantir a sustentabilidade dos sistemas de dessalinização implantados pelo Programa.

Após o período médio de três anos de gestão pelos órgãos responsáveis, os sistemas de dessalinização, as unidades demonstrativas e as unidades produtivas serão repassados às localidades devidamente habilitadas e organizadas para dar continuidade ao processo.

O Componente Gestão constitui-se de seis Subcomponentes que visam dar suporte administrativo, técnico, e treinamento para implementação do Programa, conforme descrição na página seguinte:

a) Apoio ao Gerenciamento do Programa: dar o apoio administrativo e técnico aos seus órgãos gestores, núcleos estaduais, grupos de pesquisa, consultorias, e outros em todas as etapas do Programa.

b) Formação de Recursos Humanos: enquadram-se todos os cursos de formação para equipes que realizarão o trabalho de campo, bem como para os membros das localidades beneficiadas, técnicos e funcionários das prefeituras que operarão os sistemas de dessalinização, agentes que realizarão os diagnósticos, técnicos de órgãos gestores e outros. Esses cursos contam com o apoio dos estados e com a colaboração dos parceiros técnicos.



**Foto 1: Treinamento de operadores de dessalinizadores - aula teórica. Pedra/PE**



**Foto 2: Treinamento de operadores de dessalinizadores – aula prática. Pedra/PE**



**Foto 3: Treinamento para irrigação e produção Erva-Sal - representantes da comunidade de Assentamento Caatinga Grande, município de São José do Seridó/RN**

c) Diagnóstico técnico e ambiental: tem como objetivo conhecer as condições dos componentes dos poços e dos dessalinizadores, vazão e qualidade da água, bem como o ambiente local. Neste caso são observados: uso do solo e suas características físico-químicas, qualidade físico-química e bacteriológica dos recursos hídricos, suas disponibilidades durante os períodos de chuva, pós-chuva e seca e impactos existentes e potenciais.

O tipo e o modelo do equipamento de dessalinização a ser utilizado dependerão da vazão, da qualidade da água, da altura manométrica e da fonte de energia. Analisadas as características da água e de cada sistema, elabora-se um projeto.

A determinação correta do sistema é importante, tanto do ponto de vista operacional, como também para a orientação de preços na aquisição dos equipamentos.

d) Consolidação dos Centros de Referência: tem como objetivo consolidar o Laboratório de Referência em Aproveitamento do Concentrado da Dessalinização no Semiárido (Embrapa Semiárido, Petrolina/PE) e o Lasap para que esses possam melhor atender ao Programa Água Doce.

e) Operacionalização e Manutenção dos Sistemas: o bom desempenho desses Subcomponentes tem reflexos diretos na qualidade e na quantidade de água produzidas durante o processo. Esse subcomponente contempla todas as despesas pertinentes à operacionalização e à manutenção dos sistemas de dessalinização, como: operador, consumo de energia, reposição de componentes, limpeza química (manutenção periódica) e outros.

f) Sistemas de Informação e de Monitoramento: tem como objetivo estruturar base de dados de interesse do Programa e acompanhar o funcionamento dos sistemas de dessalinização e a sua sustentabilidade. Esses sistemas servem de apoio às ações técnicas e administrativas do Programa, tanto da coordenação geral como dos co-executores, núcleos estaduais e locais. São capazes também de tratar, organizar, recuperar, projetar e disponibilizar resultados de maneira rápida e confiável. É, na realidade, uma rede de informação. A Internet é o canal principal de comunicação. Essa rede possui trabalhos de base cartográfica e temática e tem diferentes níveis de informação e acessos. Ao público em geral também serão disponibilizadas informações via Internet.

## 4.2.2 Dessalinização

*“Eu não sabia como operar um dessalinizador, mas o pessoal do Programa Água Doce treinou a gente. Daí a gente foi pegando o manejo da máquina e até hoje está funcionando bem.”*  
(José Almir Alves da Costa – operador do dessalinizador e beneficiário do Programa Água Doce – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

O Componente de Dessalinização é constituído por dois Subcomponentes: recuperação de sistemas já instalados e implantação de sistemas de dessalinização novos.

a) Recuperação de equipamentos já instalados: tem como objetivo restaurar equipamentos de dessalinização já instalados que se encontram quebrados, parados ou funcionando precariamente. São também instalados tanques de contenção do

concentrado do dessalinizador, a fim de evitar a destinação inadequada do concentrado salino no meio ambiente. A figura 7 mostra um desenho esquemático dos sistemas de dessalinização adotados pelo Programa.

b) Implantação de sistemas de dessalinização novos: visa a implantação de novos sistemas de dessalinização, todos com tanques de contenção do concentrado gerado no processo.



**Figura 7** Representação esquemática do sistema de dessalinização adotado pelo Programa

### **Quadro 3** Componentes do sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce

#### **Sistema de Dessalinização (SD)**

Os sistemas de dessalinização atualmente utilizados pelas comunidades são basicamente compostos por:

- 1 - Fonte hídrica (poço tubular, bomba do poço e adução)
- 2 - Reservatório para a água bruta (reservatório de alimentação)
- 3 - Abrigo do dessalinizador (área de 15 m<sup>2</sup>)
- 4 - Equipamento de Dessalinização composto por:
  - 4.1 - Pré-tratamento:
    - 4.1.1 - Bomba dosadora e reservatório para solução de anti-incrustante
    - 4.1.2 - Filtros de cartucho de 5 µm de acetato de celulose
  - 4.2 - Moto-bomba auxiliar
  - 4.3 - Moto-bomba de alta pressão (potência a definir em função da produção requerida)
  - 4.4 - Permeadores (vaso de alta pressão) compostos com os elementos de membranas
  - 4.5 - Sistema para autolavagem dos elementos de membranas (moto-bomba e reservatório de 50 litros)
  - 4.6 - Instrumentos de medidas:
    - 4.6.1 - Rotômetros para registrar produção do permeado e concentrado
    - 4.6.2 - Manômetros para registrar a variação de pressão dos filtros e das membranas
    - 4.6.3 - Pressostato para proteger a bomba de alta pressão
    - 4.6.4 - Quadro elétrico com amperímetro o voltímetro
  - 4.7 - Válvulas e registros, linha hidráulica de baixa e alta pressão
  - 4.8 - Estrutura metálica protegida contra corrosão
- 5 - Reservatório para a água permeada (a água potável) e concentrado
- 6 - Chafariz para distribuição da água permeada
- 7 - Tanques para contenção do concentrado
- 8 - Cerca de proteção em todo o sistema e portão de acesso ao sistema



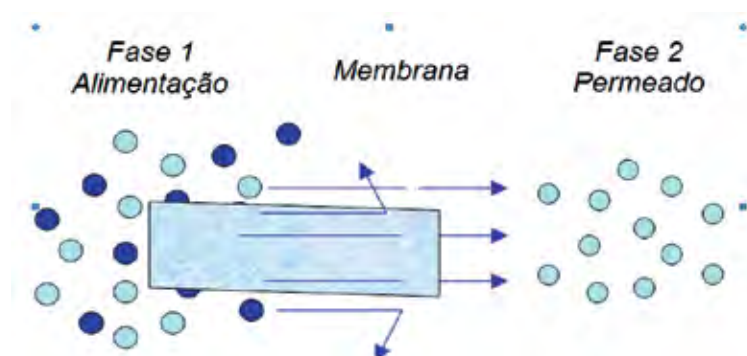
**Foto 4: Sistema de dessalinização em Estrela de Alagoas/AL**

### 4.2.2.1 Soluções Tecnológicas

O desenvolvimento dos processos de separação por membranas e suas aplicações industriais podem ser considerados relativamente recentes, principalmente levando-se em conta que fenômenos envolvendo membranas vêm sendo estudados há mais de um século<sup>22</sup>.

As membranas constituem, atualmente, a principal inovação tecnológica nos processos de tratamento de água, sendo a primeira grande inovação, desde o desenvolvimento das tecnologias convencionais de tratamento de água no início do século passado.

Uma membrana é um filme que separa duas fases atuando como uma barreira seletiva entre as mesmas. A membrana tem assim a capacidade de transportar determinados componentes, quando aplicada algum tipo de força externa, retendo outros que fazem parte da mistura de alimentação. É, portanto, uma barreira permeável e seletiva. A Figura 8 apresenta um esquema do processo de separação por membranas<sup>23</sup>.



**Figura 8 Representação esquemática do processo de separação por membranas**

O contínuo aprimoramento dos sistemas de membranas são fatores importantes que viabilizam a construção de sistemas em escala sempre maiores. Em países desenvolvidos, sistemas de membranas estão sendo projetados para substituir sistemas convencionais de tratamento de águas em grande escala.

<sup>22</sup> Habert, A. C., Borges, C. P. e Nóbrega, R., Processos de separação com membranas. Série Escola Piloto em Engenharia Química, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

<sup>23</sup> Schneider, R. P., & Tsutiya, M. T., Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. ABES, 1a



Dentre os processos de separação por membranas, destaca-se a dessalinização por osmose inversa. Esta apresenta como vantagens a qualidade da água tratada, a fácil operação que não requer mão-de-obra muito especializada, o custo e a assistência na manutenção e reparos, o baixo consumo de energia, trata de pequenos a grandes volumes de água e a possibilidade de utilização de fontes de energia alternativas como eólica e solar.

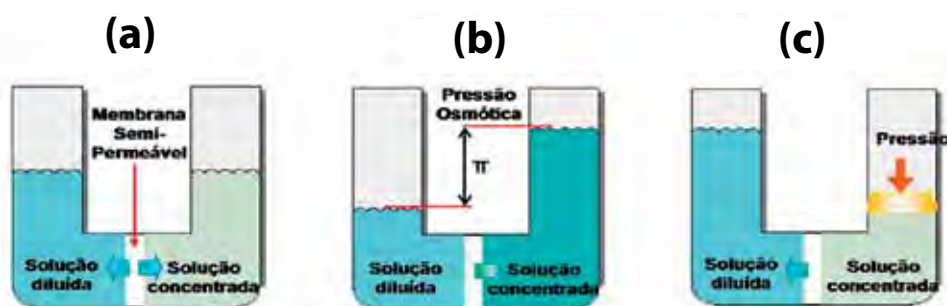
A maior aplicação da osmose inversa ainda é a dessalinização de águas salobras e salinas para produção de água potável, mas atualmente, devido ao desenvolvimento de novas membranas que atuam em faixas mais amplas de pH e de temperatura, esse processo está sendo empregado também em muitas aplicações industriais, farmacêuticas, indústria alimentícia e tratamento de efluentes. O desenvolvimento e o aprimoramento da tecnologia de dessalinização por osmose inversa têm conduzido à redução dos custos de instalação e manutenção destes sistemas.

#### 4.2.2.2 Osmose Inversa

*“A água é essencial, mas quando é tratada é melhor ainda.”* (Ana Paula Barros dos Santos – professora da comunidade de Riacho Santo e beneficiária do Programa Água Doce – Palmeira dos Índios/AL).

A osmose inversa é um fenômeno conhecido desde o fim do século XIX. A palavra osmose vem do grego “osmós” e significa “impulso”. Quando dois compartimentos, cada um contendo soluções com concentrações de sais diferentes, são separados por uma membrana semipermeável, ou seja, uma membrana cujos poros permitem a passagem de moléculas de água, mas impedem a passagem de outras moléculas (Figura 9.a), uma quantidade de água sairá da solução menos concentrada para a mais concentrada até que ambos os lados atinjam a mesma concentração (Figura 9.b). Este fenômeno é denominado de *Osmose*. A osmose é um processo essencial no controle da concentração de sais nas células de organismos vivos. Quanto maior for a diferença da concentração inicial entre os dois compartimentos, maior será a pressão criada que impedirá o transporte osmótico da água através da membrana denominada de *Pressão Osmótica*.

Na osmose a solução menos concentrada perde o seu volume, enquanto a mais concentrada ganha. Aplicando uma pressão superior à pressão osmótica, é possível inverter a direção do fluxo (Figura 9.c). A solução mais concentrada perde então seu volume, aumentando sua concentração. Simultaneamente, a solução diluída aumenta o seu volume, pois ela recebe água pura através da membrana. Este processo é chamado de *Osmose Inversa*.



**Figura 9** Representação do processo de osmose e osmose inversa: (a) duas soluções de concentrações salinas diferentes, separadas por uma membrana semipermeável; (b) a água passa para a solução mais concentrada, até que seja atingido o equilíbrio osmótico; (c) a aplicação de uma pressão superior à diferença de pressão hidrostática inverte o processo (osmose inversa)<sup>24</sup>

ed., São Paulo, 2001.

<sup>24</sup> Kerr, T. J. and McHale, B. B., Application in general microbiology: A laboratory manual. 6th ed., Hunter Textbooks Inc., Winston-Salem, 2001.

A osmose inversa é utilizada para dessalinizar águas salobras e salinas, utilizando membranas semipermeáveis sintéticas. A pressão aplicada deve superar a pressão osmótica da solução para separar os sais da água. Neste caso, a principal função das membranas é a rejeição de sais e depende de fatores como a temperatura, pressão de operação, pH e concentração de sais<sup>25</sup>.

Em processo de grande escala, o fenômeno ocorre com auxílio de uma bomba de alta pressão. Esta é responsável por exercer pressão da água de alimentação sobre a membrana promovendo a osmose inversa, passando por um permeador (vaso de pressão) onde fica situada a membrana. Nos sistemas de dessalinização, a água de alimentação antes de passar pelas membranas recebe um pré-tratamento com adição de anti-incrustante – solução que evita a incrustação que se formam em tubos e canos – e depois é enviada para um banco de filtros de cartucho.

Por meio desse processo é possível gerar uma água equilibrada em sais, além de ser isenta de microrganismos e de poluentes de qualquer tipo. A água gerada por esse processo é, desta forma, apropriada ao consumo humano, pois se encontra em conformidade com a Portaria MS nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

### 4.2.3 Mobilização Social

O Componente Mobilização Social visa a contribuir com a conscientização socioambiental, por meio de atividades nas comunidades e escolas, participação na realização de eventos (culturais, artísticos e religiosos). Além disso, tem por objetivo estabelecer um processo participativo junto às comunidades locais, envolvendo diversos setores atuantes como prefeituras, igrejas, movimentos sociais, entre outros.

Outra abordagem que será dada a esse Componente é fazer com que as populações beneficiadas possam, a partir do conhecimento de sua realidade, ter uma visão crítica e transformadora do seu ambiente. Ou seja, pretende-se que essas populações se sintam parte do ambiente, que possui características próprias. Assim, acredita-se que essas comunidades serão capazes de proteger e mudar o seu meio, incorporando, inclusive, técnicas e abordagens que lhes permitam a sua melhoria.

A formação de pessoas da comunidade, no que se refere à tecnologia dos dessalinizadores e de reuso dos efluentes, é incluída na programação das atividades junto às localidades partícipes do processo.

*“Já tínhamos uma certa organização, mas o Acordo nos deixou muito mais organizados.”* (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata e beneficiário do Programa Água Doce – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

Um dos maiores desafios do Programa Água Doce é contribuir com a criação de estruturas permanentes de gestão dos sistemas de dessalinização tanto nos estados quanto nos municípios e nas comunidades. A experiência de programas anteriores ensinou que instalar ou recuperar sistemas de dessalinização não é suficiente para garantir a oferta continuada de água de boa qualidade para as famílias do Semiárido. É preciso, também, investir na organização de mecanismos de gestão que viabilizem o funcionamento dos sistemas de dessalinização a médio e longo prazo.

---

<sup>25</sup> Schneider, R. P., & Tsutiya, M. T., Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. ABES, 1a ed., São Paulo, 2001.

O Componente não se restringe apenas a “mobilizar” as comunidades beneficiadas. O objetivo central das suas ações é garantir a autonomia da comunidade como meio de possibilitar que elas assumam efetivamente a gestão dos sistemas de dessalinização. Neste sentido, conta com o apoio do Lasap/UFCG.

Reconhecer e respeitar as estruturas de organização social, identificar as lideranças locais e aproveitar o potencial das formas tradicionais de superação dos dilemas sociais são ações imprescindíveis à construção de mecanismos efetivos de gestão dos sistemas de dessalinização e de controle social. Em realidade, essas ações garantirão o sucesso das atividades de mobilização social.

As ações de mobilização, integradas às atividades dos componentes técnicos e ambiental, focalizam a construção dos mecanismos de gestão, que são chamados de “acordos”. Essas ações objetivam o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização (poço, dessalinizador, destino adequado do concentrado) e dos sistemas produtivos a serem implantados (criação de peixes, cultivo da Erva-Sal, produção de alimento para caprinos e ovinos), garantindo não apenas a oferta de água de boa qualidade em regiões historicamente sacrificadas pela seca, mas também a viabilidade de alternativas de geração de renda que se integrem às dinâmicas locais.

Os objetivos desse Componente são:

- a) Contribuir para o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização;
- b) Colaborar no processo de definição dos acordos que garantirão o funcionamento a longo prazo dos dessalinizadores e unidades demonstrativas;
- c) Mediar a interlocução, as negociações e os conflitos de interesses entre os diferentes atores sociais envolvidos no processo de implementação dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.

Além disso, as atividades dos membros do Componente Mobilização Social estarão sempre pautadas na ideia de que é mais importante ajudar os atores sociais envolvidos com a gestão dos sistemas de dessalinização a encontrar as soluções para seus problemas, do que oferecer modelos prontos para mediação dos conflitos e de impor regras de acesso e uso da água dessalinizada e de sistemas de gestão sem perder de vista, no entanto, os princípios norteadores do Programa Água Doce para o atendimento desses objetivos, esse Componente foi estruturado de modo a atuar em duas linhas principais de ação:

- a) Construção de instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização (núcleos locais de gestão);
- b) Formação de técnicos junto aos grupos gestores estaduais para colaborar, com as comunidades, na construção das instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização.

Para formatação dos núcleos locais de gestão deverão ser previstas, após os debates necessários, as normas e critérios de condução, responsabilidade e gestão nas localidades em que houver a ação desse Programa.

Estas duas linhas de ação, entanto, não esgotam todos os desafios relacionados à organização comunitária e aos aspectos sociais, políticos e culturais da vida coletiva. Permitem, porém, que se direcione o trabalho quanto aos objetivos mais gerais a serem alcançados pelas equipes técnicas estaduais do PAD.

As ações de Mobilização Social ocorrem em três momentos principais que, mesmo estando profundamente interligados, apresentam-se aqui como fases separadas.



**Foto 5: Atividade de Mobilização social, 2005**

### 4.2.3.1 Os Acordos

*“O acordo organizou a distribuição de água.” (Vera Lúcia Santos da Silva – agente comunitária de saúde de Impueiras e beneficiária do Programa Água Doce – Estrela de Alagoas/AL).*

Os Acordos para a gestão dos sistemas de dessalinização têm regras, direitos e deveres relacionados à oferta de água doce para as famílias beneficiadas, quais sejam:

- Normas relativas ao funcionamento dos sistemas de dessalinização e quem são as pessoas responsáveis pela gestão cotidiana do equipamento;
- Direitos de acesso e uso à água dessalinizada e do concentrado (para lavar roupa, para água de gasto, para uso dos animais e outros usos.);
- Cobertura dos custos para funcionamento e manutenção dos equipamentos;
- Instâncias para aperfeiçoamento do acordo de gestão, resolução de conflitos e monitoramento pela própria comunidade do cumprimento do acordo.

Abaixo, comunidade do Estado de Pernambuco em processo de votação do acordo.



**Foto 6: Processo de votação de Acordo em comunidade no Estado de Pernambuco**

## 4.2.4 Sustentabilidade Ambiental

*“Não adianta você tirar uma água de boa qualidade da torneira do dessalinizador não saber manuseá-la até o consumo.”* (José Almir Alves da Costa – operador do dessalinizador do Programa Água Doce - Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

O Componente de Sustentabilidade Ambiental é coordenado pela Embrapa Meio Ambiente que vem atuando na região do Semiárido desde 1997, em projetos de integração de sistemas produtivos em área irrigada e aspectos ambientais necessários ao credenciamento de produtores no sistema de produção integrada de frutas – PIF. Entre os anos de 2000 e 2003, no âmbito do Projeto GEF São Francisco, Convênio ANA/GEF/OEA/PNUMA, o Índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água (ISA-Água) permitiu diagnosticar a região do Submédio do rio São Francisco, integrando-se os perfis ecológico, econômico e social, de maneira a expressar o grau de sustentabilidade do uso dos recursos hídricos num dado momento.

Este componente trabalha com cinco dimensões da sustentabilidade: social, ambiental, econômica, espacial e cultural. É executado por uma equipe de técnicos capacitados em cada estado.

Tem como objetivo geral avaliar localidades e recursos hídricos para estabelecimento de fatores críticos como apoio à gestão do uso da água dessalinizada e aplicação de procedimentos metodológicos para ajuste do funcionamento dos sistemas de produção em comunidades do Semiárido, tornando os sistemas produtivos e dessalinização autossustentáveis. Como resultados, obtêm-se: melhoria da relação custo/benefício (aumento de receita com redução de custos) dos processos utilizados e motivação da comunidade na continuidade de manutenção do sistema.

No processo metodológico utilizado, são abordados dois aspectos. O primeiro está relacionado à avaliação da comunidade como um todo, o que permite estabelecer fatores de criticidade, e, em função disto, priorizar comunidades para que sejam desenvolvidas as ações do Programa Água Doce. Outro aspecto é a realização de um levantamento mais detalhado nas comunidades selecionadas, envolvendo as famílias que vivem na comunidade.

Além destas ações, realizam-se oficinas de treinamento junto às comunidades sobre manutenção e cuidados para manter a qualidade da água dessalinizada e o monitoramento da qualidade ambiental com o foco na salinidade do meio.

Entre seus instrumentos está a avaliação da situação de risco socioambiental das localidades para definição daquela a ser beneficiada. Esta avaliação é elaborada com base no método Novo Rural<sup>26</sup> e no Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA-Água), utilizando planilhas de caracterização e priorização das famílias que indicam os fatores limitantes (críticos) relacionados a:

- Disponibilidade, acesso e uso de água proveniente de dessalinizadores;
- Disponibilidade, acesso e uso de água proveniente de outras fontes;
- Destino dos efluentes (concentrado, esgoto, águas servidas);
- Aspectos gerais (estradas, energia, cooperativas etc).

---

<sup>26</sup>RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J.; QUEIROZ, J. F. de; FRIGHETTO, R. T. S.; RAMOS FILHO, L. O.; RODRIGUES, I. A.; BROMBAL, J. C.; TOLEDO, L. G. de. **Avaliação de impacto ambiental de atividades em estabelecimentos familiares do novo rural**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 44 p. (Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 17).

Para a definição de alternativas de destinação dos efluentes salinos são obtidas informações sobre a salinidade do meio em que se localizam os sistemas. Importante ressaltar que o ambiente no Semiárido possui características salinas tanto as rochas, como o solo e as águas. A presença de sais é uma realidade na região, portanto trata-se de substâncias que estão presentes no meio, não são exógenas. Muitas vezes a concentração de sais do efluente da dessalinização possui concentrações menores que das demais fontes disponíveis nas localidades. No entanto, seguindo o princípio da precaução, são tomadas as devidas providências para que se minimizem os possíveis impactos dos sais no ambiente.



**Foto 7: Atividades de Sustentabilidade ambiental**



**Foto 8: Atividades de Mobilização social, 2005**

## 4.2.5 Sistemas Produtivos

*“O Programa Água Doce trouxe para a comunidade, além da água, um conjunto de coisas que a acompanham: a atriplex e o peixe.” A UD deu tão certo que a comunidade está pensando em fazer, com recursos próprios, novos tanques de peixe. (Cícero Pinheiro da Silva – Presidente da Associação de Impueiras e beneficiário do Programa Água Doce – Estrela de Alagoas/AL).*

Este Componente tem como objetivo geral a utilização de tecnologias adequadas para o aproveitamento do concentrado (efluente do dessalinizador) em sistemas produtivos locais, promovendo o uso sustentável dos recursos hídricos. Para isso, devem ser utilizadas ações integradas, com base na gestão participativa e na organização comunitária. As unidades de aproveitamento do concentrado englobam as Unidades Demonstrativas (UDs) e as Produtivas (UPs).

É uma combinação de ações integradas, de forte impacto social, que, além de produzir água potável para as comunidades atendidas, proporciona o aproveitamento econômico dos efluentes resultantes do processo de dessalinização. Como resultado, há melhoria da qualidade de vida da população e eliminação do impacto ambiental, que ocorreria caso não houvesse aproveitamento dos efluentes gerados no processo de dessalinização.

a) Unidade Demonstrativa (UD):

A Unidade Demonstrativa é um sistema de produção integrado onde são realizadas visitas, exposições, aulas e demonstrações do processo produtivo com o objetivo de replicação do modelo.

O sistema de produção integrado foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido para se tornar uma alternativa de uso adequado para o efluente (concentrado) do sistema de dessalinização, minimizando impactos ambientais e contribuindo para a segurança alimentar (Figura 10).



**Figura 10 Desenho esquemático do sistema de produção integrado do Programa Água Doce**

Esse sistema utiliza os efluentes da dessalinização de águas subterrâneas salobras ou salinas em uma combinação de ações integradas de forma sustentável, na busca do fornecimento de água de boa qualidade. É composto por quatro subsistemas interdependentes:

- Sistema de dessalinização, que torna a água potável;
- No segundo momento o efluente do dessalinizador (concentrado), solução salobra ou salina, é enviado para tanques de criação de peixes, tilápias;
- No terceiro momento, o efluente (concentrado) dessa criação, enriquecido em matéria orgânica, é aproveitado para a irrigação da Erva-Sal (*Atriplex nummularia*) que, por sua vez, é utilizada na produção de feno;
- Por último a forragem, com teor proteico entre 14 e 18%, é utilizada para a engorda de caprinos, ovinos e/ou bovinos da região, fechando assim o sistema de produção integrado.

#### Quadro 4 Vantagens da tilápia adaptada ao cultivo

- Crescimento rápido;
- Resistência a doenças;
- Altas taxas de sobrevivência;
- Ciclo de cultivo curto (seis meses);
- Reproduz durante todo ano nas regiões mais quentes do país;
- Facilidade de adaptação ao clima do Semiárido;
- Tolerância às variações de salinidade.



**Foto 9: Alimentação do viveiro de tilápia com o concentrado do dessalinizador**



**Foto 10: Cultivo de *atriplex* - Unidade Demonstrativa do Programa Água Doce - Amparo/PB**





**Foto 11: Consumo da Erva-Sal por ovinos**

b) Unidades Produtivas: A partir do conhecimento adquirido com as UD's pelas comunidades locais, estados, municípios, ONGs e órgãos gestores, as populações poderão implantar as Unidades Produtivas, que visam o aproveitamento do concentrado para fins de aquicultura, irrigação de plantas halófitas e criação de animais.

Basicamente, tanto as UD's quanto as UP's possuem as mesmas metodologias de aproveitamento da água salobra e do concentrado dos sais provenientes do processo de dessalinização.

As diferenças fundamentais entre as UD's e as UP's estão no processo de gerenciamento e no apoio a pesquisas e bolsas de estudos.

Nas UP's, o processo de gerenciamento será feito pelas comunidades e ou municípios, e não está programado financiamento para pesquisas. Já as UD's são de responsabilidade da Coordenação Nacional do PAD e está programado o apoio a pesquisas e a bolsas de estudos.

#### 4.2.6 Estudos/Pesquisas/Projetos

Este Componente tem como objetivos o aperfeiçoamento e otimização dos sistemas (automatização, reciclagem de concentrados, aumento da sua eficiência), bem como o desenvolvimento de técnicas de aproveitamento de concentrados, como a irrigação de plantas forrageiras locais e aumento da produtividade pesqueira.

A seguir são apresentados, de forma sintética, os objetivos gerais, os planos de ação e os resultados esperados ou obtidos nas pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido (Quadro 5). A representação esquemática mostrando a inter-relação entre essas pesquisas encontra-se no Fluxograma 1.

**Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido**

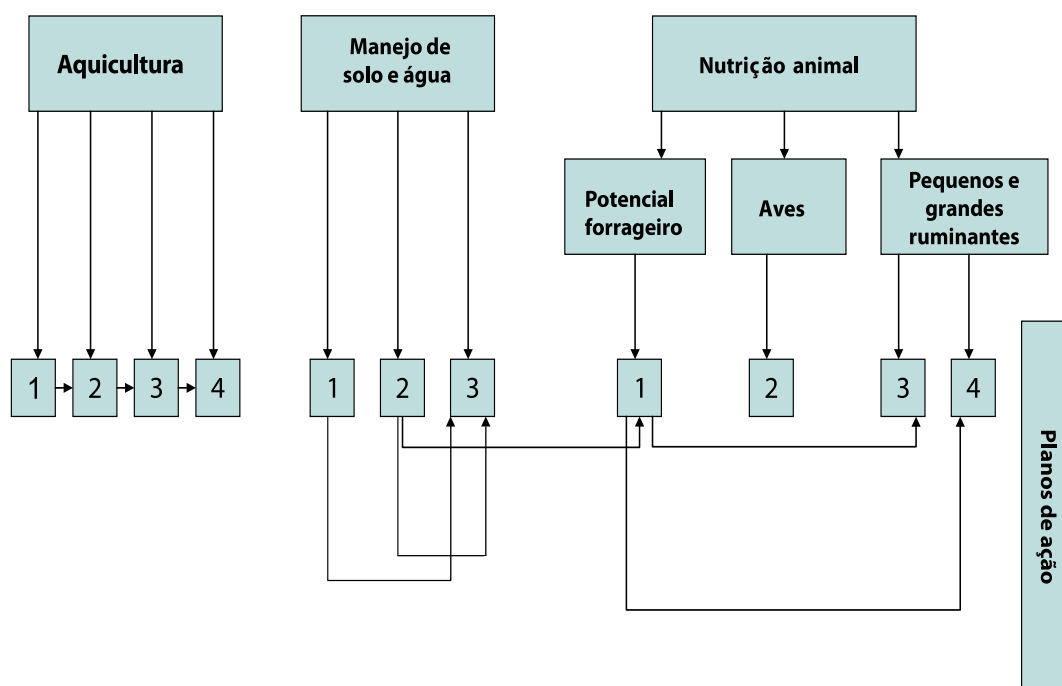
Áreas da pesquisa	Objetivos gerais	Planos de ação	Resultados esperados ou obtidos
Aqüicultura	<p>1. Estudar a limnologia dos viveiros de cultivo aquícola utilizando os efluentes da dessalinização.</p> <p>2. Desenvolver uma ração alternativa para tilápia com base em produtos locais.</p> <p>3. Selecionar, adaptar e otimizar a produção de tilápia e de outras espécies utilizando os efluentes da dessalinização.</p>	<p>1 Identificação e seleção de alimentos regionais para composição de ração para tilápia rosa cultivada em efluente de dessalinização.</p>	<p>Foram selecionados 6 ingredientes: raspa de mandioca, sorgo, ferro de <i>atriplex</i>, ferro de gliricídia, ferro de leucena e resíduo de vitinícola. Todos apresentam boa digestibilidade. Entretanto, a raspa de mandioca, o sorgo e o ferro de gliricídia se destacaram em relação à digestibilidade proteica.</p>
		<p>2 Formulação de ração para a tilápia rosa cultivada em efluente de dessalinização, com alimentos regionais selecionados.</p>	<p>A fabricação de ração para tilápia utilizando os ingredientes regionais identificados na pesquisa anterior não se mostrou eficiente para uso em tanques com o concentrado do dessalinizador, tendo em vista a baixa renovação da água do sistema produtivo e a alta degradabilidade da ração. Na hipótese de utilização dessa ração nos tanques produtivos, a qualidade da água se tornaria imprópria para os peixes, pois a ração consumiria grande parte do oxigênio da água dos tanques.</p>
		<p>3 Avaliação de duas taxas de estocagem e dois manejos alimentares para tilápia cultivada em efluente da dessalinização.</p>	<p>Esta pesquisa ainda não foi iniciada, mas o resultado esperado é: obter o melhor desempenho da tilápia em diferentes sistemas de cultivo, proporcionado pelos melhores índices zootécnicos na produção com utilização do concentrado da dessalinização.</p>
		<p>4 Avaliação do potencial de adaptação de espécies nativas e exóticas, utilizadas para produção comercial na bacia do rio São Francisco, em viveiros com efluente da dessalinização.</p>	<p>Esta pesquisa ainda não foi iniciada, mas o resultado esperado é: conhecer outras espécies de peixe da bacia do rio São Francisco, com potencialidade de adaptação à água do concentrado da dessalinização, visando a introdução dessas espécies no sistema integrado de produção do Programa Água Doce.</p>

**Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido (continuação)**

Áreas da pesquisa	Objetivos gerais	Planos de ação	Resultados esperados ou obtidos
Manejo de solo e água	4. Otimizar o manejo de água e solo, na irrigação de halófitas, utilizando efluentes oriundos do cultivo aquícola.	1 Determinação da vapotranspiração da <i>Atriplex nummularia</i> irrigada com água salobra.	A <i>atriplex</i> requer uma média diária correspondente a 7,0 mm de lâmina de água. Esse resultado define a lâmina de água a ser utilizada em projetos de irrigação da <i>atriplex</i> . Pesquisa inédita no semiárido brasileiro.
	5. Analisar o balanço de sais oriundos da irrigação com os efluentes dos cultivos aquícola, na água de drenagem e no perfil do solo.	2 Determinação do melhor espaçamento e idade de corte da <i>Atriplex nummularia</i> irrigada com água salobra.	Essa pesquisa indicou que o melhor manejo para cultivo de <i>atriplex</i> é a utilização de espaçamento de 1,0 x 1,0m e corte aos 12 meses. Pesquisa inédita no semiárido.
		3 Determinação da melhor frequência de irrigação para a <i>Atriplex nummularia</i> com água salobra.	O melhor manejo para a irrigação da <i>atriplex</i> é uma vez por semana com utilização de 49mm de lâmina de água em média. Essa quantidade de água correspondente a uma lâmina de água diária de 7mm, uma vez que a pesquisa demonstrou não haver diferença quando se irriga diariamente ou em qualquer outro período. Como forma de reduzir o uso de mão-de-obra e baratear a irrigação da <i>atriplex</i> , sugere-se a irrigação semanal de 49mm de lâmina de água em média.
Alimentação e nutrição animal	6. Avaliar o potencial forrageiro da Erva-Sal ( <i>Atriplex nummularia</i> L.) na forma de feno e silagem e seu potencial uso como fonte alternativa de proteína e energia em dietas para caprinos, ovinos, bovinos e aves.	1 Avaliação do uso do feno de erva-sal associado a palma forrageira em dietas para bovinos da raça Sindi.	Observou-se que o feno de Erva-Sal pode ser utilizado até o nível de 60% em dietas para bovinos, associado a palma forrageira, sem alterar o consumo de nutrientes. Entretanto, em função da diminuição da digestibilidade destes, ou seja, diminuição da quantidade de aproveitamento dos nutrientes pelos animais, recomenda-se como nível aceitável o uso de até 45% do feno de Erva-Sal nas dietas com palma para bovinos, podendo estas dietas garantir ganho de peso acima de 300 gramas por dia nesses animais, quando bem balanceadas com outras fontes de proteína e de energia. A pesquisa é inédita no Brasil para a raça Sindi.

**Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido (continuação)**

Áreas da pesquisa	Objetivos gerais	Planos de ação	Resultados esperados ou obtidos
Alimentação e nutrição animal		2 Avaliação da adição da erva-sal sobre as características fermentativas e nutricionais de silagens de capim-elefante.	<p>A Erva-Sal se comportou como uma excelente fonte de alimento para produção de silagem. Poucos são os resultados encontrados na literatura a este respeito. Essa pesquisa mostrou que a Erva-Sal pode ser adicionada ao capim elefante até o nível de 80% sem alterar as características fermentativas e melhorando o valor nutricional das silagens. Esta silagem poderá ser utilizada para pequenos e grandes ruminantes, desde que sejam fornecidas em dietas bem balanceadas.</p> <p>A Erva-Sal em todo o mundo é utilizada na forma de pastejo direto ou como feno, sendo a silagem uma nova alternativa de uso, disponibilizando, além dos nutrientes disponíveis na mesma, a água para atender parte da demanda da dessedentação animal.</p>
		3 Avaliação da Erva-Sal ( <i>Atriplex nummularia</i> ) in-natura como fonte alimentar na criação de galinhas de capoeira.	<p>As folhas de Erva-Sal apresentam significativos teores de proteína, de 10 a 18%, podendo ser uma excelente fonte para galinhas poedeiras. Estudos foram realizados e os resultados preliminares demonstram que estas folhas quando secas e moídas podem ser integradas às rações para estas aves. As análises de laboratório e estatísticas poderão indicar em breve qual o melhor nível a ser utilizado. A previsão de término e publicação dos resultados é até julho 2010.</p>



**Fluxograma 1 Inter-relação entre as linhas de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido**

### 4.2.6.1 As Vitrines Tecnológicas

Além das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido, no contexto do PAD, essa instituição tem colocado à disposição desse Programa as tecnologias desenvolvidas para a região semiárida brasileira, que estão relacionadas a técnicas de cultivo, de criação e de extrativismo.

São sistemas de grande flexibilidade em termos de adaptabilidade aos diferentes espaços do Semiárido, capazes de, em harmonia com a necessidade de preservação ambiental, elevar os níveis de produtividade biológica a patamares de viabilidade econômica. A imediata transferência dessas tecnologias para o segmento produtivo para fins de validação *"in situ"* e de demonstração dos seus potenciais beneficiários foi uma estratégia definida em parceria com o Programa Água Doce para as UD's. Ressalta-se que essas tecnologias, denominadas pela Embrapa Semiárido de Vitrines Tecnológicas, são de convivência com a seca e incorporam o conhecimento das populações locais.

O processo de transferência de tecnologias agropecuárias, nos termos definidos pela Embrapa, é um conjunto de atividades educativas, de apoio e de comunicação que facilitam a adoção de novas técnicas pelos usuários. Nessa perspectiva, também, inclui as fases de levantamento das demandas, de adaptação e integração de tecnologias aos diferentes sistemas de produção e de avaliação de seus impactos socioeconômicos e ambientais. Pressupõe, ainda, a disseminação de informações gerenciais e político-econômicas, fundamentais ao processo de tomada de decisões pelo produtor.

A execução do programa exige uma ampla ação cooperativa e multidisciplinar envolvendo os órgãos de pesquisas e de assistência técnica oficial, universidades, organizações não governamentais (ONGs), associações, cooperativas, entre outros. Ênfase deve ser dada, também, às ações complementares de validação de tecnologias em meio real e à capacitação tecnológica dos técnicos, multiplicadores e agentes de desenvolvimento rural.

Vários sistemas produtivos alternativos estão aptos a serem transferidos ou validados. Esses sistemas contemplam todos os principais produtos da agricultura familiar do Semiárido. Dentre os principais sistemas produtivos disponibilizados pela pesquisa que já podem ser disseminados por meio das Unidades Demonstrativas, podem ser mencionados:

- Sistemas de produção diversificados baseados em caprino-ovinocultura, com objetivo de reduzir as taxas de mortalidade de animais jovens e de elevar a quantidade total de animais comercializáveis por matriz criada/ano dos atuais 17,0 kg para mais de 30,0 kg;
- Sistema de produção diversificado de base apícola, com objetivos de ajustar todos os gargalos tecnológicos identificados no Semiárido. Assim, pretende-se elevar em 20% a produtividade e melhorar substancialmente a qualidade do produto, propiciando condições, inclusive, para, em uma etapa posterior, consolidar esse produto como orgânico;
- Sistemas de produção diversificados baseados em cultivos energéticos e outras matérias primas industriais (algodão, mamona, sisal, sorgo);
- Sistemas de produção diversificados baseados cultivos alimentares (milho, feijão-caupi, mandioca);
- Sistemas de produção baseados na bovinocultura leiteira, com objetivos de elevar a produtividade e reduzir o custo de produção.

É possível que para determinadas situações, arranjos produtivos possam ser montados combinando-se dois ou mais dos sistemas acima mencionados. De modo similar, outros cultivos e criações poderão compor, de forma complementar, os sistemas diversificados a serem implementados nos distintos espaços de intervenção. Entre estes podem ser citados a piscicultura de águas interiores, a avicultura caipira, os cultivos do guandu, do gergelim, de melancia forrageira, sorgo e de batata-doce e o extrativismo racional (frutas nativas, madeira/energia, plantas ornamentais, meliponicultura entre outros).

As fotos a seguir apresentam alguns exemplos de culturas desenvolvidas pela Embrapa utilizadas no Assentamento de Caatinga Grande-RN, que possui uma UD implantada pelo Programa Água Doce.



**Foto 12: Vitrine Tecnológica no Assentamento Caatinga Grande São José do Seridó/RN. Cultura: Guandu Forrageiro**



**Foto 13: Dia de campo sobre cultivos apropriados de convivência com Semiárido, público participante produtores do Assentamento Caatinga Grande Cultura: Gliricídia**



**Foto 14: Vitrine Tecnológica no Assentamento Caatinga Grande São José do Seridó/RN. Cultura: Feijão BRS Pujante**

### 4.3 Arranjo Institucional

*“O governo faz a parte dele e a comunidade faz a parte dela. Aí dá tudo certo!” (Edite Antonino de Assis Souza – Presidente da Associação de Moradores de Sítio Ligeiro e beneficiária do Programa Água Doce – Serra Branca/PB)*

O arranjo institucional do Programa Água Doce é composto por:

- Núcleo Nacional de Gestão
  - Grupo Executivo Nacional
    - Coordenação Nacional - Coordenador e equipe
    - Coordenação de Gerenciamento e equipe
    - Coordenação de Dessalinização
    - Coordenação de Mobilização Social
    - Coordenação de Sustentabilidade Ambiental
    - Coordenação de Sistemas Produtivos
- Núcleos Estaduais de Gestão
  - Coordenações Estaduais - Coordenadores estaduais e técnicos
  - Grupos Executivos Estaduais - técnicos de cada um dos componentes (mobilização, sustentabilidade, dessalinização e sistemas produtivos)
- Núcleos Locais de Gestão
- Parceiros

#### 4.3.1 Núcleo Nacional

É a instância máxima de direção e orientação das ações do Programa e tem caráter deliberativo. É coordenado pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) do Ministério do Meio Ambiente por meio da Coordenação Nacional do Programa.

O Núcleo se reúne pelo menos 3 vezes ao ano (quadrimestralmente), de acordo com necessidade justificada, tantas vezes quanto necessário.

É constituído pelo conjunto de órgãos federais, estaduais e ONGs com atuação no tema.

Atribuições e competências:

- Ratificação do documento base de diretrizes do Programa;
- Apreciação e ratificação dos Planos Estaduais de Gestão e Implementação do Programa Água Doce;
- Aprovação e acompanhamento da execução dos planos plurianuais e anuais de investimentos do Programa;
- Avaliação do andamento do Programa e realização dos ajustes necessários, com base nas recomendações da Coordenação Nacional;
- Definição da participação de outras entidades a serem convidadas a participar no Programa;
- Zelar pela participação dos interessados no Programa e políticas públicas relacionadas;
- Promoção da articulação intra e inter-governamental de políticas relacionadas ao tema.

#### 4.3.1.1 Grupo Executivo Nacional

Vinculado à Coordenação Nacional. É a instância técnico-administrativa encarregada das atividades cotidianas da execução do Programa e sujeita à direção e supervisão da Coordenação Nacional.

É composto pelo Coordenador Nacional, pelo Coordenador de Gerenciamento, pelos Coordenadores de Componentes e respectivas equipes. A seguir é apresentada a sua constituição:

- Coordenação Nacional e equipe;
- Coordenação de Gerenciamento;
- Coordenação do Componente de Dessalinização;
- Coordenação do Componente de Sistemas Produtivos;
- Coordenação do Componente de Sustentabilidade Ambiental;
- Coordenação do Componente de Mobilização Social;
- Coordenador da Instituição Executora e equipe.

Atribuições e competências:

- Os Coordenadores de Componente têm como atribuição apoiar a Coordenação Nacional do Programa em suas atividades de análise técnica, supervisão, implementação e gestão do Programa;
- Realizar as atividades de comunicação, gerenciamento, articulação institucional e de parcerias, acompanhamento e fiscalização das ações e obras, ações administrativas e outras necessárias;
- Coordenar os componentes: sistemas de dessalinização, mobilização, sustentabilidade socioambiental e sistemas produtivos;
- As Coordenações de Componente deverão agregar outras instituições de sua respectiva área de conhecimento técnico;



- A execução das atividades dos componentes do programa será supervisionada e coordenada por cada Coordenador de Componente respectivo;
- Os Coordenadores de Componente deverão apoiar, em seus respectivos conhecimentos, os Grupos Executivos Estaduais.

### 4.3.1.2 Coordenação Nacional

É a responsável pela coordenação, supervisão e gerenciamento das ações do Programa, deliberada pelo Núcleo Nacional de Gestão. Tem sede em Brasília na SRHU do Ministério do Meio Ambiente.

É composta pelo Coordenador Nacional e equipe técnica de apoio. Vinculada a ela está o Grupo Executivo Nacional.

Composição:

- Coordenador Nacional;
- Equipe Técnica de Apoio.

Atribuições e competências:

- Coordenar, supervisionar, avaliar e controlar a execução do Programa de acordo com as orientações do Núcleo Nacional de Gestão;
- Zelar pelo cumprimento das orientações do Núcleo Nacional de Gestão;
- Preparar e negociar Acordos de Cooperação Técnica, Convênios, Contratos, entre outros instrumentos jurídicos;
- Coordenar as ações do Grupo Executivo Nacional;
- Coordenar a gerência técnico-administrativa do Programa;
- Coordenar a administração financeira de acordo com as regras de cada instituição parceira;
- Manter equipe técnica multidisciplinar para adequado cumprimento dos objetivos do Programa;
- Apresentar em cada reunião do Núcleo Nacional de Gestão informe técnico e financeiro da execução do Programa;
- Preparar os planos de trabalho, cronogramas de execução, planos operativos e orçamentos anuais e globais em nível nacional;
- Analisar os relatórios técnicos e financeiros requeridos pelos convênios;
- Revisar periodicamente e manter atualizado o Documento Base do Programa;
- Revisar os planos de trabalhos estaduais e cronogramas de execução trimestrais;
- Realizar reuniões periódicas com os Coordenadores Estaduais;
- Cooperar, quando requerido na revisão dos Termos de referência, chamados de licitação, atividades e outros.

Em todos os trâmites do Programa, a Coordenação Nacional contará com o apoio da SRHU e das Unidades do Grupo Executivo Nacional.

### 4.3.1.3 Coordenador Nacional

É o responsável pela coordenação, gerenciamento e implementação das ações do Programa.

Atribuições e Competências:

- Zelar pelo cumprimento das diretrizes do Programa;
- Atender aos assuntos de interesse comum, de caráter geral do Programa e de abrangência nacional ou regional;
- Analisar o andamento da execução do Programa e reorientá-lo de acordo com as suas diretrizes;
- Considerar e aprovar os planos de trabalho e cronogramas de execução do Programa;
- Ser o representante do Núcleo Nacional de Gestão do Programa e coordenar seus trabalhos;
- Propor mecanismos para resolver eventuais conflitos e/ou de execução que se apresentarem na execução do Programa;
- Oficiar as reuniões do Núcleo Nacional e definir suas agendas preliminares, coordenar as reuniões do Núcleo Nacional, representar o programa em eventos, realizar gestões em nome do Núcleo quando for solicitado, dar andamento geral ao desenvolvimento das atividades do Programa, propor mecanismos para resolver eventuais conflitos que podem ocorrer na execução do Programa.

### 4.3.2 Núcleo Estadual

Instância máxima de decisão em cada estado. Será coordenada pelo órgão de recursos hídricos estadual ou outra entidade afim, a critério do Governo Estadual. Tem caráter deliberativo.

São constituídos pelo conjunto de representações de órgãos federais, estaduais, municipais, organizações não governamentais, universidades, associações técnico-científicas, comunitárias e de produtores rurais. Devem ter estrutura mínima de um representante de cada segmento.

Atribuições e Competências:

- Supervisão geral, avaliação e andamento do Programa no Estado;
- Dar cumprimento às diretrizes do Programa;
- Supervisão, coordenação e acompanhamento da elaboração do Plano Estadual de Gestão e Implementação do Programa;
- Aprovação e acompanhamento da execução dos planos plurianuais e anuais de investimentos do Programa;
- Avaliação do andamento do Programa no Estado e realização dos ajustes necessários, com base nas recomendações da Coordenação Estadual;
- Definição da participação de outras entidades a serem convidadas a participar no Programa no Estado;
- Delegação de funções e atribuições entre os elementos pertencentes a estrutura institucional (Coordenação Estadual, por exemplo e outros);
- Zelar pela participação dos interessados no Programa e nas políticas públicas relacionadas ao tema dessalinização e de acesso à água em áreas rurais;

- Aprovação e acompanhamento da execução dos Planos Estaduais de Gestão e Implementação do Programa Água Doce.

### **Núcleos Estaduais de Gestão do Programa Água Doce**

O Programa Água Doce contempla a região semiárida dos estados do Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), além de Minas Gerais. Em cada um desses estados, funciona um Núcleo Estadual de Gestão do Programa Água Doce, com técnicos treinados para atuar nas áreas de dessalinização, sustentabilidade ambiental, mobilização social e aproveitamento do concentrado em unidades produtivas e demonstrativas. Esses Núcleos são compostos por representantes do poder público e da sociedade civil, envolvidos no tema de oferta de água. O fortalecimento desse Núcleo passa pela ampliação das instituições que dele participam. Neste sentido, é importante agregar, para cada um dos Núcleos, entidades gerais e redes de entidades que têm forte presença nos municípios e localidades.

Esses Núcleos devem fortalecer as instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização, estimulando e contribuindo para o aprofundamento da participação da comunidade na gestão local dos referidos sistemas, inclusive como fiel depositária dos equipamentos, estruturas e instalações. Com isso, o Programa revela o caráter formador de suas políticas, cuja perspectiva consiste na apropriação coletiva dos sistemas instalados, além da realização de atividades de capacitação, mobilização e sensibilização das localidades atendidas.

Para que o Núcleo Estadual de Gestão do Programa Água Doce possa avançar na perspectiva da sustentabilidade ambiental, têm papel relevante as secretarias estaduais de saúde e a Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, ao assegurar política de avaliação da qualidade da água, tanto nas localidades quanto em domicílios. No outro aspecto, a importância da FUNASA se dá por ser o órgão do Governo Federal responsável pela política de saneamento a pequenas comunidades. Do mesmo modo, a participação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) é fundamental quando se trata de atendimento em assentamentos rurais.

A inserção de instituições como as secretarias de ciência e de tecnologia estaduais, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e da Articulação do Semiárido (ASA) é essencial para que o PAD, por meio do Núcleo Estadual de Gestão do Programa Água Doce, potencialize suas ações ao desenvolver um trabalho articulado com outros programas relacionados à problemática do Semiárido, cujo objetivo central consiste em preservar o meio ambiente e beneficiar prioritariamente às populações em situação crítica de sobrevivência.

A presença dos órgãos ambientais estaduais no Núcleo vem contribuir sobremaneira com orientação e apreciação quanto aos processos de implantação dos novos sistemas de dessalinização, para efeito de licença ambiental, bem como o monitoramento sobre o conjunto dos sistemas implantados.

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que tem experiência na área de dessalinização, é também instituição importante para integrar os núcleos estaduais.

#### **4.3.2.1 Coordenação Estadual**

É a responsável pelo gerenciamento e a coordenação da implementação das ações do Programa, deliberada pelo Núcleo Estadual de Gestão e pela Coordenação Nacional. É a unidade estabelecida em cada um dos estados para facilitar e coordenar a execução do Programa em nível estadual.

Cada uma das coordenações contará com um Coordenador Estadual e um Coordenador Adjunto. Este deverá ser de uma instituição pública e auxiliará no planejamento, execução e logística do Programa no estado.

#### Atribuições e Competências da Coordenação Estadual:

- Coordenar, supervisionar, avaliar, monitorar e controlar a execução do Programa no Estado;
- Coordenar a elaboração e a execução do Plano Estadual de Gestão e Implementação do Programa de acordo com as diretrizes do Programa e submeter à aprovação do Núcleo Estadual e posterior ratificação do Núcleo Nacional;
- Realizar a gerência técnico-administrativa do Programa em nível estadual;
- Proporcionar todas as informações necessárias ao Grupo Executivo Nacional para a realização da administração financeira de acordo com as regras de cada instituição financiadora;
- Manter equipe técnica multidisciplinar para adequado cumprimento dos objetivos do Programa;
- Apresentar em cada reunião do Núcleo Estadual de Gestão informe técnico e financeiro da execução do Programa;
- Preparar os planos de trabalho, cronogramas de execução, planos operativos e orçamentos anuais e globais em nível estadual;
- Informar à Coordenação Nacional sobre as suas atividades;
- Cooperar, quando requerido pela Coordenação Nacional, na revisão dos termos de referência, nos chamados de licitação, nas atividades e outros.

Em todos os trâmites do Programa, a Coordenação Estadual contará com o apoio da Secretaria de Estado sede da Coordenação do Programa.

#### Atribuições e Competências do Coordenador Estadual:

- Ser o representante, dentro do Núcleo Nacional de Gestão, da execução estadual do Programa;
- Manter informada a Coordenação Nacional das atividades do Núcleo Estadual e da Coordenação Estadual;
- Disponibilizar a Coordenação Nacional todos os dados necessários para subsidiar as tomadas de decisão;
- Ser o contato do Estado com a Coordenação Nacional;
- Constituir e participar do Núcleo Nacional com os demais Coordenadores Estaduais;
- Assegurar o cumprimento das atividades da Coordenação Estadual;
- Supervisionar a execução das atividades do Programa no Estado;
- Manter informado os membros estaduais e interessados do Programa;
- Participar de reuniões, seminários e outros eventos necessários ao bom desempenho do Programa no Estado.

#### Atribuições e Competências do Coordenador Adjunto:

- Apoiar a Coordenação Estadual no planejamento, na execução e na logística do Programa;
- Participar das reuniões do Núcleo Estadual;
- Apoiar as atividades do Grupo Executivo Estadual em seus diversos componentes.

### 4.3.2.2 Grupo Executivo Estadual

Vinculado à Coordenação Estadual. É a instância técnico-administrativa encarregada das atividades cotidianas da execução do Programa e sujeita à direção e supervisão da Coordenação Estadual.

É composto pelo Coordenador Estadual, pelos técnicos formados pelo Programa nos diferentes componentes, pelos responsáveis de cada componente e equipes respectivas. Segue a lógica da constituição do Grupo Executivo Estadual:

- Coordenação Estadual;
- Coordenação Estadual de Gerenciamento;
- Coordenação Estadual do Componente de Dessalinização;
- Coordenação Estadual do Componente de Sistemas Produtivos;
- Coordenação Estadual do Componente de Sustentabilidade Ambiental;
- Coordenação Estadual de Mobilização Social.

Atribuições e competências:

- Os Coordenadores Estaduais de Componente têm como atribuição apoiar a Coordenação Estadual do Programa em suas atividades de análise técnica, supervisão, implementação e gestão;
- Realizar as atividades de comunicação, gerenciamento, articulação institucional e de parcerias, acompanhamento e fiscalização das ações e obras, ações administrativas e outras necessárias no Estado;
- Coordenar no Estado os componentes: sistemas de dessalinização, mobilização, sustentabilidade socioambiental e sistemas produtivos;
- A execução dos componentes do Programa no Estado será apoiado por cada Coordenador do Componente respectivo do Grupo Executivo Nacional;
- Executar as ações do Plano Estadual de Gestão e Implementação do Programa.

As Coordenações de Componente deverão agregar outras instituições de sua respectiva área de conhecimento técnico.

### 4.3.3 Núcleos Locais de Gestão

Serão constituídos nas localidades selecionadas para serem beneficiadas pelo Programa os Núcleos Locais de Gestão, que têm como objetivo orientar a sustentabilidade ambiental e social do Programa. Quando existir alguma associação ou conjunto de associações que assumam esse papel, este será considerado Núcleo Local a partir da deliberação da própria comunidade.

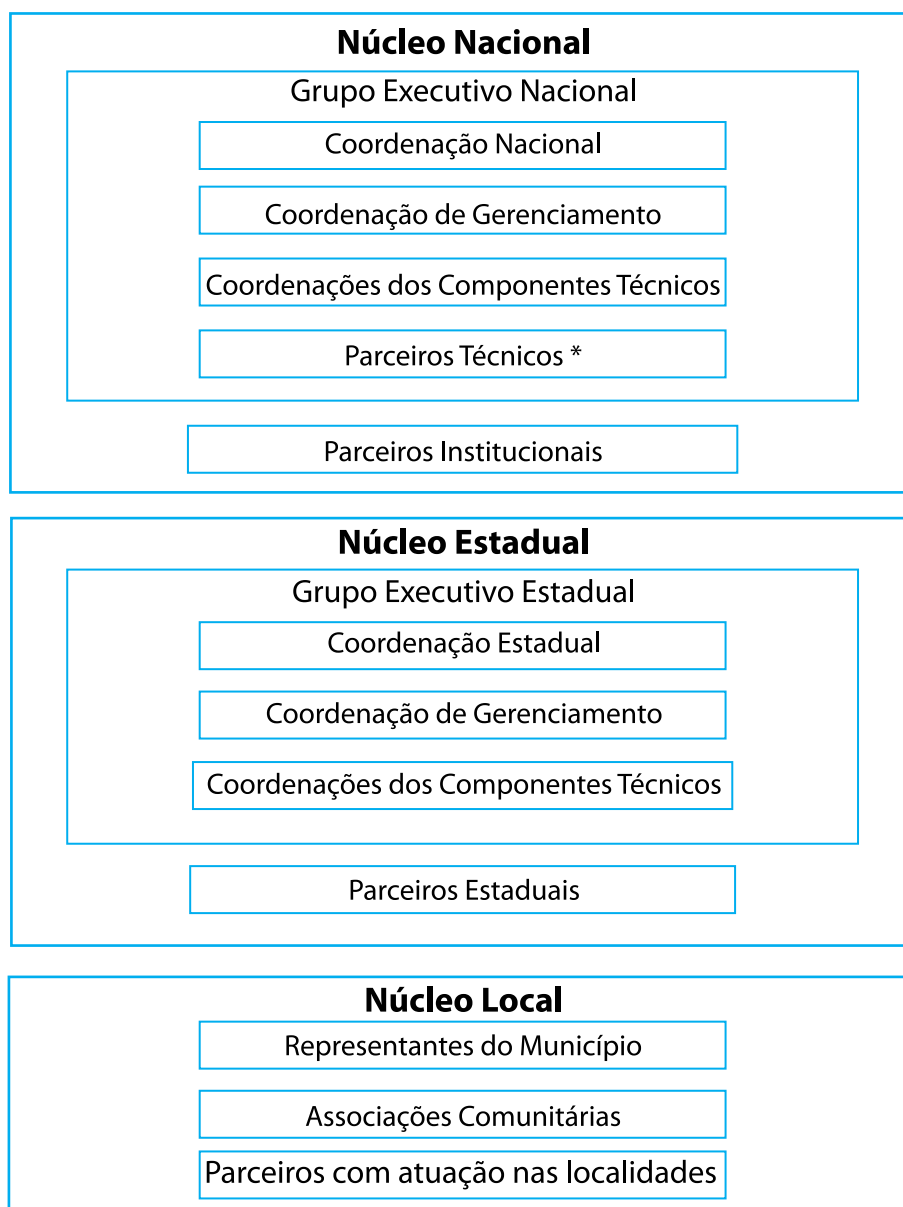
Comporão esses Núcleos representantes do município, das associações comunitárias, ONGs com reconhecida atuação local e outras associações representativas da comunidade.

Atribuições e competências:

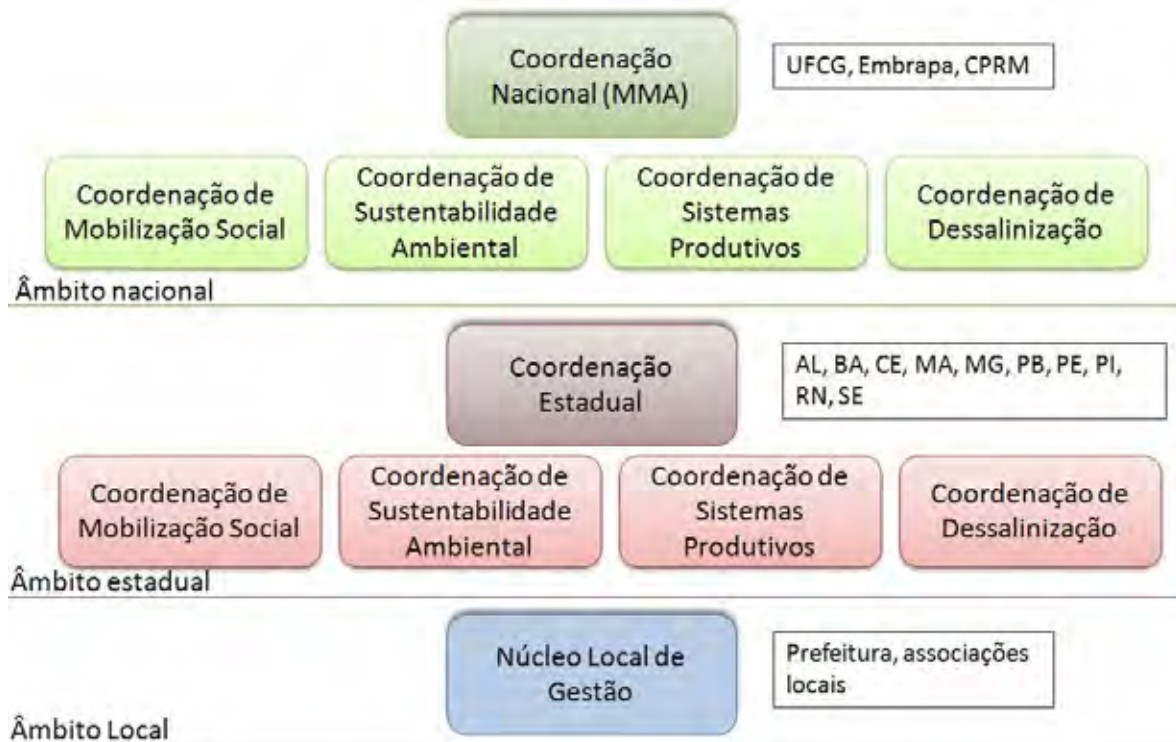
- Promover e acompanhar a gestão, visando à sustentabilidade dos sistemas de dessalinização ou Unidades Demonstrativas;
- Realizar reuniões periódicas para avaliação do andamento do sistema local e, se necessário, propor ações e encaminhamentos;

- Elaborar relatório simplificado e encaminhar à Coordenação Estadual responsável, com informações sobre a participação da comunidade, funcionamento do sistema e outras informações solicitadas pela Coordenação Estadual;
- Definir a localização dos sistemas;
- Deliberar pelos Acordos para gestão dos sistemas e zelar pelo seu cumprimento bem como pelas adequações e ajustes necessários;
- Garantir o cumprimento dos acordos de gestão.

O arranjo institucional do Programa Água Doce é apresentado nas Figuras 11 e 12.



**Figura 11 Representação da Estrutura Institucional do Programa Água Doce**  
 (\*) Instituições que contribuem com informações técnicas. Ex: CPRM.



**Figura 12 Representação esquemática do arranjo institucional do Programa Água Doce**

### 4.3.4 Parceiros

Em face da magnitude do desafio a ser enfrentado, a partir do lançamento do Programa Água Doce, em março de 2004, a SRHU/MMA vem promovendo um conjunto de ações visando ao estabelecimento de parcerias que venham somar esforços para viabilizar a implementação desse Programa. Nesse sentido, o aporte financeiro é proveniente de recursos do próprio Ministério do Meio Ambiente, no âmbito do Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, e de parcerias firmadas com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, Petrobras, FBB e Codevasf, que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional, Agência Nacional de Águas - ANA e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS.

Até o momento os convênios vêm sendo executados por meio da Atecele e a implementação das ações seguem as diretrizes deliberadas e acordadas com os Núcleos Estaduais de Gestão do Programa.

- Petrobras – foi o primeiro parceiro do Programa Água Doce. Atuou na recuperação e gestão de 15 sistemas de dessalinização nos estados de Alagoas e Sergipe, além de:
  - Apoio ao gerenciamento;
  - Consolidação dos centros de referência do Programa Água Doce;
  - Sistemas de informações e monitoramento.



**Foto 15: Sistema de dessalinização em Candeias - Tobias Barreto/SE**

- Fundação Banco do Brasil (FBB) – apoiou o Programa Água Doce nas seguintes atividades:
  - Gestão e recuperação de 21 sistemas de dessalinização na Paraíba;
  - Implantação de 6 UD's nos estados do Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Alagoas, Ceará e Sergipe;
  - Gestão e recuperação de 28 de sistemas de dessalinização, distribuídos nos estados: Rio Grande do Norte, Piauí, Paraíba, Alagoas, Ceará e Sergipe;
  - Gestão e recuperação de 12 sistemas de dessalinização e adequação de UD's já implantadas.
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – Codevasf:
  - Atividades de mobilização e diagnóstico em 37 sistemas de dessalinização e recuperação de 3 sistemas em Pernambuco.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) – colabora com o Programa Água Doce nas seguintes atividades:
  - Gestão e implantação de 11 UD's, instalação de 11 sistemas de dessalinização. Estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe;
  - Apoio às pesquisas de otimização de sistemas produtivos e difusão de tecnologias de convivência com o semiárido.
- Ministério do Meio Ambiente, por meio das seguintes fontes:
  - Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental;
  - Ação do PPA (Plano Plurianual) sob a responsabilidade do Ministério da Integração, no âmbito do Programa de Infraestrutura Hídrica e na ação Dessalinização de Água – Água Doce.



- MMA/São Francisco:
  - Atividades de gestão para recuperação de 20 sistemas de dessalinização. Ação nos estados: PE, BA, MG, AL e SE;
  - Desenvolvimento de ações de apoio à implementação do PAD.
- ANA - Agência Nacional de Água:
  - Termo de Cooperação n 003/ANA/2011 - realização de 101 diagnósticos de sistemas de dessalinização em comunidades de Semiárido de Alagoas e Rio Gande do Norte;
  - Termo de Cooperação n 004/ANA/2012 - Realização de 279 diagnósticos de sistemas de dessalinização em comunidades do Semiárido de Minas Gerais.
- Ministérios do Desenvolvimento Social em Combate à Fome:
  - Termo de Cooperação - parceria entre **MDS** e o **MMA**, no âmbito de suas atribuições, para desenvolvimento e promoção de ações integradas entre o Programa Água Doce (PAD) e o Programa Cisternas, visando à implantação, recuperando a gestão de sistemas coletivos de dessalinização, com a finalidade de beneficiar famílias de baixa renda residentes em comunicadade rurais, com acesso à água de qualidade para consumo humano.

## 4.4 Metodologia e Estratégia de Implementação

*“O Programa Água Doce veio pra ficar, porque ele mudou muito a qualidade de vida do povo. Seria bom que esse Programa pudesse atender a outras pessoas!! É um projeto que veio para melhorar a qualidade de vida e a saúde do povo. É por isso que a gente se empenha tanto trabalhando em parceria com a Prefeitura. Porque quando quebra alguma coisa, a gente já pode consertar sem ter que pedir sempre a ajuda do governo.” (Cícero Pinheiro da Silva - Presidente da Associação de Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).*

O Programa Água Doce foi formulado com a participação de várias instituições federais, estaduais e organizações da sociedade civil. Atualmente o seu arranjo institucional, apresentado no item 4.3 deste documento, é composto por: Núcleo Nacional de Gestão, Núcleos Estaduais de Gestão do Programa Água Doce, Núcleos Locais e Unidades Temáticas (de aproveitamento do concentrado, dessalinização, mobilização comunitária e de sustentabilidade ambiental).

Buscando a integração das instituições que participam do PAD, bem como dos seus subcomponentes, esse Programa realiza periodicamente encontros de formação e oficinas. Esses eventos buscam também a sistematização de procedimentos, desde a identificação das áreas prioritárias até as atividades de monitoramento das ações, bem como a formação de técnicos nos quatro subcomponentes que integram o PAD: sistema de dessalinização, sistema produtivo, sustentabilidade ambiental e mobilização social. Até o presente já foram realizados

quatro Encontros e várias Oficinas de Acompanhamento e Gestão do Programa Água Doce. A metodologia desses encontros é composta por palestras, discussões em grupo e aulas de campo (estudos de caso).

Há a percepção de que o grande desafio enfrentado pela Coordenação Nacional do PAD e pelas Coordenações Estaduais é o de integrar as ações dos diferentes componentes que formam o Programa.

Frente à complexidade dos processos técnicos, sociais e ambientais relacionados à recuperação/instalação de sistemas de dessalinização essa integração é imprescindível para bom andamento das ações do PAD. É importante considerar que as metodologias dos componentes passam por um processo constante de aperfeiçoamento, com contribuições das coordenações técnicas e estaduais.

O Quadro 6 apresenta a sequência de etapas e atividades das ações de recuperação/implantação de sistemas de dessalinização.

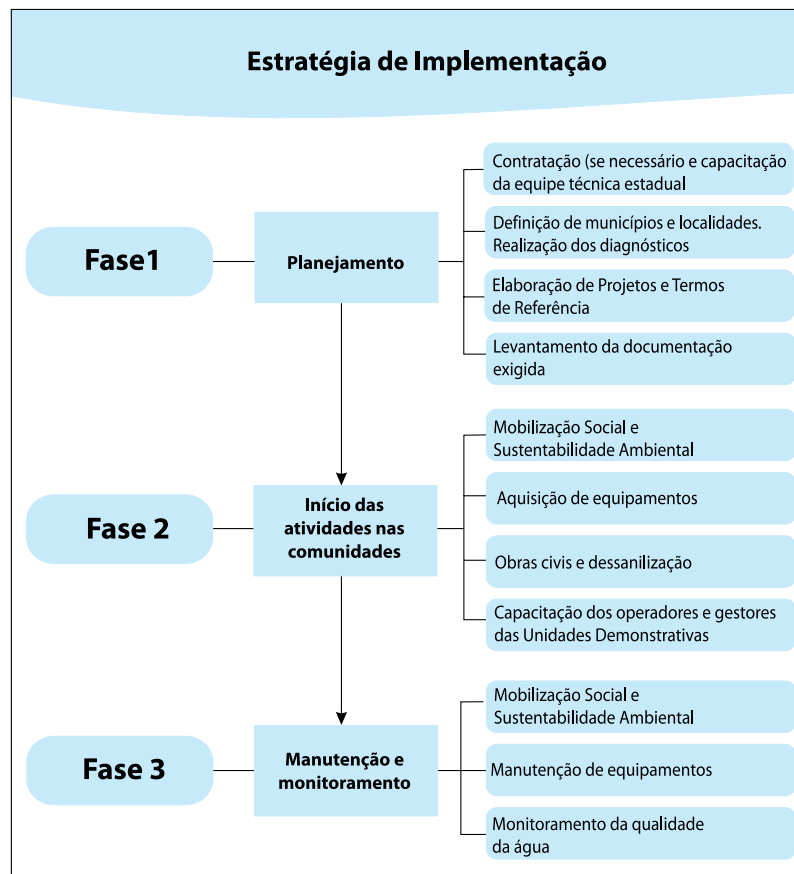
#### Quadro 6 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce

Etapa	Atividades	Observações	Produtos
1	A. Identificação das áreas prioritárias para ação do PAD nos estados B. Apreciação e aprovação da proposta de priorização pelo núcleo estadual	Crítérios de priorização: ausência de fontes alternativas, IDH-M, pluviosidade, mortalidade etc Os parceiros têm critérios para a escolha de áreas	Documento à Coordenação Nacional indicando áreas prioritizadas
2	C. Seleção de comunidades nas áreas prioritizadas D. Realização de diagnósticos ambiental, técnico e social	Verificação de disponibilidade de área para a construção dos reservatórios para a contenção do concentrado, evitando degradação ambiental	Relatórios dos diagnósticos à Coordenação Nacional e componentes
3	E. Integrar os diagnósticos realizados F. Analisar a avaliação dos diagnósticos feita pela Coordenação Nacional G. Produzir uma proposta de execução das ações de recuperação/instalação dos sistemas de dessalinização ao Núcleo Estadual	Avaliação de risco (critério de criticidade) deve ser a variável mais importante a ser considerada na priorização dos sistemas/comunidades	Documento propositivo ao núcleo estadual com a priorização das comunidades
4	H. Apreciação e aprovação pelo Núcleo Estadual dos sistemas/comunidades atendidos I. Providenciar a regularização da titularidade, a outorga e o licenciamento ambiental J. Realizar reunião com os prefeitos dos municípios a serem beneficiados com as ações do PAD	Garantir participação de maior número de representantes dos órgãos públicos e da sociedade civil nas deliberações do Núcleo Estadual	Ata da reunião do Núcleo Estadual aprovando sistemas/comunidades a serem atendidos
5	K. Início das ações de mobilização para a construção dos "Acordos Locais" (mecanismos de gestão) L. Início das ações do componente sustentabilidade ambiental	Resultado do diagnóstico deve ser comunicado às comunidades e às Prefeituras Representantes da equipe técnica deve acompanhar o início dos trabalhos	Relatórios para coordenações dos componentes mobilização e sustentabilidade
6	M. Realização dos cursos de capacitação dos operadores	No mínimo dois operadores para cada sistema/comunidade	Relatório à Coordenação Nacional

**Quadro 6 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce (continuação)**

Etapa	Atividades	Observações	Produtos
7	N. Realização das obras civis e de recuperação dos dessalinizadores O. Continuidade das ações dos componentes mobilização e sustentabilidade	Técnico do estado deve acompanhar e atestar obras realizadas Devem ser preparados termos de recebimento e de entrega dos equipamentos a serem recuperados	Relatórios para as coordenações Documento atestando obras Minuta dos acordos locais
8	P. Inauguração/operação dos sistemas de dessalinização Q. Formalização dos “acordos locais” para gestão dos sistemas de dessalinização	Mobilizar representantes de todos envolvidos na gestão para assinatura do acordo em ato público na localidade beneficiada	Acordo local assinado por todos os atores sociais envolvidos com a gestão do sistema
9	R. Realização das atividades de monitoramento técnico, ambiental e da gestão dos sistemas de dessalinização	Definição das periodicidades e mecanismos de monitoramento  Manter atualizado banco de dados com informação sobre os sistemas	Dados para atualizar banco de dado da Coordenação Nacional
10	S. Realização das atividades de manutenção dos sistemas de dessalinização	Definição de estratégias para garantir a manutenção dos sistemas	Banco com informações sobre atividades e custos relativos à manutenção

O processo de implementação do Programa está estruturado em 3 fases (figura 13). Na primeira fase é feito o planejamento e definidas as estratégias que são orientadas pelos Planos Estaduais de Implementação e Gestão do Programa Água Doce. Esses Planos são instrumentos que o Programa dispõe para efetivar as suas ações. Têm como propostas a gestão compartilhada, eficiência dos serviços de dessalinização e ampliação do abastecimento de água potável em comunidades rurais.



**Figura 13 Fases da estratégia de implementação do Programa Água Doce**

O passo inicial para elaboração do Plano é a realização de diagnóstico no Estado para elencar, em ordem decrescente de prioridade, os municípios a serem atendidos pelo PAD.

Para sua elaboração faz-se necessária revisão bibliográfica sobre o tema, em conjunto com o levantamento de dados em diversas instituições e a identificação da situação atual dos dessalinizadores no estado. Em seguida, verifica-se a situação de acesso a água em localidades rurais no semiárido no estado, bem como as condições dos sistemas de dessalinização, identificando soluções de recuperação ou implantação dos sistemas que servirão para o abastecimento humano.

Além disso, os Planos incluem os arranjos institucionais nos estados, onde são definidas as responsabilidades e atribuições dos órgãos e entidades integrantes dos Núcleos. Por fim é feito um levantamento da demanda por dessalinizadores e custos estimados para atender um quarto da população rural.

Todas as fases de execução do Plano são coordenadas pelo Núcleo Estadual de Gestão do Programa Água Doce, que é o responsável pela organização e atualização do banco de dados do PAD em cada um dos estados.

Como forma de definir os municípios mais críticos quanto às condições de acesso de água no Semiárido brasileiro, técnicos da Coordenação Nacional do PAD elaboraram o Índice de Condição de Acesso à Água (ICAA). A fase final da hierarquização dos municípios mais críticos leva em consideração critérios específicos estabelecidos por cada um dos estados, apoiados no ICAA.

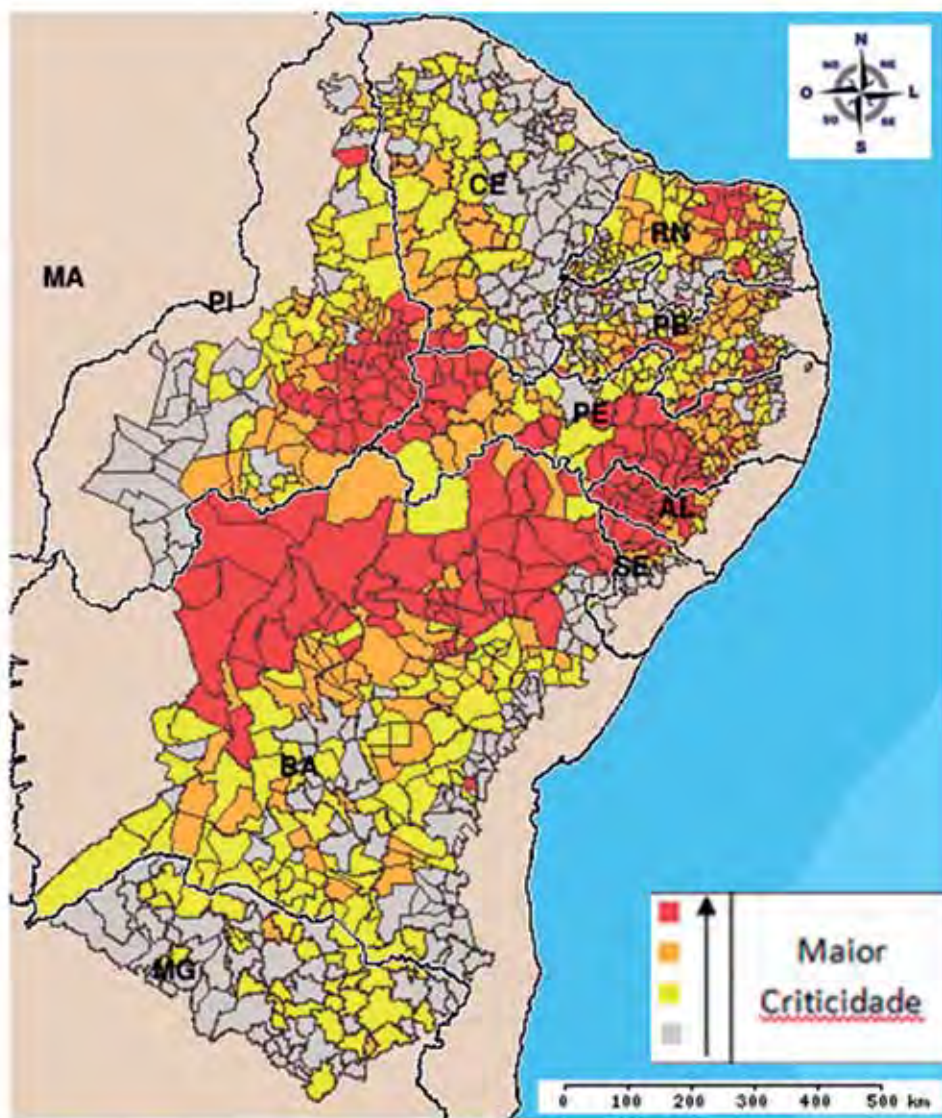
O ICAA é resultado de uma média ponderada que utiliza na sua composição as seguintes informações: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M (PNUD, 2000a)<sup>27</sup>, Pluviometria (CPTEC/INPE, 1961-1990), Taxa de Mortalidade Infantil (DataSUS, 2005) e Intensidade de Pobreza (PNUD, 2000b)<sup>28</sup>. Com exceção do IDH-M<sup>29</sup>, que tem peso 1, todas as demais informações têm peso 2. Essa menor pontuação para IDH-M tem como objetivo reduzir a influência da renda per capita no cálculo do ICAA e realçar as condições sociais das populações mais carentes do nosso país. O ICAA varia de 0 a 1, e quanto menor o índice, menores são as condições de acesso à água no Semiárido brasileiro e, portanto, mais crítico o município. A Figura 14 mostra a aplicação do Índice de Condição de Acesso à Água nos municípios do Semiárido.

---

<sup>27</sup> PNUD (2000a). Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal, 1991 e 2000, para todos os municípios do Brasil. Disponível em: [http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20\(pelos%20dados%20de%202000\).htm](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20(pelos%20dados%20de%202000).htm). Acesso em janeiro/2010.

<sup>28</sup> PNUD (2000b). Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/publicacoes/>. Acesso em janeiro/2010.

<sup>29</sup> Ressalta-se que o IDH utiliza o PIB *per capita*, a longevidade e a educação. Essas três dimensões têm a mesma importância no índice, que varia de zero a um.

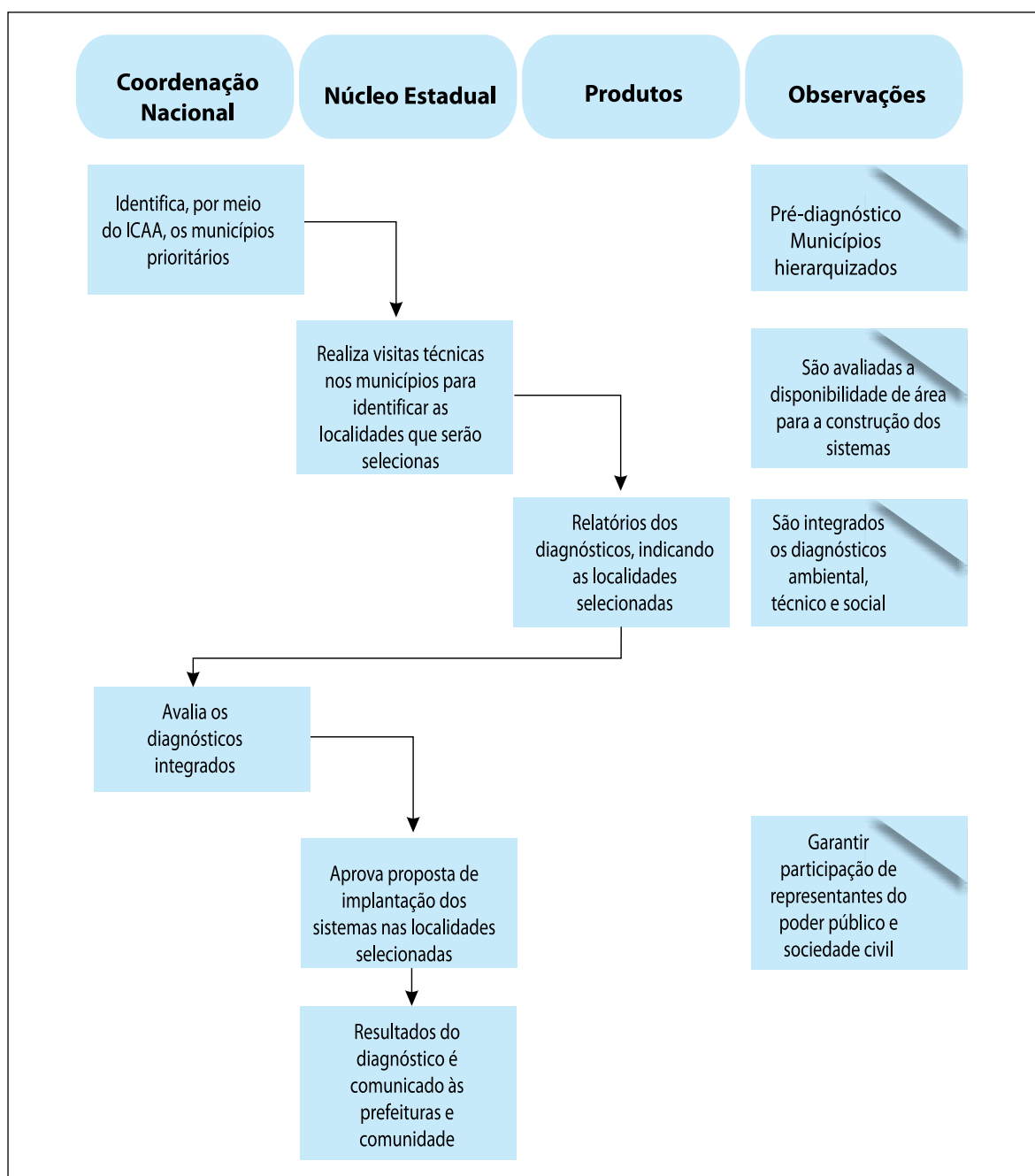


**Figura 14 Índice de Condição de Acesso à água nos municípios do Semiárido brasileiro**

Com o cruzamento das informações do Índice e a análise do resultado do diagnóstico é feito uma pré-seleção, onde são cruzadas informações secundárias para orientar tecnicamente a definição dos municípios em situação mais crítica. Importante ressaltar que a análise é feita em nível de município. Para definição das localidades a serem atendidas, realiza-se visita técnica nos municípios que foram previamente selecionados. Nessa visita participam técnicos dos componentes de sustentabilidade ambiental, mobilização social, dessalinização e sistemas produtivos, acompanhados de um engenheiro civil.

Na realização dos diagnósticos das localidades são utilizados formulários padrão de orientação aos técnicos, cujos conteúdos incluem aspectos ambientais e sociais das localidades, além dos assuntos relacionados aos estados físicos dos equipamentos, obras e instalações, no caso dos sistemas existentes.

Detalhes sobre o processo de definição dos municípios e localidades a serem atendidos pelo PAD, para a sua fase 1, podem ser visualizados no fluxograma apresentado no Fluxograma 2.



**Fluxograma 2 Passos para a realização do diagnóstico e seleção das localidades a serem atendidas pelo Programa Água Doce**

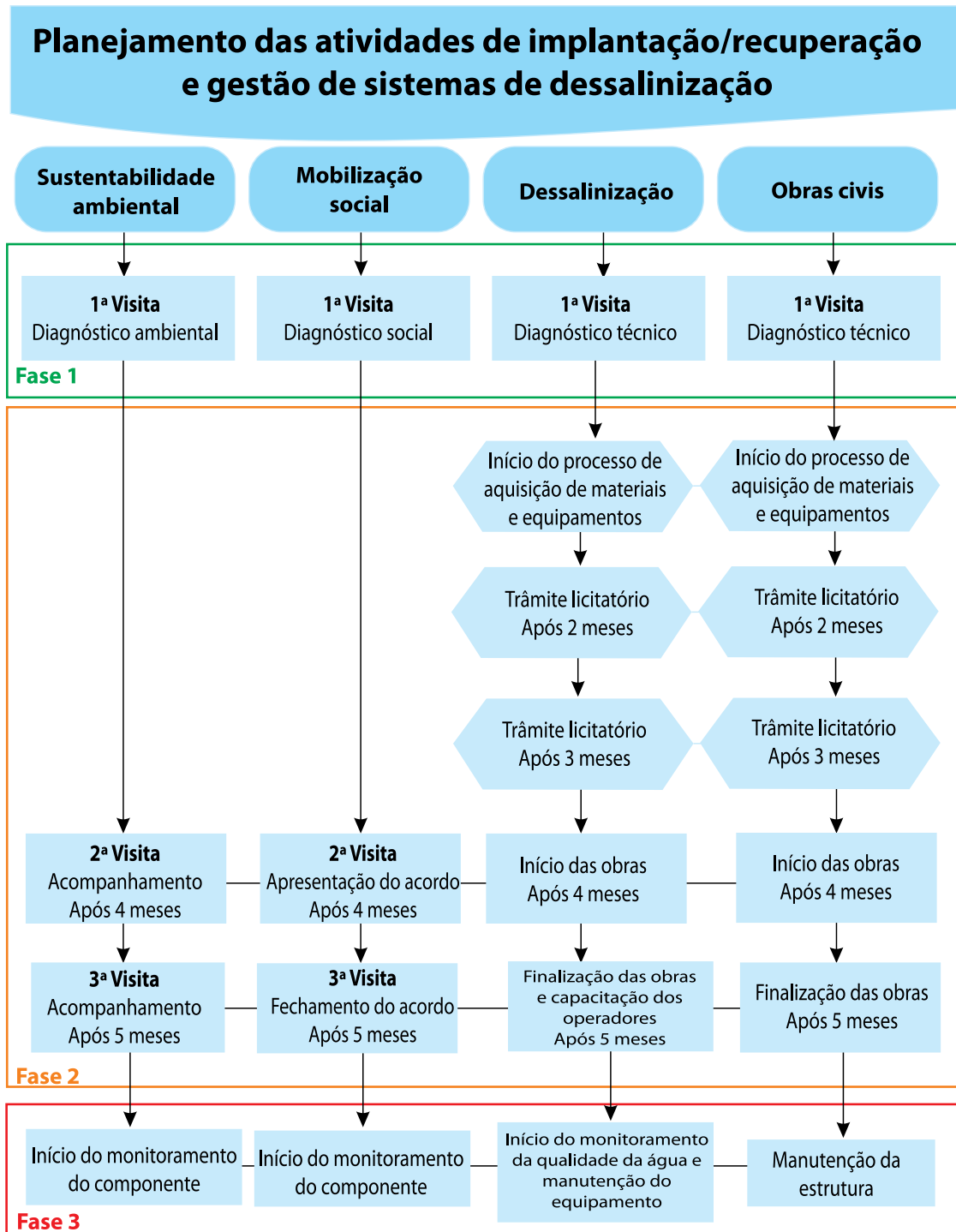
Observa-se no fluxograma 3 que o trabalho do diagnóstico das localidades é integrado. Neste sentido, participam representantes de instituições nos três níveis de governo: federal, estadual e local. Outro ponto importante é a transversalidade das ações, que incorporam os componentes técnico, social e ambiental do Programa Água Doce.

Com a integração dos diagnósticos provenientes dos diversos componentes do PAD, define-se a forma de execução do Programa Água Doce em cada uma das localidades a serem beneficiadas.

Após a seleção das localidades, são providenciadas a titularidade, a outorga e o licenciamento ambiental. Como as atividades desenvolvidas pelo PAD são de pequeno porte, baixo potencial de impacto ambiental e de elevada relevância para a saúde humana, as instituições

responsáveis pela emissão da outorga e do licenciamento emitem documento atestando a dispensa desses documentos. Após essa etapa, iniciam-se então as ações da fase seguinte.

Na fase 2 são iniciadas as atividades nas comunidades que foram selecionadas na fase anterior. O Fluxograma 3 apresenta o planejamento das atividades de implantação/recuperação de sistemas de dessalinização e mostra como as diferentes equipes técnicas dos componentes atuam de forma integrada em suas respectivas ações.



**Fluxograma 3 Planejamento das atividades de implantação/recuperação e gestão dos sistemas de dessalinização**

Na recuperação ou implantação de sistema de dessalinização, após a realização do diagnóstico técnico, são elaborados os projetos dos sistemas e iniciados os procedimentos de compra e aquisição de equipamentos. Após o término do trâmite licitatório são iniciadas as obras e realizadas visitas dos componentes de Dessalinização, Mobilização Social e Sustentabilidade Ambiental. Como pode ser visto na Quadro 7, as obras são concluídas em aproximadamente 6 meses, considerando o período de diagnóstico e aquisições. As obras civis são executadas com acompanhamento de técnico do Estado. Esse profissional também é responsável por atestar a conclusão das obras, conforme projeto.

Com o fim das obras de recuperação e instalação dos sistemas, esses começam a operar, sendo formalizados os “acordos locais” por meio de assinatura de todos os atores envolvidos, para a gestão do sistema de dessalinização. Maiores detalhes sobre a atuação dos diferentes componentes são apresentados em anexo.

Esse “acordo local” é o instrumento adotado pelo PAD para fortalecer a gestão dos sistemas implantados, em âmbito local. Isso porque as localidades beneficiadas assumem parcela das responsabilidades com o funcionamento dos equipamentos, além de parte dos custos com a recuperação e instalação dos sistemas, como contrapartida dos investimentos, por meio de sua mão de obra, bem como em parte da manutenção dos mesmos, por meio da criação de um fundo rotativo, alimentado com o pagamento regular de cada família que se beneficia da água potável dessalinizada. Com foco no âmbito local, outro ator fundamental é o ente público municipal. Nesse sentido, as prefeituras devem se responsabilizar pelas condições legais das áreas onde os sistemas estão e serão instalados, assim como compartilhar das despesas de custeio para o funcionamento dos sistemas e, por meio dos agentes comunitários de saúde, desenvolverem política de monitoramento ambiental de uso da água nos domicílios.

Para atingir a eficiência no funcionamento dos sistemas de dessalinização, também é preciso que seja concebida uma política permanente de manutenção e monitoramento sobre os mesmos. Daí a necessidade de definir um arranjo multi-institucional, a partir da definição de atribuições de cada integrante, tendo como suporte uma estrutura de gestão associada e sustentável do sistema de dessalinização. Essa estrutura descentralizada deve ultrapassar os limites de cada comunidade, congregando-as regionalmente e em articulação com as demais instituições (públicas e da sociedade civil) responsáveis pelas políticas de recursos hídricos e de meio ambiente.

As ações de monitoramento e manutenção dos sistemas implantados são atividades de rotina, permanentes e necessitam da participação de todos os componentes do Programa. São ao menos 3 visitas por ano mas dependem das demandas e situações específicas de cada comunidade. O Núcleo Estadual tem a atribuição de definir os órgãos e entidades que darão apoio a essa atividade e suas ações devem ser internalizadas em suas rotinas. Nessa etapa a atuação dos componentes continua a ser integrada cabendo ao Coordenador Estadual garantir essa integração.

O monitoramento é instrumento de gestão fundamental no sistema de dessalinização. É por meio dele que se pode garantir o bom funcionamento das unidades em operação e a qualidade da água permeada, evitando-se por outro lado, o desgaste prematuro dos equipamentos e a descontinuidade do tratamento e abastecimento da água potável.

O monitoramento dos dessalinizadores é realizado mensalmente. Neste sentido, são realizadas medições das vazões e pressões. Trimestralmente realiza-se o monitoramento da qualidade de água, com a realização de análises físico-químicas. Todos os dados e informações gerados nos processos de monitoramento e de manutenção dos sistemas implantados (SD e UD) são encaminhados ao Banco de Dados do Programa Água Doce.



Dessa forma, observa-se que a implantação e a recuperação de dessalinizadores agregam ações de mobilização social e de sustentabilidade ambiental, como também aplicação do modelo de gestão com a sensibilização e participação efetiva das localidades beneficiadas, com o objetivo de garantir a manutenção (preventiva e corretiva) e o monitoramento dos sistemas.

Pensando na demanda de técnicos necessária para recuperar ou implantar um número determinado de sistemas foi feita uma estimativa em cima de um cronograma das atividades de implantação. O Quadro 7 apresenta o cronograma de atividades de uma equipe composta por quatro técnicos atuando em 20 comunidades durante um ano, considerando a atuação de uma equipe formada por um técnico por componente (dessalinização, sustentabilidade ambiental e mobilização social) e um engenheiro civil. Portanto, pensando na escala do Programa, com uma equipe de 20 pessoas seria possível atuar em 100 localidades por ano, garantindo o acesso à água potável para as populações rurais.

**Quadro 7 Cronograma de atividades de uma equipe formada por 4 técnicos em 1 ano, atuando em 20 localidades**

Mês	Atividades em um conjunto de 10 localidades	Atividades em um conjunto de 10 localidades
1	Diagnóstico	
2		
3		Diagnóstico
4		
5	2ª visita – início das obras	
6	3ª visita – término das obras e capacitação de operadores.	
7		2ª visita – início das obras
8		3ª visita – término das obras e capacitação de operadores.
9		
10	Monitoramento	
11		
12		Monitoramento

O processo de implantação das Unidades Demonstrativas é semelhante ao dos sistemas de dessalinização e conta com a participação de mais um componente – Sistemas Produtivos – coordenado pela Embrapa Semiárido. O projeto diferencia-se dos sistemas de dessalinização, pois incorpora a área da piscicultura e de cultivo da *atriplex*, um depósito para o armazenamento de insumos e um banheiro (projetos em anexo). Como podemos observar na Figura 10, as atividades dos demais componentes se adequam às particularidades do sistema produtivo. Maiores detalhes sobre o processo de implantação de UD's são apresentados nos anexos.

A área a ser escolhida, para a implantação dessas unidades, deverá apresentar algumas especialidades que são exigências técnicas definidas pelo sistema de produção estabelecido pela Embrapa Semiárido. Em termos gerais, a área mínima para cada tanque é de 30 x 50 m, totalizando 1.500 m<sup>2</sup>. Como será constituída por dois viveiros e um tanque, a necessidade de área total é de 4.500 m<sup>2</sup>. Já a área para o cultivo da *atriplex* é de um hectare. Assim, a área total para a implantação do sistema completo é de aproximadamente 1,5 a 2,0 hectares. Os demais critérios são elencados a seguir.

A fonte hídrica (poço) deverá:

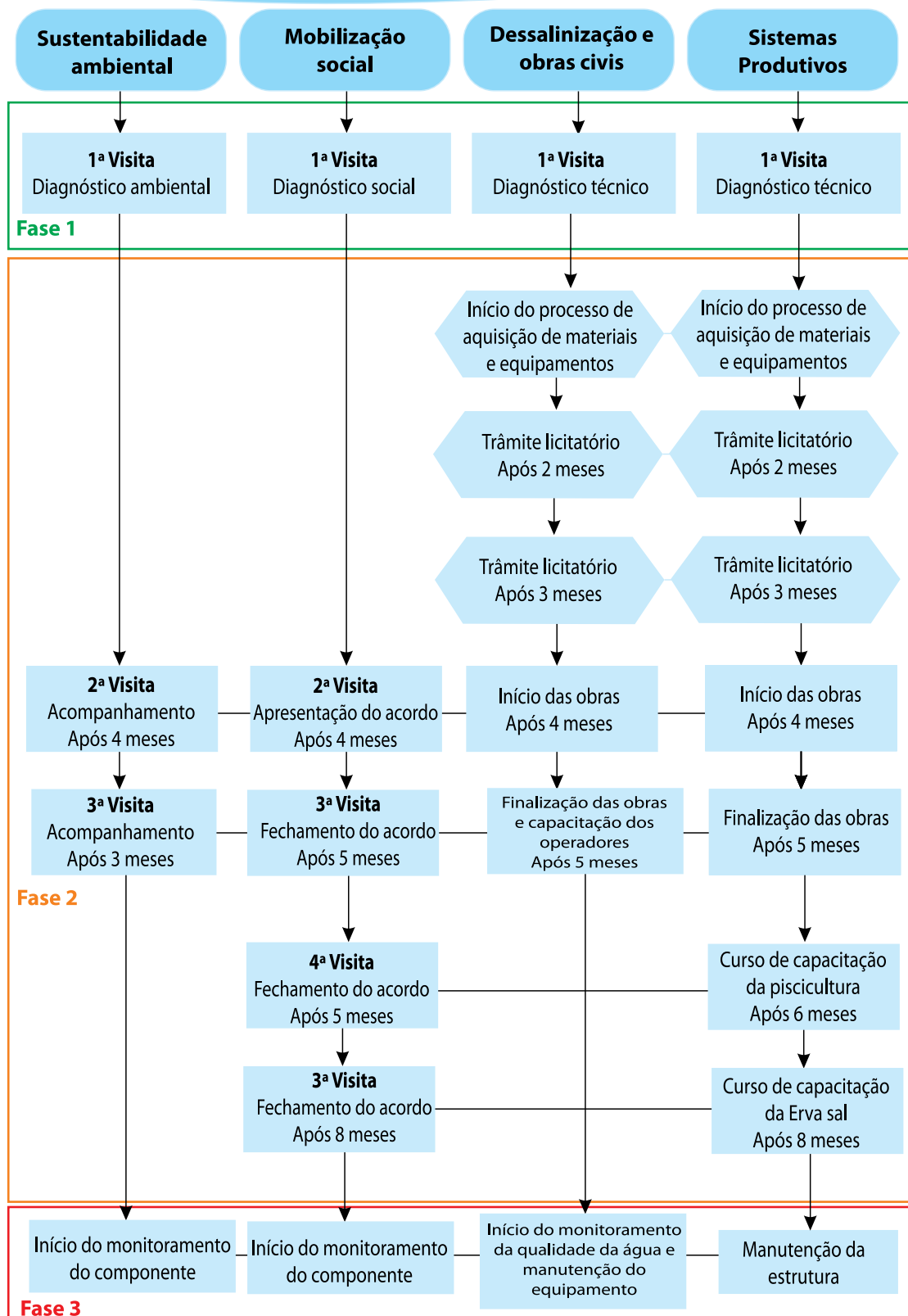
- Se encontrar fora do aglomerado urbano;
- Estar localizada a uma distância máxima de 100 metros de áreas que possam ser exploradas com agricultura;
- Ter uma vazão mínima de 3.000 litros de água por hora;
- Ter a salinidade não superior a 6,0 gramas de sais por litro.

A área deverá ser:

- De domínio público (titularidade da área), além de possuir documentos referentes ao licenciamento ambiental (ou à sua dispensa) e à outorga do uso da água (ou dispensa);
- Livre de risco de inundação;
- Plana, ou com declividade não superior que 1,0%;
- De fácil acesso.

Além disso, a comunidade na qual será implantada a unidade deverá ter experiência em trabalhos cooperativos e em atividades com caprinos ou ovinos. Ressalta-se que a Erva-Sal (*Atriplex*) será utilizada como forragem para esses animais.

## Planejamento das atividades de implantação das Unidades Demonstrativas



**Fluxograma 4** Planejamento das atividades de implantação das Unidades Demonstrativas do Programa Água Doce

Os solos da área a ser escolhida deverão ter profundidade de perfil de, pelo menos, 1,0 metro para facilitar a escavação dos tanques e favorecer um melhor desenvolvimento do sistema radicular da Erva-Sal. O solo não deverá ser argiloso, para facilitar a drenagem.

Nas áreas pré-selecionadas deverão ser coletadas amostras de água do poço (2 litros) e do solo (2,0 kg). Essas amostras deverão ser etiquetadas e enviadas ao Laboratório de Solo e Água da Embrapa Semiárido. As amostras de água deverão ser envasadas em garrafas de refrigerantes, desde que bem lavadas. As amostras de solo deverão ser coletadas dentro da mesma área e em pelo menos três locais: nas profundidades de 0-30 cm, 30-60 cm e 60-90 cm. Estas sub-amostras deverão ser misturadas e colocadas em um saco plástico, para cada uma das 3 (três) profundidades.

No caso dos estados que dispõem de laboratórios para a realização dessas análises, fica a critério da coordenação estadual enviar as amostras para o Laboratório da Embrapa ou realizá-las no próprio estado.

Os Núcleos Estaduais de Gestão do Programa Água Doce fazem a pré-seleção das áreas com potencialidades para implantação do sistema de produção, além de realizarem o acompanhamento da implantação e condução das Unidades Demonstrativas.

O processo de implantação de cada unidade se iniciará a partir da pré-seleção de três comunidades que se enquadrem nos critérios definidos acima. Em seguida, a equipe técnica do estado deverá enviar à coordenação nacional de produção informação sobre análises de solo, água, teste de vazão do poço e mapa topográfico da área onde será implantada a unidade. De posse de todas as informações, a coordenação nacional da área técnica de produção e a equipe estadual definirão a comunidade onde será implantada a unidade (metodologia e estratégias de implementação).

Em seguida, a equipe estadual de produção, o engenheiro de pesca e o engenheiro agrônomo da coordenação técnica da Embrapa farão a apresentação do projeto para a comunidade e para as autoridades municipais. Nesses encontros participam técnicos da mobilização social, tanto da coordenação estadual como da nacional, que iniciarão os trabalhos para a realização dos acordos. No dia seguinte, ainda na mesma visita, serão demarcadas as áreas para a construção dos viveiros e reservatórios e para a implantação da Erva-Sal. A implantação dessas obras deverá se desenvolver em um período de 45 dias.

Após a implantação do sistema completo (viveiros, reservatórios, cerca, depósito, casa de bomba, isolamento da área, sistema de irrigação, peixamento e plantio da Erva-Sal), nos primeiros três meses, o técnico do estado responsável pela produção deverá fazer uma visita a cada 15 dias. Pelo menos um dos técnicos do componente produção da equipe nacional deverá visitar a área a cada 45 dias, ou a qualquer momento, caso haja demanda urgente.



**Foto 16: Mudas de *atriplex***

Um mês após o peixamento, haverá a primeira amostragem para avaliar o desempenho do pescado. Essa tarefa será feita pelos engenheiros de pesca das equipes nacional e estadual. As demais visitas serão realizadas pelo responsável pela produção da equipe estadual (metodologia e estratégias de implementação).

Por ocasião da primeira despesca, que coincidirá com a primeira colheita da Erva-Sal, haverá a presença de um engenheiro de pesca e de dois zootecnistas de ambas as equipes (estadual e nacional). A presença dos zootecnistas tem como objetivo orientar a produção de feno ou silagem e a formatação das dietas alimentares para os animais, com a incorporação da Erva-Sal (metodologia e estratégias de implementação).



**Foto 17: Tilápia rosa**

As fotos a seguir apresentam alguns detalhes de unidades demonstrativas implantadas pelo Programa Água Doce em vários estados do Nordeste.



**Foto 18: UD de Amparo/PB. Impermeabilização dos viveiros**



**Foto 19: Peixamento com alevinos de tilápia rosa. Rio Grande do Norte**



**Foto 20: Despesca na UD em Santana do Ipanema/AL**



**Foto 21: Monitoramento dos tanques de tilápia.  
Assentamento Mundo Novo Russas  
Ceará – dezembro/2009**



**Foto 22: Sistema de dessalinização do  
Agrupamento Fazenda Mata,  
município de Amparo/PB**



*“Eu me sinto feliz em fornecer água para a comunidade.” (Paulo Sérgio Cirilo dos Santos – operador do dessalinizador da Unidade Demonstrativa de Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).*

Conforme observado neste capítulo, a metodologia do PAD atribui às localidades papel de destaque, por meio dos instrumentos de gestão local, ao incentivar a formação de estruturas coletivas voltadas à atuação articulada de entidades gerais da sociedade civil e das instituições governamentais, com atribuições voltadas às políticas de recursos hídricos e de meio ambiente.

O Quadro 8 apresenta a metodologia de integração das ações:

**Quadro 8 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce**

<b>Etapa</b>	<b>Atividades</b>	<b>Observações</b>	<b>Produtos</b>
1	T. Identificação das áreas prioritárias para ação do PAD nos estados U. Apreciação e aprovação da proposta de priorização pelo núcleo estadual	Critérios de priorização: ausência de fontes alternativas, IDH-M, pluviosidade, mortalidade, etc. Os parceiros têm critérios para a escolha de áreas	Documento à Coordenação Nacional indicando áreas prioritizadas
2	V. Seleção de comunidades nas áreas prioritizadas W. Realização de diagnósticos ambiental, técnico e social	Verificação de disponibilidade de área para a construção dos reservatórios para a contenção do concentrado, evitando degradação ambiental	Relatórios dos diagnósticos à Coordenação Nacional e componentes
3	X. Integrar os diagnósticos realizados Y. Analisar a avaliação dos diagnósticos feita pela Coordenação Nacional Z. Produzir uma proposta de execução das ações de recuperação/instalação dos sistemas de dessalinização ao Núcleo Estadual	Avaliação de risco (critério de criticidade) deve ser a variável mais importante a ser considerada na priorização dos sistemas/ comunidades	Documento propositivo ao núcleo estadual com a priorização das comunidades
4	AA. Apreciação e aprovação pelo Núcleo Estadual dos sistemas/ comunidades atendidos BB. Providenciar a regularização da titularidade, a outorga e o licenciamento ambiental CC. Realizar reunião com os prefeitos dos municípios a serem beneficiados com as ações do PAD	Garantir participação de maior número de representantes dos órgãos públicos e da sociedade civil nas deliberações do Núcleo Estadual	Ata da reunião do Núcleo Estadual aprovando sistemas/ comunidades a serem atendidos
5	DD. Início das ações de mobilização para a construção dos "Acordos Locais" (mecanismos de gestão) EE. Início das ações do componente sustentabilidade ambiental	Resultado do diagnóstico deve ser comunicado às comunidades e às Prefeituras Representantes da equipe técnica deve acompanhar o início dos trabalhos	Relatórios para coordenações dos componentes mobilização e sustentabilidade
6	FF. Realização dos cursos de capacitação dos operadores	No mínimo dois operadores para cada sistema/comunidade	Relatório à Coordenação Nacional
7	GG. Realização das obras civis e de recuperação dos dessalinizadores HH. Continuidade das ações dos componentes mobilização e sustentabilidade	Técnico do estado deve acompanhar e atestar obras realizadas Devem ser preparados termos de recebimento e de entrega dos equipamentos a serem recuperados	Relatórios para as coordenações Documento atestando obras Minuta dos acordos locais
8	II. Inauguração/operação dos sistemas de dessalinização JJ. Formalização dos "acordos locais" para gestão dos sistemas de dessalinização	Mobilizar representantes de todos envolvidos na gestão para assinatura do acordo em ato público na localidade beneficiada	Acordo local assinado por todos os atores sociais envolvidos com a gestão do sistema
9	KK. Realização das atividades de monitoramento técnico, ambiental e da gestão dos sistemas de dessalinização	Definição das periodicidades e mecanismos de monitoramento Manter atualizado banco de dados com informação sobre os sistemas	Dados para atualizar banco de dado da Coordenação Nacional
10	LL. Realização das atividades de manutenção dos sistemas de dessalinização	Definição de estratégias para garantir a manutenção dos sistemas	Banco com informações sobre atividades e custos relativos à manutenção



A sustentabilidade da gestão dos sistemas implantados (SDs, UDs e UPs) será garantida pela participação ativa da comunidade local beneficiada e pela definição das contrapartidas dos Estados, Municípios, ONGs, Associações Comunitárias, ou seja, dos parceiros do projeto.

## 4.5 Custos

Os custos estimados por componente do Programa Água Doce podem ser visualizados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente para a implantação de sistemas de dessalinização e de unidades produtivas. Já as suas distribuições percentuais por subcomponente desse Programa são apresentadas nas Figuras 24 e 25. Ressalta-se que os custos se subdividem em recursos de capital e de custeio. Isso porque o Programa Água Doce não se preocupa apenas em instalar os sistemas de dessalinização e as unidades produtivas e as demonstrativas, mas principalmente em garantir a sustentabilidade desses sistemas. Dessa forma, há necessidade de recursos de custeio para, por exemplo, pagamento de diárias para técnicos, realização de análises físico-químicas e microbiológicas e confecção de material de divulgação e de treinamento.

**Tabela 1 Custo unitário de implantação de sistema de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce**

<b>Custo unitário de implantação de sistemas de dessalinização</b>	
Sub-componentes	Valor (R\$)
Apoio ao gerenciamento	17.960,00
Formação de recursos humanos	3.259,22
Diagnóstico técnico e ambiental	21.949,62
Mobilização social	10.331,07
Sustentabilidade ambiental	5.433,61
Sistema de dessalinização	137.334,32
<b>Total</b>	<b>196.267,84</b>

A implantação de sistemas de dessalinização inclui as atividades de gestão, bem como: aquisição de dessalinizador e construção das obras civis com seus sistemas de adutora (chafariz eletrônico, abrigo do dessalinizador, casa de bomba, reservatórios de água potável e do concentrado), tanques de concentrado e cercamento das áreas.

Já a recuperação de sistemas de dessalinização tem custo unitário de R\$ 70.000,00, sendo que R\$ 43.737,58 desse total são despendidos na gestão desses sistemas. Essa recuperação inclui: conserto do dessalinizador, reforma das obras civis com seu sistema de adutora (chafariz eletrônico, abrigo do dessalinizador, casa de bomba, reservatórios de água potável e do concentrado), cercamento das áreas e construção de tanques de concentrado.

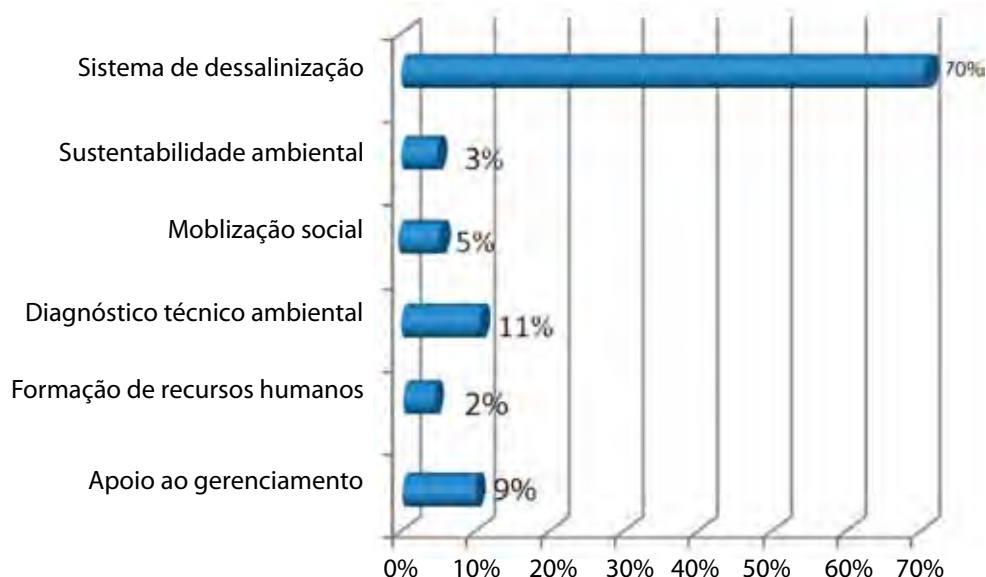
**Tabela 2 Custo unitário de implantação de unidade produtiva, por subcomponente do Programa Água Doce**

Custo unitário de implantação de unidade produtiva	
Subcomponentes	Valor (R\$)
Apoio ao gerenciamento	21.165,02
Formação de recursos humanos	15.074,00
Diagnóstico técnico e ambiental	9.134,00
Mobilização social	9.564,00
Sustentabilidade ambiental	12.276,00
Implantação de unidade produtiva	256.788,16
Total	324.001,18

**Tabela: Informação Numérica**

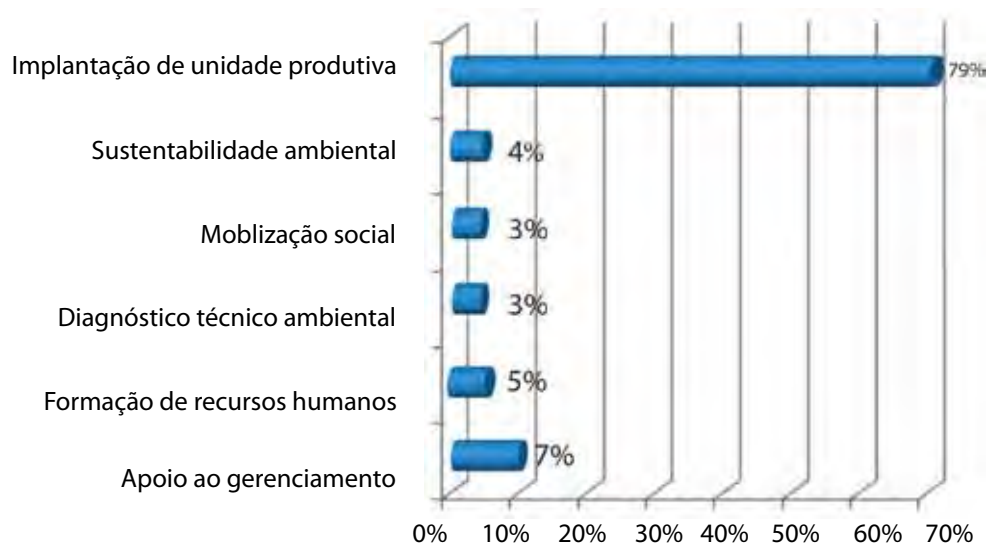
A implantação dessas unidades produtivas inclui o arranjo de piscicultura e *atriplex*, além de: aquisição de dessalinizador; construção das obras civis com seus sistemas de adutora, chafariz eletrônico, abrigo do dessalinizador, casa de bomba, reservatórios de água potável e do concentrado, 02 tanques do concentrado destinados à produção de peixes (viveiros), 01 tanque de concentrado enriquecido com matéria orgânica para irrigação, depósito e cercamento das áreas; equipamentos e apetrechos para piscicultura e cultura da Erva-Sal; e insumos.

Como as unidades produtivas são mais complexas, observa-se que os recursos despendidos para a sua implantação são superiores aos custos dos sistemas de dessalinização. Isso pode ser visualizado na comparação entre as Tabelas 1 e 2.



**Gráfico 1 Distribuição percentual dos custos para a implantação de sistemas de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce**

No caso dos sistemas de dessalinização, observa-se que 70% dos recursos são despendidos com a implantação desses sistemas. Os demais subcomponentes atuam como suporte à essa implantação ou à sua sustentabilidade.



**Gráfico 2 Distribuição percentual dos custos para a implantação de unidades produtivas, por subcomponente do Programa Água Doce**

Para as unidades produtivas, cerca de 79% dos recursos são gastos para a implantação dessas unidades. Os demais são necessários para o apoio à essa implantação ou à sua sustentabilidade.

Dessa forma, fazendo-se uma comparação entre os recursos necessários para garantir a sustentabilidade dos sistemas (e unidades produtivas) e aqueles indispensáveis à sua implantação, observa-se que é interessante garantir a sustentabilidade desses sistemas uma vez que o custo é comparativamente baixo. Em realidade, de nada adiantaria apenas implantar esses sistemas e não ter certeza de que os mesmos continuariam funcionando. No passado, esse foi um dos problemas observados no Programa Água Boa, o que resultou, inclusive, em críticas por parte do Tribunal de Contas da União - TCU.

## 4.6 Resultados Obtidos e Esperados

*"O Programa Água Doce mudou a nossa vida e pra melhor. Antes desse Programa, o nosso dia a dia era muito sofrido!"*  
(Ana Paula Barros dos Santos – professora da localidade de Riacho Santo – Palmeira dos Índios/AL).

Ações desenvolvidas no Semiárido em programas de dessalinização deixaram como ensinamento que apenas instalar e recuperar sistemas de dessalinização não é garantia de abastecimento de água de boa qualidade e de forma contínua para comunidades difusas da região. Devem ser entendidas como parte de um conjunto maior de atividades que envolvem a produção, a distribuição da água, o cuidado ambiental com o destino adequado do concentrado salino e, principalmente, o comprometimento dos atores locais, comunidades e os poderes constituídos.

É por esse motivo que a atuação do Programa Água Doce ocorre por meio de seis componentes distintos<sup>30</sup>, que trabalham de forma integrada.

O apoio financeiro para o desenvolvimento de todas as ações que serão abordadas neste capítulo teve como instrumentos convênios ou contrato e contou com a participação das seguintes instituições:

- Ministério do Meio Ambiente, por meio das seguintes fontes:
  - Programa de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade e Degradação Ambiental;
  - Ação do PPA (Plano Plurianual) sob a responsabilidade do Ministério da Integração, no âmbito do Programa de Infraestrutura Hídrica e na ação Dessalinização de Água – Água Doce.
- Fundação Banco do Brasil – FBB.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES.
- Petróleo Brasileiro S/A – Petrobras.
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – Codevasf, que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional.
- Agência Nacional de Águas - ANA.
- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome - MDS.

Desde 2004, o Programa Água Doce estruturou e fortaleceu 10 Núcleos Estaduais, além de Coordenações e Grupos Executivos estaduais. Treinou 526 técnicos estaduais e 319 operadores de dessalinizadores e beneficiou 150 localidades e uma população de aproximadamente 94.340 pessoas. Para atendimento a essa população, foi necessário realizar diagnósticos técnicos e ambientais em mais de 250 localidades do semiárido. Ressalta-se que para a seleção das Unidades Demonstrativas são necessárias 6 visitas técnicas em média antes da definição do local a ser implantada cada uma delas.



**Foto 23: Comunidade de Olho D'Água do Bonifácio  
Palmeira dos Índios/AL**

<sup>30</sup> O detalhamento dos componentes do PAD encontram-se na parte II deste documento.



**Foto 24: Treinamento de operadores  
São João Batista -Vila Nova do Piauí/PI**

Anualmente, o PAD realiza Encontros ou Oficinas. Os Encontros de Formação têm como objetivo a criação de uma visão coletiva, de uma rede de técnicos que atuem de forma coordenada de modo a que não só os procedimentos executivos sejam coerentes e integrados, mas também que eles sirvam de suporte à elaboração e internalização da política pública permanente de acesso à água de boa qualidade em comunidades difusas, que é o objetivo primeiro do Programa Água Doce.

A Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce tem como objetivo fazer acompanhamento da execução do PAD, bem como planejar suas ações futuras. A agenda desse evento visa o compartilhamento das experiências nos Estados e busca maior integração das equipes.

O Quadro 9 apresenta os resultados obtidos nos três Encontros de Formação do Programa Água Doce e na Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce.

**Quadro 9 Resultados obtidos nos três Encontros de Formação do Programa Água Doce e na Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce**

Encontros de Formação	Período de realização	Número de técnicos capacitados	Estados que participaram no evento	Resultados obtidos	Local
I Encontro de Formação	Maio/2005 (1ª etapa)	100 (1ª etapa)	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe	Realização dos cursos: Mobilização Social, Sustentabilidade Ambiental e Dessalinização	Campina Grande/PB
	Julho/2005 (2ª etapa)	32 (2ª etapa)		Realização do curso: Sistemas Produtivos Sustentáveis	Petrolina/PE
II Encontro de Formação	Abril 2006	107 Participantes	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Minas Gerais	Realização dos cursos: Cultivo de Tilápia com Rejeito da Dessalinização (Sistema de Produção), Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Dessalinização em Comunidades Difusas do Semiárido (Sustentabilidade Ambiental), Aspectos Sociais da Gestão dos Sistemas de Dessalinização (Mobilização Social), Operação de Sistemas de Dessalinização via Osmose Inversa (Dessalinização)	Petrolina/PE

**Quadro 9 Resultados obtidos nos três Encontros de Formação do Programa Água Doce e na Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce (continuação)**

Encontros de Formação	Período de realização	Número de técnicos capacitados	Estados que participaram no evento	Resultados obtidos	Local
III Encontro de Formação	Dezembro 2007	110 Participantes	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Minas Gerais	Realização dos cursos: Cultivo de Tilápia com Rejeito da Dessalinização (Sistema de Produção), Sustentabilidade Ambiental do Sistema de Dessalinização em Comunidades Difusas do Semiárido (Sustentabilidade Ambiental), Aspectos Sociais da Gestão dos Sistemas de Dessalinização (Mobilização Social), Operação de Sistemas de Dessalinização via Osmose Inversa (Dessalinização)	Arapiraca/AL
Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce	Novembro 2008	73 Participantes	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Minas Gerais	Elaboração dos cronogramas de execução do PAD nos Estados, para o ano de 2009. Compromisso assumido pelos representantes dos estados de elaboração dos Planos Estaduais. Fortalecimento dos Grupos Executivos Estaduais.	João Pessoa/PB
Oficina Estratégica para Elaboração e implementação dos Planos Estaduais do Programa Água	Julho 2009	111 Participantes	Piauí, Paraíba, Alagoas, Bahia, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Minas Gerais, Maranhão e Ceará	Essa oficina teve como objetivo harmonizar a metodologia de construção e apresentação dos planos estaduais de Programa Água Doce	João Pessoa/PB
Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce	Novembro 2009	84 Participantes	Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe.	Planejamento das ações do Programa Água Doce	João Pessoa/PB
IV Encontro de Formação	Agosto 2010	106 Participantes		Capacidade de técnicos dos estados das áreas de Sustentabilidade Ambiental, Mobilização Social, Dessalinização e Sistemas Produtivos	Natal/RN

<b>Encontros de Formação</b>	<b>Período de realização</b>	<b>Número de técnicos capacitados</b>	<b>Estados que participaram no evento</b>	<b>Resultados obtidos</b>	<b>Local</b>
Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce	Agosto 2011	44 Participantes	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Minas Gerais	Apresentação dos pré-diagnósticos das comunidades escolhidas pelo ICAA, apresentação das ações do PAD nos estados. Capacitação para execução dos convênio. Fortalecimento dos Grupos executivos estaduais	João Pessoa/PB
Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce	Novembro 2012	100 Participantes	Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Minas Gerais	Elaboração dos Cronogramas de execução dos novos Convênios do PAD. Capacitação para execução dos convênios. Orientações sobre utilização do Siconv e orientações da Funasa sobre portabilidade da água. Fortalecimento dos grupos executivos estaduais	João Pessoa/PB



**Foto 25: I Encontro de Formação do Programa Água Doce maio/2005**



**Foto 26: Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce – novembro/2008**

Além desses eventos, ocorreram:

- Oficina de Mobilização Social do Programa Água Doce - Campina Grande – outubro/2004. Contou com 38 participantes. Teve como objetivos discutir e definir princípios e diretrizes para nortear o componente mobilização social do Programa Água Doce, bem como a metodologia para inserção das comunidades, com vistas à constituição dos Núcleos Locais para implementação e gestão do Programa.
- Reunião com Coordenadores dos Núcleos Estaduais, em 2005.



**Foto 27: Reunião com Coordenadores dos Núcleos Estaduais**

- Treinamento: Criação de tilápia e qualidade de água do viveiro. Tem como objetivo treinar produtores sobre o manejo cultural de tilápia e o controle da qualidade da água do viveiro.
  - outubro/2006 - Assentamento Caatinga Grande, São José do Seridó/ RN. Contou com a participação de 24 moradores dessa comunidade.
  - junho/2007 - Sítio Pedra D'Água, Santana do Ipanema/AL. Contou com a participação de 24 moradores dessa comunidade.
  - julho/2008 - São João Batista - Vila Nova do Piauí/PI. Número de participantes: 15.
- Treinamento: Produção e uso de feno da Erva-Sal na alimentação de caprinos e ovinos no Semiárido. Objetivo: Demonstração de práticas da produção do feno de Erva-Sal e uso na alimentação de caprinos e ovinos.
  - maio/2007 - Assentamento Caatinga Grande - São José do Seridó/RN. Número de participantes: 29.
  - julho/ 2008 - Sítio Pedra D'Água – Santana do Ipanema – AL. Número de participantes: 28.





**Foto 28: Treinamento em São José do Seridó/RN  
maio/2007**



**Foto 29: Reunião do Grupo Executivo do Programa Água Doce  
novembro/2009**



**Foto30: Oficina do PAD – novembro/2009  
João Pessoa**

Outros resultados obtidos:

- Ratificação do Acordo com o CPRM (Serviço Geológico do Brasil) para apoio na elaboração dos mapas do Plano de Implementação, sistema de informações e de monitoramento.
- Instalação de 7 Unidades Demonstrativas (UDs), localizadas em:
  - Amparo/PB;
  - Caatinga Grande/RN;
  - Estrela de Alagoas/AL;
  - Russas/CE;
  - Santa Cruz/RN;
  - Santana de Ipanema/AL;
  - Vila Nova/PI.



**Foto 31: Unidade Demonstrativa de Vila Nova do Piauí  
Comunidade de São João Batista - maio/2008**

Dessas, as UD's de Caatinga Grande/RN, Amparo/PB, Russas/CE e Santa Cruz/RN localizam-se em assentamentos rurais.

Vitrines tecnológicas foram implantadas nas UD's de Amparo/PB, Russas/CE, Estrela de Alagoas/AL e Santa Cruz/RN.

- Seleção de áreas para implantação de UD's.
- Produção de vídeo institucional sobre o PAD, em 2007. Atualmente, está sendo produzido novo vídeo, tendo em vista as atuais ações do Programa.
- Publicação de *folders* institucionais em português, inglês e espanhol.
- Desenvolvimento do site do Programa, disponível em: [www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br) – Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano.

- Realização de “Dias de Campo” nos municípios de Amparo/PB, Campina Grande/PB e Caatinga Grande/RN. Esses eventos contaram com a participação de cerca de 200 pessoas e tiveram como objetivo auxiliar comunidades beneficiadas com o Programa Água Doce na produção de cultivos apropriados à região semiárida. Esses cultivos foram desenvolvidos, testados em campo e recomendados pela Embrapa Semiárido.



**Foto 32: Dia de campo na Unidade Demonstrativa localizada na Paraíba**



**Foto 33: Dia de campo em São José de Seridó/RN**



**Foto 34: Palestra em dia de campo**

- Elaboração da publicação: Descrição de Parâmetros Físico-químicos e Microbiológicos da Água. 15p.
- Elaboração de apostilas para os diversos cursos ministrados pelo Programa Água Doce.
- Participação nas publicações:
  - Reis, E. M., Porto, E. R., Silva Neto, M. F. da Convivência com o Semiárido: cultivos apropriados. Embrapa Semiárido. Junho/2009, 32p.
  - Araújo, F. P. de. Enxertia de Umbuzeiro e outras Espécies do Gênero Spondias. Embrapa Semiárido. Novembro/2008, 22p.
    - Atendimento à Portaria nº 518/2004<sup>31</sup> do Ministério da Saúde em todos os sistemas recuperados ou implantados pelo Programa Água Doce. O Quadro 10 apresenta dados sobre a salinidade, expressos em sólidos totais dissolvidos, antes e após a implantação de dessalinizadores, em algumas das localidades atendidas pelo Programa Água Doce;
    - Atividades de monitoramento dos sistemas de dessalinização e das unidades demonstrativas implantadas pelo Programa Água Doce.

**Quadro 10 Eficiência de alguns sistemas de dessalinização instalados ou recuperados pelo Programa Água Doce**

Estado	Município	Localidade	Sólidos totais dissolvidos (STD) em mg/L		Eficiência de remoção de STD em %
			Poço (água bruta)	Permeado (água tratada)	
PB	Alcantil	Barra de Aroeiras	5.745,00	61,00	98
	Barra de Santana	Pedra D'Água	1.700,00	27,00	98
	Boa Vista	Sítio Caluete	6.522,00	208,00	97
	Cabaceiras	Sede	1.158,00	66,7	94
	Campina Grande	Carretão	11.141,00	131,40	99
PE	Pedra	Tenebre	1.722,00	113,60	93
	Ibimirim/PE	Jeritacó	5.677,00	498,10	91
AL	Palmeira dos Índios	Olho D'Água do Bonifácio	2.332,00	48,00	98
		Bonifácio	2.789,00	61,00	98
	Estrela de Alagoas	Casinhas	6.689,00	130,00	98
	Igaci	Santo Antônio	10.039,00	224,40	98
		Sítio Calvário	7.566,00	148,00	98

<sup>31</sup> Esta Portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. No caso de salinidade, essa Portaria define 1.000 mg/L como valor máximo de sólidos totais dissolvidos (STD).

Verifica-se, no Quadro 10, que os sistemas, além de atenderem à Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, apresentam eficiências de remoção de STD que variaram de 91 a 99%.



**Foto 35: Sistema de dessalinização em Serra Branca/PB**

- Realização de levantamento, pelo subcomponente Sustentabilidade Ambiental em todas as localidades beneficiadas pelo Programa Água Doce. Esse levantamento envolveu aspectos como:
  - Características sócio-demográficas e econômicas;
  - Características de acesso, uso, armazenamento e descarte da água na propriedade;
  - Produção agropecuária das famílias.
- Firmados 65 Acordos de Gestão do Sistema de Dessalinização.



**Foto 36: Negociação do Acordo do PAD  
Unidade Demonstrativa do Agrupamento Fazenda da Mata  
Amparo/PB**

- Definição do Índice de Condição de Acesso à Água (ICAA) para o semiárido brasileiro, conforme apresentado na Figura 14. Ressalta-se que o ICAA tem como objetivo indicar as áreas mais

críticas e que deverão ser priorizadas nas ações do PAD. Sabe-se, no entanto, que toda a região do Semiárido é muito crítica. No mapa, as cores mais fortes (vermelho e laranja) indicam os municípios mais críticos.

- Firmados Acordos de Cooperação para a Implementação do Programa Água Doce com os estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia, Sergipe, Alagoas, Maranhão e Piauí. Para o estado de Minas Gerais foram firmados 2 acordos desse tipo, sendo um com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam e outro com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - Copasa.
- Firmados convênios com os estados de Alagoas (para recuperação de 24 sistemas de dessalinização) e Pernambuco (para adequação de 31 sistemas de dessalinização).
- Fornecimento de água potável para todas as localidades atendidas pelo PAD:

*“A água aqui era só de barreiro, de barragem. E agora os barreiros estão todos cheios, mas a gente só pega água no dessalinizador.”* (Nivaldo Dias do Nascimento – operador do dessalinizador e beneficiário do Programa Água Doce – Caraíbas - Pedra/PE).

*“(O Programa Água Doce) Foi a melhor coisa que o governo fez para essa comunidade, porque trouxe essa água de qualidade.”* (Paulo Sérgio Cirilo dos Santos – operador do dessalinizador da Unidade Demonstrativa de Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).

- Democratização do acesso à água de qualidade:

*“O PAD veio resolver nosso problema de água para consumo humano e também para alimentação, cozinhar. Se não fosse esse programa as nossas dificuldades seriam imensas!”*

*“Outras comunidades vizinhas também são contempladas com a água do nosso dessalinizador.”* (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata e beneficiário do Programa Água Doce – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

- Redução da morbidade e mortalidade infantil por doenças de veiculação hídrica e melhoria dos padrões de saúde das comunidades beneficiadas:

*“Depois do PAD a saúde da população melhorou.” (Margarete Silva – agente comunitária de saúde e beneficiária do Programa Água Doce - Riacho Santo/AL).*

*“Depois do PAD, não registrei qualquer caso de diarreia na microárea que eu trabalho.” (Vera Lúcia dos Santos - agente comunitária de saúde e beneficiária do Programa Água Doce – Impueiras/AL).*

- Implementação de política socioeconômica e ambiental sustentável.

- Capacitação de técnicos em sistemas de dessalinização de águas:

*“O treinamento é importante porque nós nos sentimos capacitados pra dar manutenção ao sistema de dessalinização.” (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).*

- Recomendação do Acórdão nº 2462/2009<sup>32</sup> – TCU – Plenário:

*“avaliar a possibilidade de ampliar e aperfeiçoar as soluções descentralizadas, a exemplo do ... Programa Água Doce, voltadas ao atendimento do abastecimento hídrico das populações difusas, levando-se em consideração as potencialidades naturais de cada localidade, a fim de assegurar a essa população meios para enfrentar as vulnerabilidades a que estão sujeitas, em decorrência das variabilidades climáticas”;*

---

<sup>32</sup> Este Acórdão fez referência ao Relatório de Auditoria de Natureza Operacional realizada com o objetivo de avaliar as políticas públicas e ações governamentais voltadas para a segurança hídrica do Semiárido brasileiro diante dos cenários de mudanças climáticas.

- Instalação do Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido e compra de cerca de 48 equipamentos para a sua operacionalização (Foto 37):



**Foto 37: Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido**

- Elaboração de procedimentos para coleta, armazenagem e transporte das amostras de água.
- Aumento da renda e da segurança alimentar.
- Conhecimentos básicos sobre meio ambiente e manejo de arranjos produtivos sustentáveis transferidos às comunidades locais.
- Aprimoramento e difusão de novas tecnologias associadas ao sistema de dessalinização e aos sistemas produtivos.



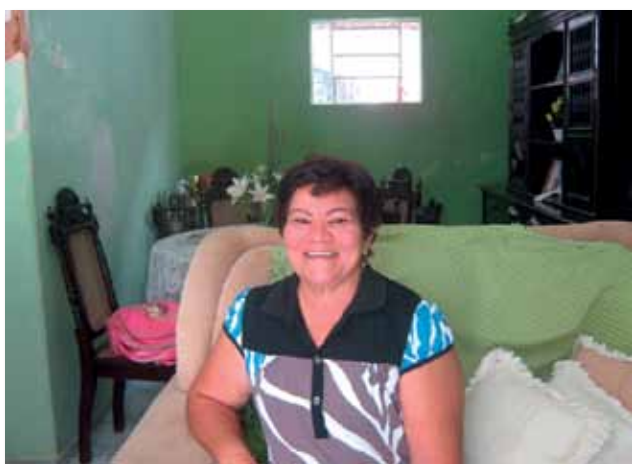
**Foto 38: Sistema de dessalinização implantado em Caatinga Grande, São José do Seridó/RN**



*“Houve a primeira despesca e foi um grande sucesso. Foi emocionante pra todos nós!! Até porque a gente não conhecia essa forma de criação de peixe. E todos se admiraram. Foi muito bom!! Por isso a gente cuida bem desse projeto e cada dia irá dá mais certo.”* (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

- Destinação adequada dos concentrados gerados no processo de dessalinização, de modo a evitar impactos ambientais negativos.
- Organizações locais envolvidas nos processos de gestão participativa dos recursos hídricos fortalecidas pelo conhecimento básico adquirido.
- Organização da comunidade local para gestão e controle dos sistemas de dessalinização.
- Novas e boas práticas de gestão da água dessalinizada adotadas, conduzindo à sustentabilidade dos sistemas:

*“Tudo depende de um certo esforço de cada um de nós e o que a gente precisar fazer para que funcione bem (o sistema de dessalinização), a gente vai fazer.”*(José Almir Alves da Costa – operador do dessalinizador - Fazenda Mata - Amparo/PB).



*“O acordo de gestão do Programa Água Doce tem sido cumprido pela comunidade.”* (Edite Antonino de Assis Souza– presidente da associação de Sítio Ligeiro – Serra Branca/PB).

*“O trabalho na UD uniu o povo.”* (Cícero Pinheiro da Silva - Presidente da Associação de Impueiras - Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).

*“Depois do acordo de gestão do Programa Água Doce melhorou bastante a nossa organização.”* (José Almir Alves da Costa – operador do dessalinizador - Fazenda Mata - Amparo/PB).

- Desenvolvimento de pesquisas que procuram dinamizar as UD's e trazer soluções simples que possam ser incorporadas às comunidades de modo a melhorar:
  - a eficiência das UD's instaladas;
  - a segurança alimentar dessas comunidades;
  - a eficiência de plantio da *atriplex*.



**Foto 39: Pesquisa realizada na Embrapa Semiárido, no contexto do Programa Água Doce**

- Realização de projeto “Procedimentos metodológicos para otimização do sistema Unidade Demonstrativa” pesquisa, sob a responsabilidade do componente Sustentabilidade Ambiental. Resultados obtidos:
  - Avaliação da Dinâmica de Parâmetros Físico-Químico da Qualidade da Água;
  - Caracterização de Fitoplâncton, Zooplâncton.
- Implementação de política de convivência com o Semiárido e fixação das populações em sua terra de origem:

*“O PAD nos deu mais experiência e nós agora estamos buscando outros programas que tragam mais sustentabilidade para a comunidade e nos ajudem a permanecer nesse lugar. Por isso temos que nos aprimorar e nos aperfeiçoar cada vez mais.”* (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata e beneficiário do Programa Água Doce – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).  
*“Foi a melhor coisa que o governo fez para essa comunidade, porque trouxe essa água de qualidade.”* (Paulo Sérgio Cirilo dos Santos – operador do dessalinizador da Unidade Demonstrativa de Impueiras – Estrela de Alagoas/AL).

- Desenvolvimento socioeconômico local e regional, oferecendo melhores condições de vida:

*“O PAD também acelerou a vinda da eletrificação (Programa Luz Para Todos) da nossa comunidade. Eu acho que se não fosse esse Programa a energia ainda não teria chegado aqui, pois necessitava do uso de energia elétrica para a unidade demonstrativa como um todo.”* (José Nogueira de Moraes – Presidente da Associação do Agrupamento Fazenda Mata e beneficiário do Programa Água Doce – Agrupamento Fazenda Mata - Amparo/PB).

*“Todo mundo tem água suficiente pra beber.”* (Edite Antonino de Assis Souza – presidente da associação de Sítio Ligeiro – Serra Branca/PB)

## 4.7 Perspectivas

Nos últimos anos o Programa Água Doce conseguiu estruturar uma rede de instituições e técnicos envolvidos com o tema da dessalinização. Consolidou uma metodologia inovadora que incorpora os cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização. Com o fortalecimento dos 10 Núcleos Estaduais e capacitação de mais de 500 técnicos de diversas instituições, o Programa se prepara para iniciar uma nova fase. Com o objetivo de ampliar o alcance dos resultados e dar escala, esse novo momento passa, cada vez mais, por um processo de descentralização da execução para os estados. Para essa nova fase, as ações do PAD serão direcionadas pelos Planos Estaduais de Gestão e de Implementação do Programa Água Doce. Esses planos, sinteticamente apresentados a seguir, estão estruturados em um horizonte de 10 anos, divididas em duas etapas de 5 anos. A Tabela 3 e o Quadro 11 apresenta um resumo das metas a serem atendidas para essa fase.

Os resultados esperados com o PAD estão relacionados às metas apresentadas no Quadro 11 deste documento. Essas metas têm como objetivo ampliar as ações desse Programa, de modo que os resultados já obtidos possam alcançar também um quarto da população rural residente no Semiárido brasileiro, ou seja, cerca de 2,4 milhões de pessoas. Para isso, nos Planos Estaduais foram levantadas as demandas por sistemas de dessalinização para o atendimento das comunidades rurais. A Tabela 3 apresenta as demandas por estado.

**Quadro 11 Atividades desenvolvidas pelo Programa Água Doce para o período de 2010 a 2019**

<b>Etapas</b>	<b>Período</b>	<b>Atividades a serem desenvolvidas</b>	<b>Pessoas a serem beneficiadas</b>
1ª Fase	2010-14	<p><b>Planejamento dessa Fase:</b> Elaboração dos Planos Estaduais: • Definição do Arranjo Institucional para sua implementação; • Elaboração de Cenários Prospectivos; • Seleção das localidades. Contratação e capacitação de equipe técnica: • Sistemas de Dessalinização; • Mobilização Social; • Sustentabilidade Ambiental.</p> <p><b>Metas:</b> • 1.200 sistemas de dessalinização implantados/recuperados de acordo com a metodologia do Programa (cerca de 60% dos sistemas de dessalinização serão recuperados e 40% serão novos). <b>Custo estimado:</b> R\$ 200 milhões. Os custos unitários estão apresentados no item 4.5 deste documento.</p> <p><b>Difusão de Tecnologias</b> Meta: • 5 unidades por ano/estado. <b>Custo estimado:</b> • R\$ 350.000,00 para o desenvolvimento de 5 unidades, o que resulta em R\$ 17.500.000,00 para os 10 Estados beneficiados pelo PAD em 5 anos.</p>	<p><b>Cerca de 1,18 milhão de pessoas</b></p> <p>Média de 650 pessoas atendidas por sistema</p>
2ª Fase	2015-19	<p><b>Metas:</b> • 1.727 sistemas de dessalinização implantados/recuperados de acordo com a metodologia do Programa (cerca de 60% dos sistemas de dessalinização serão recuperados e 40% serão novos). • 103 Unidades Produtivas. <b>Custo estimado:</b> R\$ 170 milhões.</p>	<p><b>Cerca de 1,19 milhão de pessoas</b></p>

O custo médio para recuperação de um sistema de dessalinização é de R\$ 120.000,00, a implantação de um novo sistema R\$ 196.000,00 e de implantação de uma Unidade Demonstrativa R\$ 324.000,00. Nesses custos estão incluídos todas as despesas necessárias, inclusive com os componentes Mobilização Social e Sustentabilidade Ambiental. Em média cada sistema atende a 600 pessoas. As demandas pelos sistemas foram definidas com base nesse valor. Os valores apresentados na Tabela 3 representam as demandas dos estados para um horizonte de 10 anos, relativamente ao atendimento com água de boa qualidade às comunidades rurais do Semiárido. Diante do desafio, a participação de todos os integrantes do Programa Água Doce e o apoio técnico e financeiro de instituições serão imprescindíveis nesse processo.

**Tabela 3 Demanda por sistemas de dessalinização, por estado, para atender as metas dos Planos Estaduais**

UF	Sistemas de Dessalinização (recuperação)	Sistemas de Dessalinização (implantação)	Unidades Produtivas	População Rural Total	População Atendida	Estimativa de Custo (R\$)
PB	155	103	25	734.618	183.655	46.888.000,00
PE	294	196	25	1.340.659	335.165	81.796.000,00
AL	72	48	30	391.172	97.793	27.768.000,00
RN	112	75	21	539.874	134.969	34.944.000,00
MG	117	78	15	546.537	136.634	34.188.000,00
MA	89	59	15	425.650	106.413	27.104.000,00
CE	391	261	25	1.760.078	440.020	106.176.000,00
BA	690	460	25	3.055.127	763.782	181.060.000,00
PI	114	76	15	531.891	132.973	33.436.000,00
SE	37	25	10	185.310	46.328	12.580.000,00
Totais	2.071	1.381	206	9.510.916	2.377.730	585.940.000,00



# PARTE II



