



Programa Água Doce

**Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
Ministério do Meio Ambiente**

Programa Água Doce

Documento Base

**Brasília – DF
2010**

Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SEPN 505 - Lote 02 - Bloco B - Edifício Marie Prendi Cruz - Sala T 8
CEP: 70.730-542 - Brasília - DF
FAX: 3105-2015
www.mma.gov.br

Parte I:

Equipe Editorial: Renato Ferreira, Everaldo Rocha Porto, Gherman Araújo, Luiz Carlos Hermes, Luis Henrique Cunha, Raniere Lira, Else Albuquerque, Regina Coeli Montenegro, Renato Angelim e Henrique Pinheiro Veiga.

Elaboração e Sistematização: Henrique Pinheiro Veiga e Regina Coeli Montenegro Generino

Fotografias:

Parte II

Elaboração:

Mobilização Social: Else Albuquerque, Solange Amarilis e Luis Henrique Cunha

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

Dessalinização: Raniere Lira e Shefora Henriques

Sistemas Produtivos: Gherman Garcia Leal de Araújo, Everaldo Rocha Porto, Luciane Salla, Arnóbio Anselmo Magalhães, Danillo Jonnes, Miriam Amorim, Manoel Leal Costa Neto, Renato Angelim e Cristiano Jorge

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.

Catálogo

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente da República

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)

Izabella Mônica Vieira Teixeira
Ministra do Meio Ambiente

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO (SRHU)

Silvano Silvério da Costa
Secretário

DEPARTAMENTO DE REVITALIZAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS (DRB)

Marcos Dal Fabro
Diretor

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO (GPG)

Renato Saraiva Ferreira
Gerente de Projeto

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

Embrapa Semiárido

Gherman Garcia Leal de Araújo

Coordenador de Sistemas Produtivos

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

Alex Gama de Santana

Secretário de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos

Marcos Fernando Carneiro Carnaúba

Coordenador 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

Juliano Matos

Secretário de Estado de Meio Ambiente

Maria do Carmo N. Pereira

Coordenadora 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

Washington Rio Branco

Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais

Hulgo Rocha e Silva

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

José Carlos Carvalho

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Célia Maria Brandão Froes

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

Francisco Jácome Sarmiento

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

Cybelle Frazão Costa Braga

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

João Bosco Almeida

Secretário de Estado de Recursos Hídricos de Pernambuco

Terezinha Matilde de Menezes Uchoa

Coordenadora Estadual do PAD em PE

Secretaria de Recursos Hídricos

Instituto Agrônômico de Pernambuco

Núcleo Estadual do Piauí

Dalton Melo Macambira

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

Milcíades Gadelha de 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

Lázaro Mangabeira

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

Josivan Cardoso Moreno

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

Márcio Costa Macedo

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

Carlos Clériston Santana Gomes

Coordenador Estadual do PAD em SE

Parceiros Institucionais

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

Fundação Banco do Brasil - FBB

Jorge Alfredo Streit

Presidente

Éder Marcelo de Melo

Diretor Executivo da Diretoria de Desenvolvimento Social

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES

Luciano Coutinho

Presidente

Elvio Lima Gaspar

Diretor das Áreas de Crédito e de Inclusão Social

Leonardo de Moura Perdigão Pamplona

Gerente

Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS

José Sérgio Gabrielli de Azevedo

Presidente

José Carlos Vidal

Consultor do Presidente

Coordenador do Programa Fome Zero

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF

Orlando Cezar da Costa Castro

Presidente

Ricardo Luiz Ferreira dos Santos

Diretor da Área de Revitalização das Bacias Hidrográficas

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

Diretor-Presidente

José Ribeiro Mendes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS

Elias Fernandes Neto
Diretor-Geral

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

Abelardo Bayma Azevedo
Presidente

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA

Rolf Hackbart
Presidente

Fundação Nacional de Saúde – Funasa

Francisco Danilo B. Forte
Presidente

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Thompson Fernandes Mariz
Reitor

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa

Pedro Antonio Arraes Pereira
Presidente

Celso Vaines Manzappi
Chefe da Embrapa – Meio Ambiente

Natoniel Franklin de Melo
Chefe da Embrapa – Semiárido

Ministério da Integração Nacional

Geddel Quadros Vieira Lima
Ministro

Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba – Fapesq

Michel François Fossy
Presidente

Articulação do Semiárido - ASA

Valquíria Alves Smith Lima
Coordenadora Geral

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 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, Petrobrás, Fundação Banco do Brasil e Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – CODEVASF, que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

Desde 2004, quando foi lançado, o Programa Água Doce já implantou 65 sistemas de dessalinização, beneficiando 57.325 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.

A partir de 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.

Sumário

PARTE I

1	INTRODUÇÃO	16
2	SEMIÁRIDO BRASILEIRO	17
2.1	Área Territorial e População	17
2.2	Aspectos do Fenômeno das Secas	18
2.3	Características Fisiográficas e Escassez Hídrica	19
2.4	Mudanças Climáticas e o Semiárido	24
2.5	Indicadores de Saúde, Renda, Produção e Mortalidade	25
3	POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	27
4	O PROGRAMA ÁGUA DOCE	29
4.1	Histórico e situação atual	29
4.2	Componentes e Subcomponentes	32
4.2.1	Gestão	32
4.2.2	Dessalinização	35
4.2.3	Mobilização Social	39
4.2.4	Sustentabilidade Ambiental	43
4.2.5	Sistemas Produtivos	45
4.2.6	Estudos/Pesquisas/Projetos	48
4.3	Arranjo Institucional	55
4.3.1	Núcleo Nacional	55
4.3.2	Núcleo Estadual	58
4.3.3	Núcleos Locais de Gestão	62
4.3.4	Parceiros	64
4.4	Metodologia e estratégia de implementação	66
4.5	Custos	82
4.6	Resultados obtidos e esperados	85
4.7	Perspectivas	100
5	MOBILIZAÇÃO SOCIAL	105
5.1	Introdução	105
5.2	O componente Mobilização Social do PAD	105
5.2.1	Objetivos	106
5.2.2	Diretrizes	106

5.3	Dilemas sociais e ação coletiva	106
5.3.1	O papel dos técnicos dos núcleos estaduais.....	108
5.4	O conceito de viabilidade social	109
5.5	A construção dos sistemas de gestão	110
5.6	O diagnóstico social.....	111
5.7	Paternalismo X Autonomia	112
5.8	A elaboração dos acordos.....	112
5.8.1	Acordos para os sistemas de dessalinização.....	112
5.8.2	Planejamento das atividades	113
5.8.3	As visitas de campo	113
5.8.4	Metodologias.....	114
5.8.5	O acordo para os sistemas de dessalinização	115
5.8.6	O acordo para as unidades demonstrativas	117
5.9	Os sistemas produtivos	119
5.10	Anexos.....	120
5.10.1	Anexo I - Acordo (Um instrumento da comunidade para a gestão do dessalinizador)	120
5.10.2	Anexo II – Roteiros para elaboração do diagnóstico social - orientações gerais	122
6	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	125
6.1	Introdução	125
6.2	Água e saúde	126
6.3	O acesso à água	129
6.4	Algumas características regionais dos poços profundos	131
6.5	Hierarquização de áreas	133
6.6	Diagnóstico	135
6.6.1	Caracterização da comunidade	135
6.6.2	Caracterização dos usuários	136
6.6.3	Georreferenciamento	137
6.7	Curso de sustentabilidade para operador	138
6.8	Avaliação do sistema para manutenção da qualidade de água	147
6.9	Contaminação fora do sistema de dessalinização	149
6.10	Referencias bibliográficas.....	152
6.11	Anexos.....	153
6.11.1	Anexo I - Questionários e textos complementares.....	153
6.11.2	Anexo II – Especificações técnicas dos equipamentos.....	164
7	DESSALINIZAÇÃO	165
7.1	Contextualização	165

7.2	Metodologia.....	165
7.3	Revisão bibliográfica.....	167
7.3.1	Processos de separação com membranas	167
7.3.2	Principais aplicações de processos com membranas	170
7.3.3	Princípio operacional da osmose inversa	170
7.3.4	Módulos comerciais	171
7.3.5	Projeto e instalação de plantas de dessalinização com membranas	174
7.3.6	Simulação de processos por osmose inversa	176
7.3.7	Pré-tratamento	176
7.3.8	Principais parâmetros de processos de osmose inversa	179
7.3.9	Cuidados durante a operação de sistemas de membranas	181
7.4	Sistema de dessalinização	182
7.5	Dessalinizador	182
7.6	Operação do dessalinizador	183
7.6.1	Etapas de operação	183
7.6.2	Como desligar o dessalinizador	184
7.6.3	Monitoramento e manutenção	184
7.7	Distribuição da água doce	190
7.8	Uso do concentrado	190
7.9	Referências bibliográficas	191
7.10	Anexos.....	192
7.10.1	Anexo I - Diagnóstico técnico do sistema.....	192
7.10.2	Anexo II - Planilha de monitoramento do dessalinizador	196
7.10.3	Anexo III - Especificações técnicas para um dessalinizador: 6 membranas	197
7.10.4	Anexo V – Modelo de Termo de Referência – Dessalinização	199
8	SISTEMAS PRODUTIVOS	206
8.1	Introdução	206
8.2	Subsistema de aquicultura	209
8.2.1	Descrição geral	209
8.2.2	Estrutura física – piscicultura	211
8.2.3	Manejo de cultivo	212
8.2.4	Despesca	218
8.2.5	Bibliografias consultadas	219
8.2.6	Anexos	220
8.3	Utilização da erva sal na alimentação de pequenos e grandes ruminantes no Semiárido	222
8.3.1	Introdução	222
8.3.2	A erva sal (<i>Atriplex nummularia</i>)	223
8.3.3	Potencial forrageiro da erva sal	224
8.3.4	Composição química da erva sal	225
8.3.5	Formas de utilização da erva sal	228
8.3.6	Utilização das forragens conservadas na alimentação de pequenos e grandes ruminantes	234
8.3.7	Desempenho animal	242
8.3.8	Custo e comparação econômica de dietas contendo feno de erva sal	244
8.3.9	Considerações finais.....	246
8.3.10	Referências bibliográficas	246

8.4 Anexos	250
8.4.1 Anexo I - Especificação técnicas geomembrana para os reservatórios.....	250
8.4.2 Anexo II – Especificações técnicas piscicultura	251
8.4.3 Anexo III – Manual de Irrigação com utilização de água salobra	256
8.4.4 Anexo IV – Acumulação de sal na planta	268
9 OBRAS CIVIS.....	271
9.1 Introdução	271
9.2 Etapas para Execução:	272
9.3 Anexo - Projetos:	290

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	<i>Global Environment Facility</i>
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 Agrônomo de Pernambuco
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
ISA-ÁGUA	Índice de Sustentabilidade Ambiental do Uso da Água
Itermá	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 ²	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
Petrobrás	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
PRSF	Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
SAPE - RN	Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca
SD	Sistema de Dessalinização
SDA - CE	Secretaria do Desenvolvimento Agrário
SEADES - AL	Secretaria de Estado da Assistência e do Desenvolvimento Social
Seagro - MA	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agrário
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
SEMAD-MG	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SEMA-MA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais
SEMARH-AL	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos
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
SEMARH -SE	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SEPLAN - PI	Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento
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
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande

UFMA
UNEAL
UNICEF
UNIVASF
UP

Universidade Federal do Maranhão
Universidade Estadual de Alagoas
Fundo das Nações Unidas para a Infância
Universidade do Vale do São Francisco
Unidade Produtiva

Lista de Figuras

Figura 1 Mapa do Semiárido brasileiro.....	17
Figura 2 Área de incidência de secas no semiárido..	18
Figura 3 Divisão Hidrográfica nacional e o semiárido brasileiro	19
Figura 4 Mapa do semiárido com representação dos índices pluviométricos.....	20
Figura 5 Áreas susceptíveis à desertificação e região semiárida.....	21
Figura 6 das áreas susceptíveis à desertificação.....	22
Figura 7 Potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil.....	23
Figura 8 Formas de ocorrência das águas subterrâneas	23
Figura 9 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M).....	26
Figura 10 Representação esquemática do sistema de dessalinização adotado pelo Programa.....	35
Figura 11 Representação esquemática do processo de separação por membranas..	37
Figura 12 Representação do processo de osmose e osmose inversa.....	39
Figura 13 Desenho esquemático do sistema de produção integrado do Programa Água Doce.....	46
Figura 14 Inter relação entre as linhas de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido	52
Figura 15 Representação da Estrutura Institucional do Programa Água Doce..	63
Figura 16 Representação esquemática do arranjo institucional do PAD	64
Figura 17 Fases da estratégia de implementação do Programa Água Doce	68
Figura 18 Índice de Condição de Acesso à água nos municípios do Semiárido brasileiro	70
Figura 19 Passos para a realização do diagnóstico e seleção das localidades a serem atendidas pelo Programa Água Doce	71
Figura 20 Planejamento das atividades de implantação/recuperação dos sistemas de dessalinização	72
Figura 21 Planejamento das atividades de implantação das Unidades Demonstrativas do Programa Água Doce	76
Figura 22 Distribuição percentual dos custos para a implantação de sistemas de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce	84
Figura 23 Distribuição percentual dos custos para a implantação de unidades produtivas, por subcomponente do Programa Água Doce	84
Figura 24 Classificação em quatro grupos de acesso à água.....	132
Figura 25 Hieraquização de áreas e poços para implantação de sistemas alternativos de extração de sais.....	134
Figura 26 Interpretação da análise bacteriológica da água	137
Figura 27 Proposta inicial de material gráfico para fixar no chafariz dos sistemas de dessalinização.....	151
Figura 28 Representação esquemática do processo de separação por membranas	168
Figura 29 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz	168
Figura 30 Representação do processo de osmose e osmose inversa.....	171
Figura 31 Membrana em forma de espiral.....	172
Figura 32 Membranas comerciais	173
Figura 33 Arranjo 6:3:1 de módulos equipados com elementos espirais	174
Figura 34 Esquema geral de uma planta de dessalinização.....	175
Figura 35 Sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce.....	182
Figura 36 Fotografia de um dessalinizador de 9 membranas	182
Figura 37 Layout geral da U.D	210
Figura 38 Qualidade da silagem de capim elefante em função da adição da erva sal	227
Figura 39 Silagem de capim elefante com diferentes níveis de erva sal.....	239
Figura 40 Planta baixa de viveiros e reservatório.....	265

Figura 41	Representação esquemática da área de cultivo da Atriplex.	266
Figura 42	Corte Transversal do Dique (abastecimento) do Viveiro.....	280
Figura 43	Corte Transversal do Dique (drenagem) do Viveiro.....	280
Figura 44	Dimensões dos Viveiro para cultivo de peixe	282
Figura 45	Dimensões do Reservatório de Rejeito	284
Figura 46	Corte Transversal do Viveiro com Vala de Ancoragem.	285
Figura 47	Seqüência da colocação do flange de fundo do viveiro	288

Lista de Fotos

Foto 1	Treinamento de operadores de dessalinizadores - aula teórica. Pedra/PE.....	33
Foto 2	Treinamento de operadores de dessalinizadores – aula prática. Pedra/PE.....	33
Foto 3	Treinamento para irrigação e produção erva-sal	34
Foto 4	Sistema de dessalinização em Estrela de Alagoas/AL	37
Foto 5	Atividade de mobilização social.....	41
Foto 6	Processo de votação de acordo em comunidade no Estado de Pernambuco .	42
Foto 7	Atividades de sustentabilidade ambiental.....	44
Foto 8	Atividades de mobilização social.....	45
Foto 9	Alimentação do viveiro de tilápia com o concentrado do dessalinizador.....	47
Foto 10	Cultivo de atriplex - UD do Programa Água Doce - Amparo/PB.....	47
Foto 11	Consumo da erva sal por ovinos.	47
Foto 12	Vitrine tecnológica no Assentamento Caatinga Grande.....	54
Foto 13	Dia de campo sobre cultivos apropriados de convivência com Semiárido	54
Foto 14	Vitrine tecnológica	54
Foto 15	Sistema de dessalinização em Candeias	65
Foto 16	Mudas de atriplex.....	78
Foto 17	Tilápia rosa.....	78
Foto 18	UD de Amparo/PB. Impermeabilização dos viveiros.....	79
Foto 19	Peixamento com alevinos de tilápia rosa.....	79
Foto 20	Despesca na UD em Santana do Ipanema/AL	79
Foto 21	Monitoramento dos tanques de tilápia	80
Foto 22	Sistema de dessalinização do Agrupamento Fazenda Mata	80
Foto 23	Comunidade de Olho D'Água do Bonifácio – Palmeira dos Índios/AL.....	86
Foto 24	Treinamento de operadores - São João Batista -Vila Nova do Piauí/PI.....	86
Foto 25	I Encontro de Formação do Programa Água Doce - maio/2005.....	88
Foto 26	Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do PAD	88
Foto 27	Reunião com Coordenadores dos Núcleos Estaduais.....	89
Foto 28	Treinamento em São José do Seridó/RN	89
Foto 29	Reunião do Grupo Executivo do Programa Água Doce.....	90
Foto 30	Oficina do PAD.....	90
Foto 31	UD de Vila Nova do Piauí. Comunidade de São João Batista	91
Foto 32	Dia de campo na Unidade Demonstrativa	92
Foto 33	Dia de campo em São José de Seridó/RN	92
Foto 34	Palestra em dia de campo.....	93
Foto 35	Sistema de dessalinização em Serra Branca/PB.....	94
Foto 36	Negociação do Acordo do PAD	95
Foto 37	Laboratório Agro ambiental da Embrapa Semiárido	97
Foto 38	Sistema de dessalinização implantado em Caatinga Grande	98
Foto 39	Pesquisa realizada na Embrapa Semiárido	99
Foto 40	Mangueiras utilizadas na distribuição de água	147
Foto 41	Lixo na área do sistema	148
Foto 42	Oficinas de sustentabilidade ambiental com crianças.....	152
Foto 43	Viveiros revestidos com geomembrana.....	212
Foto 44	Tilápia Rosa	213
Foto 45	Tilápia Tailandesa	213
Foto 46	Saco Plástico para transporte de alevinos.....	214
Foto 47	Caixa de transporte de peixes.....	214
Foto 48	Povoamento dos viveiros de engorda.....	215
Foto 49	Processo de Aclimação.....	215
Foto 50	Monitoramento da temperatura no processo de aclimação	215
Foto 51	Planta halófito (<i>Atriplex nummularia</i> Lind.)	224
Foto 52	Relação folha caule da erva sal (<i>atriplex nummularia</i>)	225
Foto 53	Corte da planta halófito (<i>Atriplex nummlaria</i> Lind.)	230

Foto 54 Diferentes formas e tempo de secagem da parte aérea da erva sal.....	231
Foto 55 Silagem de capim elefante com diferentes níveis de atriplex.....	233
Foto 56 Septo impermeável colocado ao redor da área a ser cultivada.....	269
Foto 57 Processo de aplicação da geomembrana (passo 1).....	286
Foto 58 Processo de aplicação da geomembrana (passo 2).....	286
Foto 59 Processo de aplicação da geomembrana (passo 3).....	287
Foto 60 Processo de aplicação da geomembrana (passo 4).....	287
Foto 61 Lastreamento da geomembrana na vala de ancoragem.....	287
Foto 62 Fixação da geomembrana na vala de ancoragem.....	288
Foto 63 Abastecimento de água.....	289

Lista de quadros

Quadro 1 Atividades desenvolvidas pelo PAD no período de 2003 a 2009	31
Quadro 2 Relação dos componentes e dos subcomponentes do PAD	32
Quadro 3 Componentes do sistema de dessalinização adotado pelo PAD	36
Quadro 4 Vantagens da tilápia adaptada ao cultivo	46
Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido	49
Quadro 6 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce	67
Quadro 7 Cronograma de atividades	74
Quadro 8 Metodologia de integração das ações do Programa Água Doce	81
Quadro 9 Custo unitário de implantação de sistema de dessalinização	82
Quadro 10 Custo unitário de implantação de unidade produtiva	83
Quadro 11 Resultados obtidos nos três Encontros de Formação e na Oficina de Acompanhamento e Planejamento do Programa Água Doce	87
Quadro 12 Eficiência de alguns sistemas de dessalinização instalados ou recuperados pelo PAD	94
Quadro 13 Atividades desenvolvidas pelo PAD para o período de 2010 a 2019	102
Quadro 14 Demandas por sistemas de dessalinização, por estado	103
Quadro 15 Roteiro de visitas das equipes de mobilização social	114
Quadro 16 Informações gerais sobre o diagnóstico	122
Quadro 17 Doenças relacionadas com o abastecimento de água.....	128
Quadro 18 Problemas das doenças de veiculação hídrica em escala global e sua importância nos vários continentes.....	129
Quadro 19 Classificação em quatro grupos de acesso à água.....	130
Quadro 20 Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT):	137
Quadro 21 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz	170
Quadro 22 Parâmetros físico-químicos a serem analisados.....	186
Quadro 23 Tabela de acompanhamento e manutenção.....	187
Quadro 24 Serviços de manutenção e custos estimados.....	189
Quadro 25 Principais parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade da água para o cultivo de tilápias e valores aceitáveis	217
Quadro 26 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
Quadro 27 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.....	236
Quadro 28 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
Quadro 29 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
Quadro 30 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.....	238
Quadro 31 Teores médios e equações de regressão para o potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), de silagens de maniçoba em função dos níveis de	

substituição e os seus respectivos coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (r^2) e pontos de máximo e mínimo.....	238
Quadro 32 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 percentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de erva-sal por caprinos e ovinos.	241
Quadro 33 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 percentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da erva-sal por caprinos e ovinos*.....	242
Quadro 34 Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão ajustadas (ER) e coeficientes de determinação (r^2), do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos níveis de volumosos nas dietas.....	243
Quadro 35 Índice de eficiência de utilização de nutrientes e taxa de crescimento em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira.....	243
Quadro 36 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.	244
Quadro 37 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.	245
Quadro 38 Rentabilidade da terminação de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva sal com níveis crescentes de palma forrageira em sistema de confinamento	246
Quadro 39 Principais características físico-químicas de um perfil de solo apropriado ao cultivo de erva-sal.....	257
Quadro 40 Média diária mensal da taxa de evaporação do tanque classe “A” e da série histórica de 1976 a 2004 para Petrolina-PE (mm/dia)	258
Quadro 41 Coeficientes técnicos de implantação.....	267
Quadro 42 Teor de cinzas em diferentes partes da planta erva-sal.....	269



PARTE I – O PROGRAMA ÁGUA DOCE

1 Introdução

O Programa Água Doce é uma ação do Governo Federal, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente por meio de sua Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, em parceria com diversas instituições federais, estaduais, municipais e sociedade civil. Visa 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 Programa foi formulado em 2003 de forma participativa com a contribuição de diversas entidades que tratam do tema, tanto a nível federal, como estadual. Até o momento vêm beneficiando cerca de 60 mil pessoas, em 65 comunidades distribuídas pelo Semiárido, garantindo o acesso à água potável a seus moradores. Além disso, o programa já capacitou mais de 600 pessoas, entre técnicos estaduais e operadores/gestores dos sistemas de dessalinização. A partir de 2010, suas ações serão 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 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.

Estudos indicam que a variabilidade climática na região poderá aumentar, acentuando a ocorrência de eventos extremos (estiagens mais severas e cheias) e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica na região será afetada. Dessa forma, iniciativas como o Programa Água Doce, que promovem o uso sustentável da água, contribui para o enfrentamento dos possíveis efeitos das mudanças climáticas. É um esforço do poder público em internalizar tais preocupações, disseminando boas práticas de uso sustentável da água.

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 duas partes, organizado em 10 capítulos. A primeira 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 km² (cerca de 11% do território brasileiro). Possui 12,3% da população do país (20.858.264 habitantes¹) em 1.133 municípios, o que representa, respectivamente, 21 habitantes/km² 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)².

A Figura 1 apresenta o mapa do Semiárido brasileiro.



Figura 1 Mapa do Semiárido brasileiro. Fonte: Ministério da Integração Nacional – MI3

¹ IBGE (2000).

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

³ 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 (2006⁴), 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.

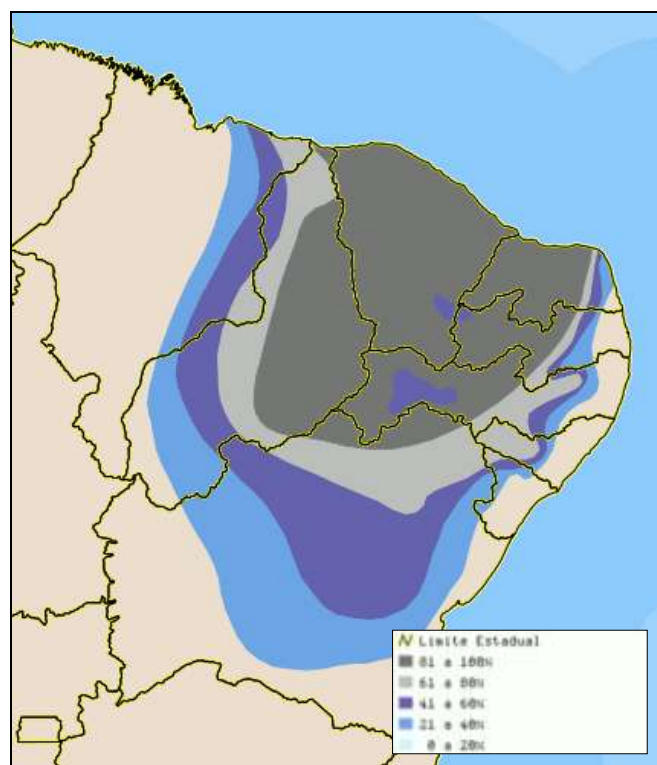


Figura 2 Área de incidência de secas no semiárido. Fonte: CARVALHO, Otamar de et al. Plano Integrado para o combate preventivo dos efeitos das secas no Nordeste. Brasília, MINTER, 1973, p. 85.

⁴ 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 3).



Figura 3 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 4 apresenta o mapa com a representação dessa pluviometria. Outra característica 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)⁵, resultando em taxas negativas no balanço hídrico;

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

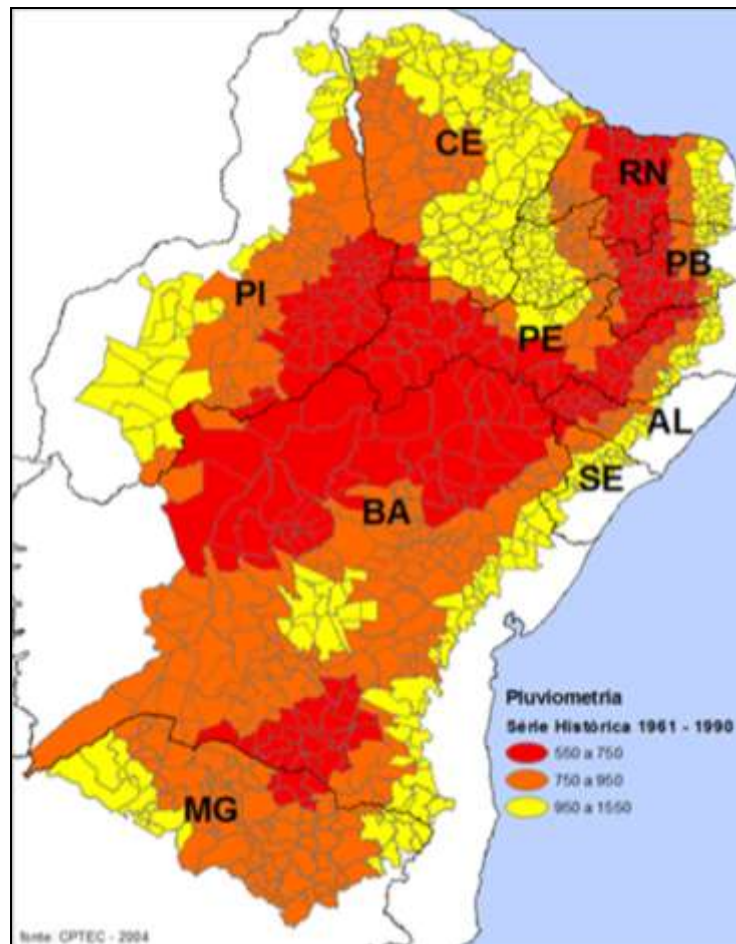


Figura 4 Mapa do semiárido com representação dos índices pluviométricos. Fonte: CPTEC (2004)

- 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)⁶. A Figura 5 apresenta essas áreas⁷. Estas, de acordo com esse documento, cobrem uma superfície de 1.340.863 km², sendo que as mais escuras representam as áreas semiáridas.

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

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

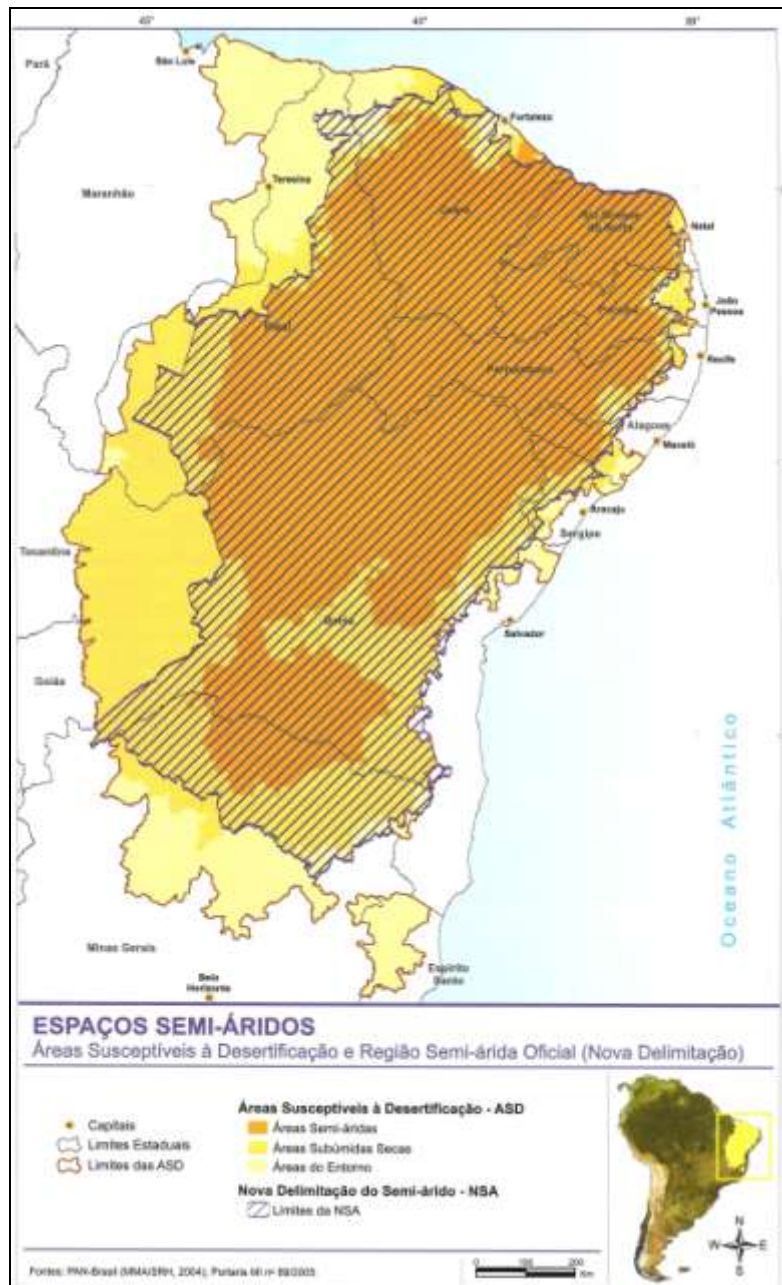


Figura 5 Áreas susceptíveis à desertificação e região semiárida. Fonte: MMA (2007) 8

- 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. A figura 6 apresenta mapa com a representação dos biomas das áreas susceptíveis à desertificação. A partir dessa figura observa-se que na área do semiárido predomina a vegetação de caatinga;

⁸ Idem.

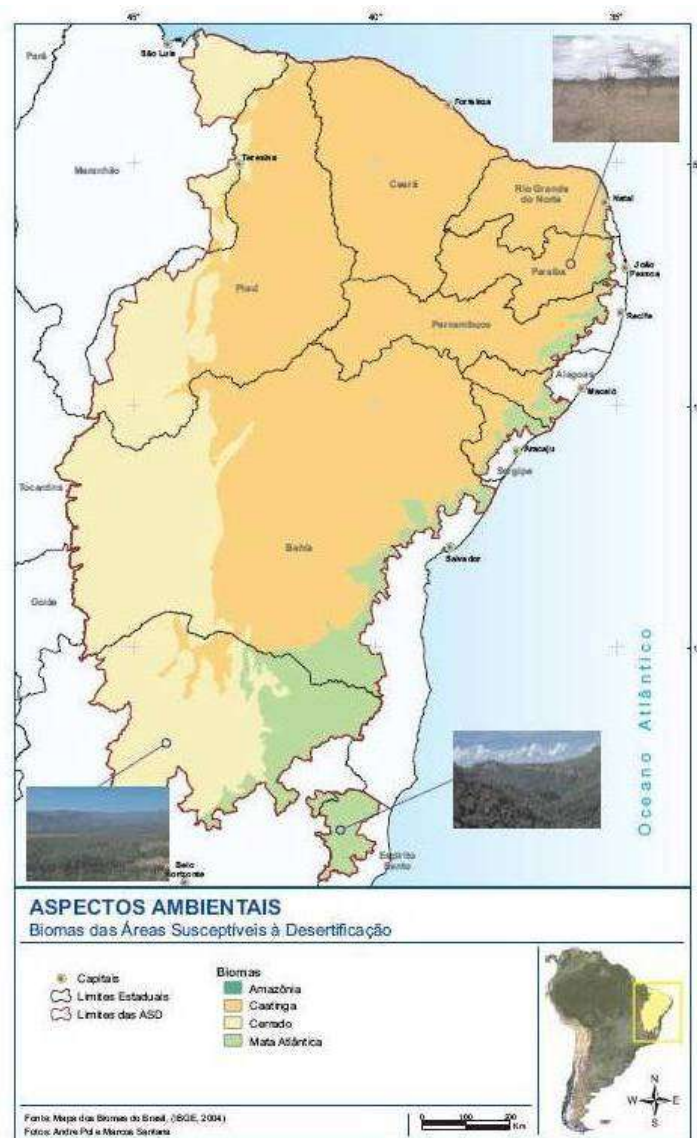


Figura 6 das áreas suscetíveis à desertificação. Fonte: MMA (2007)

- 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 7 e 8 apresentam, respectivamente, o potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil e formas de ocorrência de água subterrânea.

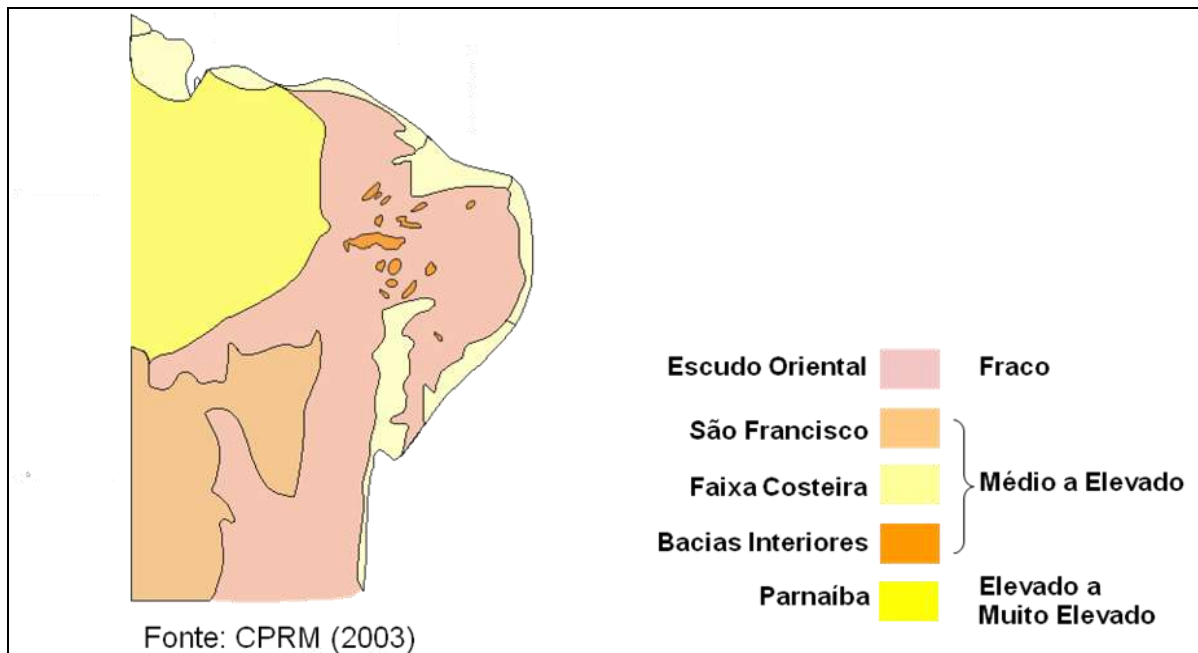


Figura 7 Potencial hidrogeológico do Nordeste do Brasil. Fonte: CPRM (2003)

De acordo com a Figura 7, 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 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.

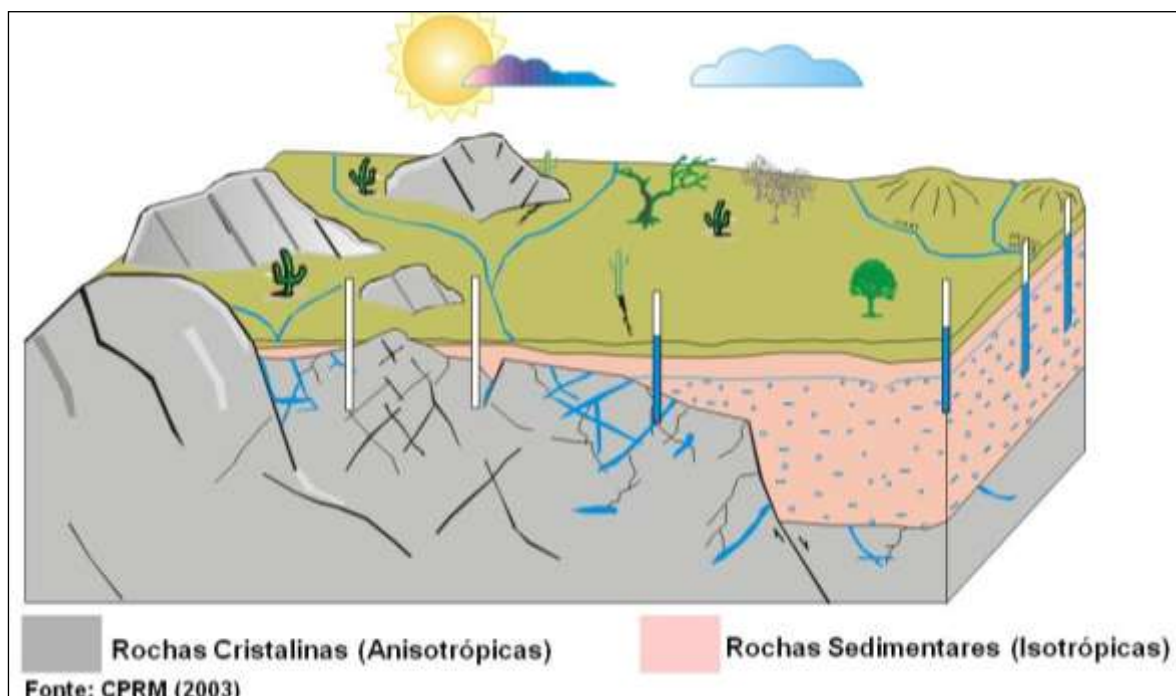


Figura 8 Formas de ocorrência das águas subterrâneas

Na figura acima 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 acumulam 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 m³/h.

Portanto, a associação de baixas precipitações, distribuição irregular das chuvas, delgado manto intempérico (solos rasos), quando não ausente e 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 sódicas⁹. 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)¹⁰ citado por Vieira, G. H.S. (s/d)¹¹. 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 IPCC¹² 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 Angelotti¹³).

Os cenários futuros sinalizam uma alteração nas características climáticas do Semiárido, com tendência de estiagem por praticamente todo o ano no Nordeste, apontando

9 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 abril/2010.

10 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.

11 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.

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

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

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 2006¹⁴).

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 Angelotti¹⁵).

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 subterrâneas por meio de sistemas de dessalinização.

Tal iniciativa foi destacada na publicação Segurança Hídrica no Semiárido, lançada em pelo Tribunal de Contas da União¹⁶. 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 tenha 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 região¹⁷.

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)¹⁸ 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)¹⁹, 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;

¹⁴ 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.

¹⁵ Op. Cit.

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

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

¹⁸ Idem.

¹⁹ IBGE (2003). Tabelas Completas de Mortalidade. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=266. Acesso em novembro/2009.

- São analfabetos mais de 390 mil adolescentes;
- Na faixa etária de 10 a 15 anos, cerca de 17% das crianças trabalha;
- Aproximadamente 75% das famílias residentes na zona rural vivem com renda *per capita* de menos de meio salário mínimo por mês;

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-M²⁰ nessa região é muito baixo. Isso pode ser observado na Figura 9.

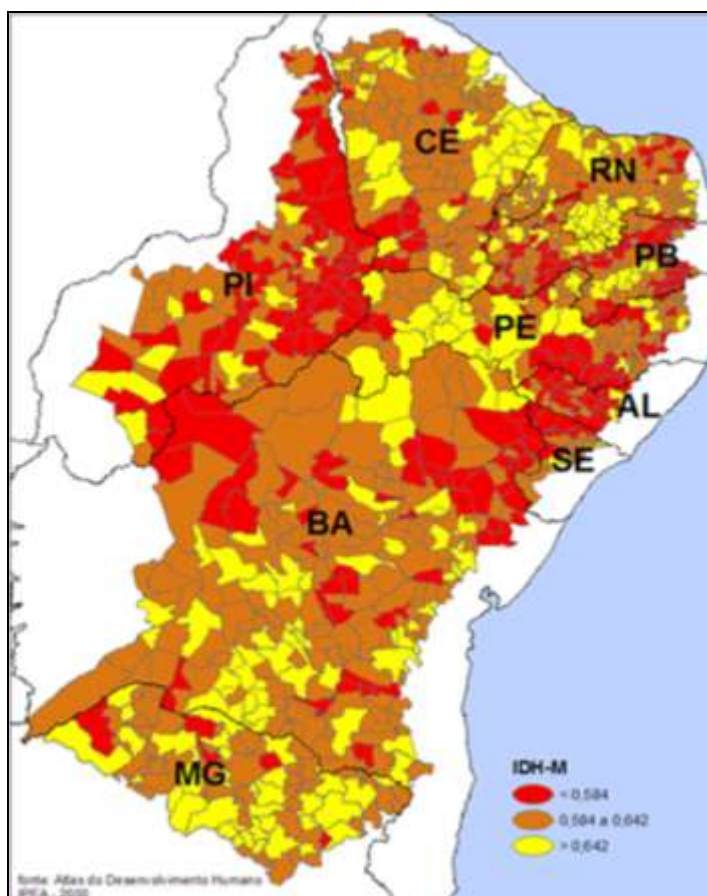


Figura 9 Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M). Fonte: PNUD (2000)²¹

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

²⁰ 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).

²¹ 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 apóia 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;

- 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 talvegues 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 - 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)

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.

Entretanto, esse Programa 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 SRH/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, UFCG, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF, etc), 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 Petrobrás, 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 30/07/2009, 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
Fase 1	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	
	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

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

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 abaixo:

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 10 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 10 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:

- Fonte hídrica (poço tubular, bomba do poço e adução)
 - Reservatório para a água bruta (reservatório de alimentação)
 - Abrigo do dessalinizador (área de 15 m²)
 - Equipamento de Dessalinização composto por:
 - Pré-tratamento:
 - Bomba dosadora e reservatório para solução de anti-incrustante
 - Filtros de cartucho de 5 µm de acetato de celulose
 - Moto-bomba auxiliar
 - Moto-bomba de alta pressão (potência a definir em função da produção requerida)
 - Permeadores (vaso de alta pressão) compostos com os elementos de membranas
 - Sistema para autolavagem dos elementos de membranas (moto-bomba e reservatório de 50 litros)
 - Instrumentos de medidas:
 - Rotômetros para registrar produção do permeado e concentrado
 - Manômetros para registrar a variação de pressão dos filtros e das membranas
 - Pressostato para proteger a bomba de alta pressão
 - Quadro elétrico com amperímetro o voltímetro
 - Válvulas e registros, linha hidráulica de baixa e alta pressão
 - Estrutura metálica protegida contra corrosão
 - Reservatório para a água permeada (a água potável) e concentrado
 - Chafariz para distribuição da água permeada
 - Reservatórios para contenção do concentrado
- 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 século²².

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, retraindo outros que fazem parte da mistura de alimentação. É, portanto uma barreira permeável e seletiva. A Figura 11 apresenta um esquema do processo de separação por membranas²³.

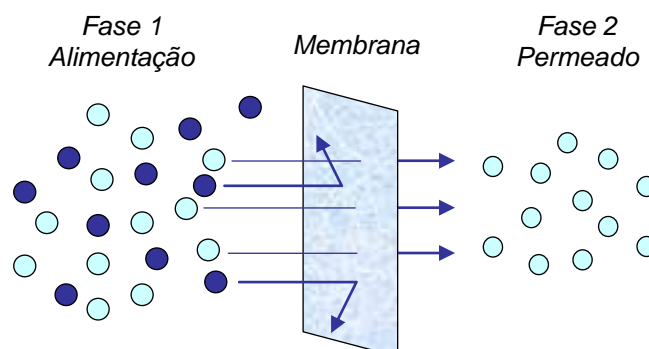


Figura 11 Representação esquemática do processo de separação por membranas.

²² 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.

²³ 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 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.

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 conduzindo 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 12.a), uma quantidade de água sairá da solução menos concentrada para a mais concentrada até que ambos os lados atinjam a mesma concentração (Figura 12.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 12.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*.

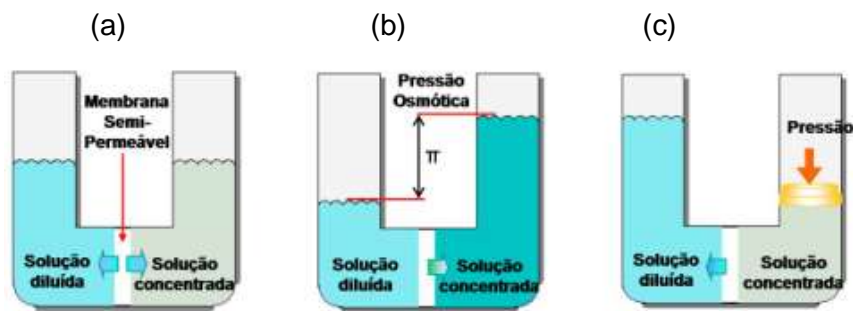


Figura 12 Representação do processo de osmose e osmose inversa: (a) duas soluções de concentrações salinas diferentes, separadas por uma membrana semipermeável; (b) a água passa para a solução mais concentrada, até que seja atingido o equilíbrio osmótico; (c) a aplicação de uma pressão superior à diferença de pressão hidrostática inverte o processo (osmose inversa) 24.

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 sais²⁵.

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 nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

4.2.3 Mobilização Social

Esse componente visa a despertar 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, etc.

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

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

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

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 reúso 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.

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;
- 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 idéia 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 colaborarem, 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, etc);
- 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.

A abaixo apresenta 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 e 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 Rural²⁶ e no Índice de Sustentabilidade Ambiental (ISA-Água), utilizando planilhas de caracterização e priorização das famílias que indicam os fatores limitantes (críticos) relacionados a:

²⁶ 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).

- Disponibilidades, 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).

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 13).



Figura 13 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, a tilápia;
- 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 Semi-Árido;
- 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 Geral 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 na Figura 14.

Quadro 5 Resumo das pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido

Áreas da pesquisa	Objetivos gerais	Planos de ação		Resultados esperados ou obtidos
Aquicultura	3. Estudar a limnologia dos viveiros de cultivo aquícola utilizando os efluentes da dessalinização 4. Desenvolver uma ração alternativa para tilápia com base em produtos locais 5. Selecionar, adaptar e otimizar a produção de tilápia e de outras espécies utilizando os efluentes da dessalinização	1	Identificação e seleção de alimentos regionais para composição de ração para tilápia rosa cultivada em efluente de dessalinização.	Foram selecionados 6 ingredientes: raspa de mandioca, sorgo, ferro de atriplex, 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.
		2	Formulação de ração para a tilápia rosa cultivada em efluente de dessalinização, com alimentos regionais selecionados.	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.
		3	Avaliação de duas taxas de estocagem e dois manejos alimentares para tilápia cultivada em efluente da dessalinização	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.
		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.	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 a água do concentrado da dessalinização, visando a introdução dessas espécies no sistema integrado de produção do Programa Água Doce.

Manejo de solo e água	<p>6. Otimizar o manejo de água e solo, na irrigação de halófitas, utilizando efluentes oriundos do cultivo aquícola</p> <p>7. Analisar o balanço de sais oriundos da irrigação com os efluentes dos cultivos aquícola, na água de drenagem e no perfil do solo.</p>	1	Determinação da evapotranspiração 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 por dia. Esse resultado define a lâmina de água a ser utilizada em projetos de irrigação da <i>atriplex</i> . Pesquisa inédita no semiárido brasileiro.
		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 corresponde 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	8. 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,
		2	Avaliação da adição da erva sal sobre as características fermentativas e nutricionais de silagens de capim elefante.	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. 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.
		3	Avaliação da erva sal (<i>Atriplex nummularia</i>) in-natura como fonte alimentar na criação de galinhas de capoeira	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.

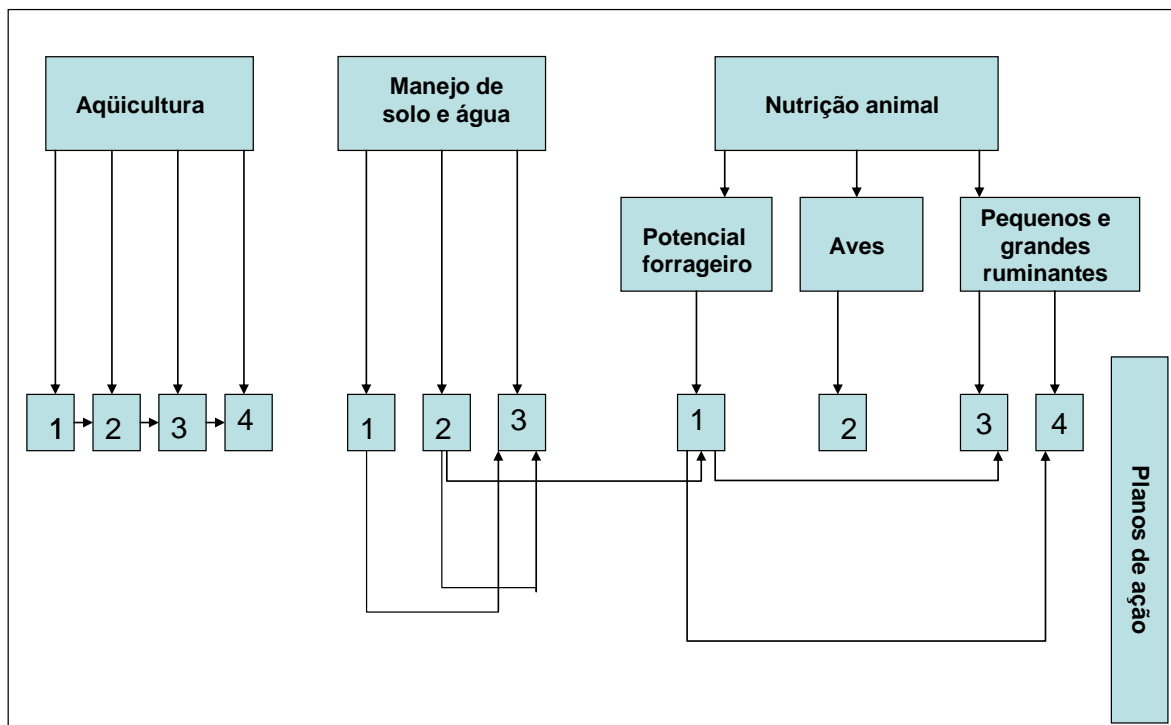


Figura 14 Inter relação entre as linhas de pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Semiárido

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 multi-disciplinar 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, etc.).

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 o 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 intergovernamental 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 se 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 Seca (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. Têm como objetivo orientar a sustentabilidade ambiental e social do Programa em cada uma das localidades beneficiadas. Quando existir alguma associação ou conjunto de associações que assuma o esse papel, esse 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 16 e 17.

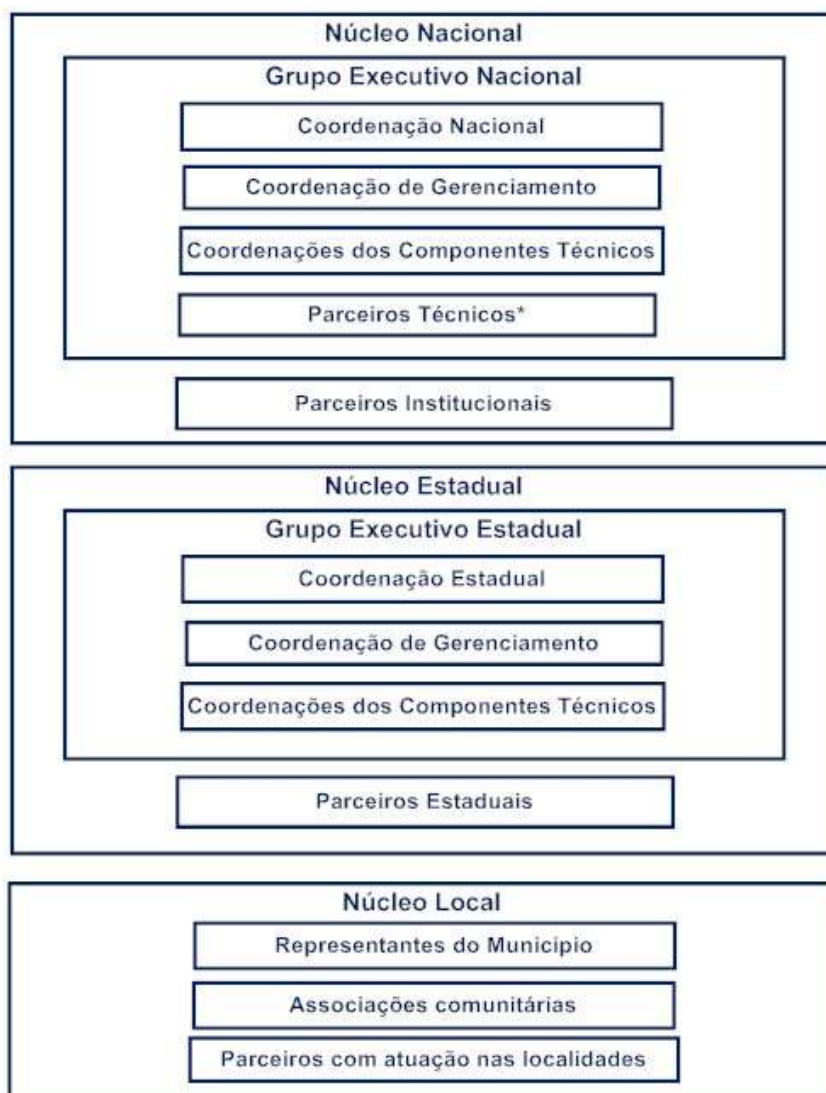


Figura 15 Representação da Estrutura Institucional do Programa Água Doce. (*) Instituições que contribuem com informações técnicas. Ex: CPRM.



Figura 16 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, Petrobrás, FBB e Codevasf, que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

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

- Petrobrás – 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

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 - 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 3.3 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 três 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 as 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. 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 sequencia 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	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	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/installação 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
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 18). 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.

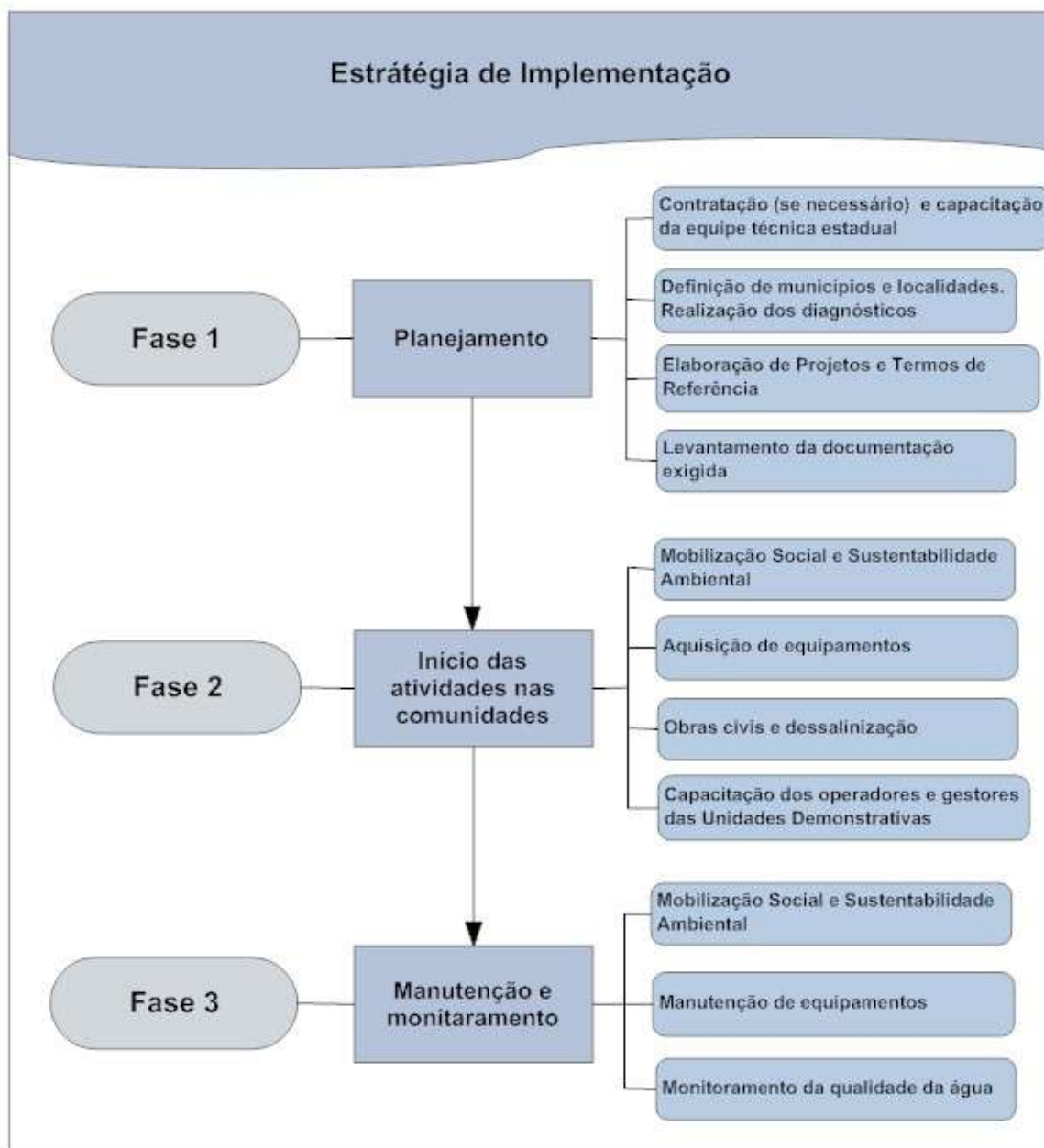


Figura 17 Fases da estratégia de implementação do Programa Água Doce

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)²⁷, Pluviometria (CPTEC/INPE, 1961-1990), Taxa de Mortalidade Infantil (DataSUS, 2005) e Intensidade de Pobreza (PNUD, 2000b)²⁸. Com exceção do IDH-M²⁹, 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 19 mostra a aplicação do Índice de Condição de Acesso à Água nos municípios do Semiárido.

²⁷ 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.

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

²⁹ 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.

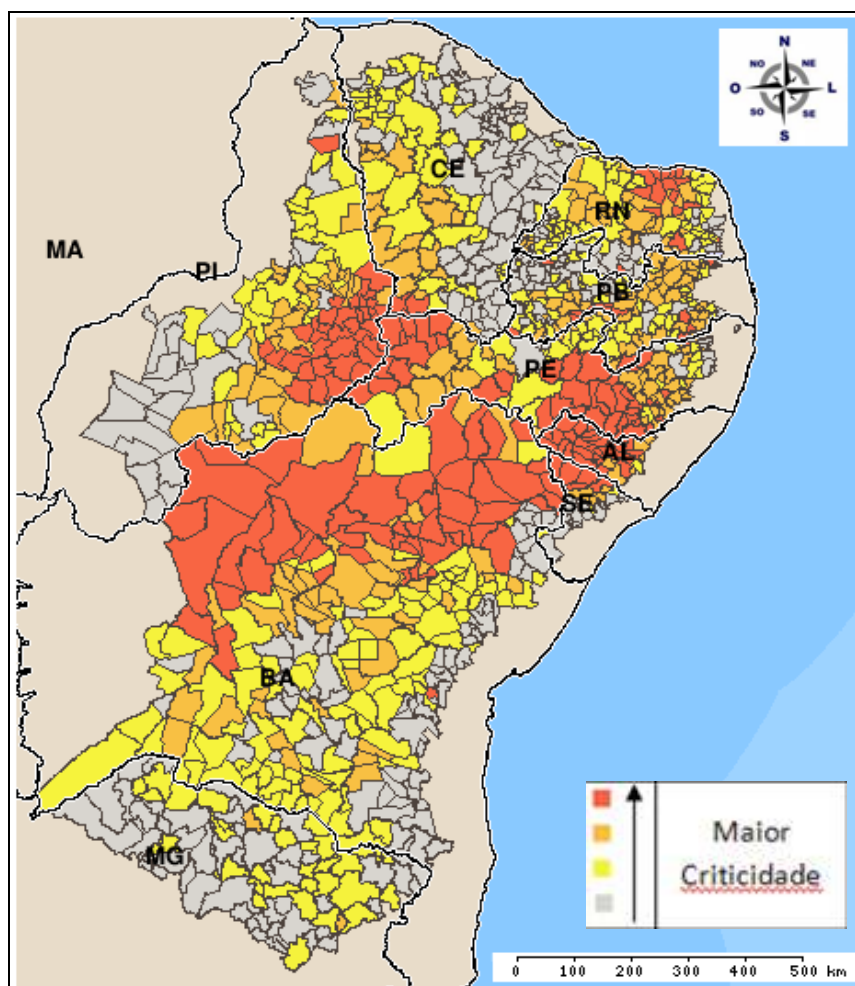


Figura 18 Índice de Condição de Acesso à água nos municípios do Semiárido brasileiro

Com o cruzamento das informações do Índice e a análise do resultado do diagnóstico é feita 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 na Figura 20.

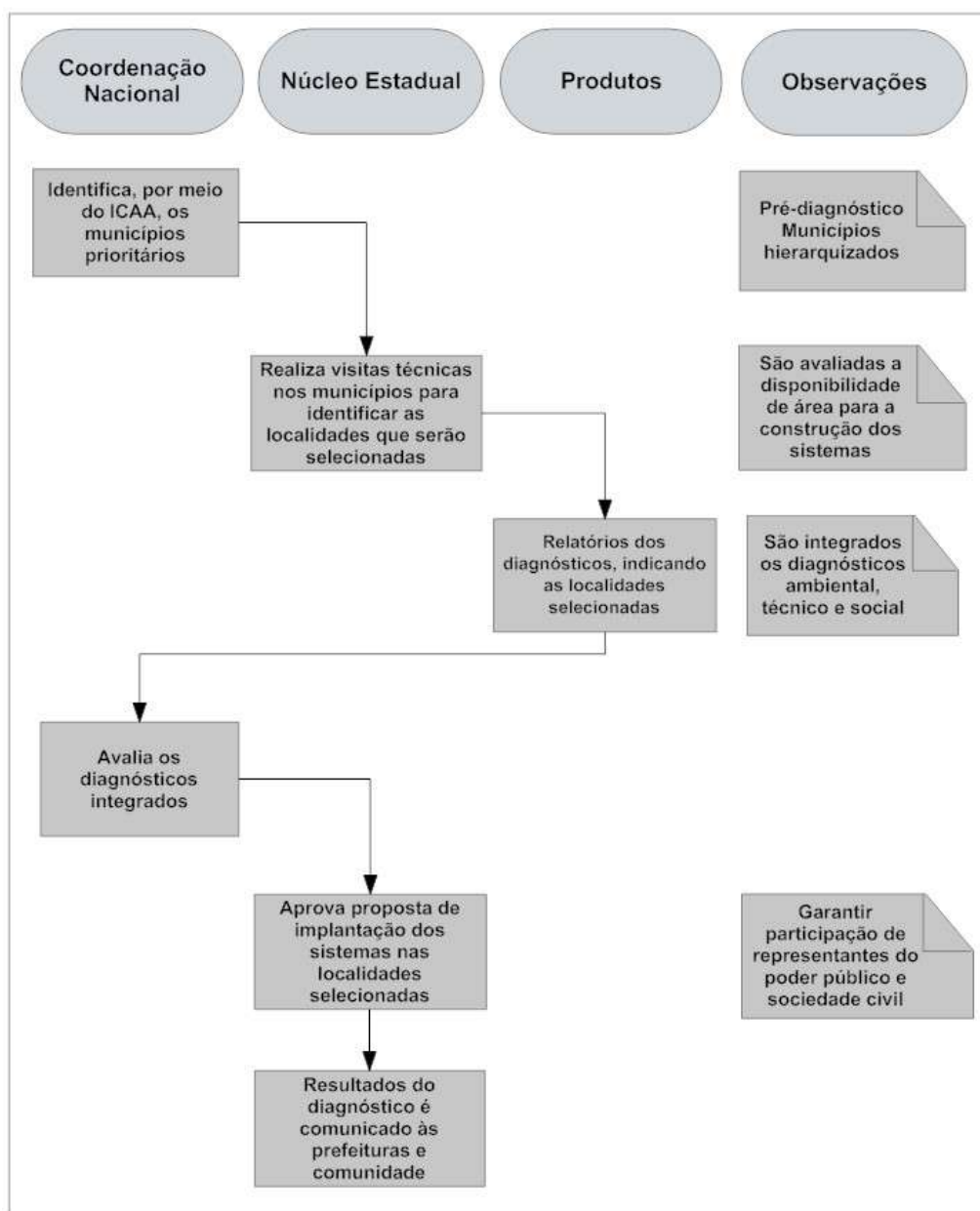


Figura 19 Passos para a realização do diagnóstico e seleção das localidades a serem atendidas pelo Programa Água Doce

Observa-se na Figura 21 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. A Figura 21 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.

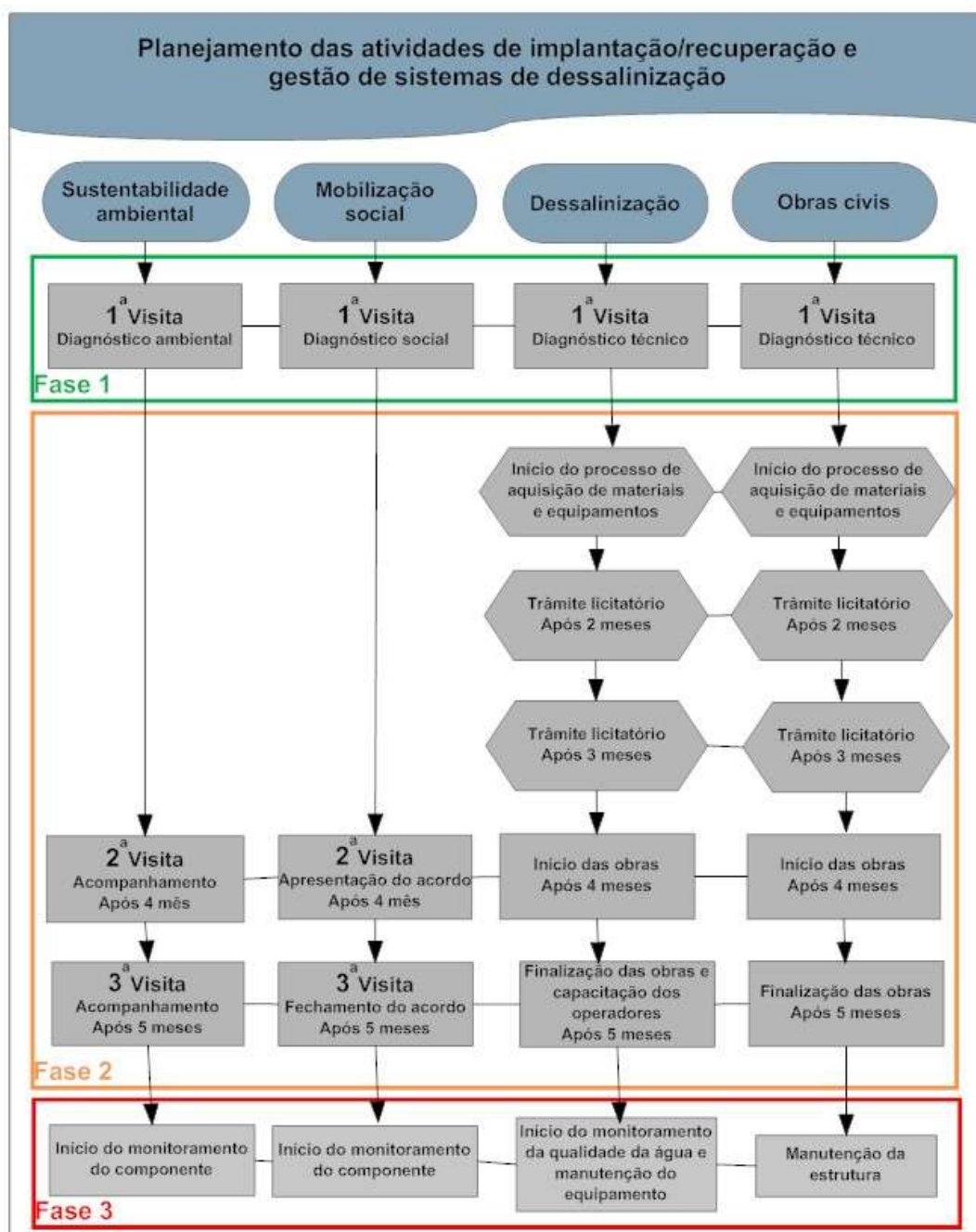


Figura 20 Planejamento das atividades de implantação/recuperação dos sistemas de dessalinização

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 Figura 3.14, 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 e 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 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 em ano, garantindo o acesso à água potável 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 atríplex, um depósito para o armazenamento de insumos e um banheiro (projetos em anexo). Como podemos observar na Figura 22, as atividades dos demais componentes se adéquam 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 m². Como será constituída por dois viveiros e um tanque, a necessidade de área total é de 4.500 m². 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
- A salinidade não deverá ser superior a 6,0 gramas de sais por litro.

A área deverá ser:

- 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.

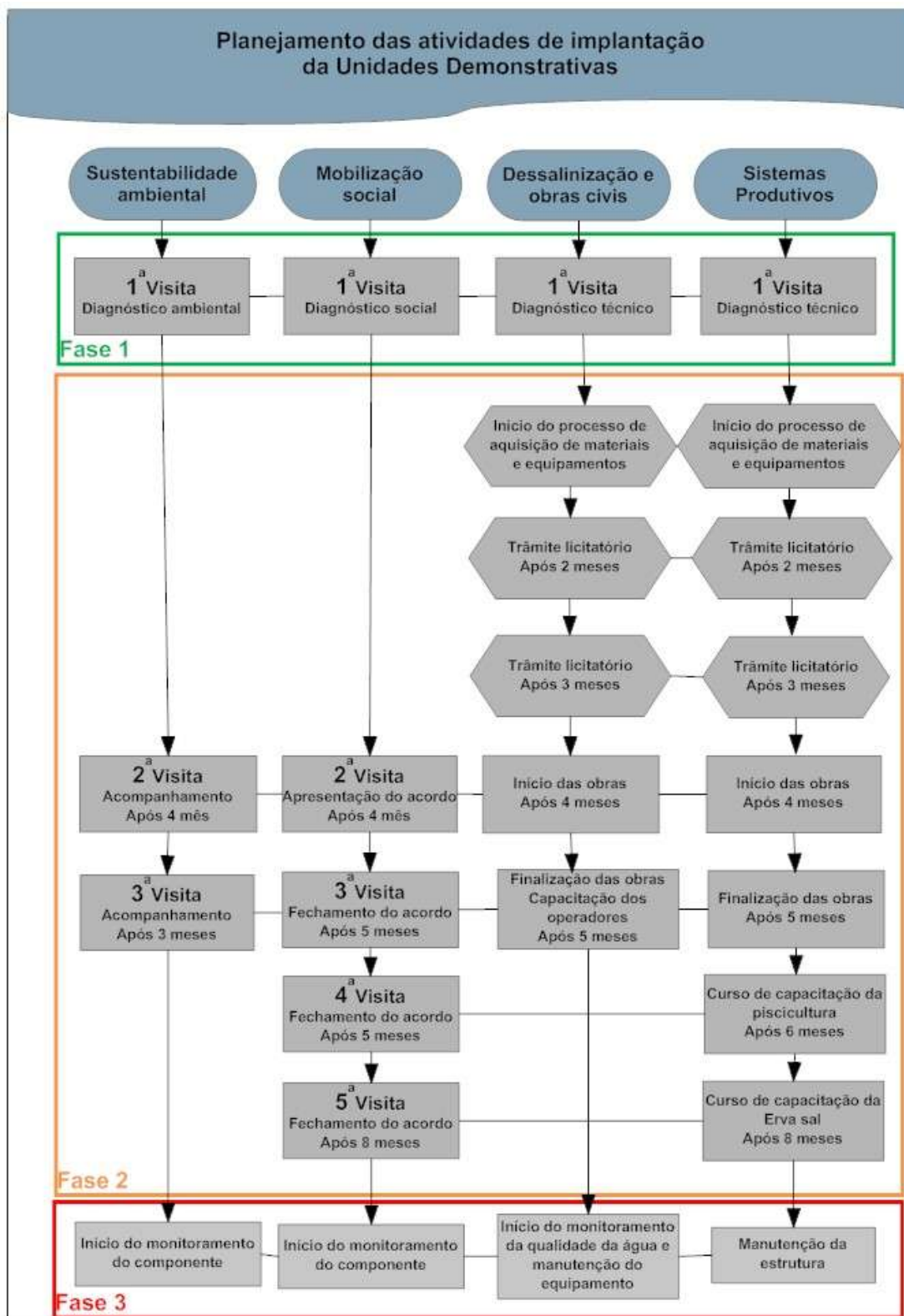


Figura 21 Planejamento das atividades de implantação das Unidades Demonstrativas do Programa Água Doce

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 deverão 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

Etapa	Atividades	Observações	Produtos
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 nos Quadros 9 e 10, 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.

Quadro 9 Custo unitário de implantação de sistema de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce

Custo unitário de implantação de sistemas de dessalinização	
Sub-componentes	Valor (R\$)
Apoio ao gerenciamento	12.148,05
Formação de recursos humanos	7.888,00
Diagnóstico técnico e ambiental	5.133,55
Mobilização ambiental	7.716,00
Sustentabilidade ambiental	10.851,98
Sistema de dessalinização	66.262,42
Total	110.000,00

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.

Quadro 10 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 ambiental	9.564,00
Sustentabilidade ambiental	12.276,00
Implantação de unidade produtiva	132.786,98
Total	200.000,00

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 os Quadros 9 e 10.

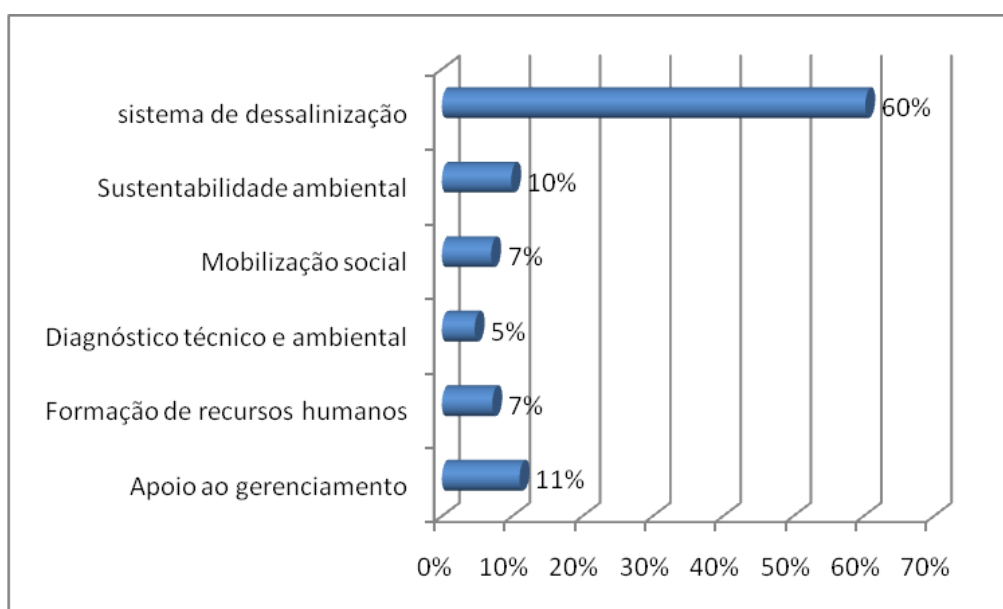


Figura 22 Distribuição percentual dos custos para a implantação de sistemas de dessalinização, por subcomponente do Programa Água Doce

No caso dos sistemas de dessalinização, observa-se que 60% dos recursos são despendidos com a implantação desses sistemas. Os demais subcomponentes atuam como suporte à essa implantação ou à sua sustentabilidade.

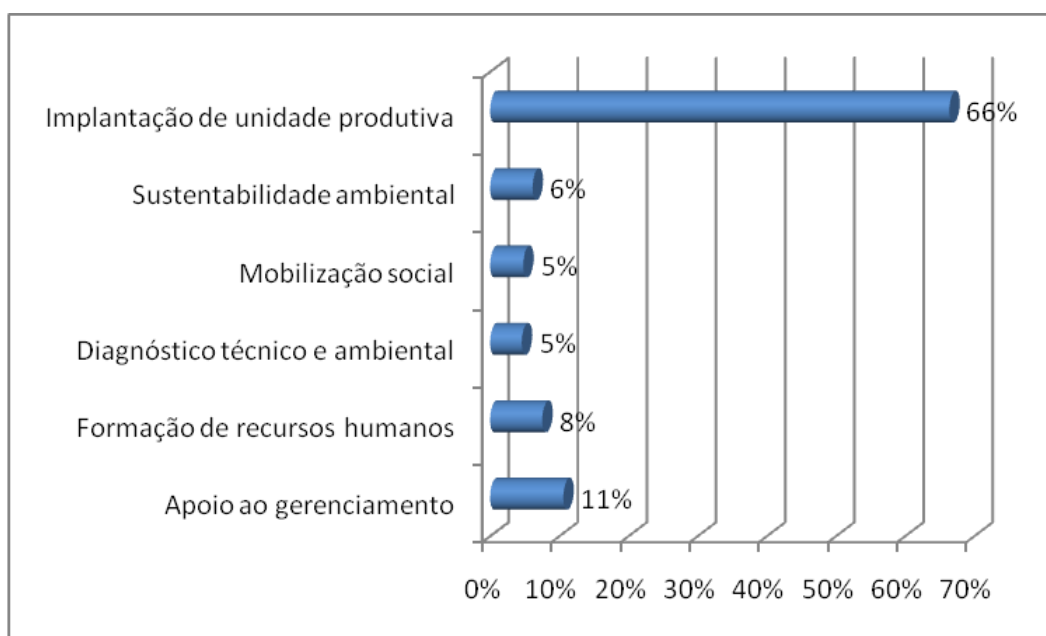


Figura 23 Distribuição percentual dos custos para a implantação de unidades produtivas, por subcomponente do Programa Água Doce

Para as unidades produtivas, cerca de 66% 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 distintos³⁰, 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 - Petrobrás
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – CODEVASF, que é vinculada ao Ministério da Integração Nacional.

Desde 2004, o Programa Água Doce estruturou e fortaleceu 10 Núcleos Estaduais, além de Coordenações e Grupos Executivos estaduais. Treinou 422 técnicos estaduais e 261 operadores de dessalinizadores e beneficiou 65 localidades e uma população de aproximadamente 60 mil pessoas. Para atendimento a essa população, foi necessário realizar diagnósticos técnicos e ambientais em mais de 250 localidades do semiárido.

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

Ressalta-se 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



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

Anualmente, o PAD realiza Encontros ou Oficina. 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 11 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 11 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	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	Abril 2006	107	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
III	Dezembro 2007	110	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



Foto 25| 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

- Em julho 2009 ocorreu a Oficina Estratégica para Elaboração e Implementação dos Planos Estaduais do Programa Água Doce, em João Pessoa/PB. Este evento contou com a participação de representantes dos estados 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 do Programa Água Doce. Número de participantes: 111.
- Em novembro 2009 ocorreu a Oficina de Acompanhamento e Planejamento das Ações do Programa Água Doce, em João Pessoa/PB, que contou com a participação dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe. No total, houve a participação de 84 representantes desses estados



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



Foto 30 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 de 2008

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

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

- Seleção de áreas para implantação de UDs
- 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 – 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 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 518/2004³¹ do Ministério da Saúde em todos os sistemas recuperados ou implantados pelo Programa Água Doce. A Tabela 3.4 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.

³¹ 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).

Quadro 12 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

Verifica-se, no Quadro 12, 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 3.24. 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 2462/2009³² – 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”;

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



Foto 37 Laboratório Agro ambiental 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;

³²Este 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.



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 300 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 3.5 apresenta um resumo das metas a serem atendidas para essa fase.

Os resultados esperados com o PAD estão relacionados às metas apresentadas no Quadro 13 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. O Quadro 14 apresenta as demandas por estado.

Quadro 13 Atividades desenvolvidas pelo Programa Água Doce para o período de 2010 a 2019

Etapas	Período	Atividades a serem desenvolvidas	Pessoas a serem beneficiadas
1ª Fase	2010-14	<p>Planejamento dessa Fase: Elaboração dos Planos Estaduais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição do Arranjo Institucional para sua implementação • Elaboração de Cenários Prospectivos • Seleção das localidades <p>Contratação e capacitação de equipe técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de Dessalinização • Mobilização Social • Sustentabilidade Ambiental <p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1.725 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 <p>Custo estimado: R\$ 170 milhões. Os custos unitários estão apresentados no item 3.5 deste documento.</p> <p>Difusão de Tecnologias Meta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 unidades por ano/estado <p>Custo estimado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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>Cerca de 1,18 milhão de pessoas</p> <p>Média de 650 pessoas atendidas por sistema</p>
2ª Fase	2015-19	<p>Metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Custo estimado: R\$ 170 milhões.</p>	<p>Cerca de 1,19 milhão de pessoas</p>

O custo médio para recuperação de um sistema de dessalinização é de R\$ 70.000,00, a implantação de um novo sistema R\$ 110.000,00 e de implantação de uma Unidade Demonstrativa R\$ 200.000,00. 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 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.

Quadro 14 Demandas 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	27.180.000,00
PE	294	196	25	1.340.659	335.165	47.140.000,00
AL	72	48	30	391.172	97.793	16.320.000,00
RN	112	75	21	539.874	134.969	20.290.000,00
MG	117	78	15	546.537	136.634	19.770.000,00
MA	89	59	15	425.650	106.413	15.720.000,00
CE	391	261	25	1.760.078	440.020	61.080.000,00
BA	690	460	25	3.055.127	763.782	103.900.000,00
PI	114	76	15	531.891	132.973	19.340.000,00
SE	37	25	10	185.310	46.328	7.340.000,00
Totais	2.071	1.381	206	9.510.916	2.377.730	338.080.000,00

PARTE II – MANUAIS DOS COMPONENTES TÉCNICOS

5 Mobilização Social

5.1 Introdução

Um dos maiores desafios do PAD é contribuir com a criação de estruturas permanentes de gestão dos sistemas de dessalinização – tanto no nível estadual (através da estruturação dos núcleos estaduais do programa e das equipes gestoras) quanto nos níveis municipal e comunitário. A experiência de programas anteriores ensinou que instalar ou recuperar os 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.

As ações do Componente Mobilização Social do PAD, integradas às atividades dos componentes técnico e ambiental, focalizam justamente a construção destes mecanismos de gestão – chamados de “acordos”. Estas ações objetivam o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização (poço – dessalinizador – destino adequado do rejeito) 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.

O objetivo deste curso é propiciar aos técnicos dos grupos gestores estaduais do PAD a oportunidade de debater os aspectos sociais (ou seja, não puramente técnicos, econômicos ou ambientais) da gestão dos sistemas de dessalinização, introduzindo algumas noções e temáticas fundamentais para o desenvolvimento das ações de mobilização social do Programa Água Doce.

5.2 O componente Mobilização Social do PAD

O Componente Mobilização Social do PAD foi estruturado de modo a atuar em duas linhas principais de ação:

- Na construção de instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização, e
- Na formação de técnicos junto aos grupos gestores estaduais para colaborarem com as comunidades na construção das instâncias locais de gestão dos sistemas de dessalinização.

Estas duas linhas de ação, no 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 atuando nas equipes estaduais do PAD.

As ações de mobilização social – que integram os três eixos centrais no processo de implementação do Programa Água Doce (os dois outros eixos incluem as ações referentes aos aspectos técnicos e aos aspectos ambientais) – deverão ser desenvolvidas em três níveis: a) na coordenação das atividades do Programa; b) na articulação dos núcleos estaduais e c) nas atividades junto às comunidades

beneficiadas pela recuperação ou instalação dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.

As ações nos níveis da coordenação e dos núcleos estaduais devem se orientar para as linhas de ação acima indicadas, referentes ao nível das atividades junto às comunidades beneficiadas. As ações do componente estão distribuídas em três momentos principais que, mesmo estando profundamente interligados, apresentamos aqui como fases separadas:

1. Diagnóstico social;
2. Construção dos mecanismos de gestão local dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas; e
3. Monitoramento da gestão feita pelas comunidades atendidas pelo programa.

5.2.1 Objetivos

- Contribuir para o estabelecimento de bases sólidas de cooperação e participação social na gestão dos sistemas de dessalinização.
- Colaborar no processo de definição dos acordos que garantirão o funcionamento a longo prazo dos dessalinizadores.
- 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.

5.2.2 Diretrizes

- As ações do Componente Mobilização Social estão direcionadas para o auxílio à resolução dos *dilemas sociais* (conflitos entre racionalidades individual e coletiva) envolvidos nos processos de elaboração das regras que viabilizarão o funcionamento dos dessalinizadores e nas atividades de implementação das regras através dos mecanismos de gestão dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas.
- As atividades dos membros do componente mobilização social estarão sempre pautadas na idéia 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.

5.3 Dilemas sociais e ação coletiva

As dificuldades que muitas comunidades enfrentam para estabelecer a cooperação entre seus membros com vistas a alcançar um benefício comum não é necessariamente um sinal de ignorância ou irracionalidade. Ao contrário, é justamente porque as pessoas tendem a agir racionalmente na busca de garantir seus melhores

interesses que sua ação individual pode colocar em xeque os interesses da coletividade.

Mesmo quando cada um dos indivíduos envolvidos numa ação coletiva para conquistar ou garantir um benefício tenha mais a ganhar com a cooperação do que trabalhando contra ela, ainda assim pode considerar que é melhor não arcar com os custos da cooperação (participar de reuniões, dedicar algumas horas ou dias a atividades coletivas, participar na gestão dos sistemas de dessalinização) e, desta forma, pegar carona na dedicação dos outros. Num ambiente em que não há certeza sobre a participação de todos na cooperação, cada indivíduo pode considerar mais vantajoso romper com o acordo comum e garantir logo a aquisição de algum benefício, ainda que em menor quantidade do que aquele esperado caso a cooperação prosperasse. Assim, podemos entender que indivíduos racionais, em circunstâncias especiais, podem produzir resultados não racionais quando analisados a partir de perspectiva do grupo como um todo.

É esta contradição entre racionalidade individual e racionalidade coletiva que está na base do que muitos cientistas sociais têm chamado de *dilemas da ação coletiva* ou *dilemas sociais*. Assim, *dilemas sociais* ocorrem sempre que indivíduos em situação de interdependência fazem escolhas que maximizam benefícios de curto prazo levando todo o grupo a uma situação pior, no longo prazo, do que a que estaria se outras alternativas possíveis fossem seguidas.

A gestão dos sistemas de dessalinização pode apresentar, nas comunidades atendidas pelo PAD, problemas relativos a dilemas sociais. Mesmo que toda comunidade perceba claramente o benefício gerado pela instalação do dessalinizador e esteja interessada em seu funcionamento, pode ocorrer que outros interesses mais imediatos dificultem o envolvimento de todos nos processos de tomada de decisão, nas reuniões comunitárias e nas atividades cotidianas da gestão dos sistemas de dessalinização.

Não é só porque as pessoas têm interesses comuns que elas vão se envolver numa ação coletiva para conquistar ou manter algum benefício coletivo. Para que a ação coletiva tenha sucesso é preciso antes superar os dilemas sociais, ou seja, as contradições entre os interesses individuais de curto prazo e os interesses coletivos. A superação desses dilemas sociais depende normalmente da adoção de acordos comunitários (que representam regras que regulam os comportamentos de todos os envolvidos), de mecanismos de gestão, de resolução de conflitos e de monitoramento do cumprimento desses acordos.

Estes acordos são determinantes para a vida comunitária não apenas porque limitam o que as pessoas podem fazer, mas também porque motivam certos tipos de ações. Num mundo de incertezas, proporcionam uma base para a tomada de decisões com razoável segurança, já que a existência de regras informa sobre o comportamento dos outros indivíduos. Por outro lado, não se pode esquecer que as escolhas individuais são fortemente influenciadas pelo sistema de valores a partir dos quais os indivíduos avaliam suas próprias decisões.

O processo mesmo de construção dos acordos comunitários, no entanto, pode evidenciar conflitos latentes entre membros ou grupos da comunidade. Esse é um outro custo relacionado com as atividades de gestão dos sistemas de dessalinização. Muitas comunidades podem preferir que estes conflitos não sejam reanimados e, por outro lado, é importante que eles não inviabilizem a construção dos acordos. Os técnicos devem desenvolver a sensibilidade de, junto com a comunidade, separar aquelas desavenças relativas à gestão dos sistemas de dessalinização (que devem ser resolvidas pelos acordos) das discordâncias mais gerais que não estão diretamente ligadas com o funcionamento do dessalinizador e a oferta de água de boa qualidade na comunidade.

A distinção entre acordos (arranjos institucionais ou instituições) e organizações (associações, cooperativas, clubes de mães, etc) é fundamental. As pessoas podem estar capacitadas a criar uma nova organização que as capacite a alcançar um determinado objetivo no curto prazo. Entretanto, o processo de desenvolvimento de normas e instituições leva tempo e é um processo que não pode ser controlado por uma liderança comunitária ou pelos técnicos e mediadores.

Os instrumentos de gestão a serem definidos pelas comunidades para garantir o funcionamento a longo prazo dos sistemas de dessalinização não podem ser tratados apenas em termos de mobilização para ação e das estruturas e processos de tomada de decisão (sendo elas mais ou menos participativas), mas também em termos da competência em realizar os planos acordados, em colocar em prática as decisões tomadas, em contribuir com as melhorias das condições de vida do grupo social que representa – particularmente no tocante a oferta de água de boa qualidade para o consumo humano.

É importante destacar, ainda, que estes instrumentos de gestão estarão relacionados com outras instituições (sejam elas públicas ou privadas, com função de regulação ou de mediação) e com o contexto mais amplo de inserção da comunidade – não apenas político, mas também econômico e ecológico. As comunidades não podem ser tratadas como se fossem homogêneas internamente e livres das influências do contexto externo (poder local, políticas públicas, ação de ONGs, entre outros aspectos).

Mesmo que nosso objetivo seja garantir formas mais participativas e democráticas de acesso à água de boa qualidade proporcionada pelos sistemas de dessalinização, não podemos ignorar as diferenças de poder e de influência, os conflitos de interesses e as disputas entre membros de uma mesma comunidade.

5.3.1 O papel dos técnicos dos núcleos estaduais

Na década de 1990, a noção de *capital social*³³ passa a fazer parte das ferramentas teóricas e conceituais instrumentalizadas pelos atores sociais envolvidos com a promoção, apoio e implementação de projetos sociais nos países em desenvolvimento. Identificar grupos sociais com grandes estoques de *capital social* e, do lado inverso da moeda, ajudar comunidades locais a acumulem *capital social* passaram a ser atividades consideradas essenciais para os técnicos envolvidos com o trabalho de mobilização das comunidades.

Uma ideia central associada ao conceito de capital social é a de que redes sociais têm valor. Contatos sociais afetam a produtividade de indivíduos e grupos. Capital social refere-se a conexões de indivíduos – redes sociais e normas de reciprocidade e confiança que emergem destas conexões. Por esse motivo, a cooperação voluntária seria mais facilmente alcançada em comunidades que têm um estoque substancial de capital social, na forma de normas de reciprocidade e de redes de compromissos mútuos. É o contexto social que facilita a cooperação e cria condições para o sucesso na superação dos dilemas da ação coletiva.

³³ O capital social seria definido como um conjunto de características da organização social, tais como confiança, normas e redes, que contribuem para aumentar a eficiência de um grupo social em facilitar ações coordenadas.

Para que estes objetivos sejam alcançados, é importante que os técnicos (mediadores) ligados às equipes estaduais do PAD atuem como facilitadores das dinâmicas internas e não como aqueles que tomam as decisões pelas comunidades.

O sucesso das atividades do Componente Mobilização Social do PAD depende do desenvolvimento por parte das equipes estaduais da habilidade de colaborar com o aperfeiçoamento dos processos locais de tomada de decisões. Os acordos devem ser das comunidades e não dos técnicos. Não quer dizer com isso que o trabalho dos técnicos tenha menor importância. Ao contrário, a importância cresce na medida em que conseguem, através de suas ações, colaborar com as comunidades para que possam fazer a gestão dos sistemas de dessalinização. Este papel não se esgota com a construção do acordo. Estende-se ainda à fase de monitoramento do cumprimento do acordo pelas comunidades.

5.4 O conceito de viabilidade social

O Programa Água Doce incorpora às preocupações tradicionais com a viabilidade econômica e ecológica dos sistemas de dessalinização, preocupações com a viabilidade social. As preocupações com a viabilidade social referem-se, principalmente, ao contexto institucional (acordos e mecanismos de gestão) e as formas de organização local relacionadas com a implementação dos sistemas de dessalinização.

Um enfoque voltado para garantir a viabilidade social dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas deve preocupar-se:

- a) Com as normas e regras compartilhadas pelos membros das comunidades beneficiadas referentes ao acesso e uso da água de boa qualidade produzida pelos dessalinizadores e aos benefícios gerados pelas unidades demonstrativas e produtivas; e
- b) Com as formas pelas quais os sistemas de dessalinização e as atividades produtivas se integram às estratégias econômicas e aos padrões de sociabilidade dessas comunidades.

Ainda que a fragilidade da autonomia local e a dificuldade em se empreender uma ação coletiva coordenada possam ser encontradas em muitas comunidades, o enfoque da viabilidade social oferece a alternativa de que estes problemas sejam trabalhados de forma a empreender dinâmicas de superação.

Não se pode perder de vista que a inovação técnica e institucional representada pela implantação de um sistema de dessalinização ou de uma unidade demonstrativa numa comunidade está relacionada com o sistema local de conhecimento que articula atores, redes e organizações. Para se propor inovações ou estabelecer referências técnicas é preciso levar em conta as condições reais da vida comunitária e também os sistemas locais de conhecimento por meio dos quais tais inovações serão avaliadas, adaptadas e adotadas.

As relações entre técnicos e comunidades e as experiências de gestão participativa são sempre desafiadoras. Os problemas surgidos podem ser melhor enfrentados quando as ações de mediação remetem ao fortalecimento das instâncias comunitárias de tomada de decisão, sejam associações, sindicatos, cooperativas, conselhos ou comitês locais, ou mesmo instâncias informais como redes de parentesco e as unidades familiares.

A inclusão da participação como mecanismo institucional de formulação/implantação das políticas públicas (no contexto de medidas descentralizadoras) tem sido uma tendência forte na última década, tendência esta que perpassa os discursos técnicos dos representantes do poder público e das lideranças populares. Porém esta estratégia tem apresentado algumas limitações e a noção de participação tem sido algumas vezes utilizada para legitimar as decisões dos técnicos. A participação implica na existência de uma sociedade organizada ao nível local, de um tipo de relacionamento que partilhe poder e decisões e de que a comunidade deseja participar. Algumas vezes é preciso que estas condições sejam criadas.

5.5 A construção dos sistemas de gestão

Os sistemas de dessalinização, as unidades demonstrativas e as unidades produtivas são, pelas suas características, recursos comuns. Ou seja, não são passíveis de apropriação privada (a não ser que os objetivos iniciais de sua instalação tenham sido subvertidos). E mesmo quando a gestão desses sistemas inclui o poder público, ainda assim permanece o caráter coletivo do acesso e uso dos sistemas e da água de boa qualidade que produz.

Recursos comuns envolvem a necessidade de uma gestão coletiva. Para que essa gestão coletiva seja bem sucedida é preciso, como vimos, superar os dilemas da ação coletiva. Ações coletivas bem sucedidas não são o resultado do compartilhamento de valores comuns entre membros de uma comunidade (tida erroneamente como homogênea). A simples existência destes valores seria insuficiente para garantir o funcionamento permanente dos sistemas de dessalinização.

O Programa Água Doce, através de seu componente mobilização social, deve cooperar para que as comunidades construam soluções cooperativas para os problemas de gestão dos sistemas de dessalinização, focalizando os acordos locais que venham a facilitar a ação coletiva.

As regras de uso e acesso à água de boa qualidade, ao peixe, à erva-sal deverão ser continuamente desenvolvidas. Estas regras vão sendo modificadas para responder as oportunidades e limitações que certamente surgirão devido à natureza dinâmica da vida social. Um sistema de gestão comunitária dos dessalinizadores será sempre um trabalho em progresso, que precisa ser permanentemente monitorado e avaliado.

A experiência tem demonstrado, no entanto, que alguns aspectos na construção de boa gestão coletiva devem ser observados:

- Definição clara de quem são os usuários/beneficiários dos sistemas de dessalinização, das unidades demonstrativas e das unidades produtivas;
- Aprovação de acordos sobre as regras de acesso e uso da água dessalinizada, aos tanques de criação de peixes, às áreas irrigadas com o concentrado;
- Clareza sobre as responsabilidades, direitos e deveres de todos os envolvidos (comunidades, órgãos públicos, ONGs);
- Estruturação das instâncias de gestão – incluindo estruturas de participação e resolução de conflitos/problemas (que podem ser

comitês, reuniões da associação ou cooperativa, ou outras instâncias) adaptadas às condições locais de organização social;

- Legitimidade dos acordos localmente construídos, o que significa o reconhecimento por parte dos técnicos, dos poderes públicos, dos próprios comunitários da importância dos acordos; e
- Definição de estratégias de monitoramento para verificar se os acordos coletivos estão sendo cumpridos.

Os técnicos devem:

- Atuar no monitoramento inicial da implementação dos acordos;
- Oferecer apoio no processo de estabelecimento das rotinas do sistema de gestão;
- Colaborar com a articulação entre os diferentes atores envolvidos com o funcionamento dos sistemas de dessalinização e das unidades demonstrativas; e
- Estimular o aperfeiçoamento dos sistemas de gestão.

Os técnicos podem atuar como informantes sobre as regras adotadas em outras comunidades e que estão dando certo. Mas é importante ter em mente que um sistema de gestão que funciona bem em uma comunidade não irá necessariamente apresentar os mesmos resultados em outra. Temos que ser flexíveis e sensíveis para reconhecer e valorizar as especificidades de cada grupo e contexto social.

5.6 O diagnóstico social

As ações relacionadas ao componente mobilização social devem ser iniciadas com a realização do que temos chamado de “diagnóstico social”. Este diagnóstico não pretende ser exaustivo num primeiro momento e nem é possível apreender a dinâmica de organização da vida comunitária, os conflitos internos e os diferentes grupos de interesse em uma primeira visita. Porém é importante, antes de começar o trabalho em uma comunidade, levantar algumas informações importantes para a realização das ações previstas pelo componente. Algumas informações básicas são indicadas a seguir:

- Identificar potenciais beneficiários diretos e indiretos do PAD e os demais atores (do setor público e da sociedade civil) interessados no processo;
- Mapear os conflitos e problemas que levaram à desativação ou ao funcionamento inadequado dos dessalinizadores no passado;
- Fazer um levantamento das formas de organização social e das lideranças locais que possam colaborar no processo de gestão;
- Entender como são as relações entre a comunidade e as esferas políticas, econômicas e culturais do município; e
- Levantar informações sobre as formas de organização produtiva na comunidade (vê sistemas produtivos, a seguir) e sobre o envolvimento em outros projetos ou programas que objetivassem o desenvolvimento da comunidade.

O diagnóstico social, no entanto, não pode ser encarado como uma etapa isolada no contexto das ações da mobilização social. Nosso conhecimento sobre as

dinâmicas comunitárias deve estar sendo sempre ampliado e é preciso estar atento para os novos conhecimentos gerados pela continuidade do trabalho. Para a primeira visita exploratória, foi elaborado um formulário-guia (em anexo) com questões que orientam o trabalho de diagnóstico. As respostas a estas questões deverão alimentar um banco de dados do componente mobilização social sobre as comunidades beneficiadas e orientar o trabalho dos técnicos junto a estas comunidades.

5.7 Paternalismo X Autonomia

O Componente Mobilização social do Programa Água Doce não se restringe apenas a “mobilizar” as comunidades beneficiadas. Não se trata apenas de animar a comunidade, organizar reuniões e conscientizar as pessoas sobre a importância da água de boa qualidade para o consumo humano. O objetivo central das ações previstas é garantir a autonomia da comunidade como meio de possibilitar que as comunidades assumam efetivamente a gestão dos sistemas de dessalinização.

Um dos maiores desafios a serem enfrentados pelos técnicos envolvidos nos grupos gestores estaduais e na coordenação do PAD é evitar as práticas paternalistas. Técnicos e comunidades muitas vezes estabelecem relações paternalistas como resultado de um acordo silencioso e inconsciente. Os resultados desse acordo, porém, são dependência, centralização e fragilidade da organização comunitária.

Outro cuidado é o de reconhecer e respeitar as estruturas de organização social já existentes. Identificar as lideranças locais e aproveitar o potencial das formas tradicionais de superação dos dilemas sociais na construção de mecanismos efetivos de gestão dos sistemas de dessalinização e de controle social são ações que garantirão o sucesso das atividades de mobilização social.

A democratização do acesso à água, como resultado do reforço do controle coletivo sobre os sistemas de dessalinização e as unidades demonstrativas e da autonomia comunitária, é um processo longo e gradual. E, como todo processo social, será mesclado de avanços e recuos; fases de aceleração e desaceleração; e por momentos de embate e cooperação.

Chamamos a atenção para alguns dos aspectos sociais relacionados à gestão dos sistemas de dessalinização e das unidades demonstrativas recuperados/implantados pelo PAD. A discussão não esgota o assunto. O processo de execução do Programa Água Doce contribuirá para aumentarmos nossos conhecimentos sobre estas dinâmicas e aperfeiçoarmos as estratégias de intervenção e de mediação dos técnicos como facilitadores dos processos de organização social.

5.8 A elaboração dos acordos

5.8.1 Acordos para os sistemas de dessalinização

Realizado o diagnóstico social nas comunidades que serão beneficiadas com a recuperação ou instalação de sistemas de dessalinização pelo Programa Água Doce, é chegada a hora de contribuir com a construção de mecanismos de gestão comunitária desses sistemas.

As equipes estaduais ligadas ao Componente Mobilização Social deverão atuar para que no momento em que o sistema de dessalinização, novo ou recuperado, começar a funcionar, já estejam firmados os acordos comunitários que definirão as regras e os mecanismos de participação que possibilitarão a gestão do sistema, garantindo controle e participação da comunidade nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas.

Esta segunda fase do trabalho é fundamental para o sucesso do programa, pois estabelece as bases da cooperação e da construção da autonomia local na gestão dos sistemas de dessalinização.

5.8.2 Planejamento das atividades

O trabalho nesta segunda fase consistirá na **realização de visitas às comunidades, para colaborar com a elaboração dos acordos locais**. O cronograma das visitas de campo deve estar sintonizado com o planejamento da recuperação ou da instalação do sistema de dessalinização nas comunidades priorizadas a partir da análise dos diagnósticos técnicos e ratificadas pelo núcleo estadual do PAD. Os acordos locais devem ser aprovados e entrar em funcionamento no mesmo momento em que os sistemas começarem a funcionar.

Estão previstos recursos para financiar até seis visitas de campo dos técnicos do Componente Mobilização Social a cada comunidade para colaborar com a elaboração e monitoramento dos acordos locais. É importante lembrar que o trabalho do técnico terá continuidade depois de recuperado o sistema de dessalinização, no monitoramento da gestão.

5.8.3 As visitas de campo

As visitas às comunidades, nesta etapa, devem contemplar:

- A realização de reuniões com o maior número de famílias da comunidade para explicar a importância do acordo local e planejar o processo que vai resultar no acordo a ser firmado entre todos os beneficiados.
- Contatos com outros atores sociais envolvidos com a gestão dos sistemas de dessalinização, para que se integrem ao processo de construção do acordo com os direitos e deveres de todos. Importante nesta etapa é garantir o envolvimento de representante do poder municipal.
- Analisar o diagnóstico social com a comunidade, para que ela faça uma avaliação do funcionamento do sistema de dessalinização no passado, quando for o caso.
- Aprofundar elementos do diagnóstico social que não foram considerados na primeira etapa.
- Definir os prazos para elaboração dos acordos de gestão, seguindo o planejamento feito para recuperação/instalação dos sistemas de dessalinização.
- Marcar com a comunidade as próximas visitas de campo, e as tarefas a serem realizadas entre estas visitas.

5.8.4 Metodologias

Os técnicos do componente mobilização social devem ter em mente que seu papel é, fundamentalmente, o de facilitar o processo de tomada de decisão por parte da comunidade. Não se trata de tomar as decisões pela comunidade.

Os técnicos têm que estar atentos para incentivar a participação do maior número de pessoas no processo e adotar metodologias que possibilitem a todos a oportunidade de exprimir suas opiniões sobre as regras que devem ser adotadas pelas comunidades.

As reuniões devem ser organizadas anteriormente com as lideranças locais, que serão informadas com antecedência do objetivo do trabalho e das metodologias que vão ser aplicadas. As reuniões devem ser coordenadas pelas lideranças locais e não pelos técnicos, quando for possível.

Uma lista com os acordos a serem firmados – e, portanto, com as decisões a serem tomadas, deve ser divulgada com todos os participantes das reuniões. É importante ter certeza de que todos compreenderam o sentido das decisões a serem tomadas, antes de se iniciar o processo de definição das regras que vão regular o uso e o acesso à água dessalinizada.

Como sugestão, indicamos um programa para as seis visitas de campo (Quadro 15):

Quadro 15 Roteiro de visitas das equipes de mobilização social - Sistemas de dessalinização

Visita	Atividades previstas
Visita 1	Na primeira visita será feita a apresentação geral do acordo, que deve ser explicado detalhadamente para que não haja nenhuma dúvida quanto a sua operacionalização.
Visita 2	Na segunda visita o acordo será concluído. Para isso deve-se fazer uma leitura completa de todos os itens apresentados e discutidos na reunião anterior colocando em votação, ponto por ponto. O acordo deve ser fechado, preferencialmente, no dia do curso para operador.
Visita 3	Monitoramento do acordo de gestão (2 meses após a assinatura do acordo)
Visita 4	Monitoramento do acordo de gestão (4 meses após a assinatura do acordo)
Visita 5	Monitoramento do acordo de gestão (6 meses após a assinatura do acordo)
Visita 6	Monitoramento do acordo de gestão (8 meses após a assinatura do acordo)

Para o monitoramento e acompanhamento dos acordos é importante que seja mantido um contato telefônico constante com os grupos gestores e com os operadores dos sistemas para manter atualizadas as informações sobre o funcionamento dos mesmos.

Após as 06 visitas acima discriminadas o estado deve assumir o acompanhamento e monitoramento dos acordos através de contatos telefônicos semanais e de visitas que devem ser realizadas com intervalos de, no máximo, três meses.

5.8.5 O acordo para os sistemas de dessalinização

Os acordos para a gestão dos sistemas de dessalinização devem conter regras, direitos e deveres relacionados a quatro aspectos da oferta de água doce para as famílias beneficiadas:

- A. Normas relativas ao funcionamento dos sistemas de dessalinização e quem são as pessoas responsáveis pela gestão cotidiana do equipamento
- B. Direitos de acesso e uso à água dessalinizada e do concentrado (para lavar roupa, uso como água de gasto, para uso dos animais, e outros usos).
- C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção dos equipamentos
- D. Quais serão as instâncias para aperfeiçoamento do acordo de gestão, resolução de conflitos e monitoramento pela própria comunidade do cumprimento do acordo.

A. Normas relativas ao funcionamento dos sistemas de dessalinização

O que deve ser decidido:

- ✓ Horário de funcionamento do equipamento
- ✓ Responsabilidades do(s) operador(s)
- ✓ Quem vai assumir a gestão cotidiana do equipamento (pagamento de contas, recolhimento de pagamento pela água – caso ocorra, entre outras atividades) – Pode ser associação, cooperativa, grupo de pessoas ou mesmo um indivíduo
- ✓ Horário de distribuição da água
- ✓ Quem vai controlar a distribuição da água e com que instrumentos (fichas, mapa de distribuição, ou outros).

B. Direitos de acesso e uso à água dessalinizada e do concentrado

O que deve ser decidido:

- ✓ Quais as famílias que poderão pegar água no dessalinizador
- ✓ Qual a quantidade por dia/pessoa – recomendação do programa é de cinco litros/pessoa/dia – pode haver variação de acordo com a oferta de água e quantidade de pessoas a serem beneficiadas
- ✓ Qual o uso que deve ser dado à água dessalinizada
- ✓ Quem pode ter acesso à água do concentrado e quais os usos possíveis e prioritários

Obs.: É importante lembrar que quanto mais água tiver que ser produzida, maiores serão os custos de funcionamento do dessalinizador e maior a quantidade de concentrado a que se deve dar um destino adequado.

C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção dos equipamentos

O que deve ser decidido:

- ✓ O operador receberá algum tipo de gratificação pelo trabalho? Quem arcará com o pagamento desta gratificação?
- ✓ Quem pagará a conta de energia elétrica?
- ✓ Como será formado um fundo de reserva para pequenos consertos e para troca de filtros?
- ✓ Será cobrada alguma taxa dos usuários para ajudar nos custos? Qual será a forma de cobrança? Como se definirá qual o valor a ser cobrado?
- ✓ Quais serão as responsabilidades da prefeitura?
- ✓ Quais serão as responsabilidades do núcleo estadual?

D. Quais serão as instâncias para aperfeiçoamento do acordo de gestão, resolução de conflitos e monitoramento pela própria comunidade do cumprimento do acordo

O que deve ser decidido:

- ✓ Quais serão as instâncias para prestação de contas à comunidade pelos responsáveis pela gestão cotidiana do sistema de dessalinização?
- ✓ Qual a periodicidade desta prestação de contas?
- ✓ Quais as condições para a promoção de mudanças no acordo de gestão?
- ✓ Para que instância serão levados os conflitos relativos ao acesso, uso ou gestão do sistema de dessalinização?
- ✓ Como será feito o monitoramento pela comunidade do cumprimento do acordo por parte das famílias e dos responsáveis pela gestão?

Importante

As regras devem ser de fácil aplicação e estarem de acordo com as condições sociais, políticas, culturais e das necessidades de água da comunidade. A comunidade deve levar em consideração o que já funcionava anteriormente e reformular o que não vinha funcionando e deve ser estimulada a refletir sobre sua própria experiência.

5.8.6 O acordo para as unidades demonstrativas

O acordo que será firmado nas UD's segue outra dinâmica sendo realizado em três etapas. Cada uma delas será realizada após os treinamentos realizados pelos técnicos da Embrapa Semi-árido. A primeira parte do acordo deve ser realizada após o treinamento para criação de tilápia e qualidade de água no viveiro; a segunda, após o curso para produção de feno da erva-sal e a terceira etapa após o treinamento para a produção de mudas de erva-sal.

A. Regras para o funcionamento:

- Os responsáveis pelo funcionamento da UD são:
- As responsabilidades das pessoas que estão trabalhando na UD são: Alimentar os peixes; fazer a medição de pH, salinidade e oxigênio; ligar e desligar o aerador; fazer amostragem para cálculo da ração; fazer a limpeza dos tanques e fazer a despesca.
- Essas atividades devem ser exercidas de acordo com a orientação recebida no curso de capacitação, obedecendo a tabela de tarefas para criação de peixes.

No caso de alguma eventualidade (afastamento por motivo superior), só poderá substituir o grupo escolhido para executar as tarefas na UD outras pessoas que tenham as mesmas habilidades exigidas; preferencialmente as já capacitadas.

B. Direitos de acesso e uso do peixe e da erva-sal:

- Quem vai usufruir do peixe e da erva-sal e das mudas de Atriplex
- Que quantidade do peixe pode ser destinada para as pessoas que estão diretamente envolvidas.
- Que quantidade do peixe pode ser destinada para as demais pessoas da comunidade.

C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção da UD:

- Definir a quantidade de operadores e o percentual da gratificação pelo seu trabalho
- Quem pagará a conta de energia
- Quais serão as responsabilidades da prefeitura
- Quais serão as responsabilidades do núcleo estadual
- Quais serão as responsabilidades do Programa Água Doce

D. Como será feita a gestão dos benefícios gerados pela UD

- Quem vai se responsabilizar pela comercialização do peixe, da forragem e das mudas de erva-sal
- Como a comunidade vai monitorar o cumprimento do acordo
- Que quantidade de recurso vai ser destinada para cada associação
- De quanto em quanto tempo será feita a prestação de contas à comunidade em reuniões marcadas pela comissão.
- Como os acordos poderão ser modificados.

5.9 Os sistemas produtivos

O sucesso das unidades demonstrativas e das unidades produtivas implantadas pelo Programa Água Doce vai estar diretamente relacionado com a compreensão que tenhamos sobre a maneira pela qual as atividades associadas a estas unidades se inserem nos sistemas produtivos encontrados nas comunidades atendidas. Sem essa compreensão, muitos problemas poderão surgir, fazendo com que as atividades relacionadas a execução das atividades das unidades demonstrativas entrem em choque com as atividades mantidas pelas famílias em suas formas estabelecidas de produção.

Os sistemas produtivos não são realidades imutáveis, nem perfeitas. Eles podem ser transformados e aprimorados. Mas é importante que se saiba que eles não existem por acaso. São o resultado de muitos anos de experimentação, das possibilidades de comercialização de produtos, da proteção contra as instabilidades dos mercados locais e regionais, de adaptações ao ambiente semiárido, entre outros aspectos.

Os sistemas produtivos dos agricultores familiares do semiárido podem ser vistos como meios encontrados de convivência com a seca e combinam diferentes estratégias que buscam otimizar o uso de recursos escassos.

A falta de conhecimento sobre os verdadeiros significados destes sistemas produtivos tem levado à formulação de políticas públicas que não atendem às reais demandas das comunidades que deveriam ser beneficiadas por estas políticas. Desconsiderar as dinâmicas sociais das comunidades é o primeiro passo no caminho do fracasso das políticas para as famílias de agricultores familiares do semiárido nordestino.

Os sistemas produtivos têm também limites e contradições. Estes limites e contradições precisam ser conhecidos para que os rearranjos e acertos necessários sejam feitos. Sendo assim, as unidades demonstrativas e produtivas devem se inserir no contexto dos sistemas produtivos mantidos pelas comunidades e não se confrontar com eles.

Para o sucesso na implantação e manutenção de uma unidade demonstrativa alguns critérios devem ser observados para tornar viável a gestão das mesmas. Preferencialmente, as comunidades devem atender os seguintes critérios:

- A.** Ter uma trajetória consolidada na gestão de um sistema de dessalinização.
- B.** Ter uma experiência positiva em outras iniciativas comunitárias.
- C.** Ser uma área de assentamento de reforma agrária ou similar, em que a área de instalação do projeto já seja pública.
- D.** Dependem da água dessalinizada para oferta de água de boa qualidade, já que a água é o principal produto das unidades demonstrativas, e perceber os problemas que podem ser gerados pelo concentrado jogado a céu aberto.

Considerando as especificidades das unidades demonstrativas e dos sistemas produtivos as atividades do componente mobilização social deverão seguir em consonância com as atividades do componente sistemas produtivos. As atividades de mobilização social são iniciadas já na escolha das áreas onde serão implantadas as UD's. Ao tempo em que os técnicos da Embrapa Semiárido estão verificando as condições técnicas para que seja implantada a unidade demonstrativa - teste de vazão do poço e análise do solo e água - deve ser realizada uma reunião na qual a comunidade seja ouvida e informada sobre o funcionamento da unidade demonstrativa

do ponto de vista da gestão que inclui as tarefas diárias para o bom funcionamento da mesma. O principal objetivo dessa reunião é consultar a comunidade sobre o seu interesse na implantação de uma unidade demonstrativa, atentando para sua capacidade de geri-la.

5.10 Anexos

5.10.1 Anexo I - Acordo (Um instrumento da comunidade para a gestão do dessalinizador)

a) O que é um acordo?

O acordo é um documento, aprovado pela comunidade, com as regras que vão definir os direitos e os deveres de todas as pessoas beneficiadas pela água de boa qualidade. É um termo de compromisso em que a comunidade e os órgãos que lhe apóiam se comprometem a cuidar do dessalinizador e a garantir água para todas as famílias.

b) Por que o acordo é importante?

O Acordo para a Gestão do Dessalinizador permite o controle e a participação da comunidade nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas. É o acordo que vai ajudar a resolver conflitos internos e possibilitar que a própria comunidade assuma a gestão do dessalinizador.

c) Quem deve assinar o acordo?

O acordo deve ser assinado por todas as famílias beneficiadas pela água do dessalinizador e também pelos representantes das instituições públicas que vão apoiar a gestão do sistema de dessalinização pela comunidade.

d) O que o acordo vai conter?

As regras, os direitos e os deveres discutidos e aprovados pela comunidade para manter o dessalinizador funcionando bem, com destino adequado do concentrado.

Quatro aspectos da oferta da água de boa qualidade devem ser observados:

- A. As normas para que o dessalinizador funcione bem.
- B. Os direitos de acesso e uso da água pelas famílias.
- C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção do sistema de dessalinização?
- D. Como vai ser a gestão da oferta de água pela comunidade?

Minuta do acordo de gestão do sistema de dessalinização

OBS: O documento que se segue não pretende ser definitivo. Trata-se de uma sugestão, um modelo, uma vez que o acordo deve respeitar as características e particularidades de cada comunidade.

Nós, da comunidade _____, município de _____, em reunião realizada no dia _____ às _____, resolvemos que o sistema de dessalinização dessa localidade obedecerá as seguintes regras:

A. Normas para o funcionamento:

Horário de funcionamento do equipamento:

De _____ às _____

Deveres do operador:

Cuidar do sistema de dessalinização

Ligar e desligar o equipamento....

Horário de distribuição da água:

De _____ às _____

B. Direitos de acesso e uso da água pelas famílias

Poderá pegar água no dessalinizador:

Quantidade de água distribuída por família:

Para que deve ser utilizada a água dessalinizada:

Qual deverá ser o uso do concentrado/rejeito:

C. Como serão cobertos os custos para funcionamento e manutenção do sistema de dessalinização:

O operador vai receber uma gratificação de _____ que será paga por _____.

A conta de energia elétrica vai ser paga por _____.

Vai ser formado um fundo de reserva para pequenos reparos que ficará aos cuidados de _____.

As famílias beneficiadas vão contribuir com o pagamento de uma taxa de _____ que será cobrada mensalmente.

São responsabilidades da Prefeitura:

São responsabilidades do Núcleo Estadual do Programa Água Doce:

D. Como vai ser a gestão da oferta de água pela comunidade:

A prestação de contas será feita a _____ de 30 em 30 dias, através da apresentação dos comprovantes de pagamento.

Sempre que houver discordâncias sobre alguma das regras do acordo uma reunião deve ser marcada, com a comunidade, para que sejam feitas as modificações necessárias.

A comunidade verificará se o acordo está sendo cumprido elegendo uma comissão que fará visitas mensais ao dessalinizador para conversar com o operador e examinar as fichas dos usuários.

_____ em _____ de _____ de 2006.

Assinatura dos usuários:

5.10.2 Anexo II – Roteiros para elaboração do diagnóstico social - orientações gerais

- Procure conversar com pelo menos três diferentes pessoas da comunidade. Se possível, converse também com mediadores (representantes de sindicatos, ONGs, caso estejam envolvidos com o funcionamento do sistema de dessalinização) e com representante do poder público municipal. Eles serão seus informantes.
- Algumas das questões podem ser preenchidas no momento das entrevistas. Mas é importante repassar todo o roteiro ao término de cada visita para preencher todos os campos, registrando inclusive as informações contraditórias recebidas dos informantes. A sugestão que damos é que para cada informante seja utilizado um formulário do roteiro do diagnóstico e ao término do trabalho seja preenchido um único formulário com base no conjunto das informações levantadas.
- Este roteiro deve ser um guia para a equipe de mobilização social. As questões não devem ser respondidas pelos entrevistados/informantes, mas pelos próprios membros da equipe com base nas informações que conseguiu coletar.
- As conversas não devem ser estruturadas como entrevistas formais. Lembre-se que esse diagnóstico preliminar deve ser um ponto de partida para realização da tarefa de construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização. Ao longo do trabalho, novas informações poderão ser coletadas, aprofundando a compreensão sobre o conjunto de questões que compõem este roteiro.

Quadro 16 Informações gerais sobre o diagnóstico

Comunidade em que dessalinizador está instalado:	
Data de realização do diagnóstico:	
Quem fez o diagnóstico?	
Quem foi entrevistado para coleta das informações?	
Identificação do(s) grupo(s) de beneficiários e dos demais atores sociais a serem envolvidos na construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização	
Quais são as comunidades atendidas pelo sistema de dessalinização?	

Beneficiários residem: (Marque um X na opção mais adequada)	Área rural em casas dispersas:	
	Área rural com núcleo residencial	
	Área urbana	
	Áreas urbana e rural	
Número de famílias potencialmente beneficiadas pelo sistema de dessalinização:		
Número de famílias efetivamente atendidas pelo dessalinizador quando esteve (ou está) funcionando:		
Quais são as principais atividades produtivas das famílias beneficiárias?		
Qual a percepção das famílias acerca dos benefícios e da importância do dessalinizador? (Converse com algumas pessoas e registre sua avaliação inicial sobre esta percepção. As pessoas acham que o funcionamento do dessalinizador é muito ou pouco importante? Registre algumas opiniões levantadas).		
Existem famílias interessadas em serem também beneficiadas pela água do dessalinizador? Por que não estavam sendo beneficiadas?		
Quem são os outros atores sociais que podem ser envolvidos na construção dos mecanismos de gestão do sistema de dessalinização? (Prefeitura, secretaria municipal, órgão público federal ou estadual, vereador, sindicato, ONG, etc. Levante também quem são as pessoas que representam instituições e devem ser envolvidas no processo. Para cada ator social, indique o motivo pelo qual deve ser envolvido no processo).		
Organização local e lideranças locais		
Como as famílias beneficiadas estão organizadas? Existem associações, clubes de mães, cooperativas ou outras formas de organização formal? Existem relações de dependência em relação a políticos, grandes proprietários de terra, ao poder público municipal ou ONG? Registre suas impressões sobre		

as formas de organização local e as relações que unem ou dividem as famílias (laços de parentesco, religião, filiação partidária, etc...).	
Quais as lideranças locais que podem colaborar no processo de construção dos mecanismos de gestão dos sistemas de dessalinização? Por que devem ser incorporadas no processo? Que papel podem desempenhar?	
Indique abaixo como e quando o dessalinizador foi levado para a comunidade? Levante o maior número possível de informações sobre a “história” da chegada do dessalinizador, identificando pessoas, instituições, datas, a forma pela qual a comunidade foi informada e mobilizada sobre o dessalinizador, a fonte de recursos e outras informações:	
Relacionar os conflitos e os problemas relacionados ao funcionamento do sistema de dessalinização: (Quanto tempo funcionou ou se ainda está funcionando, como as pessoas avaliam o funcionamento, quais os problemas que identificam, por que deixou de funcionar, quais os diferentes interesses, quem deixou de fazer o que deveria fazer, entre outras informações que permitam identificar os problemas com a gestão do sistema).	
Mapeamento das regras/acordos de acesso, uso e conservação do dessalinizador: (registre as regras e acordos que já existem na comunidade ou que existiam quando o dessalinizador funcionava. E também a opinião das pessoas sobre a qualidade destas regras/acordos).	
Regras de acesso (Quem pode ter acesso a água boa? Como a água é distribuída?):	
Regras de uso (Para que a água pode ser utilizada?).	
Regras de conservação (Quem são os responsáveis pelo equipamento?).	
Existe algum mecanismo para monitorar o cumprimento das regras/acordos? Qual?	
Como são as relações entre a comunidade e os poderes públicos?	
Comunidade tem características culturais ou sociais diferenciadas das comunidades do entorno? (ex.: remanescentes de quilombos, indígenas, área de mineração, assentamento de reforma agrária).	
Quais são os principais vínculos econômicos? (ex.: com atravessadores, com patrões, com agroindústria).	
Registre suas impressões pessoais sobre o interesse da comunidade na recuperação do dessalinizador e outras informações que considerar relevantes:	

6 Sustentabilidade Ambiental

6.1 Introdução

As características de “sustentabilidade”, referindo-se aos aspectos de desenvolvimento, têm como referência inicial a Conferência de Estocolmo , em 1972, quando o conceito de ecodesenvolvimento foi introduzido por Maurice Strong, secretário-geral do evento, e largamente difundido por Ignacy Sachs. Construído como uma resposta às críticas ao desenvolvimento tradicional - que era caracterizado por um reducionismo econômico e responsável pela geração dos problemas sociais e ambientais - o ecodesenvolvimento conceitua-se como uma forma de desenvolvimento que tem como finalidade responder à problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos naturais (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

A partir disso, Ignacy Sachs elabora o que denomina de “dimensões de sustentabilidade do ecodesenvolvimento”: sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural (MONTIBELLER-FILHO, 2001).

A partir de 1980, difunde-se o termo “desenvolvimento sustentável”, utilizado primeiramente pela União Internacional pela Conservação da Natureza (INCN), tendo como princípios:

- Integrar conservação da natureza e desenvolvimento;
- Satisfazer as necessidades humanas fundamentais;
- Perseguir equidade e justiça social;
- Buscar autodeterminação social e respeitar a diversidade cultural;
- Manter a integridade ecológica.

Dentro desse contexto, o Programa Água Doce tem o compromisso de garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, promovendo a convivência com o Semiárido a partir da sustentabilidade ambiental. Assim, o componente de sustentabilidade ambiental do Programa trabalha com cinco dimensões: social, ambiental, econômica, espacial e cultural, tendo como objetivo geral o estabelecimento de critérios para diagnóstico ambiental de comunidades e recursos hídricos, com vistas ao levantamento de situações de risco das comunidades em relação à sua estrutura, caracterização ambiental das fontes de água e caracterização dos domicílios.

Além do diagnóstico, esse componente efetua trabalhos que buscam a garantia da qualidade da água fornecida pelo sistema de dessalinização, adequando-o de forma a facilitar a sua higienização e dificultar a contaminação da água, e capacitando o operador quanto aos procedimentos de manutenção da qualidade da água distribuída; conscientiza a comunidade quanto às melhores formas de distribuição, transporte e armazenamento da água e promove avaliações da qualidade da água dessalinizada.

Técnicos desse componente buscam soluções e promovem ações que solucionem impactos ambientais locais, na área do sistema de dessalinização, e estão envolvidos em pesquisas que objetivam a melhoria constante do programa.

Todas essas ações, com suas respectivas metodologias de desenvolvimento, estão relacionadas a seguir.

6.2 Água e saúde

A qualidade de vida das populações depende do acesso aos bens necessários à sua sobrevivência. Entre as ferramentas existentes para a manutenção da saúde e da qualidade de vida, a principal é o saneamento básico ou saneamento ambiental. A água potável, assim como a coleta de esgoto, tem fundamental importância para a diminuição do índice de mortalidade infantil, pois evitam a disseminação de doenças vinculadas às más condições sanitárias e de saúde. Esses itens são igualmente importantes quando nos referimos ao aumento da expectativa de vida da população. A baixa expectativa de vida também é um indicador da pobreza que atinge a população.

No mundo em que vivemos, um bilhão de pessoas têm acesso a fontes de águas melhoradas, enquanto 2,5 bilhões vivem sem saneamento básico. Estas últimas figuram entre as mais pobres do mundo e também como as mais propensas a adquirir doenças. De acordo com estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), a falta de abastecimento de água potável é responsável por 80% das mortes nos países em desenvolvimento. Seis mil crianças, com menos de cinco anos, morrem por dia em todo o mundo em razão de doenças relacionadas a impurezas da água consumida. Elas são vulneráveis a doenças fatais como diarreia, cólera, febre tifoide e doenças transmitidas por insetos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, para cada dólar investido em saneamento, economizam-se cinco dólares nos dez anos seguintes em postos de saúde, médicos e hospitais.

No Brasil, morrem atualmente 29 pessoas/dia por doenças decorrentes da qualidade da água e do não tratamento de esgotos e avalia-se que cerca de 70% dos leitos dos hospitais estão ocupados por pessoas que contraíram doenças transmitidas pela água (JUNIOR, 2004).

As doenças de veiculação hídrica aumentam de intensidade e distribuição em regiões com alta concentração populacional, pela intensificação das atividades humanas e pela grande geração de resíduos que são dispostos de maneira inadequada, causando contaminação por patógenos das águas superficiais e subterrâneas.

Conforme Rebouças *et al.* (2002), as doenças infecciosas associadas à água podem ser classificadas de acordo com os modos de propagação. Esta classificação é a mais utilizada por engenheiros sanitaristas, pelo fato de permitir uma avaliação direta dos efeitos das melhorias, ou ações corretivas que são implementadas. Esta classificação engloba quatro categorias básicas:

a. Com suporte na água – quando os organismos patogênicos são carreados passivamente na água que é consumida por uma pessoa (ou animal), causando infecção.

Exemplos típicos são o cólera e a febre tifoide (cujos agentes etiológicos são o *Vibrio cholera* e a *Salmonella typhi*, respectivamente), que têm dose infectiva bastante baixa e são facilmente transmitidas através de sistemas de distribuição de água.

As medidas preventivas preconizadas são a melhoria da qualidade da água através, principalmente de desinfecção adequada, e evitar que consumidores utilizem fontes opcionais de água, que possam estar contaminadas.

b. Associadas à higiene – infecções causadas por falta de água e que podem ser controladas com disponibilidade de água e melhoria de hábitos de higiene.

São características as doenças de pele, tais como a tinha e a sarna e a dos olhos tais como o tracoma. Incluem-se também, algumas doenças diarreicas, como a disenteria bacilar (*Shigella* spp).

O controle é proporcionado através da provisão de quantidade suficiente de água para banho, lavagem de mãos e de utensílios de cozinha. A quantidade deve ser proporcionada em adição à água disponível para bebida. O mero acesso à disponibilidade de água e ensinamento de preceitos básicos de higiene pessoal reduz a transmissão de doenças incluídas nessa classe.

c. De contato com a água (ou com base na água) – infecções transmitidas por um animal invertebrado aquático que vive na água, ou que passa uma parte de seu ciclo de vida em moluscos aquáticos ou outros animais aquáticos, podendo causar infecção através do contato da pele.

Essas infecções não são passivamente transmitidas de pessoa a pessoa, através da água. As larvas ou ovos que atingem a água não são imediatamente infectantes ao homem, mas são imediatamente infectantes a espécies invertebradas específicas, principalmente moluscos e crustáceos. As larvas se desenvolvem nesses hospedeiros intermediários, que após um período de dias ou semanas, expõem outros tipos de larvas na água. Essas são imediatamente infectantes ao homem através de ingestão com a água, ou através de contato com a pele.

No Brasil, assim como em muitos outros países, a mais importante das infecções com base na água é a esquistossomose. Existem três espécies de esquistosomas: *Schistosoma mansoni*, *Schistosoma haematobium*, e *Schistosoma japonicum*, ocorrendo respectivamente na África, América do Sul e América Central.

A experiência vivida em vários países demonstrou que a implementação de sistemas de distribuição de água potável reduz, consideravelmente a incidência da esquistossomose.

d. Associadas a vetores desenvolvidos na água – infecções transmitidas por organismos patogênicos, através de insetos desenvolvidos na água e que picam nas proximidades da água. No Brasil, as infecções associadas a vetores desenvolvidos na água são a malária, a febre amarela e a dengue.

A provisão de água segura e de sistemas, mesmo simplificados, de saneamento básico, reduz dramaticamente a incidência dessas doenças infecciosas.

O Quadro 17 mostra alguns exemplos de doenças infecciosas associadas à água, classificadas de acordo com os modos de propagação.

Quadro 17 Doenças relacionadas com o abastecimento de água.

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medida
Pela água	Cólera Febre tifóide Leptospirose Giardiase Amebíase Hepatite infecciosa Diarreia aguda	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Leptospira interrogans</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i> <i>Hepatite virus A</i> <i>Balantidium coli</i> , <i>Cryptosporidium</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica</i> , <i>Shigella</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Astrovirus</i> , <i>Calicivirus</i> , <i>Norwalk</i> , <i>Rotavirus A e B</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistema de abastecimento e tratamento da água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo, uso doméstico e coletivo; • Proteção de contaminação dos mananciais e fontes de água;
Pela falta de limpeza, higienização com a água	Escabiose Pediculose (piolho) Tracoma Conjuntivite bacteriana aguda Salmonelose Tricuríase Enterobiase Ancilostomíase Ascariíase	<i>Sarcoptes scabiei</i> <i>Pediculus humanus</i> <i>Chlamydia trachoma</i> <i>Haemophilus aegyptius</i> <i>Salmonella typhimurium</i> <i>Trichuris trichiura</i> <i>Enterobius vermicularis</i> <u><i>Ancylostoma duodenale</i></u> <i>Ascaris lumbricoides</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário; • Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio; • Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas; • Instalar reservatório de água adequado com limpeza sistemática;

Fonte: Manual de Saneamento, 1990. Adaptado de Saunders, 1976

Um estudo do Pacific Institute of Oakland, na Califórnia, feito como preparativo para a Rio+10, afirma que o número de mortes em decorrência do uso de água suja pode ultrapassar o de mortes causadas pela pandemia global de Aids nas próximas duas décadas. "Até 76 milhões de pessoas, a maioria crianças, morrerão de doenças evitáveis ligadas à água até 2020, mesmo se os atuais objetivos das Nações Unidas forem alcançados", disse Peter H. Gleick, diretor de pesquisa do instituto.

No Quadro 18 está descrita a escala global das doenças relacionadas com a água com dados de 1990. As doenças são expressas como centenas de milhares de perdas por incapacidades causadas por doenças (ICD) por ano. O ICD integra os efeitos causados por morte prematura e incapacidade resultante em perda de vida produtiva (TUNDISI, 2003).

Quadro 18 Problemas das doenças de veiculação hídrica em escala global e sua importância nos vários continentes.

	África Sub- saariana	Índia	China	Outros países da Ásia e ilhas	América Latina e Caribe	Oriente Médio	Europa Oriental	Países industrializados
Pop. em milhões	510	850	1134	683	444	503	346	798
Doenças com origem na água, incluindo doenças relacionadas com a falta de higiene.								
Diarréia	303,5	280,3	42,4	147,3	58,9	154,0	2,2	2,4
Pólio	14,3	18,4	2,3	4,1	2,3	6,7	< 0,1	< 0,1
Hepatite	2,4	3,1	6,7	2,8	1,6	1,8	0,4	0,7
Tracoma	9,0	3,1	4,7	9,4	1,1	5,8	< 0,1	< 0,1
Ascariíase	4,4	11,7	38,6	32,0	13,5	5,0	< 0,1	< 0,1
Triquiurase	3,0	4,9	22,5	23,6	9,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
“Amarelão”	1,0	4,0	1,9	2,4	1,4	0,4	< 1,0	< 1,0
Doenças com base na água								
Esquistossomose	34,9	2,6	4,3	1,0	1,8	0,8	< 1,0	< 1,0
Dracunculose	*	*	*	*	*	*	*	*
Doenças com vetores de insetos.								
Malária	315,1	9,5	0,1	25,4	4,4	2,8	< 1,0	< 1,0
Tripanossomíase	17,8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Chagas	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	27,4	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Filariose	1,8	4,4	0,9	1,2	< 1,0	0,2	< 1,0	< 1,0
Oncocercose	6,4	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Doenças não relacionadas com água para comparação.								
HIV	183,6	40,7	< 1,0	12,9	44,3	3,2	1,6	15,8
Guerra	79,8	2,9	< 1,0	3,9	6,0	49,6	< 1,0	< 1,0

* Valores em x 100.000

Fonte 1: World Development Report, 1993, The World Bank, Washington, D. C., p. 329

Fonte 2: Guerrant *et al.* (1996).

6.3 O acesso à água

Segundo Howard e Bartram (2003), a quantidade de água que as famílias têm acesso é um aspecto importante que deve ser considerado. A OMS/UNICEF (2000), descreve como sendo razoável a disponibilidade de 20 litros de água por pessoa por dia, retirada de uma fonte dentro de um raio de 1 km de distância. Este mínimo descrito corresponde às necessidades básicas para garantir um mínimo de saúde, além da manutenção da hidratação. O relatório apresentado por estas organizações, classifica em quatro grupos de acesso à água que representam os níveis de satisfação das necessidades (Quadro 19).

Quadro 19 Classificação em quatro grupos de acesso à água.

Fornecimento de Água	Distância/tempo de coleta	Volume Coletado (L/pessoa/dia)	Satisfação das necessidades	Grau de prioridade nas ações
Sem Acesso	>1Km/ >30min	Muito baixo (<5 L)	Consumo não garantido; qualidade não assegurada; prática de higiene comprometida.	<i>Muito alta</i>
Acesso Básico	<1Km/ < 30min	Básico necessário (20 L)	Consumo pode ser garantido; qualidade difícil de ser assegurada; higiene pode estar comprometida.	<i>Alta</i>
Acesso Intermediário	Na comunidade. Uma torneira ou chafariz	Média de aprox. 50 L	Consumo garantido; qualidade pode ser assegurada; higiene pode estar garantida.	<i>Baixa</i>
Acesso Ótimo	Abastecimento de água dentro das residências (muitas torneiras)	100 – 200 L	Consumo garantido; qualidade assegurada; higiene pode estar assegurada.	<i>Muito baixa</i>

Fonte: Howard e Bartram, 2003

O primeiro grupo, considerado sem acesso, está representado por pessoas que dependem de água em locais distantes de suas casas, não estando garantidos seu abastecimento, muito menos a qualidade da água e sua prática de higiene. São os grupos considerados de alto risco, e para onde os esforços de melhoria devem ser direcionados.

O grupo representante do acesso básico, coleta sua água em distâncias inferiores a 1 km, e seu abastecimento é mais contínuo, porém a higiene ainda pode ser comprometida. São representantes considerados de alto risco. Estão no limite de segurança e as ações devem ser encorajadoras para que se consiga melhorar o estoque da água.

O grupo com acesso intermediário tem garantido, além da necessidade básica, os cuidados com a higiene e asseio pessoal, que incluem o banho, lavagem de roupa entre outros. O risco está mais na garantia de manutenção do estoque. O quarto grupo tem disponíveis volumes diários de 100 a 200 litros por pessoa, o que assegura melhor qualidade e higiene. O acesso à fonte de água, é primordial independente dos níveis de classificação. Possivelmente, os 18% da população mundial (1,1 bilhão de pessoas) com dificuldade de acesso à água esteja no primeiro grupo. Aproximadamente 2,8 bilhões de pessoas estão nas categorias intermediária e ótima. Infelizmente, a grande maioria da população dispõe apenas do básico.

No semiárido do Brasil, de acordo com Suassuna (1999), ações governamentais têm sido estabelecidas no sentido de priorizar o acesso do sertanejo à água, através do uso de rios (perenizados e perenes), barreiros, açudes (pequenos, médios e grandes), cisternas, poços (amazonas e cacimbas) e poços tubulares.

As cisternas rurais talvez sejam os reservatórios hídricos mais importantes no semiárido, tendo em vista a sua capacidade de acumular água de excelente qualidade - as águas das cisternas não têm contato direto com outros ambientes que possam mineralizá-las ou contaminá-las - bem como a função reguladora de estoques para o

consumo das famílias durante todo ano. Centros de pesquisa, organizações não governamentais e governos estaduais têm orientado o homem do campo no sentido de construir cisternas com técnicas modernas e baratas e de proporcionar uma melhor forma de manejo de suas águas (SUASSUNA, 1999).

Segundo o mesmo autor, no que diz respeito aos rios, dadas as suas características de temporariedade no semiárido, o uso de suas águas fica restrito às escavações de cacimbas em seus leitos, nos períodos de seca, com limitações tanto nos aspectos da concentração de sais e exaustão do lençol freático, como da contaminação por micro-organismos. No tocante à perenização dos rios, através da construção de represas sucessivas em seus leitos, um aspecto a ser considerado diz respeito ao tipo de solo existente na bacia da represa, que poderá vir a ser um elemento carreador de sais para o interior da mesma e, a partir daí, a água utilizada refletir aquela que foi represada.

Nos casos específicos dos barreiros e pequenos açudes, existem algumas preocupações no sentido de se resolver o problema da turbidez das águas que é muito comum nesses tipos de fontes hídricas. A turbidez é uma característica resultante da suspensão de partículas microscópicas de argila nas águas (SUASSUNA, 1999).

6.4 Algumas características regionais dos poços profundos

A maioria dos poços localizados no semiárido apresenta variações em volume e quantidade de sais dissolvidos dependendo da região onde estão situados. As variações dos teores salinos limitam a forma de uso destas águas. A resolução 357/2005 do CONAMA estabelece que para as águas serem classificadas como ÁGUA DOCE a salinidade deve apresentar um teor máximo de 0.5g/L. As águas com teores acima deste valor e até 35g/L de sais estão classificadas como ÁGUAS SALOBRAS. Acima destes valores são consideradas ÁGUAS SALINAS.

Para atendimento doméstico e uso múltiplo da água subterrânea, de um total de 24.847 poços classificados 20,20% representados pela cor verde podem ser classificados como água doce, 23,6% (cor amarela e laranja) como águas salobras e apenas 0,06% (cor vermelha) estão classificadas como salinas. Este quadro obviamente tende a mudar em função das reavaliações necessárias em expedições de campo, uma vez que nesta base de dados uma quantidade significativa (13.947 poços) dos poços não apresentavam registro de teores de sais (Figura 27).

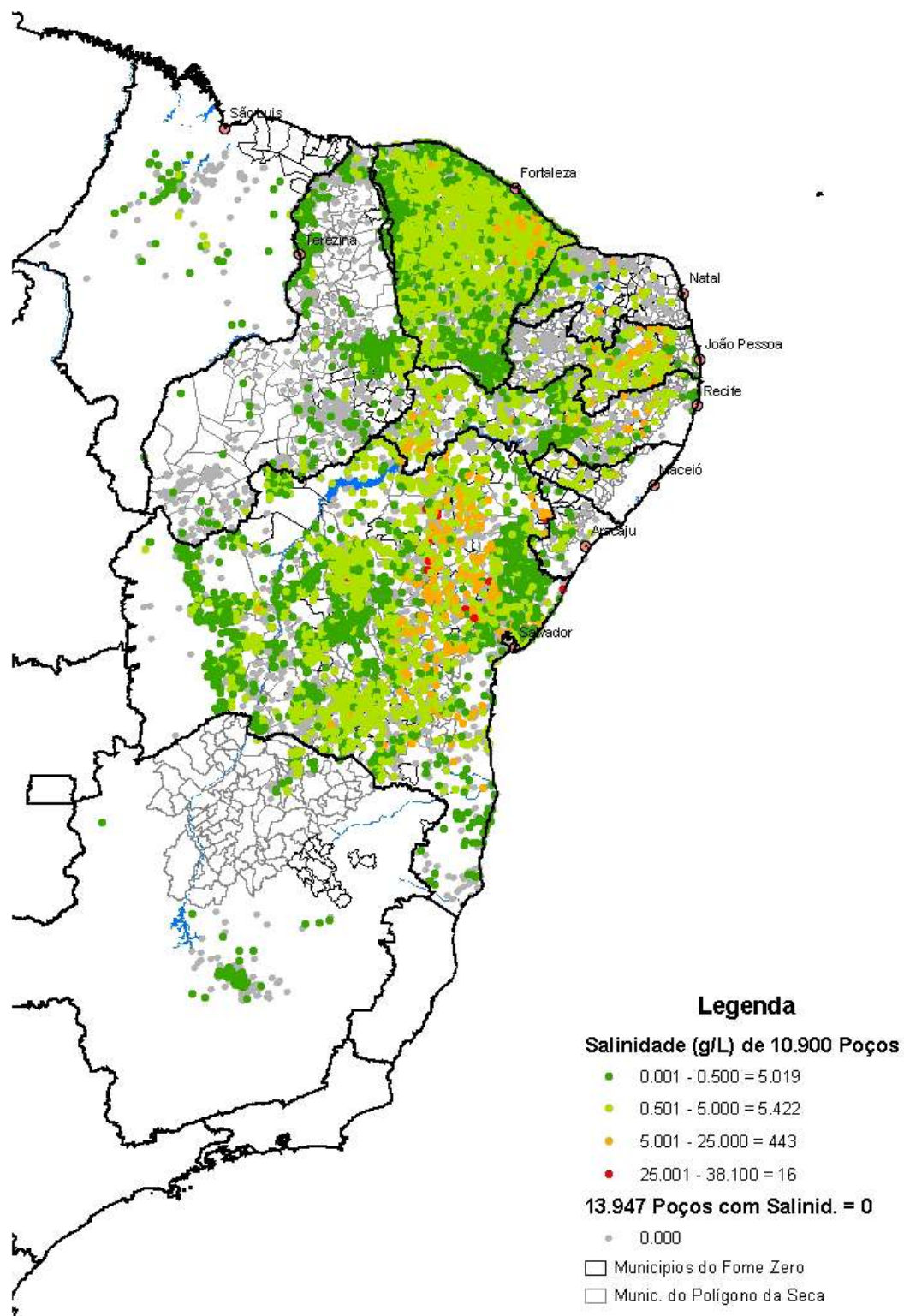


Figura 24 Classificação em quatro grupos de acesso à água.

Na região caracterizada por águas salobras (faixas verde claro e laranja), a utilização de dessalinizadores tem sido uma prática bastante difundida no sentido de melhorar a qualidade das águas do subsolo. É um procedimento eficiente, porém gera um alto volume de rejeito salino que deve ser devidamente manejado.

Para atender a demanda para os sistemas alternativos de aproveitamento do rejeito, o volume de produção de água deve no mínimo ser de 2.000 L/hora. A quantidade e espécies dos sais presentes na água subterrânea também são fatores limitantes à instalação de dessalinizadores. Quanto maior a concentração maior o custo do equipamento e maior a exigência de manutenção.

Este é um fato de extrema importância. A falta de manutenção dos equipamentos já instalados (cerca de 3.000) no semiárido ou quando feita de forma inadequada tem sido fator de descrédito das comunidades na real eficácia de seu uso.

Considerando que esta forma de abastecimento para atendimento de comunidades em situação de emergência não atende às regiões mais críticas, se propõe a Embrapa Meio Ambiente a desenvolver um novo projeto em parceria com a SNRH e PETROBRÁS para caracterizar regiões e comunidades onde o acesso à água é crítico, avaliar a variação sazonal hidrogeoquímica das águas superficiais e subterrâneas e, implantar sistemas alternativos de separação de sais para que a água possa ser usada para consumo humano e em pequenos projetos de subsistência.

6.5 Hierarquização de áreas

A escolha de comunidades pelo critério de salinidade para implantação de sistemas alternativos de extração de sais e melhoria da qualidade das águas não deve ser considerada como estratégia única para hierarquizar regiões consideradas críticas. É apenas um primeiro passo para direcionamento das ações dentro de uma área aproximada de 940.000km² com população de 18 milhões de pessoas.

Outros fatores como a aptidão da região para estabelecimento de sistemas de produção adequados às características das comunidades, bem como a própria estrutura das comunidades são determinantes para a hierarquização da região.

A leitura do mapa (Figura 28) de classificação regional dos poços conforme sua salinidade permite vislumbrar algumas áreas para ações específicas.

As áreas onde estão localizados os poços caracterizados como água salobra nas cores verde claro (faixa de 0.5 a 5.0 g/L de salinidade). São regiões em que podem ser enfatizadas técnicas para adoção de sistemas dessalinizadores com reaproveitamento do rejeito salino conforme objetivos do Programa Água Doce (vazão mínima de 3.000L/H e teores de sais para que se atinja um máximo de aproveitamento pelas plantas halófitas).

As áreas de cor laranja e vermelha que apresentam concentrações de sais acima de 5.0g/L são regiões onde o uso de sistemas dessalinizadores são limitados. Requerem equipamentos mais elaborados com aumento de custo e manutenção.

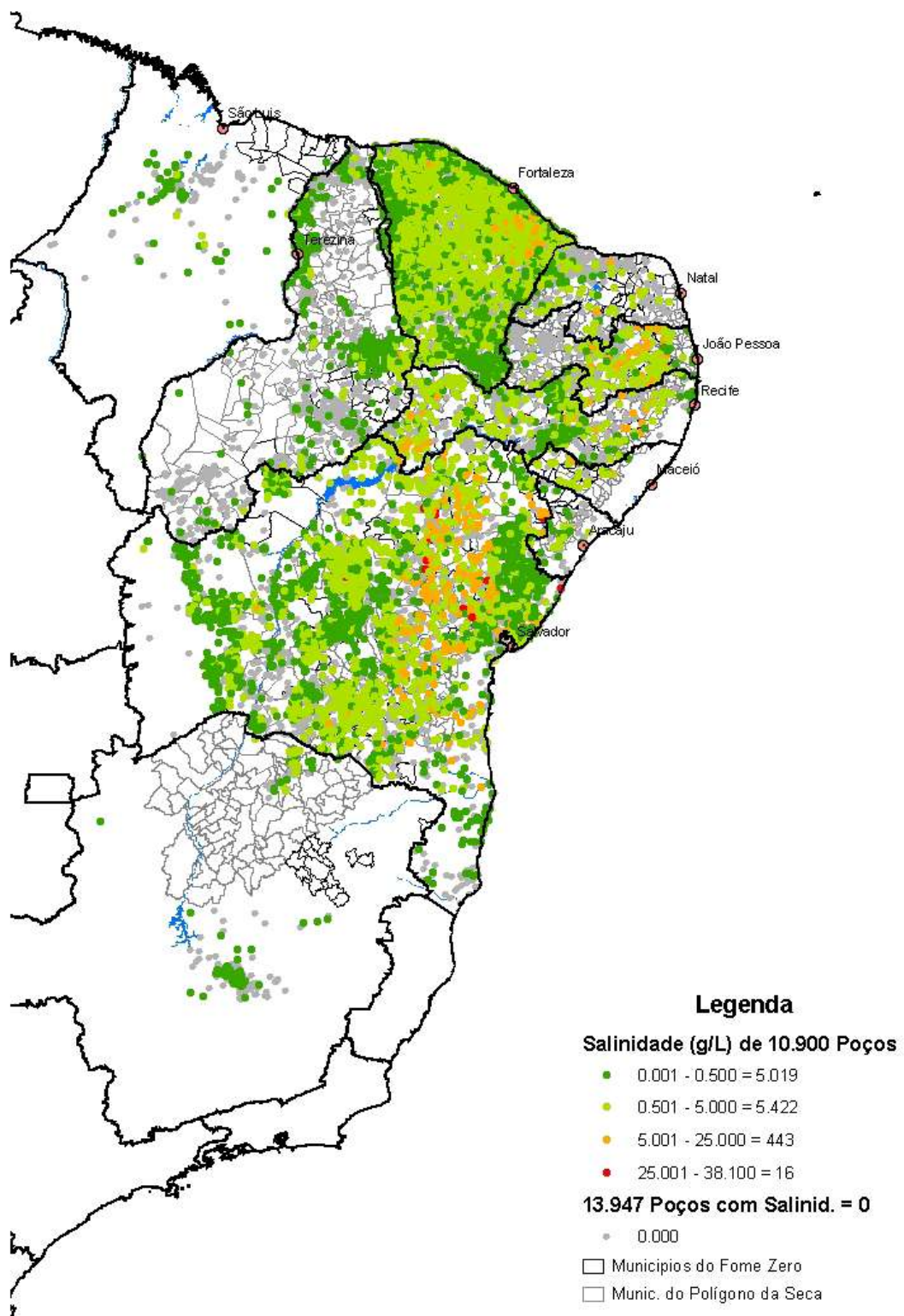


Figura 25 Hieraquização de áreas e poços para implantação de sistemas alternativos de extração de sais.

6.6 Diagnóstico

Os trabalhos de diagnóstico ambiental envolvem duas etapas: a caracterização das comunidades e caracterização dos usuários. As comunidades são caracterizadas de acordo com sua estrutura e o estado ambiental das fontes de abastecimento de água, e os usuários das águas são avaliados pelos seus aspectos socioeconômicos e a situação de risco em seus domicílios, além de realizadas análises bacteriológicas das águas armazenadas em cada domicílio, conforme detalhado abaixo.

A caracterização ao nível de comunidade **ocorre no momento da seleção de áreas para implantação dos projetos**, definindo assim as mais críticas. No caso da caracterização dos usuários, ocorre **antes da implantação do sistema (na comunidade já selecionada) e depois da implantação e trabalhos de conscientização**, objetivando efetuar um comparativo para verificar os impactos da chegada das ações do PAD na localidade. Uma vez que a caracterização dos usuários leva mais tempo, por ser feita em cada domicílio, a sua realização na fase de seleção de comunidades depende muito do tempo necessário finalização do diagnóstico.

Essas caracterizações são obtidas pelo preenchimento de planilhas, com perguntas específicas, sendo as respostas assinaladas com um X na coluna S(sim), na coluna N (não), ou no caso em que não se aplicava naquela situação é marcada a opção NA. As alternativas "N" assinaladas indicam situações de pontos críticos, que serão priorizadas nas ações de remediação e implementação de alternativas, que visem a redução dos riscos.

6.6.1 Caracterização da comunidade

Para caracterizar a comunidade são levados em consideração os seguintes aspectos:

a) Estrutura da Comunidade:

- Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de dessalinizadores;
- Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de outras fontes de abastecimento;
- Em relação à infraestrutura/fatores socioculturais.

b) Caracterização ambiental das fontes de abastecimento (estado das fontes):

Também são consideradas algumas observações do entorno, principalmente quanto ao estado em que se encontram as fontes de abastecimento de água da comunidade, de acordo com os blocos abaixo:

- Aspectos ambientais gerais do sistema de dessalinização;
- Aspectos gerais do poço que abastece o dessalinizador;
- Aspectos gerais de pequenos e médios açudes usados pelas comunidades.

A avaliação geral da comunidade, baseada nas planilhas específicas preenchidas, permite estabelecer pontuações que serão utilizadas para priorizar as comunidades em relação à sua estrutura e às condições das fontes de abastecimento.

Determinado o valor da situação de risco para cada comunidade, um quadro apresentando as diferentes situações entre comunidades será gerado e utilizado de forma gerencial no município pelas pessoas que coordenarem as ações de melhoria nas comunidades.

6.6.2 Caracterização dos usuários

A caracterização dos usuários é realizada com o uso de formulários individualizados (por residência) que abrangem:

a) Características sócio-demográficas e econômicas

São levantados dados como número de moradores em cada casa, escolaridade, faixa etária, ocupação, fontes de renda e renda familiar.

b) Características de acesso, uso, armazenamento e descarte da água na propriedade:

São verificados a origem da água e como a usam, a frequência de abastecimento por essas fontes, o custo pelo transporte da água das diversas fontes, como a água é armazenada.

c) Análise da situação de risco na propriedade

Também serão utilizadas planilhas para avaliação da situação de risco no domicílio, de acordo com os blocos abaixo, que abrangem diversos aspectos relativos ao acesso e uso de água em quantidade e qualidade adequadas, além de questões referentes ao lançamento de efluentes, saúde da família e apoio institucional:

- Uso da água proveniente de dessalinizadores;
- Uso da água proveniente de outras fontes;
- Destino dos efluentes;
- Aspectos gerais da família no convívio comunitário.

Os questionários utilizados para efetuar o diagnóstico das comunidades e dos usuários encontram-se no anexo I.

d) Avaliação da qualidade da água:

Os valores obtidos pelas análises de água são relacionados com o valor total da situação potencial de risco no domicílio obtendo-se uma matriz lógica que permite localizar os casos de domicílios na comunidade em que são necessárias maior prioridade de ação. Essa avaliação segue os seguintes procedimentos:

Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT).

Resultado:

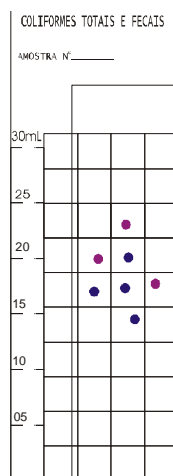


Figura 26 Interpretação da análise bacteriológica da água

Podemos observar na fita às colônias azuis e vermelhas, que correspondem aos coliformes fecais e coliformes totais respectivamente. O resultado final é expresso da seguinte forma:

Quadro 20 Coliformes Fecais (CF) e Coliformes Totais (CT):

Resultado obtido na análise	Pontuação	Resultados
Não possui nenhum ponto	A	Sem Risco
Até 2 pontos vermelhos	B	Risco Baixo
De 3 a 6 pontos vermelhos	C	Risco Intermediário
De 7 a 10 pontos vermelhos	D	Risco Alto
Acima de 10 pontos vermelhos	E	Risco Muito Alto

Obs: Se aparecer 1 ponto azul, independentemente do número de pontos vermelhos, automaticamente vai para escala de risco alto (D). Se aparecer mais de 1 ponto azul, independentemente do número de pontos vermelhos, automaticamente vai para escala de risco muito alto (E).

6.6.3 Georreferenciamento

Outro instrumento bastante utilizado pelos técnicos de sustentabilidade ambiental do PAD, especialmente no diagnóstico, é o Sistema de Posicionamento Global (GPS) que é um sistema de navegação baseado em satélite, composto de uma rede de 24 satélites colocada em órbita pelo Departamento Norte-Americano de Defesa.

O GPS foi originalmente planejado para aplicações militares, mas nos anos oitenta, o governo fez o sistema disponível para uso civil. GPS trabalha em qualquer condição de tempo, em qualquer lugar no mundo, 24 horas por dia, e não é cobrada nenhuma taxa para se usar o GPS.

Satélites de GPS circundam a terra duas vezes por dia, em uma órbita muito precisa, transmitindo informações precisas para a Terra. Receptores de GPS levam esta informação e, triangulação de uso, para calcular o local exato do usuário.

Essencialmente, o receptor de GPS compara o tempo em que um sinal foi transmitido por um satélite, com o tempo que foi recebido. A diferença de tempo é transmitida para o receptor de GPS, o quão longe o satélite está.

Agora, com medidas de distância de mais alguns satélites, o receptor pode determinar a posição do usuário e pode exibir isto no mapa eletrônico da unidade.

Um receptor de GPS deve receber um sinal de pelo menos três satélites, para calcular uma posição 2D (latitude e longitude) e movimento de rastro. Com quatro ou mais satélites visíveis, o receptor pode determinar a posição 3D do usuário (latitude, longitude e altitude). Uma vez que a posição do usuário foi determinada, a unidade de GPS pode calcular outras informações, como: velocidade, proa, rastro, distância de viagem, distância ao destino, tempo de viagem, nascer e pôr do sol e muito mais.

Um receptor de GPS deve receber um sinal de pelo menos três satélites, para calcular uma posição 2D (latitude e longitude) e movimento de rastro. Com quatro ou mais satélites visíveis, o receptor pode determinar a posição 3D do usuário (latitude, longitude e altitude). Uma vez que a posição do usuário foi determinada, a unidade de GPS pode calcular outras informações, como: velocidade, proa, rastro, distância de viagem, distância ao destino, tempo de viagem, nascer e pôr do sol e muito mais.

Certos fatores atmosféricos e outras fontes de erro podem afetar a precisão de receptores de GPS. Os receptores de GPS são precisos numa faixa de 15 metros **em média**.

Os receptores de GPS mais modernos vêm equipados com **WAAS** (Sistema de Aumento de Ampliação de Área), que tem a capacidade de melhorar a precisão, a menos de três metros em média. Não é exigido nenhum equipamento adicional ou pagamento de taxas, para utilização do **WAAS**. Os usuários também podem melhorar a precisão com o GPS Diferencial (DGPS), que corrige os sinais de GPS para uma média de três a cinco metros. A Guarda Costeira norte-americana, opera comumente com DGPS. Este sistema consiste em uma rede de torres que recebem os sinais de GPS e transmitem os sinais corrigidos, através de transmissores de rádio. Para adquirir o sinal corrigido, os usuários têm que ter um receptor DGPS, além do GPS convencional.

Nos trabalhos do PAD, é efetuado o Georreferenciamento de diversos pontos de interesse, especialmente na fase de diagnóstico. Algumas marcações básicas são importantes, pois permitem a visita posterior à localidade por outros técnicos, o planejamento de ações, verificação da distância das fontes de água, do melhor local para implantação do sistema, etc.. Alguns dos pontos marcados são:

- Deve se iniciar com a marcação da rota a ser percorrida, sendo marcados alguns pontos como referência.
- Marca-se o ponto do poço, do dessalinizador, da escola, do posto de saúde, dos pontos principais da comunidade.

Além da verificação da disposição de pontos importantes nas comunidades, as residências devem ser marcadas no momento do diagnóstico dos usuários, para localização posterior de cada residência avaliada.

6.7 Curso de sustentabilidade para operador

O curso de operadores dos sistemas, no âmbito do componente de sustentabilidade ambiental, visa conscientizar e capacitar essas pessoas quanto aos

procedimentos para manutenção da qualidade da água fornecida pelos sistemas de dessalinização do PAD. Assim, são trabalhados os seguintes temas:

- Limpeza e descontaminação do reservatório de água dessalinizada
- Procedimentos de higiene para distribuição de água

O curso ainda encontra-se em fase de aperfeiçoamento da metodologia e elaboração de cartilha específica, porém podem ser repassados os seguintes procedimentos presentes em uma cartilha elaborada pelo Governo do Ceará (CEARÁ, 2005³⁴):

³⁴ O Desafio da Ação Intersetorial para a Saúde, Ambiente e o Trabalho no Ceará. Série 2 – A Vigilância da Qualidade da Água com Estratégia para a Promoção e Proteção da Saúde Humana. Fortaleza, Ceará, 2005.



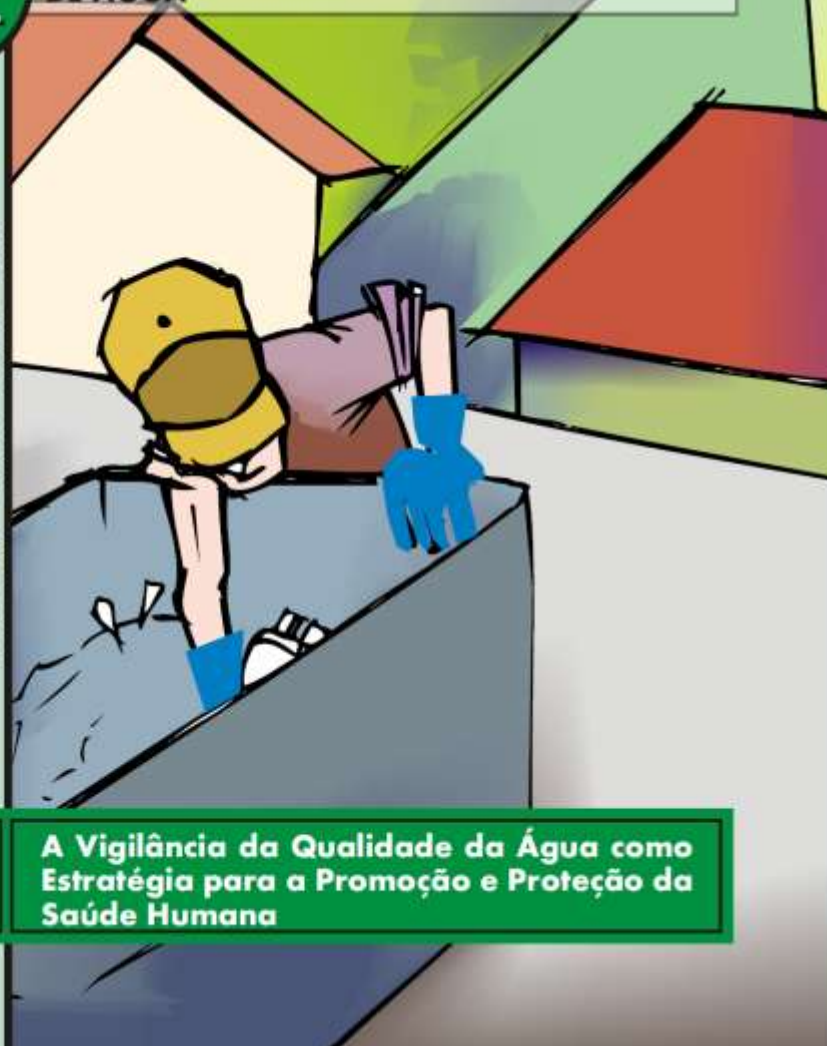
PROJETO

○ DESAFIO DA AÇÃO INTERSETORIAL
PARA A SAÚDE ○ AMBIENTE E ○
TRABALHO NO CEARÁ:
CONSTRUINDO REDE E TECENDO NÓS.

1

LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE RESERVATÓRIOS
DE ÁGUA

FORTALEZA - CEARÁ - BRASIL - 2005

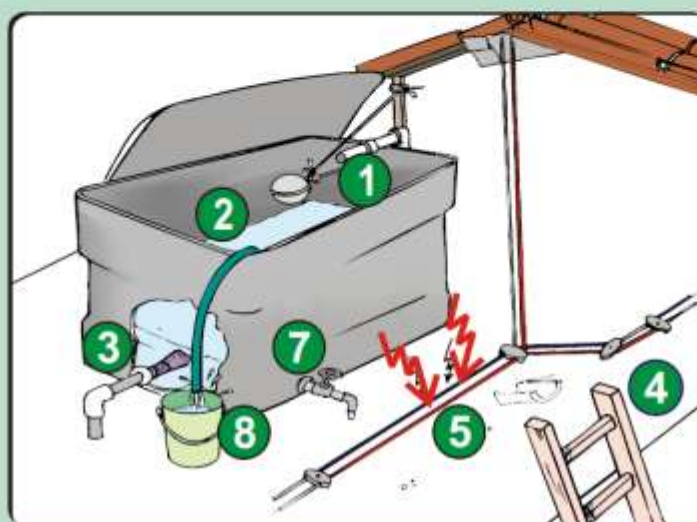


SÉRIE 2:

A Vigilância da Qualidade da Água como
Estratégia para a Promoção e Proteção da
Saúde Humana

ORIENTAÇÕES BÁSICAS PARA LIMPEZA E DESINFECÇÃO DE RESERVATÓRIOS - CISTERNAS E CAIXAS D'ÁGUA

O planejamento do dia da operação contribui para a redução do desperdício de água.



Processo de lavagem

- 1** Inicialmente, feche o registro geral da caixa ou amarre a bóia, impedindo a entrada de água no reservatório;
- 2** Utilize normalmente a água armazenada nas atividades de rotina, até que o reservatório esteja quase vazio;
- 3** Tampe a "boca" do cano de distribuição de água para o interior do prédio, com um pedaço de madeira (batoque) ou panos limpos, para evitar a entrada de sujeira nas tubulações;
- 4** Para facilitar o acesso às caixas d'água, utilize uma escada, firmando-a bem ao chão, observando as medidas de segurança necessárias;
- 5** Atenção redobrada com os fios de energia, para evitar choque elétrico.

- 6** A água que restar no reservatório, será utilizada na sua limpeza. Escove as paredes, o fundo do reservatório e suas tampas utilizando, somente esponjas, buchas, escovas ou panos limpos.



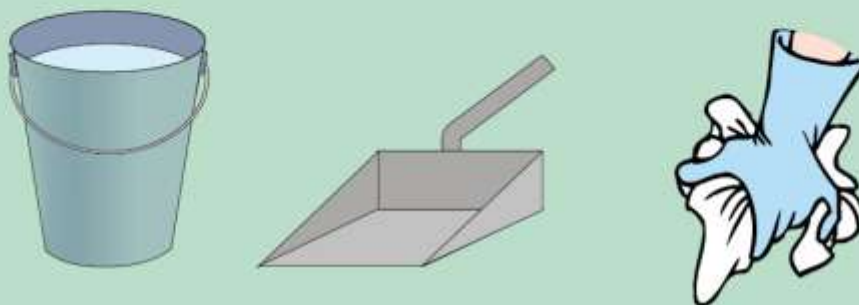
Nunca use escova de aço, sabão, detergente ou outros produtos, uma vez que poderão deixar resíduos aderidos nas superfícies internas do reservatório e, posteriormente, agregados à água armazenada, podem comprometer a sua potabilidade.



- 7** Enxágüe as paredes e pisos, deixando que a água escoe até a tubulação de descarga. Abra o registro.

- 8** Caso seu reservatório não possua essa tubulação de limpeza, faça um sifão utilizando um pedaço de mangueira ou use um balde para esgotar a água suja.

Para retirar a água e qualquer outro resíduo acumulado no fundo do reservatório, use pá, balde e panos limpos, deixando a caixa totalmente vazia, concluindo, assim, o processo de lavagem.



Processo de desinfecção

Concluída a lavagem, feche todos os acessos, entrada e saída de água do reservatório (registro de descarga).



Reduzindo o desperdício

Reduza o desperdício de água, preparando a solução desinfetante em recipiente à parte, na quantidade suficiente para molhar internamente o piso, as paredes e tampas do reservatório.

1 Coloque a solução clorada dentro do reservatório, por intermédio de um recipiente de plástico, espalhando-a de maneira uniforme, por aspersão ou com o auxílio de palheta ou pincel limpos.



2 Abra o registro de captação (chave geral) ou solte a bóia.

3 Abra todas as torneiras e deixe escoar um pouco de água. Logo que seja percebido o cheiro do desinfetante na água que escoar, feche, imediatamente, as torneiras e o registro de captação. Agindo desta maneira, você estará preenchendo todas as canalizações com a solução clorada, para promover a desinfecção da tubulação.

4 Espere as duas horas de contato. Esvazie totalmente o reservatório, abrindo todas as torneiras, vaso sanitário, concluindo assim a desinfecção do reservatório e também das tubulações.



Tempo de contato

A solução desinfetante deverá permanecer no reservatório por um período mínimo de 2 (duas) horas. Esse tempo, denominado 'tempo de contato', é o intervalo mínimo necessário para que a água mantenha contato com a solução desinfetante, viabilizando a eliminação de bactérias presentes na água



DURANTE O TEMPO DE CONTATO, A ÁGUA CONTIDA NO RESERVATÓRIO NÃO PODERÁ SER USADA



CUIDADO "A ÁGUA ESTÁ PURO A CLORO!"

Caso o cheiro do desinfetante ainda persista, encha o reservatório novamente, tornando a esvaziá-lo, pouco à pouco, até que a água não apresente cheiro, ou seja, fique inodora. É importante que você não desperdice essa água. Utilize-a para lavagem de pisos e descargas de bacias sanitárias

Feche bem o reservatório, verificando se a tampa ficou bem ajustada. Caso contrário, faz-se necessária a vedação das tampas com auxílio de argamassa fraca (mistura de cimento e areia). O reservatório bem fechado diminui o risco de contaminação, além de evitar a proliferação de vetores transmissores de doenças, a exemplo do "mosquito da dengue".

Registre a data em que foi realizada a limpeza e desinfecção do reservatório. A anotação poderá ser feita na parede externa do reservatório ("lado de fora ")

Abra o registro geral de entrada de água ou solte a bóia. Finalmente volte a usar normalmente a água do seu reservatório.



PREPARO DA SOLUÇÃO DESINFETANTE

Na preparação da solução desinfetante deve-se considerar a interdependência de, pelo menos, quatro elementos:

- O volume do reservatório que se deseja desinfetar;
- Teor de cloro ativo do produto clorado;
- Quantidade do produto clorado;
- A concentração de cloro livre requerida para uma solução clorada.



IMPORTANTE OBSERVAR!!!

Volumedo reservatório:

Para calcular a capacidade do reservatório é necessário verificar as 3 (três) dimensões: altura (metro), largura (metro) e comprimento (metro), efetuando a multiplicação entre elas. O resultado é expresso em metros cúbicos (m^3) ou transformado em litros, multiplicando este resultado por 1.000 ($1m^3 = 1.000$ litros)

Teor de cloro ativo

O teor de cloro ativo é expresso em percentagem (%). O mesmo deve estar fixado no rótulo da embalagem do produto. O rótulo também deve apresentar o número de registro no Ministério da Saúde e o prazo de validade.

Concentração de cloro livre requerida para uma solução clorada

A concentração da solução depende do teor de cloro ativo existente no produto clorado utilizado para a desinfecção e da quantidade de água usada para a diluição. Também está atrelada a um tempo de contato. Quanto menor o tempo disponível para que a solução permaneça dentro do reservatório, maior deverá ser a concentração da solução desinfetante.

SOLUÇÃO DESINFETANTE PADRÃO

Para desinfecção exclusivamente de reservatórios pode-se adotar como solução desinfetante padrão, a proporção abaixo:

Para um reservatório com capacidade de	Água Sanitária 2,0%
1.000 (mil) litros de água	1 (um) litro

Para evitar o desperdício, reduza o volume de água e mantenha a quantidade do produto clorado (água sanitária 2,0%). Desta forma a concentração da solução clorada aumenta. O volume final da solução deverá ser suficiente para molhar toda a superfície interna e tampa do reservatório, para que sejam submetidas a desinfecção.

Na preparação de soluções desinfetantes observar as informações constantes no quadro abaixo

PRODUTOS USADOS NA DESINFECÇÃO DE RESERVATÓRIOS

PRODUTO			VOLUME DO RESERVATÓRIO
NOME	TEOR DE CLORO ATIVO	QUANTIDADE	1.000 (mil) litros
Hipoclorito de Sódio (Água Sanitária)	2,0 a 2,5 %	1 litro	
Hipoclorito de Sódio	10 %	200ml	
Hipoclorito de Cálcio	65 %	31ml	
TEMPO			
Tempo de contato		Aguardar 2 (duas horas de contato)	

Fonte: adaptação do Manual de Prevenção e Controle da Cólera 1994

A limpeza do reservatório garante a qualidade da água até o chafariz, estando esta exposta novamente a contaminantes no momento da coleta, transporte e armazenamento. Dentro da atuação do operador, alguns procedimentos devem ser repassados a ele para evitar contaminação no chafariz e no momento da distribuição da água:

- Não deixar a mangueira exposta à sujeira;
- Sempre lavar as mãos com sabonete, de preferência líquido, antes da distribuição da água;
- Evitar tocar na saída da água;
- Não permitir que outras pessoas manuseiem a mangueira;
- Manter o local do chafariz fechado;
- Manter o chafariz limpo;
- Fechar pequenas aberturas que estejam possibilitando a entrada de animais.

6.8 Avaliação do sistema para manutenção da qualidade de água

Os técnicos de sustentabilidade ambiental também efetuam avaliações constantes no sistema para verificar a sua adequabilidade para manutenção da qualidade da água dessalinizada.

Essa identificação de potenciais problemas é efetuada por meio de uma avaliação visual e coleta de água.

a) Avaliação visual

Na avaliação visual são observados os seguintes aspectos:

- Fontes Contaminantes próximas ao poço
- Abertura nos reservatórios
- Chafariz exposto



Foto 40 Mangueiras utilizadas na distribuição de água dispostas de maneira inadequada



Foto 41 Lixo na área do sistema, sendo necessário um trabalho de conscientização do operador do sistema

b) Análise de água

Esse procedimento deve ser adotado periodicamente para verificar a qualidade da água que está sendo distribuída para a comunidade. São efetuadas análises tanto físico-químicas e bacteriológicas, por meio dos kits fornecidos pelo PAD, que indicam o resultado de forma imediatamente, ou por análises laboratoriais, que são mais precisas.

No caso de análises laboratoriais, especialmente microbiológicas, deve-se atentar para os procedimentos de coleta da água para não alterar o resultado. Assim, para avaliações microbiológicas do sistema, devem ser seguidos os seguintes passos:

- i. Lavar as mãos com água e sabão
- ii. Limpar a torneira do usuário com um pedaço de algodão embebido em álcool;
- iii. Abrir a torneira e deixar escorrer a água durante 1 ou 2 minutos;
- iv. Fechar e flambear a torneira;
- v. Abrir novamente a torneira e deixar escorrer por mais 2 ou 3 minutos;
- vi. Coletar a amostra de água;
- vii. Encher pelo menos $\frac{3}{4}$ de seu volume;
- viii. Tampar o frasco, identificá-lo, anotando o endereço, à hora e a data da coleta, o estado do tempo, o nome do coletor, etc..
- ix. Marcar o frasco com o número da amostra correspondente ao ponto de coleta;
- x. Preencher a ficha de identificação da amostra de água;
- xi. Colocar o frasco da amostra na caixa de isopor com gelo;
- xii. Lacrar, identificar e enviar a caixa para o laboratório. O tempo de coleta e a realização do exame não deve exceder 24 horas.

6.9 Contaminação fora do sistema de dessalinização

Após a coleta de água, a contaminação pode ocorrer durante o transporte e armazenamento. Essa contaminação é identificada através do diagnóstico de usuários, conforme exposto anteriormente.

Os trabalhos realizados pelos técnicos do componente de sustentabilidade ambiental, para redução desses riscos, são palestras, elaboração de cartazes e cartilhas visando à conscientização da comunidade para uso de recipientes e procedimentos corretos.

Está sendo desenvolvido um **material gráfico** para ser colocado no chafariz, conforme observado abaixo, para lembrar constantemente aos usuários as melhores formas de coleta, transporte e armazenamento da água.

VAMOS MANTER ESSA ÁGUA LIMPA?!

ENTÃO BASTA SEGUIR AS SEGUINTE DICAS PARA A COLETA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA

- ✓ Em recipientes **LIMPOS E FECHADOS**;
- ✓ **NÃO REAPROVEITAR** recipientes de outros produtos, como latas de tintas, óleos, produtos de limpeza, agrotóxicos e demais substâncias nocivas à saúde;
- ✓ Utilizar o recipiente **APENAS** para colocar sua água de beber;
- ✓ A água de beber **NÃO PODE** ter contato com objetos e substâncias de fora do recipiente, como as mãos, poeira, insetos e etc. Lembre-se: **A ÁGUA É O QUE ELA TOCA!** ;
- ✓ Utilize ou adapte reservatórios de água com uma “torneirinha” para não haver contato com a mão na hora de pegar a água.
- ✓ Mantenha os reservatórios limpos, em **LOCAIS ELEVADOS**, longe do contato de animais e sujeira.

CORRETO



ERRADO



Figura 27 Proposta inicial de material gráfico para fixar no chafariz dos sistemas de dessalinização.

As **palestras e/ou oficinas** visam abordar conceitos relativos à obtenção, armazenamento, manuseio, transporte adequado e conservação da água para consumo humano contribuindo para prevenção e manutenção das condições de saúde resultando nos benefícios da água de boa qualidade preconizada e fornecido pelo Programa Água Doce. O público alvo dessas oficinas são moradores, líderes comunitários, educadores, Agentes Comunitários de Saúde (ACS), representantes de instituições locais, municipais, estaduais dentre outros. São debatidos os seguintes pontos:

- Discutir sobre os principais problemas enfrentados no acesso e qualidade da água na comunidade;
- Debater sobre a qualidade da água proveniente de fontes diversas;
- Abordar as diversas formas de contaminação da água, desde o poço até o consumo, destacando a distribuição, o transporte e armazenamento da água;
- Contribuir no processo de cuidado e armazenamento da água no domicílio;

- Compartilhar cuidados simples para evitar a contaminação da água de consumo
- Esclarecer sobre as doenças de veiculação hídrica;
- Compartilhar técnicas simples de filtragem da água

A oficina deve adequar-se às particularidades do Estado, Município e localidade. Deve-se também a adaptar essas palestras para crianças tornando-a mais lúdica, por meio de brincadeiras, desenhos, música, prática de limpeza do reservatório, etc.



Foto 42 Exemplos técnicas de oficinas de sustentabilidade ambiental com crianças

6.10 Referencias bibliográficas

CEARÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. **Limpeza e desinfecção de reservatórios de água** (Cartilha 1). Série 2. Fortaleza. 2005. 20p.

HOWARD, G.; BARTRAM, J. **Domestic Water Quantity, Service Level and Health**. WHO/SDE/WSH/03.02. 2003.

JUNIOR, O. A. **Saneamento Ambiental e Qualidade de Vida**. Disponível em: <www.ambientetotal.pro.br>. Acesso em: 03 ago. 2004.

MURTHA, N. A.; HELLER, L. **Avaliação da influência de parâmetro de projeto e das características da água bruta no comportamento de filtros lentos de areia**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.8 – n004. out/dez 2003.

REBOUÇAS, A. C.(Org.); BRAGA, B. (Org.); TUNDISI, J. G.(Org.). **Águas Doces no Brasil**. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703p.

SUASSUNA, J. **Contribuição ao estudo hidrológico do semi – árido nordestino**. Recife: FUNDAJ, 1999. 64p.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.

WMO (World Meteorological Organization). Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. WMO, Geneva, 1997.

MONTIBELLER-FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável**: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. 306p.

6.11 Anexos

6.11.1 Anexo I - Questionários e textos complementares

Caracterização das comunidades

A. Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de dessalinizadores.

Situação do dessalinizador*: ___ Em operação ___ Fora de operação

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
1.	A comunidade tem regras claras de acesso e uso da água dessalinizada?	()	()	()
2.	As regras foram definidas e estabelecidas, em consenso, dentro da própria comunidade?	()	()	()
3.	São inexistentes as situações de conflito em relação ao acesso e uso da água dessalinizada?	()	()	()
4.	Todas as casas usam a água dessalinizada?	()	()	()
5.	A água do dessalinizador é distribuída por rede de abastecimento?	()	()	()
6.	A água do dessalinizador é distribuída em chafariz e chega a todas as casas?	()	()	()
7.	São os homens que executam a tarefa de coleta e transporte da água?	()	()	()
8.	A coleta e o transporte da água dessalinizada são realizados em vasilhames apropriados, fechados e limpos, de forma a impedir possíveis contaminações?	()	()	()
9.	O volume de água dessalinizada produzida é suficiente para abastecer cada casa da comunidade com um mínimo de 5,0 litros/pessoa/dia?	()	()	()
10.	O dessalinizador fica a uma distância menor que 1 km da comunidade?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação: _____

***Nota: Dessalinizador fora de operação:** - Considerar para este item, situação de risco máxima de 100 (equivalente a 10 apontamentos negativos na planilha)

correspondente), quando os sistemas dessalinizadores estiverem situados a uma distância maior que 1 km da comunidade, e uma situação de risco 90 (equivalente a 10 apontamentos negativos e 1 afirmativo), quando estes sistemas estiverem situados a uma distância menor que 1 km da comunidade. Os demais itens, relativos às planilhas de infraestrutura da comunidade e uso de outras fontes de abastecimento, devem ser considerados no momento da visita.

Dessalinizador em operação: - A avaliação da estrutura da comunidade reporta ao momento da visita à comunidade, gerando uma planilha classificatória.

B. Em relação à disponibilidade, acesso e uso da água proveniente de outras fontes de abastecimento.

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
11.	A comunidade tem regras claras de acesso e uso de seus recursos hídricos?	()	()	()
12.	As regras foram definidas e estabelecidas, em consenso, dentro da própria comunidade?	()	()	()
13.	São inexistentes as situações de conflito em relação ao acesso e uso da água?	()	()	()
14.	A fonte principal de abastecimento é de adutora?	()	()	()
15.	Existem várias fontes de água disponíveis para a comunidade?	()	()	()
16.	As outras fontes ficam a uma distância menor que 1 km da comunidade?	()	()	()
17.	A água (independente da fonte) chega a todas as casas?	()	()	()
18.	A água é distribuída por rede de abastecimento?	()	()	()
19.	A água é distribuída em chafariz e chega a todas as casas?	()	()	()
20.	A água é tratada antes de ser distribuída?	()	()	()
21.	No caso de transporte manual da água para distribuição nas casas, são os homens que executam a tarefa de coleta e transporte da água?	()	()	()
22.	A coleta e o transporte da água são realizados em vasilhames apropriados, fechados e limpos, de forma a impedir possíveis contaminações?	()	()	()
23.	A água da fonte é suficiente para fornecer um mínimo de 20 litros por dia para cada morador?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

C. Em relação à infraestrutura / fatores socioculturais

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
24.	Na comunidade é frequente a presença de profissionais (médicos, enfermeiros, dentistas) da área de saúde e bem estar?	()	()	()
25.	O acesso à comunidade é sempre fácil (condições de estradas e transporte)?	()	()	()
26.	A comunidade é esclarecida sobre a importância de procedimentos de higiene e saneamento básico?	()	()	()
27.	A comunidade utiliza estes conhecimentos de forma prática?	()	()	()
28.	São observadas na comunidade formas de trabalho e organização comum, cuja renda é revertida para a comunidade?	()	()	()
29.	As pessoas da comunidade costumam se reunir para discussão de assuntos de interesse comum?	()	()	()
30.	Existe projeto social de origem externa em andamento?	()	()	()
31.	A comunidade é beneficiada com rede coletora de esgoto?	()	()	()
32.	O esgoto é tratado em estações apropriadas antes de ser despejado no ambiente?	()	()	()
33.	A coleta de lixo é pública?	()	()	()
	<i>TOTAL</i>			

Pontuação:

D. Aspectos ambientais gerais do sistema de dessalinização

Código da fonte: _____

Latitude: _____ Longitude: _____ Altitude: _____

Capacidade de produção do dessalinizador: _____ L/h

Pessoas atendidas pelo equipamento: _____

Responsável pela operação do dessalinizador: _____

Situação do dessalinizador: _____ Em operação _____ Fora de operação

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
1.	A região onde está o dessalinizador é bem conservada (não apresenta sinais de erosão ou buracos que possam acumular água –inundar – ou outros materiais que possam prejudicar o funcionamento do equipamento)?	()	()	()
2.	As instalações onde se encontram os equipamentos estão em bom estado de conservação, sendo visíveis os cuidados em sua manutenção?	()	()	()
3.	O interior das instalações estão bem cuidados, não apresentando acúmulo de lixo, entulho, animais, etc.?	()	()	()
4.	Nas proximidades da instalação inexistente a presença de possíveis contaminantes, como excreta, lixo, entulho, sabão, etc?	()	()	()
5.	O equipamento de dessalinização está em perfeita ordem, sem vazamentos ou gotejamentos?	()	()	()
6.	O tanque (reservatório) de alimentação do dessalinizador possui sistema de drenagem fechado (não permite que a água salobra retorne ao ambiente)?	()	()	()
7.	O concentrado salino gerado no processo de dessalinização passa por algum processo de tratamento ou estoque de modo a não ser liberado diretamente no ambiente?	()	()	()
8.	A capacidade diária de produção do dessalinizador é suficiente para abastecer a comunidade com um mínimo de 5 litros por pessoa por dia, atendendo às necessidades básicas de hidratação (água de beber)?	()	()	()
9.	A coleta da água dessalinizada passa por alguma forma de controle?	()	()	()
10.	A coleta e o transporte da água são realizados em vasilhames apropriados, fechados e limpos, de forma a impedir possíveis contaminações?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

E. Aspectos gerais do poço que abastece o dessalinizador

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
1.	A região onde está o poço é bem conservada (não apresentando sinais de erosão ou buracos que possam acumular água -inundar- ou outros materiais que possam vir a comprometer a qualidade da água do poço)?	()	()	()
2.	O poço está localizado a uma distância segura de prováveis fontes de poluição (casas, cemitérios, postos de gasolina, lixões, pocilgas, animais mortos, etc.)?	()	()	()
3.	Estas fontes potenciais de contaminação estão em um nível de terreno inferior ao do poço?	()	()	()
4.	O poço fica situado a uma distância menor que 1Km da comunidade?	()	()	()
5.	No local da instalação do poço, foi feita uma laje de cimento ou concreto para evitar a infiltração ou escoamento de águas para o seu interior?	()	()	()
6.	Existe alguma forma de proteção do poço (cerca, casinha, etc.)?	()	()	()
7.	Esta forma de proteção é segura, impedindo o acesso de pessoas (não autorizadas) ou animais?	()	()	()
8.	Os controles de bombas e válvulas do poço também estão protegidos?	()	()	()
9.	O regime de trabalho diário (funcionamento) do poço é inferior às 8hs?	()	()	()
10.	A água do poço passa por algum tratamento (dessalinização, filtros, etc...) para poder ser consumida?	()	()	()
11.	O poço tem capacidade para suprir cada casa da comunidade com um volume mínimo de 20 litros de água por pessoa por dia?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

F. Aspectos gerais de pequenos e médios açudes usados pelas comunidades**

Código da Comunidade: _____ Código da Fonte: _____

Latitude: _____ Longitude: _____ Altitude: _____

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
1.	O entorno do açude está em boas condições (não são visíveis escoamento superficial de esgoto, águas servidas ou outros materiais para dentro dele)?	()	()	()
2.	O açude está a uma distância segura de prováveis fontes de poluição (casas, cemitérios, postos de gasolina, lixões, pocilgas, animais mortos, etc.)?	()	()	()
3.	Estas fontes estão localizadas em um plano inferior ao do açude?	()	()	()
4.	O açude apresenta um volume de água estável (não ocorre variação de sua lâmina de água ou mesmo risco de secar durante o ano)?	()	()	()
5.	Existem cercas ou outras formas de proteção ao redor do açude?	()	()	()
6.	Essa cerca bloqueia a entrada de animais no açude?	()	()	()
7.	A coleta de água nos açudes é realizada em pontos determinados evitando que haja introdução de possíveis contaminantes em vários lugares do açude?	()	()	()
8.	Para coletar água, são usados sistemas de bombeamento, evitando que as pessoas, animais e veículos entrem diretamente no açude?	()	()	()
9.	Quando a coleta é feita por bomba, existe alguma forma de proteção (tela, alambrado) na boca do tubo coletor?	()	()	()
10.	A bomba fica a uma distância segura do açude, evitando que por algum motivo, possa derramar óleo ou graxa no açude?	()	()	()
11.	A bomba está protegida por uma cerca ou casinha?	()	()	()
12.	Dentro do açude ou nas margens são inexistentes a presença de resíduos como garrafas, pneus, plásticos, animais mortos, etc. ?	()	()	()
13.	São também inexistentes a presença de algas ou plantas?	()	()	()
14.	E odores estranhos, como o de ovo podre, são inexistentes na água?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

**Acesso e uso de outras Fontes: Quando na comunidade não existirem várias fontes de abastecimento (pequenos ou médios açudes) ou estas fontes estiverem distantes mais de 1km da comunidade, dispondo a comunidade de apenas cisternas, pequenos barreiros e carros pipa, a planilha relativa a pequenos e médios açudes terá a

pontuação de risco máxima de 100 (o que equivale a 14 apontamentos negativos na planilha correspondente).

Adutora: - A avaliação da estrutura da comunidade que utiliza como fonte principal de abastecimento a adutora também pode ser realizada, considerando sua estrutura antes da desativação do sistema de dessalinização e, no caso de estar em operação, considerar o momento da entrevista.

CADASTRO DOS USUÁRIOS DA ÁGUA

Código: _____ Estado: _____

Município: _____ Distrito:

Lat: _____ Long: _____ Alt:

Tipo de propriedade: _____(escola, posto de saúde, particular, etc.)

Características sócio-demográficas

Caracterização dos membros da família residentes no domicílio:

Número de pessoas na família	Condições na Família	Sexo		Graus de Instrução	Idades	Ocupações Principais
		M	F			

Códigos:

Condição na Família	Grau de Instrução
1. Chefe	1. Analfabeto
2. Cônjuge	2. Assina o nome
3. Filho	3. Sabe ler e escrever
4. Outro parente	4. Pré-escola
5. Agregado	5. Primário incompleto
6. Pensionista	6. Primário completo
7. Empregado doméstico	7. Primeiro grau incompleto
8. Parente do empregado	8. Primeiro grau completo
9. Morador ausente	9. Segundo grau incompleto
	10. Segundo grau completo
	11. Técnico
	12. Superior incompleto
	13. Superior completo

Caracterização Econômica:

Especificar as fontes de renda (atividade agrícola, pecuária, outras atividades remuneradas, previdência social, outros benefícios) e o valor da renda da família:

Fontes de renda da família	Renda Mensal R\$
<i>Renda total</i>	

Dados sobre a produção agropecuária da família:

1. Qual a área da propriedade da família?
2. Qual a área cultivada e área de pasto?

Área cultivada	Área de pasto

3. Quais os cultivos e plantas nativas presentes na propriedade (*grãos, raízes, frutas, verduras, outros*)? Se possível, especificar a época do ano.

Culturas	Época do ano (meses)

4. Possui criação de animais para consumo (*de carne, ovos, leite ou outros*)? Quais?

Animais

Características de acesso, uso, armazenamento e descarte da água no domicílio:

Origem da água:

- proveniente de dessalinizadores
- outras fontes:
 - Pequenos e Médios Açudes
 - Água da Chuva
 - Rede Geral de Abastecimento
 - Diretamente de Poços
 - Carro-Pipa
 - Cisterna: Frequência de abastecimento: ____/____ dias
 - Reservatórios (Chafariz) Frequência de abastecimento: ____/____ dias
 - Outros: _____, _____, _____.

Uso da água:

Dessalinizada:

- Beber
- Beber e cozinhar
- Higiene
- Geral (roupa, louça, etc...).
- Outros: _____, _____, _____.

Outras fontes:

- Beber
- Beber e cozinhar
- Higiene
- Geral (roupa, louça, etc...).
- Outros: _____, _____, _____.

Abastecimento e armazenagem da água:

Dessalinizada - periodicidade no abastecimento:

- Semanal Volume de água coletado _____
- Quinzenal Volume de água coletado _____
- Mensal Volume de água coletado _____
- Semestral Volume de água coletado _____
- Anual Volume de água coletado _____
- Outro: _____ . Volume de água coletado _____

Armazenagem:

- Reservatório; Cisterna; Pote de barro; Tonel de metal; Bombona;
- Balde, Outros: _____.

Outras fontes: periodicidade no abastecimento:

- Semanal Volume de água coletado _____
- Quinzenal Volume de água coletado _____
- Mensal Volume de água coletado _____
- Semestral Volume de água coletado _____
- Anual Volume de água coletado _____
- Outro: _____. Volume de água coletado _____

Armazenagem:

- Reservatório; Cisterna; Pote de barro; Tonel de metal; Bombona;
- Balde, Outros: _____

Custo Mensal:

Dessalinizada:

Custo do frete: R\$ _____ Tarifa da água: R\$ _____ / _____ litro

Outras fontes:

Custo do frete: R\$ _____ Tarifa da água: R\$ _____ / _____ litro

CARACTERIZAÇÃO DOS DOMICÍLIOS

G. Água proveniente de dessalinizador

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
1.	Os moradores da casa conhecem ou tiveram acesso a informações prévias sobre água dessalinizada ou sobre o processo de dessalinização?	()	()	()
2.	O ponto de coleta da água dessalinizada fica a uma distância MENOR que 1km da casa?	()	()	()
3.	São os homens que executam a tarefa de coleta e transporte da água dessalinizada?	()	()	()
4.	A coleta e o transporte da água são realizados em vasilhames apropriados, fechados, de forma a impedir possíveis contaminações?	()	()	()
5.	A água dessalinizada é usada somente para beber e cozinhar?	()	()	()
6.	O volume de água dessalinizada armazenado na residência é suficiente para abastecer a casa com um mínimo de 5,0 litros/pessoa/dia?	()	()	()
7.	Os moradores da casa conhecem os cuidados básicos para manter a água dessalinizada estocada com qualidade?	()	()	()
8.	O local de armazenamento da água dessalinizada é adequado?	()	()	()
9.	A água é retirada através de torneira evitando o contato com as mãos?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

K - Água proveniente de outras fontes

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
10.	Os moradores da casa têm conhecimento de princípios básicos a respeito dos cuidados com a água de forma a manter sua qualidade?	()	()	()
11.	A água passa por algum tratamento: filtro de areia, filtro de vela, químico, etc?	()	()	()
12.	A fonte de água para abastecimento da casa fica a uma distância menor que 1km da casa?	()	()	()
13.	São os homens que executam a tarefa de coleta e transporte da água?	()	()	()
14.	A água chega encanada na residência?	()	()	()
15.	A água chega encanada até a cozinha?	()	()	()
16.	A casa possui instalação sanitária?	()	()	()
17.	A instalação sanitária tem chuveiro?	()	()	()
18.	A instalação sanitária tem vaso com descarga?	()	()	()
19.	A água para lavar roupa é encanada?	()	()	()
20.	O volume de água ofertado por estas fontes é suficiente para fornecer um mínimo de 20 litros/pessoa/dia?	()	()	()
21.	A casa tem capacidade de armazenar o volume de água ofertado (20L/p/dia)?	()	()	()
22.	O local de armazenamento da água no domicílio é adequado?	()	()	()
23.	A coleta da água no local de armazenamento é feita de forma a evitar possíveis contaminações?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação: _____

L - Destino dos efluentes (saneamento)

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
24.	Os moradores da casa foram orientados sobre saneamento básico no domicílio?	()	()	()
25.	Existe rede geral de esgoto?	()	()	()
26.	Na casa existe fossa?	()	()	()
27.	Os efluentes das águas provenientes do banho são armazenados em fossa?	()	()	()
28.	O efluente das águas da pia é armazenado em fossa?	()	()	()
29.	O efluente das águas do tanque de roupa é armazenado em fossa?	()	()	()
30.	O esgoto do vaso sanitário é armazenado em fossa?	()	()	()
31.	O sistema de coleta do esgoto (canos, etc.) está em boas condições, (sem vazamento)?	()	()	()
32.	Existe coleta de lixo na residência?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação: _____

M - Aspectos gerais

Nº	PERGUNTAS	S	N	NA
33.	Os animais próximos da casa estão confinados?	()	()	()
34.	Os moradores apresentam uma pele sadia, sem manchas?	()	()	()
35.	Casos de diarreia são inexistentes?	()	()	()
36.	A família participa (é sócia) de alguma forma de associação ou cooperativa na comunidade?	()	()	()
37.	A família recebe acompanhamento da associação ou cooperativa?	()	()	()
38.	A família recebe orientações de outros órgãos?	()	()	()
39.	Tem energia elétrica no domicílio?	()	()	()
40.	A família está engajada em algum projeto/programa que vise melhorar sua renda?	()	()	()
	TOTAL			

Pontuação:

6.11.2 Anexo II – Especificações técnicas dos equipamentos

Equipamentos – Sustentabilidade

ITEM	DISCRIMINAÇÃO
1	Medidor de Oxigênio
2	Medidor de p.H
3	Conduvímetero
4	GPS
5	Kit Bacteriológico
6	Sonda multiparâmetros – qualidade de água
7	Pluviômetro Digital

7 Dessalinização

7.1 Contextualização

Na região semiárida, são constantes os períodos de seca, muitas vezes obrigando a população a migrar para outros centros, por absoluta falta de condições. Para minimizar esta situação e melhor utilizar os volumes disponíveis de água, propõe-se a instalação de equipamentos de dessalinização, inicialmente, em poços tubulares perfurados nos aquíferos fissurais do embasamento cristalino, caracterizadas por porosidade e permeabilidade primárias baixas, representadas por rochas metassedimentares e metaígneas, que condicionam pequena capacidade de armazenamento de água subterrânea.

As águas subterrâneas encontradas nas regiões semiáridas, normalmente apresentam um alto índice de sais dissolvidos, devido às composições químicas das rochas. O uso de dessalinizadores para minimizar o problema das águas salobras vem sendo bastante satisfatória.

Visando o aumento da disponibilidade de água e o conseqüente implemento da oferta hídrica, em situações específicas, a alternativa técnico-econômica e social mais viável identificada é a da dessalinização de águas salobras objetivando o atendimento da demanda de consumidores de diferentes portes. Estas águas tratadas e com padrões de qualidade compatíveis com as normas nacionais, serão utilizadas, prioritariamente, para o consumo humano.

O bem estar e a saúde da população tornam-se bastante significativos em função do aparecimento de água de boa qualidade. Quando a água dessalinizada começa a perder sua qualidade de potabilidade por falta de um programa de manutenção preventiva, dar-se início a um processo polêmico de ordem político-social e econômico. Como principais fontes que podem afetar a qualidade da água dessalinizada têm-se a falta de um pré-tratamento ou pré-tratamento inadequado, o uso de elementos de membranas inadequados, falta de manutenção e monitoramento, e operadores não qualificados.

Dentro deste contexto o Programa Água Doce, visa além de recuperar os sistemas de dessalinização que não se encontram funcionando, formar núcleos gestores estaduais, capazes de gerenciar e capacitar técnicos para monitorar e dar manutenção aos sistemas de dessalinização.

7.2 Metodologia

O Componente de Dessalinização do Programa Água Doce tem como principais ações junto com os órgãos participantes do processo, a formação de recursos humanos, recuperação e instalação de dessalinizadores e implantação de unidades demonstrativas.

A metodologia adotada para a recuperação dos dessalinizadores foi seguida conforme as etapas descritas abaixo:

- Formação dos núcleos estaduais e grupos gestores, constituídos por técnicos dos órgãos gestores dos Estados atendidos pelo Programa Água Doce.
- Elaboração de material didático para a capacitação de técnicos e operadores.

- Capacitação de técnicos dos núcleos gestores estaduais na operação e no diagnóstico de sistemas de dessalinização via osmose inversa.
- Em função dos parceiros financiadores do PAD, são definidos os Estados para início dos trabalhos de diagnóstico e recuperação, juntamente com os núcleos estaduais são avaliadas e realizada a escolha das comunidades que poderiam ser atendidas na recuperação dos dessalinizadores, em função dos parâmetros de criticidade do programa como: índices de densidade humana, pluviométrico, dentre outros.
- Visita técnica às localidades para realização de diagnósticos técnicos dos dessalinizadores e coleta de amostras de águas para fins de análise físico-química, realizadas pelos técnicos capacitados dos núcleos gestores estaduais. Em anexo encontra-se um roteiro a ser seguido durante o diagnóstico técnico do sistema.
- Análise dos diagnósticos técnicos dos dessalinizadores e elaboração de planilhas quantitativas de componentes dos dessalinizadores que necessitam serem substituídos e/ou realizar algum tipo de manutenção.
- Acompanhar a recuperação e instalação dos dessalinizadores após a recuperação e a escolha das comunidades que receberam os sistemas de dessalinização produtivos.
- Realização de cursos de capacitação de operadores de sistemas de dessalinização, treinando os operadores dos sistemas recuperados e de outros dessalinizadores da região no entorno do sistema.
- Assinatura do acordo de gestão do dessalinizador.
- Acompanhamento e monitoramento dos dessalinizadores recuperados e instalados juntamente com o núcleo gestor de cada Estado.

Inicialmente é realizada visita técnica à comunidade. Durante essa visita, os técnicos do Programa Água Doce realizam as seguintes atividades: determinam o número de poços disponíveis, coletam amostra(s) do(s) poço(s) e observam as suas condições de funcionamento, solicitam a realização de teste de vazão do poço escolhido, fazem contato com a comunidade e seu líder ou prefeito e identificam o número de habitantes que serão beneficiados com água dessalinizada.

A partir das análises físico-químicas, há condições de definir o projeto do dessalinizador, que consiste em identificar: os melhores elementos de membranas, condições de funcionamento em função da qualidade da água bruta e tipo de pré-tratamento da água bruta. Esse tratamento visa à proteção dos elementos de membranas contra vários fenômenos de incrustações e pode ser realizado por meio de filtros ou pela adição de produtos anti-incrustantes, dependendo da composição físico-química da água bruta.

Durante a instalação desse equipamento, recomenda-se a presença de pessoas que ficarão responsáveis pelo sistema, visando acompanhar os passos de instalação. Ressalta-se que todos os operadores do dessalinizador participam de curso de capacitação. A capacitação é realizada na própria comunidade onde está implantado o sistema e ocorre com aulas teóricas sobre os componentes do dessalinizador, seus funcionamentos e importância, além dos cuidados com a higiene, manuseio e distribuição da água. No segundo momento é realizada a aula prática no campo mostrando toda a operação e todos os procedimentos a serem seguidos pelo operador, proporcionando o funcionamento correto do sistema e mantendo a qualidade da água.

Após a implantação do sistema de dessalinização, é necessário realizar a sua manutenção periódica. Essa etapa requer o envolvimento e organização das comunidades beneficiadas, bem como técnicos treinados nos estados para atender periodicamente aos sistemas de dessalinização instalados. Essa manutenção se traduz na qualidade e na quantidade de água produzida no processo e no prolongamento do tempo de vida útil do sistema.

O monitoramento dos dessalinizadores recuperados é realizado através de visitas periódicas aos sistemas pelos técnicos do grupo gestor e/ou do PAD. Nestas visitas são coletados os dados das variáveis de medidas dos dessalinizadores, como também é realizada coleta de amostras de águas das correntes de alimentação, permeado e concentrado para realização de análises.

Após iniciar o funcionamento do dessalinizador é realizada uma reunião juntamente com a comunidade para fechamento do Acordo de Gestão do Dessalinizador. O acordo gestão do dessalinizador é um documento elaborado e aprovado pela comunidade, no qual estão estabelecidas as regras que irão definir os direitos e os deveres de todas as pessoas beneficiadas pela água doce e pela utilização do concentrado. Os Acordos permitem o controle e a participação das comunidades nas atividades necessárias à garantia da oferta de água de boa qualidade para as famílias beneficiadas.

7.3 Revisão bibliográfica

A dessalinização é um processo contínuo e natural, sendo uma parte essencial do ciclo hidrológico. A chuva cai no solo e depois corre até os mares. Quando a água se desloca pela terra, ela dissolve os sais minerais, tornando-se progressivamente salgada. Quando chega aos oceanos, uma parte desta água se evapora devido à ação da energia solar, o vapor d'água produzido forma às nuvens que produzem a chuva, dando continuidade ao ciclo.

7.3.1 Processos de separação com membranas

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 (Habert et al., 1997).

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 essas fases. A membrana tem assim a capacidade de transportar determinados componentes, quando aplicada algum tipo de força externa, retraindo outros que fazem parte da mistura de alimentação. É, portanto uma barreira permeável e seletiva ou uma interface entre duas fases. A Figura 31 apresenta um esquema do processo de separação por membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).

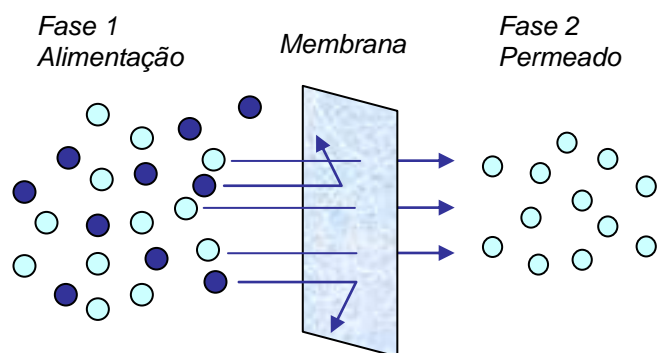


Figura 28 Representação esquemática do processo de separação por membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).

O aumento de escala e 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 (Schneider & Tsutiya, 2001).

Os processos que utilizam a tecnologia de membranas e o gradiente de pressão com força motriz são conhecidos como: microfiltração (MF), ultrafiltração (UF), nanofiltração (NF) e osmose inversa (OI).

Embora recentes, os processos de separação com membranas têm encontrado um rápido desenvolvimento. A principal característica desses processos está relacionada ao fato da maioria das separações ocorrerem sem mudança de fase, sendo, portanto, energeticamente mais vantajosos, quando comparadas com os processos térmicos tradicionais. Além disso, são processos que apresentam um baixo custo energético e um produto final de alta qualidade (Habert et al., 1997).

Na Figura 32 são apresentadas as principais características dos processos com membranas que utilizam a diferença de pressão como força motriz.

Dimensões das Partículas e Moléculas (m) ↓		Técnica de Separação	
Micro-Organismos $1 \mu\text{m}$	10^{-5}	Microfiltração Células / Colóides Materiais em Suspensão ΔP Membrana	
	10^{-6}		
Macromoléculas e Vírus	10^{-7}	Ultrafiltração Macromoléculas ΔP Membrana	
	10^{-8}		
Moléculas de médio PM	10^{-8}	Nanofiltração Moléculas de médio PM ΔP Membrana	
	10^{-9}		
Moléculas de baixo PM e íons 1 \AA	10^{-10}	Osmose Inversa Sais ΔP Membrana	
	10^{-10}		

Figura 29 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997).

Outro processo de separação por membrana é a eletrodialise (ED), que utiliza como força motriz o potencial elétrico. A ED é uma tecnologia de separação por membrana que leva em conta a troca de íons eletricamente conduzida da qual é capaz de separar, concentrar e purificar íons selecionados de misturas aquosas.

7.3.1.1 Microfiltração

A MF remove partículas na faixa de 0,1 a 1 μ m. É o processo de separação que mais se aproxima da filtração clássica. Geralmente, partículas suspensas e coloides são rejeitados enquanto macromoléculas e sólidos dissolvidos passam através da membrana. As suas aplicações principais incluem remoção de materiais floculados ou sólidos suspensos (Habert et al., 1997).

7.3.1.2 Ultrafiltração

A UF é o processo de separação por membranas utilizada quando se deseja purificar e fracionar soluções contendo macromoléculas. As membranas de UF apresentam poros na faixa entre 1 a 100nm. Os materiais rejeitados pela membrana incluem coloides, proteínas, contaminantes microbiológicos e grandes moléculas orgânicas (Habert et al., 1997).

7.3.1.3 Nanofiltração

A NF compreende um processo de membranas especial, no qual as partículas rejeitadas situam-se na faixa de 1 nanômetro. Este processo atua no setor entre a UF e a OI. Todas as moléculas orgânicas com elevada massa molar são rejeitadas. Além disso, os sais dissolvidos constituídos por ânions monovalentes têm taxas de rejeição da ordem de 20 a 80%, enquanto que os constituídos por ânions bivalentes possuem taxas de rejeição da ordem de 90 a 98%. Algumas das aplicações típicas incluem a remoção de compostos orgânicos de águas superficiais, remoção de dureza de águas tratadas e redução de sólidos totais dissolvidos, especialmente em aplicações de tratamento de efluentes industriais (Habert et al., 1997).

7.3.1.4 Osmose inversa

A OI é o nível final de processos de filtração disponíveis. A membrana de OI atua como uma barreira a todos os sais dissolvidos e moléculas inorgânicas com massa molar acima de 100. As moléculas de água, por outro lado, permeiam preferencialmente através da membrana (Dow Latin America, 1996).

O processo de OI utiliza a pressão hidráulica para tirar água pura da água de abastecimento por intermédio de uma membrana. A exemplo da ED, ela usa energia em função da quantidade de sais a serem removidos, mas não em proporção direta (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972).

Este processo pode remover sais, dureza, micro-organismos em geral, turbidez, compostos orgânicos, pesticidas e a maioria dos contaminantes presentes na água. Mas muitos dos gases dissolvidos tais como hidrogênio sulfídrico e dióxido de carbono, irão passar através da membrana de osmose inversa (Taylor & Jacobs, 1996).

A abrangência de sua aplicação é bastante ampla. Além da dessalinização de águas, vem sendo empregada em recuperação de efluentes industriais, concentração de sucos, produtos farmacêuticos, processamento de alimentos e bebidas, soro do leite na fabricação do queijo, tratamento para diálises, obtenção de água ultrapura, produção de aminoácidos para bioengenharia, etc (Brandt et al, 1993).

7.3.2 Principais aplicações de processos com membranas

Os processos de separação por membranas têm sido utilizados nos mais diferentes setores de atividade como na indústria química, na área médica, passando pela biotecnologia, indústria alimentícia e farmacêutica e também tratamentos de águas industriais e municipais. No Quadro 21 são apresentados exemplos de aplicação de processos com membranas em algumas das áreas acima mencionadas (Habert et. al.,1997).

Quadro 21 Principais características das técnicas de separação com membranas que utilizam diferença de pressão como força motriz (Habert et al., 1997).

ÁREA	APLICAÇÕES
QUÍMICA	<ul style="list-style-type: none">• Quebra do azeótropo benzeno/hexano• Recuperação de H₂ - Síntese da Amônia• Fracionamento CO₂/CH₄• Fracionamento do ar: obtenção de gás inerte e de corrente rica e oxigênio.
BIOTECNOLOGIA E FARMACÊUTICA	<ul style="list-style-type: none">• Separação de substâncias termoláveis• Desidratação de etanol• Purificação de enzimas• Fracionamento de proteínas• Esterilização de meios de fermentação• Bio-reatores a membranas
ALIMENTÍCIA E BEBIDAS	<ul style="list-style-type: none">• Concentração de leite• Concentração do soro de queijo• Concentração de sucos de fruta• Clarificação de vinhos e cervejas• Desalcoolização de vinhos e cervejas
TRATAMENTO DE ÁGUAS	<ul style="list-style-type: none">• Dessalinização de águas• Eliminação de traços de orgânicos• Tratamento de esgotos municipais• Desmineralização de águas p/ caldeiras• Água ultrapura p/ indústria eletrônica
TRATAMENTO DE DESPEJOS INDUSTRIAIS	<ul style="list-style-type: none">• Separação água/óleo• Recuperação de índigo - Têxtil• Recuperação de PVA - Têxtil• Recuperação de íons metálicos - Couro• Recuperação de proteínas - Laticínio• Tratamento águas - Papel e Celulose
MEDICINA	<ul style="list-style-type: none">• Rim artificial - Hemodiálise• Pulmão artificial - Oxigenadores• Ar enriquecido em oxigênio• Esterilização de soluções injetáveis• Dosagem controlada de remédios

7.3.3 Princípio operacional da osmose inversa

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 águas com salinidades diferentes, são separados por uma membrana semipermeável (Figura 33-a), uma quantidade de água relativamente pura sairá da solução diluída através da membrana para a solução mais concentrada, até que a formação de uma pressão no compartimento onde a concentração é mais elevada para este fluxo (Figura 6.3-b). Este fenômeno é denominado de Osmose. 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.



Figura 30 Representação do processo de osmose e osmose inversa (Kerr & McHale 2001).

Na osmose normal 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 33-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.

A osmose inversa é utilizada para dessalinizar águas marinhas, 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 (Schneider & Tsutiya, 2001).

Em processo de grande escala, o fenômeno ocorre com auxílio de uma bomba de alta pressão 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 e passa por um banco de filtros de cartucho.

7.3.4 Módulos comerciais

As membranas são geralmente combinadas em módulos. A escolha do módulo da membrana depende do tipo de aplicação e dos componentes que se deseja separar no processo (Mallevalle et. al., 1996). O módulo é o elemento básico de um sistema de membrana que congrega todas as estruturas necessárias para viabilizar a operação da membrana como unidade de separação. O módulo contém os seguintes elementos (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Membranas e estrutura de suporte da pressão;
- Canais de alimentação e remoção do permeado e do concentrado.

Os módulos são projetados com os seguintes objetivos:

- Limitar o acúmulo de material retido pela membrana através da otimização da circulação do fluido a ser tratado;
- Maximizar a superfície da membrana por volume de módulo;
- Evitar a contaminação do permeado com o material do concentrado.

O projeto dos módulos deve também atender os seguintes requisitos:

- Simplicidade de manuseio;
- Permitir limpeza eficiente da membrana;
- Volume mínimo retido no interior do módulo.

7.3.4.1 Módulos espirais

O módulo espiral é o módulo mais utilizado em aplicações que demandam pressões altas e intermediárias, ou seja, na NF e na OI. Cada elemento consiste de um pacote de membranas e espaçadores enrolados em volta de um tubo coletor de permeado central, mostrado na Figura 34. Os canais de alimentação são delimitados por membranas dos dois lados, sendo que o canal de concentrado é mantido aberto por espaçadores no formato de telas. A superfície oposta das folhas de membrana onde fica localizada a estrutura porosa de suporte e por onde escorre o permeado é colocada em contato com um segundo espaçador formado por um tecido fino poroso, cuja função é manter aberto o canal de água filtrada. Este canal é vedado em três lados por linhas de cola. O lado aberto é inserido dentro do tubo coletor localizado no interior do elemento.

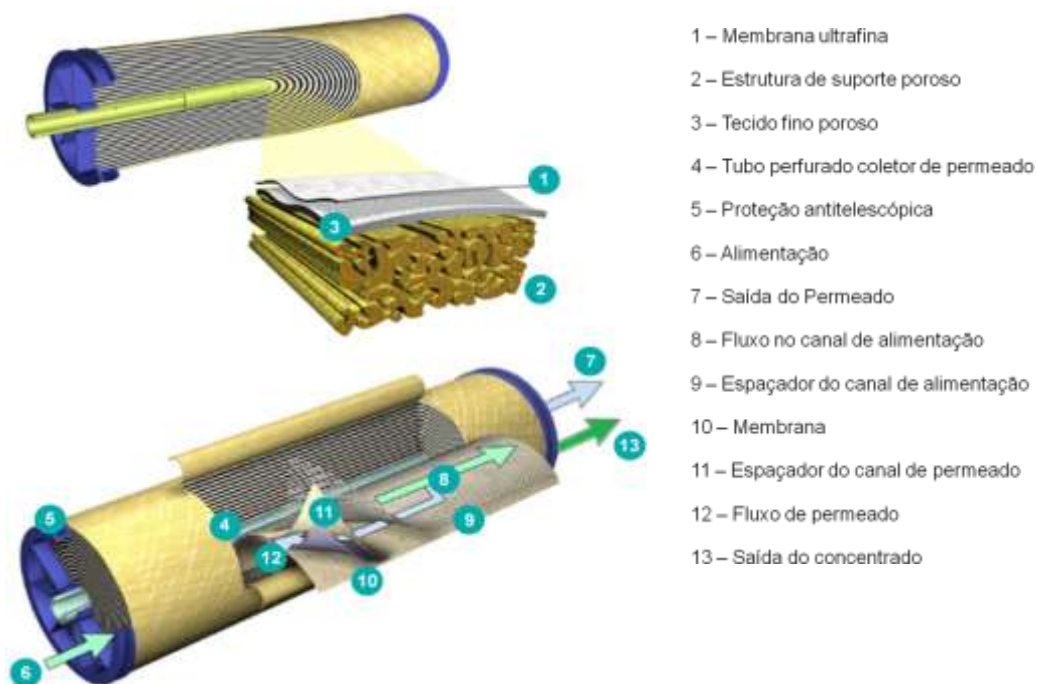


Figura 31 Membrana em forma de espiral (Migas, 2010).

Os canais de água bruta permanecem abertos nas laterais do cilindro formado pelas membranas e permitem o livre acesso da água de alimentação, que percorre o módulo em direção paralela ao tubo coletor. O módulo completo é envolto por uma manta para estabilizar o rolo de membranas e delimitado nas duas extremidades por discos de proteção antitelescópica e a função deles é evitar que diferenciais de

pressão nos diferentes canais de alimentação causem o deslocamento longitudinal de pacotes de membranas (Schneider & Tsutiya, 2001).

A Figura 35 apresenta algumas membranas comerciais em forma de espiral.

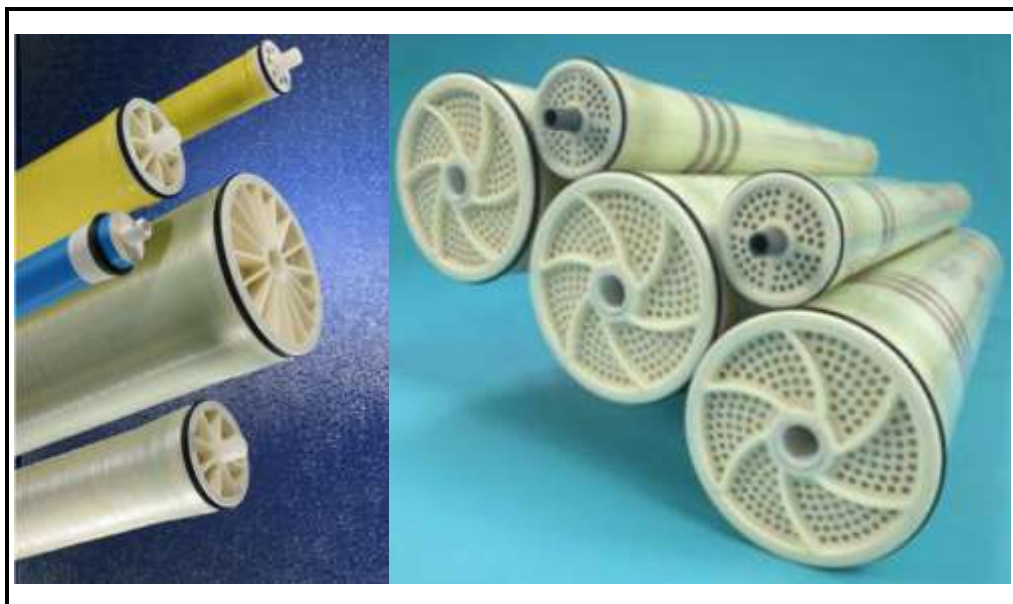


Figura 32 Membranas comerciais (FilmTec, 2008; Hydranautics, 2008).

Atualmente, os modelos de configurações geométricas mais utilizados são: o do elemento enrolado em espiral e o de fibra oca, por possuírem a melhor relação de área superficial do filme da membrana por unidade de volume ocupada pelo módulo. Estes modelos possuem custos de fabricação mais baixos e ainda possuem taxas de fluxo do permeado mais elevado (Habert et. al., 1997).

O módulo é a unidade básica de filtração. O princípio da modularidade é seguido na construção de plantas com grandes vazões. Aumentos da recuperação em sistemas de OI podem ser obtidos através da recirculação do concentrado. Uma segunda alternativa para o aumento de rendimento de OI utilizada em todas as unidades de grande escala, é a instalação de elementos em série no interior dos vasos de pressão. O rendimento total por vaso de pressão será a soma dos rendimentos individuais de cada elemento. Rendimentos totais maiores em filtração contínua podem ser obtidos através de operação de dois ou mais vasos de pressão em série. Cada vaso de pressão operado em paralelo corresponde a um estágio. Unidades em grande escala são constituídas pela combinação de vários vasos de pressão em paralelo em cada estágio, formando bancos como mostra a Figura 36 (Schneider & Tsutiya, 2001).

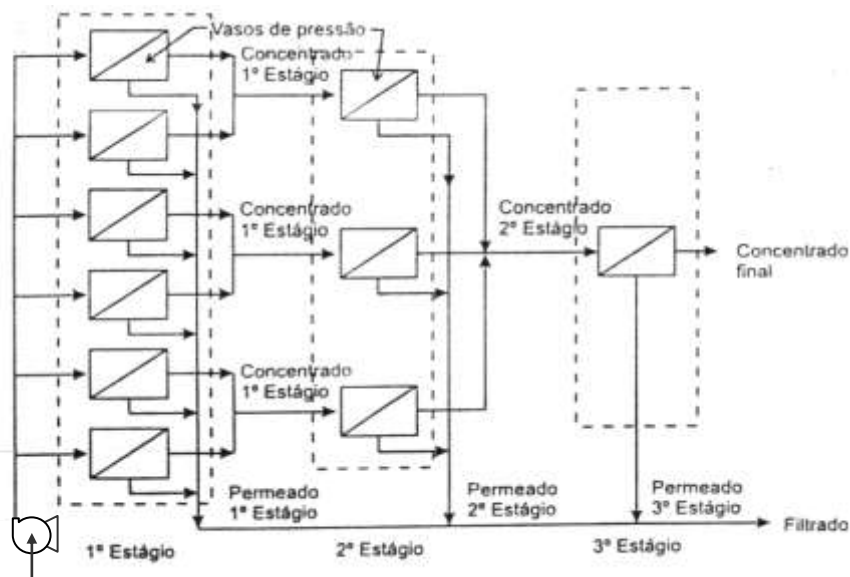


Figura 33 Arranjo 6:3:1 de módulos equipados com elementos espirais (Schneider & Tsutiya, 2001).

Um conjunto de bancos operando a partir de uma única bomba é denominado de arranjo. Os arranjos são classificados a partir do número de vasos de pressão em cada série. Por exemplo, um arranjo 6:3:1 (Figura 36) consiste de três estágios, sendo que há seis vasos de pressão em paralelo no banco do primeiro estágio, três vasos em paralelo no banco do segundo estágio e um vaso no terceiro estágio (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.5 Projeto e instalação de plantas de dessalinização com membranas

O projeto e a instalação de uma unidade de filtração com membranas devem ser precedidos de análises detalhadas sobre os objetivos de qualidade de água a serem atingidos. A análise sobre o tipo de unidade de membrana que será utilizada depende principalmente da avaliação detalhada da qualidade de água do manancial e de sua variabilidade ao longo do tempo. Apesar de aparentemente simples, a tecnologia de membranas filtrantes oferece muitas possibilidades de erros de projeto, principalmente nas etapas de pré-tratamento e seleção de membranas, que podem comprometer a operação e a sua viabilidade econômica (Schneider & Tsutiya, 2001).

Um esquema geral ilustrando todos os componentes comuns aos processos de dessalinização é mostrado na Figura 37. A Figura apresenta as correntes de fluxo e os diversos componentes do sistema de dessalinização os quais operam nas correntes de fluxo.

O equipamento de recepção da água opera na corrente de abastecimento a partir da fonte para produzir a água de alimentação. Os tratamentos indicados durante esta etapa são: a remoção de sólidos em suspensão e outros tratamentos mecânicos.

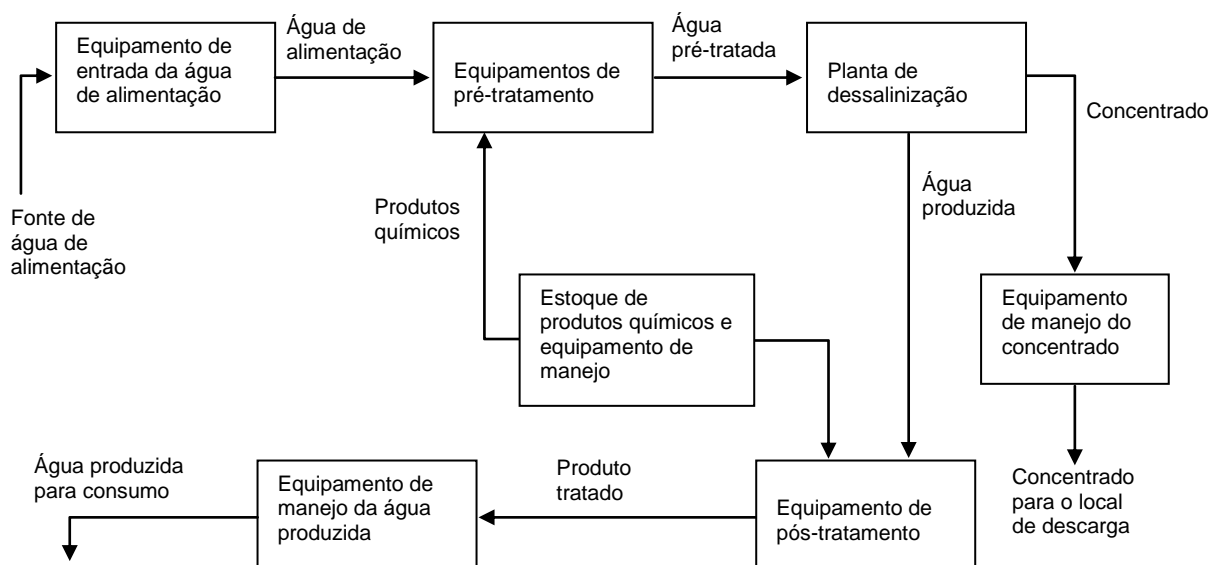


Figura 34 Esquema geral de uma planta de dessalinização (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972).

A água de alimentação é então tratada quimicamente para produzir a corrente de água pré-tratada. Na maioria dos casos um pré-tratamento é realizado para assegurar um desempenho mais eficaz e menos problemático da planta de dessalinização. O tipo e a extensão do pré-tratamento depende dos componentes da água de abastecimento e das características do processo de dessalinização utilizado.

A corrente da água de alimentação pré-tratada entra na planta de dessalinização para ser processada, formando duas correntes, a corrente de água produzida (permeado) e a corrente do concentrado.

A corrente de água produzida é então misturada com produtos químicos numa etapa de pós-tratamento, por exemplo, a correção e estabilização do pH. Em seguida, a água tratada é estocada ou transferida por um sistema de distribuição (Manual de Dessalinização para Planejadores, 1972).

As etapas mais importantes no projeto e implantação de unidade de dessalinização por membranas são as seguintes (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Definição precisa da qualidade de água almejada, com o estabelecimento de parâmetros e valores;
- Análise detalhada da qualidade da água de alimentação;
- Definição do tipo de unidade de membrana filtrante que permitirá atingir os valores de qualidade de água estipulada;
- Definição do porte da unidade de tratamento;
- Elaboração de pré-projetos;
- Avaliação dos projetos propostos e estabelecimento de plantas piloto;
- Operação das plantas piloto;
- Seleção da melhor proposta e elaboração do projeto definitivo;
- Construção e entrada em operação da planta;
- Acompanhamento contínuo de desempenho da planta pelos operadores, para otimização de processos e redução de custo operacional.

7.3.5.1 Análise de água de alimentação

Em todos os projetos de membranas filtrantes devem ser precedidos de uma análise completa da água de alimentação. Isto se aplica também a tecnologias de remoção de material particulado, que podem ser afetados por depósitos de sais nas membranas ou pela ação de oxidantes químicos (Schneider & Tsutiya, 2001).

Os principais parâmetros a serem analisados são os seguintes:

- Cátions: K^+ , Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Ba^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} ;
- Ânions: Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{-2} , PO_4^{-3} ;
- Colóides: SiO_2 (tot), Fe (tot);
- Um dos parâmetros de *fouling*: IDS;
- Temperatura;
- Condutividade elétrica;
- pH;
- Sólidos totais dissolvidos;
- Turbidez;
- Alcalinidade: alcalinidade total, alcalinidade de carbonatos, dureza total;
- Bactérias;
- Outros: cheiro, cor, etc.

7.3.6 Simulação de processos por osmose inversa

Um sistema de OI pode ser projetado com suficiente exatidão usando um programa de simulação em computador. Com a ajuda do simulador, resultados exatos podem ser obtidos muito rapidamente, de modo que possa ser usado para modificar e aperfeiçoar o projeto do sistema de dessalinização (FilmTec, 1995).

A *Dow-FilmTec*, *Fluid Systems* (atual *Koch*), *Hydranautics*, *Osmonics* e *TriSep* são algumas das empresas fabricantes de membranas espirais, que fornecem programas de computador para o desenvolvimento de projetos de plantas de dessalinização por OI. Esses programas são uma ferramenta para desenvolver e testar várias configurações de sistema. Os programas fornecem meios de estimar a qualidade e a produção da água a partir dos parâmetros dados (Taylor & Jacobs, 1996).

Em geral, os programas requerem alguns dados de entradas como: análise físico-química, pH, temperatura, da água de alimentação; recuperação do sistema; vazão de permeado, sendo possível determinar as melhores condições de operação da planta, com a escolha adequada do tipo de elemento utilizado, melhor arranjo, menor consumo de energia, etc. Em alguns casos, pode-se testar até que ponto o sistema irá operar sob condições extremas como a qualidade da água de alimentação desconhecida, exigências especiais na qualidade do permeado, recuperações elevadas.

7.3.7 Pré-tratamento

As operações com membranas requerem alguma medida de pré-tratamento da água de alimentação do processo. O pré-tratamento é a primeira etapa para o controle

de incrustações nas membranas. O pré-tratamento mais simples envolve uma micro-filtragem e nenhuma adição química. Entretanto, quando uma água de superfície é tratada, o procedimento de pré-tratamento pode ser complexo incluindo o ajuste do pH, cloração, adição de coagulantes, sedimentação, clareamento, absorção em carvão ativado, adição de complexantes, filtração e uma avaliação final (Taylor & Jacobs, 1996).

Para aumentar a eficiência e o tempo de vida do sistema de osmose inversa, se faz necessário um sistema de pré-tratamento da água de alimentação. A seleção do pré-tratamento apropriado deve ser de forma que maximize a eficiência e a vida da membrana e minimize a quantidade de sólidos suspensos na água de alimentação, a precipitação de sais solúveis como o Carbonato de Cálcio (CaCO_3) ou Sulfato de Bário (BaSO_4) e a degradação da membrana. O resultado será a otimização do fluxo de permeado, rejeição de sais, recuperação do produto e custo de operação (FilmTec, 1995).

Os fatores que devem ser levados em consideração quando o sistema necessita de um pré-tratamento são (Taylor & Jacobs, 1996):

- Material no qual é construída a membrana;
- Configuração do módulo;
- Qualidade da água de alimentação;
- Taxa de recuperação;
- Qualidade final da água do permeado.

O projeto apropriado para tratamento para a água de alimentação dependerá da fonte de água, composição e aplicação. Uma fonte de água é considerada boa quando o índice de densidade de sedimentos (IDS) é baixo (tipicamente <2). Estas águas requerem tipicamente um sistema de pré-tratamento simples como a adição de anti-incrustante e um filtro de cartucho de $5\mu\text{m}$. Águas superficiais são caracterizadas por um IDS elevado e por ter uma contagem de microrganismos elevada. O pré-tratamento para este tipo de água é mais elaborado e requer etapas adicionais que incluem freqüentemente a adição de polímeros, clarificação e filtração em filtros multimeios. Uma vez que a fonte de água de alimentação foi determinada, uma análise completa e exata da água de ser feita, sendo de grande importância para o projeto do pré-tratamento apropriado e do sistema de OI, o tipo e a extensão do pré-tratamento dependerá da fonte de água (FilmTec, 1995).

7.3.7.1 Incrustações (Fouling)

A formação indesejável de depósitos nas superfícies de membranas é chamada de *Fouling*. Isto ocorre quando os sólidos rejeitados não são transportados da superfície da membrana para a corrente do fluxo de alimentação. Em consequência, os sais dissolvidos, os sólidos suspensos e os microrganismos acumulam na superfície da membrana. Em operações de OI, este processo tende a diminuir o desempenho dos elementos de membranas (Amjad, 1992).

O *fouling* é consequência de um conjunto de fenômenos, capaz de provocar uma queda no fluxo do permeado e /ou o aumento da passagem de sais com o tempo, quando se trabalha com uma solução ou suspensão (Ghafour, 2002; Habert et al., 1997). A extensão do fenômeno do *fouling* depende da natureza da solução problema como também, e de maneira acentuada, das condições de operação do sistema de membrana (Habert et al., 1997).

7.3.7.1.1 Depósitos inorgânicos (Scalings)

Os depósitos inorgânicos (*scalings*) são sais normalmente solúveis na água, que precipitam e se cristalizam na superfície e dentro dos poros das membranas (Gwon et al., 2003). Isso é facilmente entendido quando verificamos que na área externa próxima à membrana a concentração de sais é bem superior à concentração do sal na água de entrada, podendo atingir o limite de solubilidade e assim precipitando (Sousa, 2003; Ghafour, 2002). Em casos extremos, o aumento na concentração de sal em sistemas de OI, devido a elevadas recuperações, pode conduzir ao limite de saturação de um ou mais componentes da solução, levando à formação de incrustações na superfície da membrana. Esta formação pode reduzir a eficácia da separação, separar os envelopes da membrana e causar uma redução na turbulência do fluxo, isto resulta em um aumento na polarização de concentração na superfície da membrana (Ghafour, 2002).

7.3.7.1.2 Depósitos de material biológico (Biofouling)

O *biofouling* é resultado da interação complexa entre o material da membrana, os parâmetros do processo (tais como substâncias dissolvidas, velocidade de alimentação, pressão, etc.), e os microorganismos. O *biofouling* é basicamente um problema de crescimento do biofilme na superfície da membrana (Amjad, 1992).

Na OI, a ocorrência de biofilme é indicada pela contínua redução do fluxo através das membranas ou pelo aumento da pressão de operação, necessária para manter uma determinada vazão de permeado. Em casos extremos, o biofilme pode causar o colapso telescópico de elementos de membranas em espirais pelo deslocamento lateral de canais adjacentes. Bactérias geralmente predominam nos biofilmes de membranas e dos espaçadores dos canais do concentrado e do permeado. Os fungos são os principais biodegradadores das colas utilizadas para a vedação dos canais do permeado em elementos espirais utilizados na OI (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.7.2 Controle de incrustação

A incrustação de uma membrana de OI pode ocorrer quando os sais solúveis são concentrados dentro do elemento acima do seu limite de solubilidade. Por exemplo, se um sistema de OI operar com uma recuperação de 50%, a concentração do concentrado será o dobro da concentração na corrente da alimentação. Assim, com o aumento da recuperação, o risco de incrustação aumenta. Portanto, deve-se ter o cuidado para não exceder os limites de solubilidade dos sais poucos solúveis, pois a precipitação e a incrustação podem ocorrer.

Em um sistema de OI os sais solúveis mais comumente encontrados são CaSO_4 , CaCO_3 e a sílica. Outros sais que geram um problema potencial de incrustação são CaF_2 , BaSO_4 e SrSO_4 .

Para evitar a incrustação do carbonato de cálcio, CaCO_3 , este deve se dissolver na corrente do concentrado preferivelmente do que precipitar. Esta tendência pode ser expressa pelo Índice de Saturação de *Langelier* (ISL) para águas salobras. No pH de saturação (pHS), o bicarbonato está em equilíbrio com o CaCO_3 (FilmTec, 1995).

O controle do *biofouling* depende da interrupção de uma ou de várias etapas na formação do biofilme microbiano. As estratégias de controle do *biofouling* podem ser agrupadas nas seguintes categorias (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Seleção e otimização de pré-tratamentos eficientes para a água de alimentação;
- Seleção de membranas apropriadas ao sistema;

- Otimização da pressão de filtração e do rendimento;
- Aumento da velocidade de transporte do meio em direção paralela à membrana para diminuir a taxa de deposição de material particulado;
- Otimização dos procedimentos de limpeza química para remoção do biofilme de membrana.

O objetivo do pré-tratamento é reduzir ao máximo o risco de formação de biofilmes na superfície da membrana. As medidas mais eficazes incluem a remoção dos micro-organismos da água de alimentação e a diminuição da matéria orgânica disponível para o crescimento dos micro-organismos. A seleção de membranas deve ser feita especificamente para o tipo de água que será tratada (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.8 Principais parâmetros de processos de osmose inversa

7.3.8.1 Fluxo do permeado

Na OI os sais dissolvidos retidos na superfície da membrana causam o aumento da concentração próxima à superfície considerada. Este aumento de concentração causa um aumento no valor da diferença de pressão osmótica da solução, que tende a reduzir o fluxo de permeado.

O fluxo do permeado através de uma membrana de osmose inversa é proporcional à diferença de pressão osmótica e hidráulica e pode ser representado pela Equação 6.1 (Taylor & Jacobs, 1996; Dow Latin America, 1996):

$$J_p = K_a (\Delta P - \Delta \pi) = \frac{Q_p}{A} \quad (6.1)$$

onde: J_p : fluxo do permeado ($L/m^2.h$); K_a : coeficiente de permeação de água ($L.h.atm/m^2$); ΔP : diferença de pressão hidráulica (kgf/cm^2); $\Delta \pi$: diferença de pressão osmótica (kgf/cm^2); Q_p : vazão de permeado e A : área ativa da membrana (m^2).

7.3.8.2 Pressão osmótica

A pressão osmótica depende da concentração de solutos, temperatura da solução e do tipo de íons presentes. Quanto maior for a concentração da solução, maior será o valor da pressão osmótica dessa solução. Para soluções diluídas, a pressão osmótica pode ser calculada pela equação de Van't Hoff (Equação 6.2) (Brandt et al., 1993).

$$\pi = \sum v_i c_i RT \quad (6.2)$$

onde: π : pressão osmótica da solução iônica (kgf/cm^2); v_i : nº de íons formados na dissociação do soluto; c_i : concentração molar do soluto (mol/L); R : constante dos gases ideais ($atm.cm^3/mol.K$) e T : temperatura absoluta (K).

7.3.8.3 Recuperação

A recuperação do sistema refere-se à percentagem da água de alimentação convertida em água permeada e depende de vários fatores, como a formação de incrustação na superfície das membranas, a pressão osmótica e a qualidade da água de alimentação do sistema.

A recuperação de um sistema pode ser definida de acordo com a Equação 6.3 (Taylor & Jacobs, 1996).

$$r(\%) = \frac{Q_p}{Q_a} \times 100 = \frac{Q_p}{Q_p + Q_c} \times 100 \quad (6.3)$$

onde: r: recuperação do sistema (%); Q_p : vazão de permeado (m^3/h); Q_a : vazão de alimentação (m^3/h) e Q_c : vazão do concentrado (m^3/h).

A recuperação máxima em qualquer instalação de OI, depende dos sais presentes na água de alimentação e de sua tendência a se precipitar na superfície da membrana. Com o aumento do nível de recuperação do sistema, mais água é convertida em produto, conseqüentemente, aumenta o valor da concentração de sais dissolvidos na corrente de rejeito, assim como a possibilidade de sua precipitação na superfície da membrana (Dow Latin America, 1996).

7.3.8.4 Percentual de rejeição de sais

O percentual de rejeição de sais (PRS) fornece a capacidade da membrana de rejeitar os sais dissolvidos durante a permeação da água (Silveira, 1999) e pode ser definida como:

$$PRS \% = \frac{C_a - C_p}{C_a} \times 100 = \left(1 - \frac{C_p}{C_a}\right) \times 100 \quad (6.4)$$

onde: PRS: percentual de rejeição de sais (%), C_a : concentração de alimentação (mg/L) e C_p : concentração do permeado (mg/L).

O percentual de rejeição de sais indica a efetividade de remoção de sais e outras espécies químicas pela membrana, possuindo valores que variam de 90 a 99,8 % para a maioria dos íons existentes na água (Dow Latin Química, 1996).

Uma grande variedade de fatores influencia a rejeição de solutos por membranas: dimensões do soluto, morfologia dos componentes retidos pela membrana, tamanho dos poros da membrana, propriedades químicas da solução a ser filtrada e fatores hidrodinâmicos, que determinam a tensão de arraste e as forças de cisalhamento na superfície da membrana (Schneider & Tsutiya, 2001).

7.3.8.5 Balanço de massa

A Equação 6.5 apresenta o balanço de massa para um sistema de dessalinização.

$$Q_a C_a = Q_p C_p + Q_c C_c \quad (6.5)$$

onde: Q_a : vazão de alimentação (m^3/h); C_a : concentração de sais dissolvidos na corrente de alimentação (mg/L); Q_p : vazão do produto (m^3/h); C_p : concentração de sais dissolvidos na corrente de produto (mg/L); Q_c : vazão do concentrado (m^3/h) e C_c : concentração de sais dissolvidos na corrente de concentrado (mg/L)

A concentração de sais dissolvidos na corrente do concentrado é matematicamente estimada, a partir da Equação 6.5:

$$C_c = \frac{Q_a C_a - Q_p C_p}{Q_c} = \frac{C_a - r C_p}{Q_c / Q_a} \quad (6.6)$$

Logo, temos a concentração de sais na corrente do concentrado, estimada pela equação abaixo:

$$C_c = \frac{C_a - rC_p}{1 - r} \quad (6.7)$$

onde: C_c : concentração do concentrado (mg/L); C_a : concentração de alimentação (mg/L) e r : recuperação do sistema (%).

7.3.9 Cuidados durante a operação de sistemas de membranas

Após a conclusão da fase de projeto e construção, inicia-se a fase operacional. Os dados de operação que descrevem o desempenho dos sistemas de OI devem ser coletados rotineiramente durante o período de operação da planta. Estes dados, junto com análises de águas periódicas, fornecem subsídios necessários para a avaliação do desempenho da planta.

A definição dos objetivos operacionais nessa fase deve ser norteadada por duas considerações importantes (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Produção de água na qualidade e nos volumes projetados;
- Maximização da vida útil das membranas.

O custo de reposição de membranas é um dos mais importantes componentes do custo operacional de uma planta de membrana, sua minimização depende de medidas que permitam prolongar ao máximo a vida útil das membranas. A maximização do período de uso de membranas depende da adoção de uma série de medidas importantes, durante a operação do sistema (Schneider & Tsutiya, 2001):

- Monitoramento da qualidade da água de alimentação;
- Monitoramento dos parâmetros de operação das membranas;
- Planejamento adequado das medidas de intervenção (ciclos de limpeza química).

Há diversos parâmetros operacionais que podem ser monitorados para otimizar o desempenho total da planta. Os parâmetros operacionais das membranas relacionados com o aumento da vida útil dos elementos do sistema, que devem ser analisados com frequência, são (Schneider & Tsutiya, 2001; Taylor & Jacobs, 1996):

- Pressão de operação;
- Perda de carga no módulo;
- Fluxo de permeado e de concentrado;
- Condutividade elétrica do permeado.

O conjunto destes fatores permite avaliar a perda de eficiência do sistema de filtração. O aumento da pressão de operação, ou a redução do fluxo através da membrana a uma pressão constante, são indicadores claros da ocorrência de incrustações. Quando estes parâmetros atingem valores críticos, é necessário realizar um ciclo de limpeza química.

7.4 Sistema de dessalinização

O sistema de dessalinização é composto por um poço tubular, bomba do poço, reservatório de alimentação (água bruta), abrigo de alvenaria, dessalinizador, reservatório para o permeado (água doce), reservatório para o concentrado, chafariz e tanques para contenção do concentrado. A Figura 35 mostra um sistema de dessalinização para águas salobras, encontrado em diversas localidades no campo.

O abrigo é o local onde o dessalinizador se encontra instalado, o qual sempre deve ser mantido limpo e em bom estado de conservação. Próximo ao abrigo se encontra os reservatórios de alimentação, do permeado e do concentrado. A distribuição da água para a comunidade é realizada no chafariz instalado próximo ao abrigo do dessalinizador.



Figura 35 Sistema de dessalinização adotado pelo Programa Água Doce

7.5 Dessalinizador

O dessalinizador é o equipamento responsável para realização do processo de dessalinização da água salobra do poço. A água do poço é a principal fonte hídrica de alimentação do dessalinizador para produção de água potável e suas características físico-químicas estão relacionadas com a região onde o poço foi perfurado.

A água do poço antes de entrar no dessalinizador recebe um pré-tratamento. O pré-tratamento tem por objetivo proteger as membranas na remoção de materiais presentes na água bruta (água do poço). Os pré-tratamentos físicos são compostos de filtros, podendo ser de cartucho ou de areia e os pré-tratamentos químicos que são realizados através de injeção de produtos anti-incrustantes e/ou inibidores na água de alimentação do sistema. A Figura 36 mostra a vista de um dessalinizador encontrado no campo.



Figura 36 Fotografia de um dessalinizador de 9 membranas

A água ao entrar no sistema passa pelos filtros de cartucho, recebe anti-incrustante e é pressurizada, através da bomba de alta pressão, passando pelas membranas, responsáveis pela separação dos sais da água, produzindo uma corrente de água permeada e outra concentrada.

Os vasos de alta pressão, bombas, sistemas de filtros e demais componentes do sistema em geral são montados em uma estrutura metálica construída em aço carbono e com pintura contra corrosão. Nos dessalinizadores temos ainda as tubulações hidráulicas, quadro de comando elétrico dos motores bombas e instrumentos de medidas das pressões e das vazões de água produzidas.

7.6 Operação do dessalinizador

As etapas descritas abaixo devem ser realizadas diariamente pelo operador, são procedimentos simples, mas de grande importância para o bom funcionamento do dessalinizador evitando alguns problemas, mantendo a qualidade do produto e aumentando o tempo de vida dos equipamentos.

7.6.1 Etapas de operação

- 1) Verificar como se encontra a higiene dos tanques da água de alimentação, do permeado e do concentrado. Caso esteja com alguma sujeira, recomenda-se realizar uma limpeza completa antes de acionar o dessalinizador.
- 2) Antes de dar partida no dessalinizador verificar o nível da água no tanque de alimentação. Caso o nível da água se encontrar baixo, ligar a bomba do poço até que o tanque esteja com água suficiente.
- 3) Verificar as condições dos filtros de cartucho, caso estejam sujos deverão ser trocados. O intervalo de tempo para troca dos filtros de cartucho irá depender da qualidade da água do poço.
- 4) Verificar as condições de higiene do tanque de retrolavagem. Recomenda-se que seja limpo antes de acionar o dessalinizador, pois o mesmo receberá água permeada que será utilizada no final do processo de dessalinização.
- 5) Verificar se o tanque (bombona) de anti-incrustante está com quantidade suficiente e como se encontra sua limpeza. Caso esteja sujo ou vazio, realizar uma limpeza e preparar uma nova solução de anti-incrustante com água dessalinizada.
- 6) Abrir a válvula de alimentação (água bruta).
- 7) Ligar a bomba auxiliar. Após acionar a bomba de auxílio esperar de 2 a 3 minutos para que o sistema receba água suficiente para ligar o dessalinizador. Durante este intervalo deve-se retirar o ar dos filtros com ajuda de uma flanela evitando cair respingos de água bruta na estrutura metálica do dessalinizador. Observar se existe algum vazamento nas tubulações. Em caso positivo, retirar o vazamento antes de acionar o dessalinizador.
- 8) Ligar a bomba dosadora de anti-incrustante. Observar se a mesma se encontra funcionando. Em alguns casos entra ar ou sujeira na mangueira impedindo que o produto seja injetado no sistema.
- 9) Ligar a bomba de alta pressão.
- 10) Realizar e anotar, na planilha de acompanhamento, a leitura dos instrumentos de medidas do dessalinizador:

- Leitura das pressões de entrada e saída dos filtros de cartucho.
- Leitura das pressões de entrada e saída das membranas.
- Leitura das vazões de permeado e concentrado.

Em anexo encontra-se um modelo de planilha de monitoramento do dessalinizador.

- 11) Observar o funcionamento dos motores. Os casos mais comuns são vazamentos entre o motor e a bomba. Isso significa que o selo mecânico precisa ser substituído por um novo. Periodicamente os motores-bombas precisam passar por manutenções como substituição de rolamentos e/ou do selo mecânico, proporcionando melhor funcionamento.
- 12) Encher o tanque de retrolavagem com água dessalinizada. Observar como está a qualidade da água, provar um pouco para verificar se a água se encontra doce ou não. Caso a água não esteja saindo boa, desligar o dessalinizador e procurar o técnico responsável.
- 13) Verificar se os tanques do permeado e do concentrado estão enchendo normalmente.
- 14) Realizar a distribuição da água para a comunidade.

7.6.2 Como desligar o dessalinizador

- 1) Desligar a bomba de alta pressão.
- 2) Desligar a bomba de auxílio e fechar a válvula de alimentação.
- 3) Desligar a bomba dosadora.
- 4) Abrir a válvula da bomba de limpeza (retrolavagem). Ligar a bomba da retrolavagem e observar o nível da água no tanque de retrolavagem até acabar.
- 5) Desligar a bomba de retrolavagem e fechar a válvula da bomba de retrolavagem.
- 6) Desligar a chave geral do sistema.

7.6.3 Monitoramento e manutenção

O monitoramento dos dessalinizadores deve ser realizado através de visitas periódicas aos sistemas pelos técnicos do grupo gestor e/ou do PAD, onde são coletados os dados das variáveis de medidas dos dessalinizadores, bem como a coleta de amostras de águas das correntes de alimentação, permeado e concentrado.

O acompanhamento dos dessalinizadores também pode ser realizado através dos projetos de simulação dos dessalinizadores. A partir das análises físico-químicas são realizados os projetos dos dessalinizadores com auxílio de programas de simulação de membranas, com o objetivo de avaliar o funcionamento dos equipamentos em função das suas pressões, vazões e qualidade das águas.

7.6.3.1 Instrumentos de medidas dos dessalinizadores

O registro das condições de operação do dessalinizador é mostrado pelos instrumentos de medidas. Os instrumentos mais comuns encontrados nos equipamentos são os manômetros (medidores de pressão) e os rotâmetros (medidores de vazão). Em alguns dessalinizadores, além dos manômetros e dos

rotômetros, existem outros instrumentos como o condutivímetro (que indica o teor de sal na água) e o phmetro (que indica o potencial hidrogeniônico da água).

É importante que se tenha um banco de dados com as informações do sistema o qual deve ser periodicamente analisado com o objetivo de detectar problemas potenciais. Em anexo encontra-se um modelo de planilha de acompanhamento das variáveis de medidas dos dessalinizadores.

7.6.3.2 Análise de água

O acompanhamento dos dessalinizadores também é realizado através do monitoramento da qualidade das águas de alimentação, permeado e concentrado. A forma de avaliar a qualidade das águas é através das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas por laboratórios especializados. No Brasil, existem padrões de potabilidade regidos por portarias e resoluções legais, como a Portaria 518/2004 do Ministério de Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O importante, no entanto, é manter um programa de monitoramento da qualidade da água de alimentação de sistemas de dessalinização e dos seus produtos. A necessidade do monitoramento deve-se ao fato de possíveis mudanças em algumas características da água que podem ocorrer com o tempo ou devido a condições externas que possam vir a contaminar a fonte.

A amostragem da água para análise físico-química deve ser feita coletando-se 1,5-2,0 litros da água numa garrafa plástica ou de vidro, nova ou que só tenha sido utilizada com água. Lava-se o recipiente três vezes com a água do local que se deseja analisar, e na quarta vez enche-se, identifica-se com dados sobre o interessado, a procedência, local da coleta, data da coleta e envia-se o mais rápido possível ao laboratório. Caso não seja possível enviar no mesmo dia, colocar sob refrigeração até o momento do envio. Deve-se ter o cuidado para que no momento da coleta não deixar as mãos entrar em contato com a água. É importante também observar alguns procedimentos que dependem do local da coleta (Agrolab, 2008):

- Caso a água seja de poço recentemente aberto, esperar alguns dias com o mesmo em funcionamento antes de fazer a coleta da amostra, para que o mesmo elimine qualquer tipo de material em suspensão, resultante da perfuração.
- No caso de poço já em funcionamento, abrir a torneira, deixar correr a água por 2 minutos, e então fazer a coleta.
- No caso de açudes, reservatórios ou rios, evitar coletar muito na margem. Aprofundar um pouco a garrafa e fazer a coleta.
- Outras situações de coleta, consultar anteriormente o laboratório.

Obs.: A amostragem para a análise físico-química incluindo metais ou para a análise bacteriológica requer procedimentos e recipientes especiais. Sugere-se consultar o laboratório.

O Quadro 22 mostra os principais parâmetros físico-químicos a serem analisados nas amostras de águas.

Quadro 22 Parâmetros físico-químicos a serem analisados

Parâmetros	VMP (*)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25°C	---
Potencial Hidrogeniônico, pH	6,5 a 8,5
Turbidez, (uT)	1,0 a 5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	15,0
Dureza em Cálcio, mg/L Ca^{++}	---
Dureza em Magnésio, mg/L Mg^{++}	---
Dureza Total, mg/L CaCO_3	500,0
Sódio, mg/L Na^+	200,0
Potássio, mg/L K^+	---
Ferro Total, mg/L	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L CaCO_3	---
Alcalinidade Total, mg/L CaCO_3	---
Sulfato, mg/L SO_4^{-}	250,0
Cloreto, mg/L Cl^{-}	250,0
Nitrato, mg/L NO_3^{-}	10,0
Nitrito, mg/L NO_2^{-}	1,0
Sílica, mg/L SiO_2	---
Total de Sólidos Dissolvidos Secos a 180°C, mg/L	1.000,0

(*) VMP - Valor Máximo Permissível ou recomendável pela Legislação Brasileira – PORTARIA 518/04 MS.

O acompanhamento dos dessalinizadores recuperados também é feito através dos projetos de simulação dos dessalinizadores. A partir das análises físico-químicas são realizados os projetos dos dessalinizadores com auxílio de programas de simulação de membranas, com o objetivo de avaliar o funcionamento dos equipamentos em função das suas pressões, vazões e qualidade das águas.

7.6.3.3 Manutenção

O tempo de vida útil dos sistemas de dessalinização depende de uma boa operação feita por operadores devidamente capacitados e das manutenções realizadas nos equipamentos. Os sistemas devem ter um programa de visitas periódicas de acompanhamento e para realização das devidas manutenções corretivas e preventivas, sempre por técnicos habilitados e em oficinas autorizadas.

Durante as visitas deve ser observada a existência de filtros de cartucho para reposição e anti-incrustante suficiente para a operação do dessalinizador.

Deve-se observar na planilha de monitoramento do dessalinizador a diferença de pressão dos filtros de cartucho, quando a diferença de pressão dos filtros de cartucho for superior a 10% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que os filtros precisam ser trocados por outros novos.

Ainda na planilha de monitoramento do dessalinizador, deve-se observar também a diferença de pressão das membranas, quando a diferença de pressão das membranas for superior a 15% da diferença de pressão estabelecida no projeto do dessalinizador, significa que as membranas precisam de uma limpeza química.

Um ciclo de limpeza química é desencadeado quando os parâmetros de operação (fluxo ou pressão) atingem valores pré-determinados. Em sistemas de OI, os ciclos são iniciados quando for atingido um dos seguintes parâmetros (Schneider & Tsutiya, 2001; FilmTec, 1995):

- Diminuição do fluxo normalizado em cerca de 10%;

- Aumento da pressão em 15%;
- Aumento da passagem de sais normalizada em 5%.

A aplicação de ciclos de limpeza química, em intervalos adequados, impede o comprometimento irreversível da membrana e o crescimento excessivo de biofilmes. A efetividade do processo de limpeza depende da formulação da solução de limpeza, da frequência de aplicação e do protocolo de aplicação. A limpeza ácida é geralmente empregada para a remoção de depósitos inorgânicos, enquanto que, depósitos orgânicos e biofilmes são removidos com formulações alcalinas. O pH da solução de limpeza deve ser compatível com a faixa de pH da membrana. A temperatura da solução de limpeza é outro fator importante a ser considerado no processo (Schneider & Tsutiya, 2001).

O processo de limpeza química das membranas deve ser realizado por técnicos capacitados e utilizados produtos adequados para remoção das incrustações e que não prejudiquem os elementos de membranas.

Ainda fazem parte das manutenções as ações corretivas na substituição de peças defeituosas, reparos nas tubulações, concertos nas bombas como troca de selo mecânico e rolamentos, calibração dos instrumentos de medidas e limpeza dos recipientes de retrolavagem e da solução de anti-incrustante.

O Quadro 23 mostra uma sugestão de cronograma para o acompanhamento e manutenção do sistema de dessalinização.

Quadro 23 Tabela de acompanhamento e manutenção

Etapas	Mês												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Monitoramento da qualidade da água do poço, permeado e concentrado													
Verificar as pressões de operação do dessalinizador													
Verificar as vazões das correntes de permeado e concentrado													
Verificar os pré-filtros de cartucho													
Verificar estoque de pré-filtros de cartucho													
Verificar estoque de anti-incrustante													
Desinfecção do sistema (limpeza do chafariz e dos reservatórios de água bruta e do permeado)													
Verificar rolamentos e selo mecânico das bombas													
Verificar vazamentos													
Realizar limpeza química das membranas (quando necessário)													

Os custos de um sistema de dessalinização têm diminuído ao longo do tempo devido à evolução na tecnologia de membranas. Os custos de instalação dependem de muitas variáveis como a salinidade da água de alimentação, tamanho da planta e exigências de infraestruturas.

Os custos de operação cobrem todas as despesas ocorridas após o equipamento entrar em operação. Estão relacionados os custos com energia elétrica, mão de obra, reposição de membranas, limpezas químicas, manutenção em bombas e peças sobressalentes, produtos usados no pré-tratamento como filtros de cartucho e anti-incrustantes.

No Quadro 24 estão descritos alguns serviços e custos estimados para operação e manutenção de um dessalinizador com produção de $1\text{m}^3/\text{h}$.

Quadro 24 Serviços de manutenção e custos estimados.

Serviços	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Troca de filtros de cartucho	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Manutenção de bomba (troca de selo mecânico, rolamentos)			80,00			80,00			80,00			80,00
Anti-incrustante para membranas		90,00			90,00			90,00			90,00	
Limpeza química de membranas	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67	66,67
Manutenção de tubulações hidráulicas	20,00			20,00			20,00			20,00		
Energia Elétrica	105,82	95,74	110,86	95,74	100,78	95,74	115,90	105,82	105,82	105,82	100,78	110,86
Salário do operador	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50	552,50
Troca de membranas (em 5 anos)	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00	140,00
Visita de técnicos (1 técnico)	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08	103,08
Total (R\$)	1.038,07	1.097,99	1.103,10	1.027,99	1.103,03	1.087,99	1.048,14	1.108,07	1.098,07	1.038,07	1.103,03	1.103,10

Obs: Valores em Reais

7.7 Distribuição da água doce

A distribuição da água e sua utilização devem ser realizadas de forma consciente e solidária a todos da comunidade. Cada comunidade tem uma forma, quantidade e horário de distribuição da água, aos quais devem estar descrito no Acordo de Gestão do dessalinizador.

Na elaboração do Acordo de gestão do dessalinizador, cada comunidade define regras que respondem a algumas questões importantes, como: Qual será o horário de funcionamento do equipamento? Quais são os deveres do operador? Qual será o horário de distribuição da água? Quem poderá pegar água no dessalinizador? Qual será a quantidade de água distribuída por família? Quem pagará a conta de energia elétrica? Quais são as responsabilidades da prefeitura? Quais são as responsabilidades do Núcleo Estadual do Programa Água Doce? Como a comunidade vai monitorar o cumprimento do Acordo? Entre outras questões.

O termo de compromisso deve ser assinado por todas as famílias beneficiadas pela água do dessalinizador e também pelos representantes das instituições públicas que irão apoiar a gestão do sistema de dessalinização pela comunidade. Os Acordos também ajudam a resolver os conflitos internos e possibilitam que a própria comunidade tome as decisões relacionadas à gestão do sistema de dessalinização.

7.8 Uso do concentrado

O concentrado vem sendo armazenado em um reservatório para ser encaminhado aos tanques de contenção e evaporação. De acordo com os costumes da comunidade e da qualidade da água, parte do concentrado pode ser utilizado em cochos para dessedentação animal ou pela própria comunidade para água de gasto.

Em comunidades que atendam aos requisitos técnicos estabelecidos pelo PAD, esse concentrado pode ser utilizado no sistema produtivo integrado sustentável. 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.

O sistema de produção é composto por quatro subsistemas interdependentes: no primeiro, o sistema de dessalinização torna a água potável; no segundo, o concentrado é enviado para tanques de criação de peixes (tilápia); no terceiro, o 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; no quarto, a forragem, com teor proteico entre 14 e 18%, é utilizada para a engorda de caprinos e/ou ovinos da região, fechando assim o sistema de produção integrado ambientalmente sustentável. Para maiores informações sobre o sistema de produção procurar a Coordenação Estadual do Programa Água Doce.

7.9 Referências bibliográficas

AGROLAB. Disponível em <www.agrolab.com.br/agua.htm#Amostragem>, Acessado em outubro/2008.

AMJAD, Z., Reverse Osmosis: Membrane Technology, Water Chemistry & Industrial Applications, Van Nostrand-Reinold, New York, 1992.

BRANDT, D. C., LEITNER, G. F. AND LEITNER, W. E., Reverse osmosis membrane states of the art. In Zahid Amjad (ed), Reverse Osmosis: Membrane Technology, Water Chemistry & Industrial Applications, Van Nostrand-Reinold, New York, 1993.

DOW LATIN AMERICA, A tecnologia de membrana de osmose reversa. Boletim Técnico, 1996.

FILMTEC, Tech Manual, Dow Chemical Company, 1995.

FilmTec. Disponível em: <http://www.filmtec.com/liquidseps>. Acesso em janeiro/2008.

GHAFOUR, E. E. A., Enhancing RO system performance utilizing antiscalants. Desalination 153: 149-153, 2002.

GWON, E., YU M., OH H., YLEE Y., Fouling characteristics of NF and RO operated for removal of dissolved matter from groundwater. Water Research 37: 2989-2997, 2003.

HABERT, A. C., BORGES, C. P. E NÓBREGA, R., Processos de separação com membranas. Escola Piloto em Engenharia Química, COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia Química, 1997.

Hydranautics. Disponível em: <http://www.nitto.com/product/datasheet/membrane>. Acesso em dezembro/2008.

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

LIRA, R. H. P., Avaliação do pré-tratamento de um sistema de dessalinização piloto via osmose inversa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2004.

MANUAL DE DESSALINIZAÇÃO PARA PLANEJADORES, Secretaria de Recuperação, Engenharia e Centro de Pesquisas de Denver, Colorado, EUA. Primeira Edição, 1972.

Migas, Disponível em: <http://www.migas-indonesia.com/files/article/ro.pdf>. Acesso em maio/2010.

MALLEVIALLE, J., ODENDAAL, P.E. & WIESNER, M.R., The emergence of membranes in water and wastewater treatment. In: Joel Mallevalle et al (eds), Water Treatment Membrane Processes, pp. 1.1-1.10. McGraw Hill, New York, 1996.

SCHNEIDER, R. P., & TSUTIYA, M. T., Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reuso. ABES, 1a ed., São Paulo, 2001.

SOUSA, S. E. H., Normalização de sistemas de dessalinização via osmose inversa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), UFCG, Campina Grande – PB, 2003.

TAYLOR, J. S. & JACOBS, E.P., Reverse osmosis and nanofiltration. In: Joel Mallevalle et al (eds), Water Treatment Membrane Processes, pp. 9.1-9.70. McGraw Hill, New York, 1996.

7.10 Anexos

7.10.1 Anexo I - Diagnóstico técnico do sistema

O diagnóstico técnico do sistema de dessalinização deverá constar de um relatório completo com registro fotográfico contendo no mínimo os seguintes pontos:

- **Identificação**

- 1) Município / Localidade.
- 2) Órgão responsável pelo o sistema e/ou que instalou.
- 3) Nome(s) do(s) operador(es).
- 4) Número de famílias na localidade.

- **Obras Civis**

- 1) Breve descrição sobre os aspectos físicos do sistema.
- 2) Diagnóstico das obras civis.

Deverão ser diagnosticadas todas as estruturas que integram os sistemas (Abrigo do dessalinizador, reservatórios, chafariz, cercas, etc.), quantificando e detalhando o estado de conservação, itens que precisam ser recuperados, reformados, substituídos.

- a. Fundações e infraestruturas
 - Lastro de concreto
 - Concreto
 - Alvenaria
- b. Alvenarias
 - Paredes
 - Base dos reservatórios
 - Reservatórios e tampas
- c. Estrutura
 - Laje pré-moldada de piso
 - Concreto
- d. Revestimento
 - Interno
 - Externo
 - Azulejos, cerâmicas
- e. Forros e coberturas
 - Reboco de tetos
 - Estrutura de madeira
 - Cobertura com telha cerâmica

- f. Piso
 - Interno
 - Externo
- g. Esquadrias
 - Portas
- h. Pintura
 - Interna
 - Externa
- i. Instalações elétricas
- j. Impermeabilizações
- k. Cercas
- l. Tubulações hidráulicas
- m. Tanques de contenção
 - Taludes
 - Manta de impermeabilização

3) Poço:

- Apresentar teste de vazão completo.
- Apresentar laudo de análise físico-química e bacteriológica da água do poço.
- Georreferência do poço.
- Informar sobre a rede elétrica, se existe queda de tensão ou sobre carga, etc.
- Bomba do poço (informar o tipo de bomba, potência, características, quadro elétrico, se está em funcionamento, motivos de paradas, etc.).
- Informar se existe abrigo para quadro de comando, condições de conservação da alvenaria, cobertura, portão, etc.
- Informar sobre o estado das tubulações hidráulicas.
- Distância do poço ao dessalinizador.

• **Dessalinizador**

- 1) Informar sobre o funcionamento do dessalinizador (tempo de operação, quando foi instalado, quem presta algum tipo de manutenção, quando foi feita alguma manutenção, motivos de paradas, etc.).
- 2) Informar sobre o estado dos filtros de cartucho (limpos, sujos, precisam ser trocados, número de filtros, existe em estoque, etc.)
- 3) Verificar e informar se existem vazamentos nas carcaças dos filtros (copos), se precisão ser substituídos, número de carcaças.
- 4) Motor-bomba (observar e informar para todos os casos se existe vazamentos, ruídos, funcionamento, tipo de bomba, potência, etc.):
 - Motor-bomba Auxiliar

- Motor-bomba Alta pressão
 - Motor-bomba Retrolavagem
- 5) Bomba dosadora (informar sobre o funcionamento, motivos de paradas, tipo, modelo, etc.).
 - 6) Verificar e informar se existe anti-incrustante em estoque, quantidade, tipo (nome), etc.
 - 7) Informar sobre o estado de limpeza e conservação dos tanques (bombonas) para preparar solução do anti-incrustante, e usado para retrolavagem.
 - 8) Informar sobre vazamentos em todas as tubulações (PCV, CPVC, mangueiras, válvulas), se existe conexões quebradas, se precisão de reparos, etc.
 - 9) Informar sobre o estado dos vasos de alta pressão (permeadores), informando o número de vasos, comprimento e diâmetro, como está o fechamento dos vasos, se existe vazamentos, peças quebradas, tipo de fechamento, pintura, etc.
 - 10) Informar o número de membranas, dimensões, etc.
 - 11) Observar e informar sobre o funcionamento dos manômetros (medidores de pressão), informando as faixas de leituras, modelos, conexões, mangueiras para tomada das pressões, etc. e realizar as leituras dos mesmos.
 - 12) Observar e informar sobre o funcionamento dos rotômetros (medidores de vazão) informando as faixas de leituras, modelos, conexões, etc. e realizar as leituras dos mesmos.
 - 13) Verificar o quadro de comando elétrico, e informar sobre o estado das botoeiras, sinaleiras, contactores, se existe algum componente a ser substituído, estado de conservação, etc.
 - 14) Verificar e informar sobre o pressostato.
 - 15) Informar o tipo de rede elétrica se existe queda de tensão no local ou sobre carga, etc.
 - 16) Informar sobre o estado de conservação da estrutura metálica, suportes, pintura, pés (vibra-stop), etc.
 - 17) Observar e informar sobre demais itens que compõem o dessalinizador.
 - 18) Informar a condutividade elétrica da água nas correntes de alimentação, permeado e concentrado.
 - 19) Observar e informar sobre a limpeza dos reservatórios:
 - Alimentação (água do poço)
 - Permeado
 - Concentrado
 - 20) Observar e informar sobre a limpeza do chafariz.
 - 21) Apresentar laudo de análise físico-química da água do permeado e do concentrado (caso o dessalinizador esteja funcionando).

Resultados

- Diagnóstico completo dos sistemas de dessalinização tendo como referência os critérios e metodologia do Programa Água Doce – SRHU/MMA.

- Descrição completa e quantificada de cada item que necessita de recuperação, manutenção e/ou substituição do sistema de dessalinização completo (obras civis, poço e dessalinizador).

7.10.2 Anexo II - Planilha de monitoramento do dessalinizador

Município: _____

Estado: _____

Localidade: _____

Nome(s) do(s) operador(es):

Data	P1 (kgf/cm²)	P2 (kgf/cm²)	P3 (kgf/cm²)	P4 (kgf/cm²)	Q1 (L/min)	Q2 (L/min)

Onde: P1= Pressão de entrada dos filtros; P2= Pressão de saída dos filtros; P3= Pressão de entrada das membranas; P4 = Pressão de saída das membranas; Q1= Vazão do concentrado; Q2= Vazão do permeado.

7.10.3 Anexo III - Especificações técnicas para um dessalinizador: 6 membranas

- 1) Produção de água dessalinizada = 1 m³/h
- 2) Vasos de alta pressão:

02 (dois) vasos de alta pressão completos de fibra de vidro reforçado, diâmetro interno de 4", composto com molas elásticas, tampas (ou espelhos), etc., cada um com capacidade de encapsular 03 elementos de membranas.
- 3) Membranas:

06 (seis) elementos de membranas de osmose inversa de alta rejeição (percentual de rejeição de sais 99,5%), modelo espiral *TFC*. Cada elemento de membrana apresentando uma área de 78 pe², *GPD* = 2400 com diâmetro de 4" e comprimento de 40".

Limites de operação:

 - Temperatura máxima de operação: 45°C
 - Pressão máxima de operação: 41 bar
 - Fluxo máximo de alimentação: 3,6 m³/h
 - SDI máximo (15 min): 5
 - Faixa de pH durante operação: 2 – 11
 - Faixa de pH durante limpeza química: 1 – 13
- 4) Pré-tratamento químico composto de:

01 (uma) bomba dosadora para solução de anti-incrustante, com fluxo ajustável, força e pulsos indicados por LEDs, proteção IP65, com filtro em polietileno, válvulas em Viton, diafragma em P.T.F.E. e válvula de injeção em polipropileno;

01 (um) recipiente de polietileno (bombona) com capacidade para 50 litros;

01 (uma) bombona de 25 kg do produto anti-incrustante concentrado e aprovado pelo fabricante das membranas.
- 5) Pré-tratamento físico composto de:

04 (quatro) carcaças para filtros de cartuchos de polipropileno, com 30 cm de comprimento;

01 (uma) caixa contendo 30 unidades de elementos de filtros de cartuchos de polipropileno de 5µm, com 25 cm de comprimento;
- 6) Medidores de pressões:

02 (dois) manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando a faixa de (0,0 a 4,0) kgf/cm²;

02 (dois) manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando a faixa de (0,0 a 20,0) kgf/cm².
- 7) Medidores de vazão:

01 (um) medidor de vazão tipo rotâmetro, com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 35) L/min para o permeado;

01 (um) medidor de vazão tipo rotâmetro, com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 35) L/min para o concentrado.

8) Bomba auxiliar:

01 (uma) bomba centrífuga horizontal, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro, monofásica, 1/2CV.

9) Bomba de alta pressão: (Obs.: Tipo de tensão)

01 (uma) bomba de alta pressão multiestágios de 3,0 CV, contendo 28 estágios, trifásica, com intermediário, eixo e carcaça em aço inox.

10) Sistema de Proteção:

01 (um) pressostato para proteção da bomba de alta pressão com *switch* para desligamento automático em caso de falta de água. O pressostato deve ter as seguintes características: Pressão operacional admissível – 18 bar; faixa de regulagem – 0,2 a 8,0 bar; diferencial ajustável – 0,5 a 2,0 bar.

11) Sistema de retrolavagem:

01 (uma) bomba centrífuga horizontal, monofásica, 1/3CV, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro;

01 (uma) bombona de plástico com tampa, de 80 litros para armazenamento de água permeada.

12) Sistema elétrico:

01 (um) painel elétrico completo para comando de operação, com proteção de sobrecarga para os motores, com disjuntor, relé falta de fase, relés térmicos para os motores-bombas, contactor geral e para os motores-bombas, botoeiras Lig/Deslig/Sinaleiras, amperímetro e voltímetro.

13) Tubulações:

Tubulação de baixa pressão em PVC de 32 mm;

Tubulação de alta pressão em CPVC de 28 mm.

14) Estrutura metálica construída em aço carbono com pintura epóx contra corrosão, composta com quatro “vibra-stop”:

A base da estrutura feita com cantoneira de 3” x 3/16”, perfil “U”. A estrutura confeccionada com cantoneira de abas iguais de 2” x 3/16”.

Observações:

- Para equipamentos com outras vazões, observar a quantidade de vasos de pressão e membranas, tipo das membranas, número de filtros de cartucho e dimensionamento das bombas.
- As membranas e o anti-incrustante deveram ter certificação Padrão NSF/ANSI International em suas respectivas categorias e o anti-incrustante deve ser compatível com as membranas de OI.

7.10.4 Anexo V – Modelo de Termo de Referência – Dessalinização

I. GENERALIDADES

I.1. OBJETIVO

O objetivo destes Termos de Referência é o estabelecimento de normas, critérios, condições contratuais principais e fornecimento de todas as informações que permitam a elaboração de proposta de fornecimento de equipamentos, peças e serviços para recuperação de dessalinizadores por osmose inversa (bombas, membranas de osmose inversa, componentes, materiais de consumo e serviços).

I.2. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Neste Termo de Referência são utilizadas as expressões relacionadas a seguir, com os significados e interpretações respectivamente indicados:

ATECEL – Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz do Oliveira Júnior.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

PAD – Programa Água Doce SRHU/MMA.

LOCAL DE ENTREGA – Local onde serão entregues os materiais.

LICITANTE – Empresa que apresenta a proposta.

CONTRATO – Documento, subscrito pela ATECEL e pela CONTRATADA, que define as obrigações de ambas com relação aos fornecimentos e aos serviços.

CONTRATADA – Empresa contratada responsável pelo fornecimento dos equipamentos para dessalinizadores.

DOCUMENTOS COMPLEMENTARES ou SUPLEMENTARES – Documentos que por força de condições técnicas imprevisíveis, se fizerem necessários para a complementação ou suplementação dos documentos emitidos neste Termo de Referência.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – Tipo de norma destinada a fixar as características, condições e requisitos exigíveis a aquisição e execução dos serviços.

FISCALIZAÇÃO – Equipe do Núcleo Estadual do PAD/RN atuando sob a autoridade do Coordenador Estadual, indicada para exercer em sua representação a supervisão e fiscalização do CONTRATO.

TERMOS DE REFERÊNCIA (TR) – Conjunto de informações e prescrições estabelecidas preliminarmente pela ATECEL, no intento de definir e caracterizar as diretrizes, o programa e a metodologia relativos a uma determinada aquisição, trabalho ou serviço a ser executado.

I.3 LOCAL DE ENTREGA E INSTALAÇÃO

A entrega e instalação dos dessalinizadores, após retirada e recuperação, deverão ocorrer na comunidade a qual pertence o dessalinizador, listadas abaixo:

- Município – Localidade

I.4 CONDIÇÕES GERAIS

I.4.1 ÂMBITO CONTRATUAL DOS FORNECIMENTOS.

- a) OS FORNECIMENTOS dos equipamentos e os serviços serão realizados de acordo com o CONTRATO resultante da licitação a que se refere o presente TR, os quais, juntamente com a proposta da(s) CONTRATADA(s), farão parte integrante do contrato.
- b) A(s) CONTRATADA(s) será(ão) responsável(is) perante a ATECEL pela qualidade e totalidade dos FORNECIMENTOS dos equipamentos e dos serviços, como também no que se refere à observância das especificações técnicas definidas nestes Termos de Referência.
- c) Será de responsabilidade da(s) CONTRATADA(s) o transporte dos equipamentos até o local de entrega e instalação descrito no item 1.3.

I.4.2 SUBCONTRATAÇÃO

Os fornecimentos dos equipamentos e os serviços objeto deste TR não poderão ser transferidos ou subcontratados.

I.4.3 CONFORMIDADE COM O TR

- a) Considera-se que a(s) CONTRATADA(s) conhece(m) plenamente o presente TR e que o aceitam totalmente. As dúvidas deverão ser esclarecidas antes da apresentação da Proposta, em conformidade com os prazos estabelecidos.
- b) Considerar-se-á que a participação da(s) CONTRATADA(s) nesta licitação implica ter verificado e dimensionado as dificuldades inerentes a aquisição, inclusive as informações adicionais fornecidas pela ATECEL em decorrência deste TR de modo plenamente suficiente para assumir o compromisso de executá-lo conforme o CONTRATO que vier a ser assinado.
- c) A não verificação, por qualquer causa, das dificuldades dos fornecimentos e serviços não poderá ser invocada como fonte de alteração dos termos contratuais que venham a ser estabelecidos.

I.4.4 PROCEDIMENTOS

A ATECEL e a(s) CONTRATADA(s) estabelecerão oportunamente procedimentos detalhados visando sistematizar o desenvolvimento do CONTRATO, em particular no referente a: (1) Reunião; (2) Habilitação de pessoal; (3) Comunicações; (4) Fiscalização e (5) Faturamento.

I.4.5 PREVALÊNCIA DE CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Entender-se-á que, em caso de conflito entre as Condições Gerais estabelecidas no item 1.4 e as Condições Específicas estipuladas nas Seções 2, 3 e 4 desse TR, serão estas últimas as condições prevalecentes.

II. ESCOPO DA AQUISIÇÃO

II.1 INTRODUÇÃO

II.1.1 O objeto do presente TR é o fornecimento de equipamentos para dessalinizadores (bombas, membranas de osmose inversa, componentes e materiais de consumo) e serviços.

II.1.2 NO FORNECIMENTO dos equipamentos para dessalinizadores serão adotadas as especificações técnicas previstas neste TR (item 2.2). Entender-se-á que a(s) CONTRATADA(s) está(o) obrigada(s) a:

- a) O fornecedor deverá providenciar a embalagem e acondicionamento dos materiais, como for o caso, para evitar sua avaria ou deterioração durante o trânsito ao seu destino, com embalagem suficiente para resistir, sem limitações, a manejo violento, sol e chuva durante o trânsito e armazenagem.
- b) No que tange as membranas de Osmose Inversa, as mesmas deverão ser acompanhadas de uma relação específica, emitida em papel timbrado da empresa fornecedora em duas vias, contendo os números de série de cada membrana, para cada dessalinizador.
- c) Os materiais deverão ser novos, sem uso e no caso das membranas de Osmose Inversa com embalagem não violentada do fornecedor, e com as características informadas pelo Licitante na sua proposta, compatíveis com as especificações técnicas do Edital. A Licitante obriga-se a substituir, sem ônus para a ATECEL, os materiais entregues avariados ou com defeito de fabricação.
- d) Propor a ATECEL especificações alternativas ou complementares nos casos particulares em que se estime haver fundamento técnico-econômico que a justifiquem;
- e) Propor a ATECEL especificações apropriadas, nos casos em que os critérios precedentes não determinarem explicitamente a especificação aplicável.
- f) Os materiais e peças substituídos deveram ser identificados e entregues aos responsáveis pelo sistema.

II.2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

II.2.1 BOMBAS

II.2.1.1 BOMBAS DE ALTA PRESSÃO (BOOSTER)

A bomba de alta pressão para dessalinizador por osmose inversa, Multi-estágio BOOSTER, 2 CV com 20 estágios, 3 CV com 28 estágios e 5 CV com 25 estágios, trifásica, motor com proteção IP 55, classe de isolamento B, selo mecânico em inox, bombeador (intermediário, eixo e carcaça) em inox.

II.2.1.2 BOMBAS CENTRÍFUGAS

A Bomba Centrífuga horizontal de ½ CV, monofásica, sucção e recalque em ¾", AM = 4,0 mca, vazão Q= 5,2 m³/h, com carcaça e rotor em termoplástico de engenharia reforçado com fibra de vidro.

II.2.1.3 BOMBAS DOSADORAS

A bomba dosadora para solução de anti-incrustante, com fluxo ajustável, vazão 0,22 a 10,0 l/h, pressão máxima 4,0 BAR, potência 44 W, caixa da bomba em ABS, tensão 60 HZ, força e pulsos indicadores por LEDs, proteção IP65, com filtro em polietileno, válvulas em Viton, diafragma em P.T.F.E. e válvula de injeção em polipropileno.

II.2.2 MEMBRANAS DE OSMOSE INVERSA

As membranas de osmose inversa de alta rejeição (percentual de rejeição de sais 99,5%), modelo espiral *TFC*, faixa de trabalho de 0 a 8.000 mg/L. Cada elemento de membrana apresentando uma área de 78 ft², GPD = 2400, com diâmetro de 4" e comprimento de 40".

Limites de operação:

- Temperatura máxima de operação: 45°C
- Pressão máxima de operação: 41 bar
- Fluxo máximo de alimentação: 3,6 m³/h
- SDI máximo (15 min): 5
- Faixa de pH durante operação: 2 -11
- Faixa de pH durante limpeza química: 1- 13

II.2.3 COMPONENTES DO DESSALINIZADOR

II.2.3.1 MEDIDORES DE PRESSÃO

Os manômetros glicerizados, com caixa em aço inox, diâmetro de 63 mm, para painel, apresentando faixa de pressão compatível, com saída traseira em escala de graduação compatível, para verificação de pressões de trabalho nos seguintes pontos:

- Entrada e Saída do conjunto de filtros (0,0 a 4,0) kgf/cm²;
- Entrada e Saída do conjunto de membranas (0,0 a 25,0) kgf/cm²;
- Saída do permeado (0,0 a 4,0) kgf/cm²;

II.2.3.2 MEDIDORES DE VAZÃO (COM EMBOLO)

Os medidores de vazão (rotâmetro), com conexões de PVC roscável de 1", com flutuador e eixo em inox, com faixa de leitura variável de (0 a 60 L/min), pressão máxima 150 PSI, temperatura máxima 100°C. Para medição de vazão do concentrado e permeado, com range de trabalho compatível com a vazão de cada uma dessas fases.

II.2.3.3 CARÇAÇAS DE FILTRO E FILTROS DE CARTUCO

Carcaça para filtros de cartuchos de polipropileno, com 30 cm de comprimento contendo um elemento de filtro de cartucho de polipropileno de 5µm, com 25 cm de comprimento.

II.2.3.4 ANTI-VIBRADORES

Para cada estrutura metálica deverá ser fornecidos 04 (quatro) redutores de vibração próprios para instalação na estrutura metálica "*Skid*", anti-vibradores de 3/8", com base de borracha (conjunto com 4 unidades).

II.2.3.5 TAMPAS DOS VASOS DE ALTA PRESSÃO.

Tampas para os vasos de alta pressão de 4" em polipropileno de alta densidade incluindo os anéis de vedação.

II.2.3.6 MOLAS ELÁSTICAS.

Molas elásticas para vasos de alta pressão de 4" em inox ou similar.

II.2.3.7 VÁLVULA DE ESFERA INOX

Válvulas de esfera em inox de DN ¾" e de DN 1".

II.2.3.8 TUBULAÇÕES

- Kit de tubos/conexões e registros de PVC, diâmetro 25 e 32 mm.
- Kit de tubos/conexões e registros de CPVC, diâmetro 22 e 28 mm.

II.2.3.9 MANGUEIRAS DE PRESSÃO

- Mangueira de pressão ½"
- Mangueira de pressão ¾"

II.2.4 SERVIÇOS

II.2.4.1 ESTRUTURA METÁLICA

Pintura do skid metálico, utilizando jateamento de areia, aparelhamento com *primer* e tinta PU na cor (Azul Del Rey) ou semelhante.

II.2.4.2 VASOS DE PRESSÃO

Pintura dos vasos de pressão, utilizando aparelhamento com *primer* e tinta PU na cor (Branco).

II.2.4.3 QUADROS DE COMANDO

Pintura de quadros de comando, utilizando aparelhamento com *primer* e tinta esmalte sintético na cor (Marfim) ou semelhante.

II.2.4.4 RECUPERAÇÃO DE BOMBAS DE ALTA PRESSÃO

Recuperação de bombas de alta pressão, composto de substituição de rolamento, selos mecânicos, impulsores e difusores em *noryl*, pintura com tinta preta fosco, alta temperatura.

II.3 CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO – DAS OBRIGAÇÕES.

De posse dos dados técnicos fornecidos neste TR, com relação aos equipamentos de dessalinizadores os LICITANTES deverão:

- Apresentar em suas propostas, os preços individuais das peças e serviços e totais de cada equipamento;
- Dar um prazo de GARANTIA de 1 (um) ano para os equipamentos de dessalinizador e demais acessórios do equipamento licitado;

- Certificados de qualidade das membranas a serem fornecidas, informando o tipo/modelo. As membranas devem ter certificação *Padrão NSF/ANSI Internacional*;
- Projeto de simulação do dessalinizador em *software* do fabricante das membranas;
- Na quebra de quaisquer equipamento ou acessório, dentro do prazo de garantia, a contratada deverá substituí-los com sobressalentes até o conserto dos mesmos, no prazo máximo de 72 (setenta e duas) horas e, para repor o equipamento ou acessório danificado, terá um prazo máximo de 01(um) mês.

III. DO PRAZO

O fornecedor, após contratação terá o prazo de 30 (trinta) dias corridos, para a entrega dos equipamentos e acessórios, contados a partir do recebimento da ordem de fornecimento.

IV. FORMAS DE PAGAMENTO

IV.1 GENERALIDADES

A forma de pagamento considerada neste TR será por preço unitário correspondente a cada dessalinizador recuperado e instalado e após o atesto do recebimento, por um técnico do Núcleo Estadual do PAD/RN e técnico do PAD, de acordo com as Especificações Técnicas do Item 2.2.

O pagamento do FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS será efetuado, mediante faturamento, sujeito às seguintes condições:

- a) Não terá faturamento a AQUISIÇÃO que não seja executado em plena conformidade com a presente TR;
- b) As faturas deverão vir acompanhadas da documentação descrita no Edital.
- c) É de inteira responsabilidade da(s) CONTRATADA(s), a entrega à ATECEL dos documentos de cobrança acompanhados de seus respectivos anexos, de forma clara objetiva e ordenada, que se não atendido, implica em desconsideração pela ATECEL dos prazos estabelecidos.

IV.2 REAJUSTAMENTO DE PREÇOS

Os preços ofertados e contratados serão fixos e irrevogáveis.

V. ELABORAÇÃO DA PROPOSTA

V.1 PROPOSTA FINANCEIRA

As LICITANTES deverão cotar os preços de cada um dos itens, em Reais (R\$).

Os custos de transporte, instalação, hospedagem e alimentação, impostos e tributos, para retirada, manutenção, devolução e instalação deverão estar inclusos no valor da proposta.

A PROPOSTA FINANCEIRA será elaborada conforme determina o Edital.

VI. PLANILHA DE QUANTIDADES E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Os componentes, peças e serviços deveram estar de acordo com as especificações contidas no item 2.2 do presente TR.

VII. MUNICÍPIO – LOCALIDADE

Item	Componente	Peças/Serviços	Quant.
1	Vaso de pressão	Pintura com tinta PU na cor (branco)	1
		Fornecimento e substituição de anéis elásticos em inox	2
		Fornecimento e instalação dos anéis (<i>oring's</i>) de vedação das tampas dos vasos	2
2	Estrutura Metálica	Jateamento, aparelhamento com <i>primer</i> anti-ferrugem e pintura com tinta PU na cor (Azul Del Rey)	1
		Fornecimento e instalação de vibra-stop (conjunto com 4)	1
3	Sistema de Filtração	Fornecimento e instalação de carcaças de filtros com elementos filtrantes de 5 micras	3
4	Bomba de Alta Pressão	Fornecimento e instalação da bomba de alta pressão com conexões de PVC na entrada e CPVC na saída, 2 CV, trifásica, conforme especificação no item 2.2.1	1
		Fornecimento e instalação de registro de inox (1")	1
5	Bomba de Retrolavagem	Recuperação (substituição de rolamentos, selo mecânico) e instalação da bomba de retrolavagem com conexões de PVC e mangueira de pressão de ¾"	1
		Fornecimento e instalação de registro de inox ¾"	1
6	Sistema para Retrolavagem	Fornecimento e substituição das mangueiras de ½" (m)	3
7	Manômetros	Fornecimento e instalação de manômetros glicerizados em inox com conexão traseira e garras para painel na escala de 0 a 25 kgf/cm ²	2
8	Rotâmetros	Fornecimento e instalação de rotâmetros com conexões de PVC roscável de 1"	2
9	Quadro de Comando	Pintura do quadro de comando com tinta esmalte sintético na cor (Marfim)	1
		Fornecimento e instalação de contactor e relé térmico	1
10	Bomba Dosadora	Recuperação e instalação de bomba dosadora, conforme especificação no item 2.2.1	1
11	Membranas	Fornecimento e instalação de membrana de osmose inversa 4040, rejeição 99,5%, conforme especificação no item 2.2.2	3
12	ETC.		

8 Sistemas Produtivos

8.1 Introdução

A água para consumo humano é uma das grandes limitações na zona rural Semiárida, como consequência direta da escassez e do mau uso dos recursos hídricos no Semiárido nordestino, o desenvolvimento da região fica comprometido. Além disso, a população sofre com a precária qualidade de vida e condições de saúde insatisfatórias. Segundo Gurgel, 2006 estes são indicadores de subdesenvolvimento, que demonstram a fragilidade da região e apontam para a necessidade urgente de intervir efetivamente, visando a melhoria das condições de vida das comunidades sertanejas. Não dispondo de reserva de água potável por todo o período de estiagem, a população sofre para obter água, na maioria das vezes imprópria para consumo. Geralmente, essas águas ficam a quilômetros de distância das casas e, por vezes, os pequenos açudes ou reservatórios de água não são capazes de abastecer a toda a comunidade.

Com vistas a resolver o problema de escassez de recursos hídricos, os poços tubulares surgem como uma alternativa, viabilizando o uso dessas águas salinas através da dessalinização por osmose inversa. Por sua comprovada eficiência quanto a relação custo quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa (RO) se destaca de outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em algumas comunidades no Nordeste do Brasil. Porém, o seu crescente desenvolvimento e utilização poderá trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejados ao solo, que, além de contaminarem mananciais subterrâneos, poderão ser transportados pela ação dos ventos ou pela água de escoamento superficial, e salinizar aguadas e áreas mais próximas.

A utilização dos rejeitos como meio de cultivo de animais aquáticos surge como uma alternativa de pesquisa para reduzir o impacto ambiental além de permitir a produção de alimento com fins econômicos ou de subsistência. Por exemplo, a tilápia, na qual algumas espécies e linhagens são eurialinas o que lhes conferem a capacidade de adaptação a ambientes de diferentes salinidades, podendo ser cultivadas tanto em água doce como em água salgada ou salobra (KUBITZA, 2005).

Por outro lado, um dos grandes desafios para o Semiárido brasileiro, onde a maior parte dos produtores exploram sistemas de produção a base de milho e feijão, cultivados na dependência das chuvas, é identificar alternativas de exploração agropecuárias sustentáveis. Como alternativa teríamos a utilização dos rejeitos da dessalinização para irrigar plantas halófitas. Estas plantas possuem mecanismos de tolerância e fuga à salinidade do solo que permitem a sua sobrevivência e crescimento em ambientes altamente salinos (Hoffman e Shannon, 1985).

Portanto, pesquisas vem sendo desenvolvidas no campo experimental da Embrapa Semiárido, onde ficou comprovado que a conjugação da criação da tilápia utilizando como meio líquido o rejeito e utilização deste meio para irrigação da *Atriplex nummularia*, há uma complementação de benefícios mútuos. Através da criação da tilápia além de produzir uma geração de renda com a produção de pescado o rejeito como meio líquido é fertilizado pela eliminação dos dejetos do peixe diretamente na água, principalmente pelos teores de fósforo e nitrogênio. Todavia no processo de criação do peixe há necessidade de uma troca de água diária, correspondente a 10% do volume total do reservatório. Assim sendo, esta água já fertilizada propicia um excelente meio líquido para ser utilizado na irrigação da erva-sal, forragem esta com grande potencial na produção de pequenos e

grandes ruminantes. Portanto a *Atriplex nummularia* comporta-se como uma planta que contribui para a dessalinização dos solos contaminados com sais. Todo esse conhecimento deve ser democratizado através de experiências em nível de comunidades.

Perante o exposto, o Programa Água Doce visa fornecer água de boa qualidade à população carente de água potável, bem como, reduzir os impactos ambientais causados pela deposição do rejeito da dessalinização de água salobra por osmose inversa, e a possibilidade de geração de renda pela produção de peixes e ração concentrada para os animais ruminantes, principalmente pela utilização de forragens conservadas como o feno e silagem da *Atriplex*.

Para aplicação desta prática, o Programa Água Doce (PAD) é provedor de unidades demonstrativas (Uds), baseado na demanda de água potável em cada região Semiárida, aliada a possibilidade de parcerias, tanto federal, estadual como municipal. Partindo da premissa da necessidade de implantação de cada unidade, esta deverá levar em consideração os seguintes critérios:

Em termos gerais, a área mínima para cada tanque é de 30 x 50 m, totalizando 1500 m². Como será constituída por dois viveiros e um tanque, a necessidade de área total é de 4.500 m². Por outro lado, a área para o cultivo da *Atriplex* é de um hectare. Portanto, a área total para a implantação do sistema completo é de aproximadamente 1,5 a 2,0 hectares. Os demais critérios encontram-se 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 2000 litros de água por hora
 - A salinidade não deverá ser 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)
 - ser livre de risco de inundação quando do período chuvoso
 - ser plana, ou com declividade não superior que 1,0%
 - ser de fácil acesso
- A comunidade na qual será implantada a unidade demonstrativa deverá ter atividades com caprinos, ovinos ou bovinos, pois a erva-sal (*Atriplex*) será utilizada como forragem para esses animais.
- 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), de onde poderá ser implantado o sistema. Estes materiais deverão ser etiquetados e enviados para o laboratório de solo e água da Embrapa Semiárido. As amostras de água deverão ser envasadas em garrafas de refrigerantes, desde que sejam bem lavadas. As amostras de solo deverão ser coletadas em pelo menos três locais, nas profundidades de 0-30 cm, 30-60 cm e 60-90 cm, dentro da mesma área.

Estas sub-amostras deverão ser misturadas e colocadas num saco plástico, para cada uma das 3 (três) profundidades.

As análises de água, para fins da unidade de produção, deverão ser: condutividade elétrica (salinidade); pH; Ca^{+2} ; Mg^{+2} ; Na^+ ; K^+ ; Cl^- ; CO_3^{-2} ; HCO_3^- ; SO_4^{-2} . Para o solo, deverão ser feitas as mesmas análises requeridas para a água e mais a granulometria (% areia, % argila e % silte). No caso dos estados que dispõem de laboratórios para a realização destas análises, fica a critério da coordenação estadual enviar as amostras para o laboratório da Embrapa ou realizá-las no próprio estado.

Etapas compreendida para execução das unidades:

- Sensibilização de cada comunidade sobre a importância do projeto;
- Escolha da área para plantio da Atriplex e escavação e revestimento do reservatório de criação das Tilápias;
- Elaboração do projeto de irrigação para área da Atriplex;
- Aração, gradagem e demarcação das covas na área de plantio da Atriplex;
- Amostragem de solo da área das profundidades de 0 – 30, 30 – 60 e 60 – 90cm com fins de avaliação físico-química do solo;
- Amostragem para análise físico-química das águas do rejeito, do poço e do dessalinizador para acompanhamento do sistema de dessalinização e da produção de nutrientes no reservatório das Tilápias;
- Povoamento do reservatório de peixes e plantio das mudas da erva-sal;
- Análise físico-química semanal da água do reservatório dos peixes;
- Avaliação mensal da biomassa dos indivíduos e ganho de peso por caprinos, ovinos e bovinos alimentados com erva-sal, para avaliação técnico-econômica para difusão dos resultados;
- Treinamento dos produtores para o manejo do sistema integrado:
 - Informações técnicas e práticas sobre o cultivo da Tilápia;
 - Informações técnicas e práticas sobre a irrigação da erva-sal com o rejeito oriundo do reservatório de cultivo da Tilápia;
 - Informações técnicas e práticas sobre o arraçamento de caprinos, ovinos e bovinos com forragens conservadas de feno da erva-sal e silagem .

Vale ressaltar que para o desenvolvimento de que trata o Programa Água Doce (PAD), este contempla técnicos dos quatro subcomponentes do Programa: dessalinização, mobilização social, sistema de produção e sustentabilidade ambiental. Esta equipe é liderada pelo coordenador estadual que deve realizar a pré-seleção das áreas, com potencialidades para implantação do sistema de produção, e fazer o acompanhamento da implantação e condução das Unidades Demonstrativas.

Cada UD é constituída por três subsistemas interdependentes, formando uma cadeia sustentável: aquicultura, produção de erva sal irrigada com efluente da aquicultura; e arraçamento de caprinos, ovinos e bovinos com feno e, ou silagem da erva sal.

8.2 *Subsistema de aquicultura*

8.2.1 *Descrição geral*

Uma Unidade Demonstrativa de Produção com utilização de efluente de dessalinizador é um conjunto de obras, equipamentos e ações de campo que possibilitem a minimização dos impactos ambientais produzidos pelo permeado resultante da dessalinização, associadas com atividades produtivas adequadas. A estrutura de produção desenvolvida pela Embrapa é uma combinação de ações integradas, constituídas por quatro subsistemas dependentes que se complementam.

São componentes do sistema:

- Produção de água potável;
- Produção de tilápia;
- Produção de forragem irrigada;
- Engorda de animais com a utilização do feno de erva sal.

Este documento tratará da instalação da estrutura física destinada ao aproveitamento do rejeito da dessalinização na tilapicultura (cultivo de tilápia).

O projeto está concebido de forma modulada para atender à grande diversidade de alternativas localizadas, visto que a variabilidade das condições específicas de cada local exige possibilidades diferentes do porte do projeto sem, entretanto, permitir alterações na sua estrutura, em função das imposições restritivas dos padrões tecnológicos e dos custos de implantação, pela padronização de materiais e equipamentos.

O projeto é composto por (Figura 37):

- **Viveiros para piscicultura (2 unidades)**: são as estruturas destinadas ao cultivo dos peixes, equipadas com entrada e saída de água que possibilitem o seu manejo adequado para se atingir os resultados esperados.
- **Reservatório de rejeito (1 unidade)**: esta estrutura destina-se ao recebimento da água utilizada na piscicultura e destinada à irrigação das halófitas. Além disso, serve para armazenamento de água decantada para uso emergencial nos viveiros e com possibilidade de uso na pré-engorda dos alevinos.

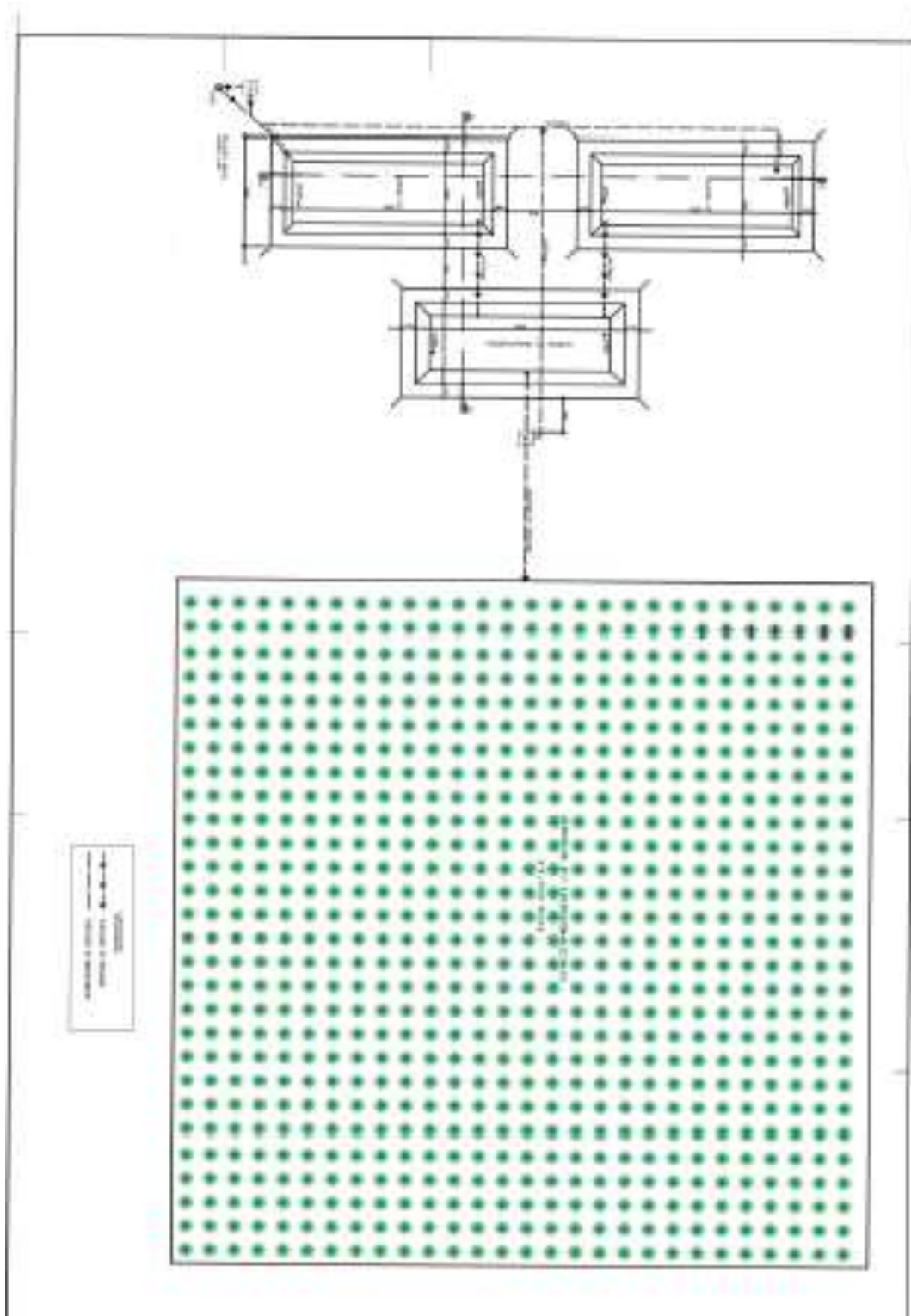


Figura 37 Layout geral da U.D

8.2.2 Estrutura física – piscicultura

8.2.2.1 Viveiros (dimensões)

Os viveiros para piscicultura terão formatos retangulares, com área total de espelho de água 360 m², com capacidade de armazenamento de 414 m³ cujas dimensões seguem abaixo (Anexo I):

- Largura superior (borda).....12,00 m;
- Comprimento superior (borda).....30,00 m;
- Comprimento Inferior (leito).....27,30 m;
- Largura inferior (leito) – abastecimento.....9,60 m;
- Largura inferior (leito) – drenagem.....9,00 m;
- Largura do coroamento.....1,10 m;
- Altura do dique – abastecimento.....1,20 m;
- Altura do dique – drenagem.....1,50 m;
- Altura da lâmina d’água – abastecimento.....1,00 m;
- Altura da lâmina d’água – drenagem.....1,30 m;
- Declividade dos taludes.....1:1

8.2.2.2 Reservatório de Rejeito

A construção dos diques do reservatório seguirá os mesmos procedimentos estabelecidos para os diques dos viveiros. Sendo, que a cota de leito do reservatório será 0,50 metro abaixo da menor cota estabelecida para os viveiros.

No projeto consta um reservatório de rejeito, com formato retangular e área de 360 m² e com capacidade de armazenamento de 540 m³, cujas dimensões seguem abaixo (Figura 37):

- Largura superior (borda).....12,00 m;
- Comprimento superior (borda).....30,00 m;
- Comprimento inferior (leito).....26,00 m;
- Largura inferior (leito) – abastecimento.....8,00 m;
- Largura inferior (leito) – drenagem.....8,00 m;
- Largura do coroamento.....1,10 m;
- Altura do dique – abastecimento.....2,00 m;
- Altura do dique – drenagem.....2,00 m;
- Altura da lâmina d’água.....1,50 m
- Declividade dos taludes.....1:1.

8.2.2.3 Revestimento dos viveiros e tanque de rejeito

Os viveiros de cultivo e o tanque de armazenamento de rejeito serão revestidos, em sua totalidade, com geomembrana de PEAD ou de PVC, garantindo assim um isolamento entre o rejeito e o solo, conforme as Foto 43.



Foto 43 Viveiros revestidos com geomembrana

8.2.3 Manejo de cultivo

8.2.3.1 Espécie a ser cultivada

No cultivo, poderá ser utilizada qualquer linhagem de tilápia, dependendo da sua disponibilidade no mercado. A tilápia possui características favoráveis para cultivo, tem facilidade de reprodução, apresenta rápido crescimento e boa taxa de sobrevivência; aproveita o alimento natural do viveiro e aceita alimento artificial, é resistente a doenças e tem boa aceitação no mercado para a comercialização.

Tilápia Rosa é um híbrido vermelho, resultado de cruzamento com várias espécies de Tilápia, esta variedade foi desenvolvida no vale do Rio São Francisco, através de acordo técnico entre empresas nacional e empresas internacional (Foto 44). juntar estes dois parágrafos sobre as linhagens.

Tilápia Tailandesa foi introduzida no Brasil em 1997, também conhecida com chitralada, descendente de uma linhagem de *O. niloticus* do Egito e há muitos anos esta tem sido domesticada na Tailândia (Foto 45). No entanto, qualquer outra linhagem de tilápia pode ser utilizada neste sistema de produção.



Foto 44 Tilápia Rosa



Foto 45 Tilápia Tailandesa

8.2.3.2 Aquisição e transporte de alevinos

Os alevinos podem ser adquiridos de empresas públicas e particulares, desde que sejam de origem confiável e comprovada, ou seja, onde as qualidades genéticas, nutricionais e sanitárias sejam garantidas. Os alevinos poderão ser transportados em sacos plásticos (Foto 46) como também em caixas de transporte (Foto 47), em fibra de vidro, com isolamento térmico.

Tamanho: 50 cm de largura por 70 cm de comprimento
Capacidade: 1000 alevinos de 2 a 3 cm ou 500 alevinos de 5 cm
Duração: 8 horas aproximadamente, 600 km de distância.



Foto 46 Saco Plástico para transporte de alevinos



Foto 47 Caixa de transporte de peixes. Características: isolamento térmico; acoplada ao cilindro de oxigênio e capacidade de 400 a 2000 litros.

8.2.3.3 Peixamento ou povoamento

Este manejo deve ser feito, sempre que possível, nas primeiras horas do dia. A quantidade de alevinos colocados no viveiro é considerada estoque ou população de peixe estocada. O estoque pode ser o número de alevinos (unidade) ou peso total (kg) de peixe vivo por viveiro. (Foto 48)



Foto 48 Povoamento dos viveiros de engorda

Antes da transferência dos alevinos da embalagem ou caixa de transporte para o viveiro, observar sempre a diferença de temperatura entre a água do transporte e a do viveiro.

Se a diferença de temperatura for inferior ou superior 3°C , misturar as águas do transporte com a água do viveiro (Foto 49).



Foto 49 Processo de Aclimação



Foto 50 Monitoramento da temperatura no processo de aclimação

8.2.3.4 Densidade de estocagem

A quantidade de alevinos a serem estocados no viveiro, isto é, o número de alevinos será de 1 a 4 peixes/metros cúbico (m^3) ou metro quadrado (m^2). É importante o acompanhamento de um técnico da área para a determinação desta densidade junto à comunidade onde o sistema será implantado.

8.2.3.5 Monitoramento da qualidade da água

Os peixes dependem da água para realizar todas as funções vitais:

- Respirar;
- Alimentar-se;
- Excretar;
- Reproduzir.

Por isso, manter a qualidade da água no cultivo é de fundamental importância para:

- Evitar o estresse por parte da população dos peixes, reduzindo a mortalidade;
- Contribuir para a maximização da produção de peixe;
- Produzir peixes com qualidade.

Para avaliar a qualidade da água é necessário fazer medições dos parâmetros físicos e químicos e devem ser medidas diariamente durante o cultivo.

Os principais parâmetros a serem medidos na água do cultivo e níveis aceitáveis, seguem relacionados abaixo (Quadro 25):

Quadro 25 Principais parâmetros utilizados no monitoramento da qualidade da água para o cultivo de tilápias e valores aceitáveis

Parâmetros Físicos e químicos	Medir quantas vezes ao dia	Período do dia	Níveis aceitáveis no cultivo de tilápia
Temperatura	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6:00 e a tarde 17:00 horas	22 a 32 ° C
Oxigênio dissolvido	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6:00 e a tarde 17:00 horas	Acima a de 4 mg/l
pH	Duas vezes ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6:00 e a tarde 17:00 horas	6,5 a 8,5
Condutividade elétrica	Uma vez ao dia	Nas primeiras horas da manhã 6:00 e a tarde 17:00 horas	23 mS/cm
Transparência	Uma vez ao dia	Início da tarde 14:00 horas	30 a 40 cm

8.2.3.6 Taxa de renovação da água

A taxa de renovação recomenda para cultivo de peixe é de 5 a 10 % do volume total da água por dia.

Esta taxa de renovação do sistema vai depender de fatores, tais como:

- Quantidade de água disponível;
- Quantidade para irrigação da erva sal
- Qualidade da água: Queda da concentração de oxigênio:
 - Excesso de temperatura
 - Elevadas concentrações de sais
 - Excesso de fitoplâncton (água muito verde)

8.2.3.7 Alimentação dos peixes

Alimentos de peixes em cultivo podem ser classificados:

A) Alimentos naturais – são alimentos encontrados e produzidos na água dos viveiros e é muito importante para os peixes, principalmente na fase de alevino, é composto pelos:

- Fitoplâncton (plantas pequenas)
- Zooplâncton (animais pequenos)

B) Alimentos industrializados - são alimentos fabricados;

Na fase de alevino, a tilápia aproveita também o alimento natural, mas o principal alimento será o artificial (ração), pois o aproveitamento do alimento natural não é suficiente para o crescimento normal.

8.2.3.8 Frequência no manejo alimentar (arraçoamento)

No manejo alimentar dos peixes, a frequência do arraçoamento é um fator de relevância, para os peixes obterem um bom desenvolvimento e crescimento ótimo, eles deverão ser alimentados todos os dias durante o período de cultivo.

A quantidade diária de ração a ser oferecida deverá ser pesada diariamente, Evitando prejuízos no cultivo, seja, por falta ou excesso de ração.

Outro fator importante é que no arraçoamento a ração será oferecida na forma manual (lance) e para um melhor aproveitamento, deverá esta ser lançada a favor do vento, facilitando a dispersão uniforme na lamina de água no viveiro. Isso aumenta a possibilidade de todo o estoque de peixe tenha acesso ao alimento e não apenas aqueles peixes maiores que apresentam comportamento territorialistas.

8.2.3.9 Biometria ou amostragem

O acompanhamento do crescimento e do estado de saúde dos peixes é feito através de biometrias, ou seja, amostragens mensais. Para avaliar melhor o crescimento dos peixes é recomendado na biometria, separar os peixes por tamanho, denominada de biometria estratificada. À medida que os peixes vão sendo capturados, os mesmos devem ser colocados e separados visualmente de acordo com o tamanho em diferentes caixas com água e após separados por tamanhos deverão ser contados e pesados. O objetivo deste manejo é avaliar os tamanhos diferentes dos peixes no cultivo, ajustar a quantidade de ração a ser fornecida no determinado período.

Obtêm-se através do manejo da biometria, informações importantes durante o cultivo, tais como:

- 1) Peso médio dos peixes do viveiro;
- 2) Ganho de peso médio dos peixes no período;
- 3) Ganho de peso médio diário;
- 4) Ajuste da quantidade de ração para o período;
- 5) Taxa de conversão alimentar do período

8.2.4 Despesca

A primeira despesca será realizada em 06 (seis) meses, onde a partir da segunda essa frequência ficará em torno dos 03 (três) meses.

O volume total de despesca, a cada final de cultivo, será de aproximadamente 600 kg por tanque.

Para que a despesca seja realizada é importante que os peixes não sejam alimentados no dia anterior, evitando aumento do estresse fisiológico nos animais. Os principais materiais necessários para a despesca são: caixas de isopor e gelo. Assim que os peixes são despescados dos viveiros, devem ser imediatamente colocados nas caixas de isopor com gelo, na proporção em quilos, de 1:1. O gelo é imprescindível para que a morte dos peixes ocorra de forma menos estressante, o que favorece a manutenção da qualidade do pescado após a morte. O ideal é que os peixes sejam eviscerados no máximo duas horas e meia após a morte no gelo. Após a evisceração, o pescado está pronto para ser processado e/ou consumido da forma como desejar.

8.2.5 Bibliografias consultadas

OETTERER, Marília. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba:agropecuária, 2002. 200p.

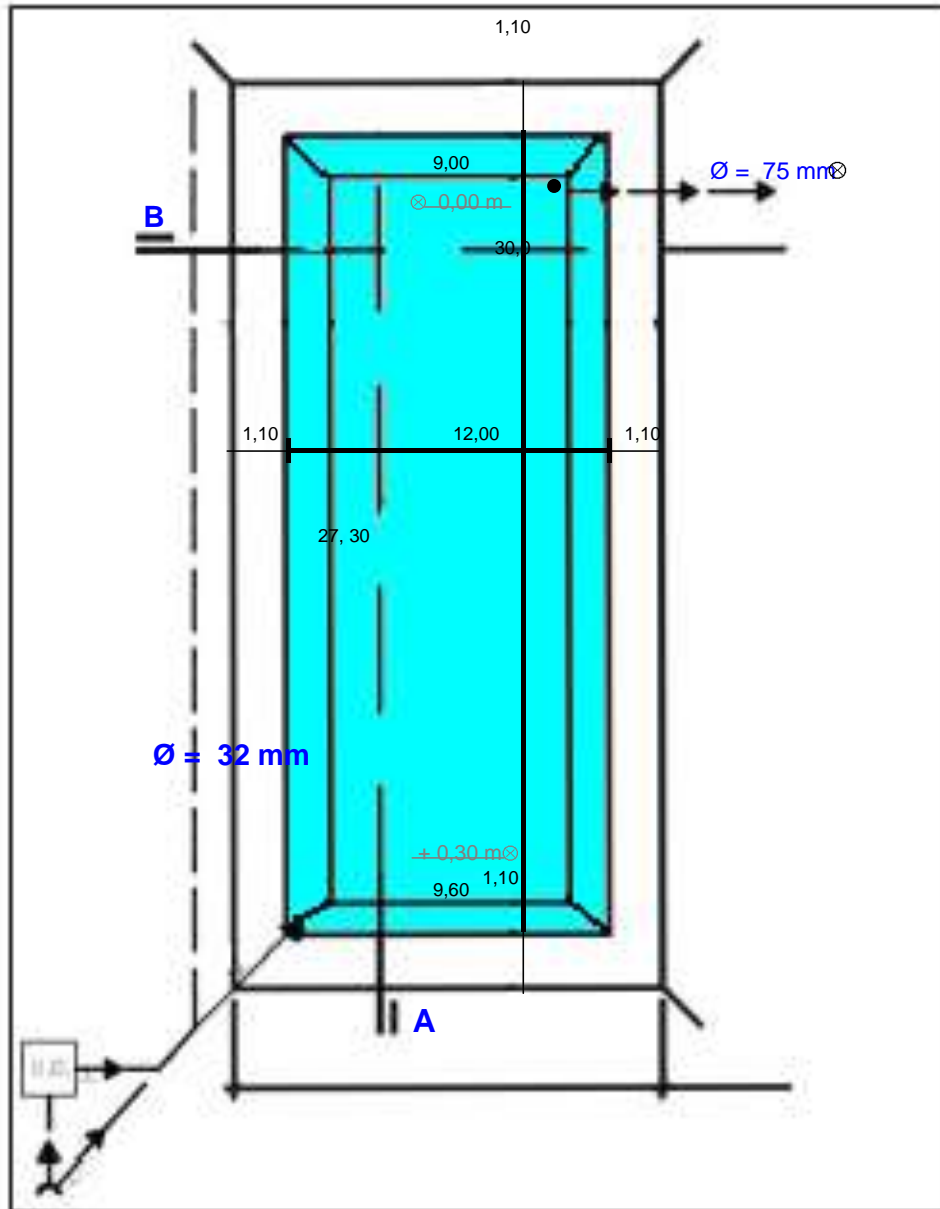
OSTRENSKY, Antônio; BOEGER, Water. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: agropecuária, 1998. 221p.

WOYNAROVICH, Elek. **Manual de piscicultura**; traduzido por Marcelo José de Melo. Brasília: CODEVASF, 1993. 71p.

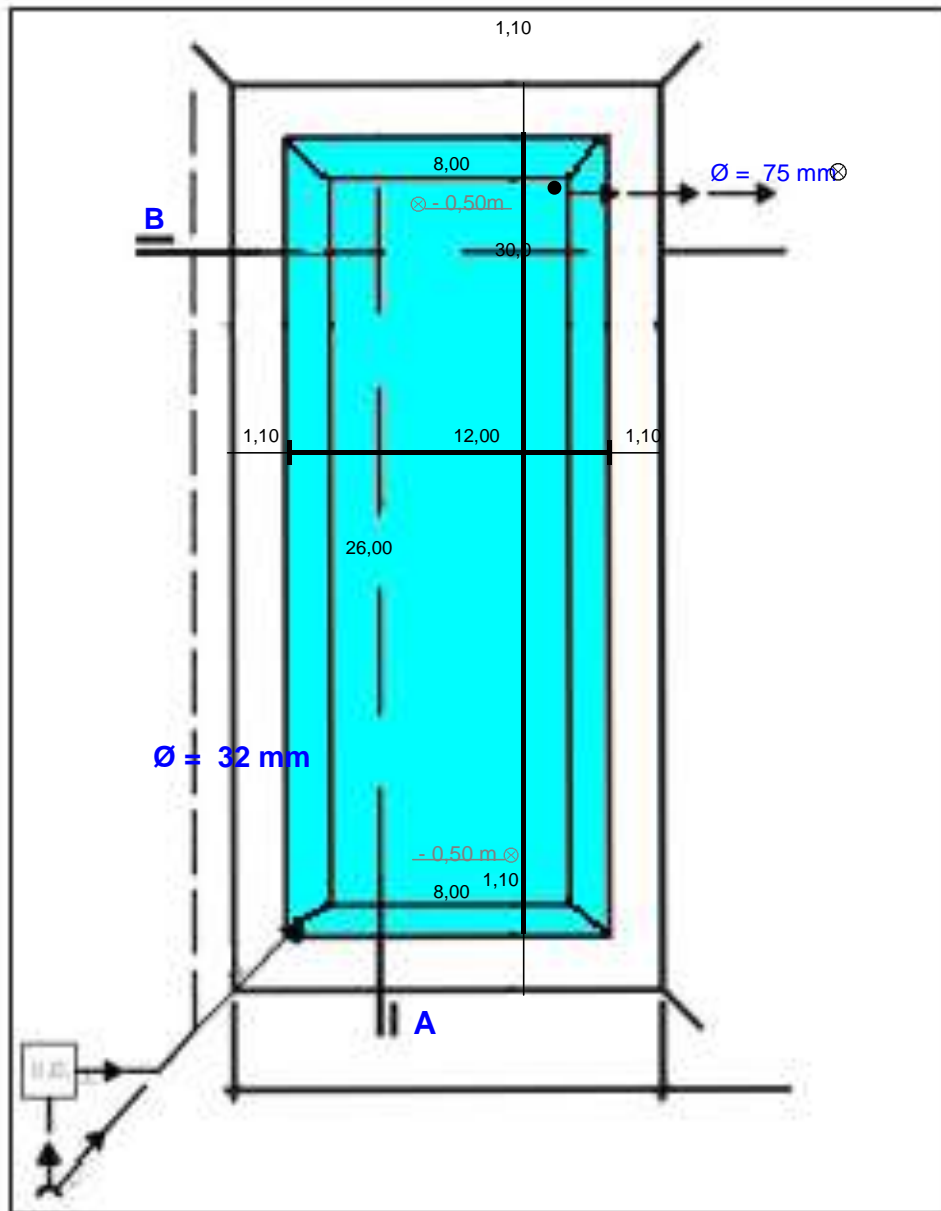
Programa Xingo. **Cartilha Criação de peixe em tanque-rede**. 2000. CNPq/Chesf. 21p.

8.2.6 Anexos

8.2.6.1 Anexo I – Projeto viveiros



8.2.6.2 Anexo II Tanque de Contenção



8.3 Utilização da erva sal na alimentação de pequenos e grandes ruminantes no Semiárido

8.3.1 Introdução

As alternativas de alimentação para caprinos, ovinos e bovinos, nos períodos secos, no Semiárido, baseiam-se na produção e conservação de espécies forrageiras nativas ou introduzidas, no uso de alguns resíduos agroindustriais e na compra de ingredientes concentrados. Todas essas alternativas, são mais ou menos utilizadas de acordo com o perfil tecnológico, social e econômico do produtor. Para as condições de Semiárido não existe uma alternativa “milagrosa”, suas potencialidades e formas de uso podem ser diferentes em função das particularidades específicas de cada uma delas.

A região Semiárida do Nordeste brasileiro possui uma grande área de manancial de água salobra subterrânea. O crescente uso da dessalinização de água pelo processo de osmose inversa poderá trazer impactos ambientais severos devido ao rejeito, isto é, água com elevado teor de sais que estão sendo despejados no solo. O plantio de espécies resistentes ao sal (halófitas), como a erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), poderá ser uma boa opção de aproveitamento dos rejeitos, devido aos seus mecanismos de tolerância à salinidade e ao seu potencial forrageiro, constituindo-se em uma importante fonte de nutrientes para ruminantes (ARAÚJO E PORTO, 2000).

Dentre as halófitas cultiváveis para fins de forragem, as espécies do gênero *Atriplex* L. merecem destaque especial, em vista de sua rusticidade e capacidade de crescimento em áreas altamente salinas com baixos índices pluviométricos. Espécies deste gênero têm sido introduzidas com sucesso em solos com altos níveis de salinidade, sob irrigação com águas de fontes naturalmente salinas ou ainda com dejetos de águas salinizadas por aquacultura ou processos industriais, sem prejuízo de suas qualidades forrageiras, especialmente úteis na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos.

Por isso, o cultivo de *Atriplex nummularia*, *A. halimus*, *A. canescens* e de outras halófitas tem ocorrido de forma sistemática, sendo sua eficiência constatada tanto em regiões de ocorrência natural (Austrália e Costa Mediterrânea, respectivamente), quanto nas regiões em que foram introduzidas (Espanha, África do Sul, Chile, Argentina, Argélia, Líbia, Egito, Israel, Síria, Jordânia, Arábia Saudita, etc.), estimando-se a área de cultivo em 500.000 ha na África do Sul e de 150.000 ha no Norte da África

As plantas halófitas são recursos forrageiros utilizados em muitas partes do mundo para viabilizarem atividades pecuárias em regiões de escassas fontes de alimento para os animais. Denominam-se halófitas as plantas que suportam ou necessitam de sais, como cloreto de sódio, carbonato de cálcio, sulfato de magnésio ou sulfato de sódio, para o seu desenvolvimento normal, vegetando sob altas concentrações salinas (LOUSÃ, 1986). Em condições naturais, tais plantas são encontradas como dominantes em solos salinos, em vista da incapacidade de outras plantas em colonizar estes biomas (LE-HOUÉROU, 1995).

Para facilitar o estudo das halófitas, BRAUN-BLANQUET (1979) classificou tais plantas em três grupos:

- **Halófitas obrigatórias:** que necessitam de sais para seu desenvolvimento (plantas dos gêneros *Salicornia*, *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Limonium*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Frankenia*, etc.);

- **Halófitas preferenciais:** que preferem solos salinos, porém suportam sua ausência (*Scirpusmaritimus* var. *compactus*, *Juncus maritimus*);

- **Halófitas de subsistência:** que suportam a presença de sais no solo, porém não os necessitam para sobreviver (*Phragmites australis*, *Juncus acutus*).

Mais tarde, LE-HOUÉROU (1995) propõe uma nova classificação geral para as halófitas, agrupando-as da seguinte forma:

- **Halófitas obrigatórias ou verdadeiras:** que necessitam de condições salinas para seu normal crescimento (*Halocnemum*, *Arthrocnemum*, *Salsola* spp., *Salicornia* spp., *Suaeda* spp., entre outros).

- **Halófitas opcionais ou facultativas:** que, embora se desenvolvam bem em condições salinas, sob cultivo, crescem e têm produtividade alta sem a presença de qualquer salinidade significativa (Ex. *Atriplex* spp., *Maireana* spp., *Tamarix* spp., entre outras).

- **Halófitas preferenciais:** que não necessitam de sais para crescer, porém se desenvolvem melhor em sua presença (algumas espécies de *Atriplex*, de *Maireana* e de *Tamarix*).

8.3.2 A erva sal (*Atriplex nummularia*)

O gênero *Atriplex* em geral engloba plantas herbáceas, na maioria anuais, ocorrendo também espécies arbustivas lenhosas e perenes (JOLY, 1977).

A distribuição geográfica do gênero *Atriplex* é cosmopolita ocorrendo em todos os continentes e em muitas Ilhas, que vão desde as latitudes de 70°N até os 46°S. Assim, está presente, do Alasca à Patagônia; da Grã Bretanha à Sibéria e da Noruega à África do Sul. Embora seu centro de diversidade genética esteja na Austrália, nove grandes regiões de distribuição geográficas têm sido arbitrariamente definidas.

O gênero *Atriplex* se destaca pela rusticidade. Em geral, suas espécies têm fácil adaptação a condições ambientais extremas, como solos secos e áridos, sendo, portanto classificadas como xerófitas. Muitas de suas espécies ocorrem em solos salinos, capazes de tolerar altos teores de salinidade, sendo classificadas como halófitas obrigatórias ou facultativas.

A erva sal é uma forrageira arbustiva, de porte médio, perene. O nome de erva sal é devido à particularidade de que ela é capaz de absorver sal através de seu sistema fisiológico, tendo, portanto, o sabor salgado. Esta planta requer sódio como elemento essencial em sua nutrição e por meio de seu sistema radicular desenvolvido e outros mecanismos que regulam o armazenamento e a utilização das reservas nutritivas, tanto para sobrevivência como para produção, consegue atingir as camadas mais profundas do solo (PORTO E ARAÚJO, 1999).



Foto 51 Planta halófito (*Atriplex nummularia* Lind.).Foto: Gherman Araújo

A satisfatória produção forrageira das espécies de Atriplex, mesmo sob condições de seca e salinidade, tem sido ainda mais valorizada, em vista do considerável teor de proteínas e de sais minerais em suas folhas, o que é importante especialmente na alimentação de caprinos, ovinos e bovinos, animais robustos em termos de exigências nutricionais, de digestibilidade e de umidade da ração.

Os valores nutricionais são muito variáveis entre locais, épocas do ano, tipo de tecido, idade da planta e material genético ao nível de espécie, procedência ou indivíduos. Valores até cerca de 25% de proteína bruta podem ser encontrados. Na nutrição animal, além do teor proteico, considera-se o teor de sódio nas folhas e em outras partes aéreas, usadas na alimentação do gado como mais um benefício na nutrição dos animais, que dispensa a suplementação de sódio.

8.3.3 Potencial forrageiro da erva sal

8.3.3.1 Relação folha x caule

Proporcionalmente as folhas correspondem a maior parte do peso das plantas, algo em torno de 50 %, o que faz da erva sal uma planta com potencial forrageiro destacado pela alta relação folha x caule. A maior produção de folhas em detrimento de caules pode beneficiar a produção animal,.

As folhas são muito mais palatáveis, digestíveis e ricas em nutrientes que os caules, assim sendo, as forragens conservadas que possuem uma relação haste/folha pequena têm melhor qualidade.



Foto 52 Relação folha caule da erva sal (*atriplex nummularia*) Foto: **Guerman Araújo**

No início do desenvolvimento da forrageira, a relação haste/folha é pequena, porém, à medida que a planta se desenvolve e chega à maturação, esta relação vai se tornando cada vez maior até a sua floração, quando os valores sobem mais rapidamente. O efeito da idade é atribuído ao aumento da relação haste/folha, em decorrência da intensificação do processo de alongamento dos caules, que diferem quimicamente das folhas, devido ao teor elevado de fibra e teores baixo de proteína e fósforo. Assim, apesar de maior rendimento forrageiro com o avanço da idade da planta, é conveniente o corte mais frequente, principalmente em condições de cultivo da erva sal sob irrigação, ainda que isto resulte em menor produção por área.

8.3.4 Composição química da erva sal

8.3.4.1 Proteína Bruta

A deficiência de proteína na dieta limita a atividade ruminal afetando a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes, visto que as exigências de proteínas pelos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos provenientes da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen.

Segundo a literatura os valores de proteína bruta da erva sal variam entre 14 e 17 % na planta inteira, já as folhas de erva sal são detentoras de bons teores de proteína bruta, que podem ser comparados aos de leguminosas e outras espécies utilizadas frequentemente na produção animal, como por exemplo a leucena, gliricídia, o guandu forrageiro e a maniçoba, que apresentam normalmente entre 12 a 22 % de proteína bruta. Em comparação com as gramíneas tropicais, em que os valores médios encontrados situam-se normalmente entre 5 e 10 %, as folhas de erva sal podem ser consideradas como uma fonte de proteína alimentação animal, podendo contribuir para elevar a proteína bruta de dietas a base de volumosos de baixa qualidade.

8.3.4.2 Digestibilidade

A digestibilidade constitui um importante parâmetro do valor nutritivo de um determinado alimento (Oliveira et al. 1991). A digestibilidade é a capacidade do alimento em permitir que o animal utilize seus nutrientes em menor ou maior escala. Vários fatores podem interferir no coeficiente de digestibilidade, principalmente a maturidade da planta,

quando se trata de forrageiras, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, em função da redução do teor de proteína, e do aumento da lignificação da parede celular.

Estudos realizados na Embrapa Semiárido sobre digestibilidade “in vitro” onde a média de matéria seca das folhas de erva sal foi de 67,94%, valor este considerado adequado quando comparado a outras forrageiras tropicais, a exemplo do farelo de palma forrageira e raspa de mandioca que apresentaram digestibilidade “in vitro” da matéria seca de 60,7 e 62,8% (Barroso et al., 2006), respectivamente, demonstrando ser larga a capacidade de utilização de seus nutrientes, o que beneficia a produção animal, visto que a digestibilidade determina a fração do alimento aproveitada pelo animal e tem correlação positiva com o consumo.

O elevado coeficiente de digestibilidade e o teor de proteína já destacado para as folhas da erva sal, a condiciona como recurso potencial para garantir um bom aporte e aproveitamento de nutrientes, principalmente no período de maior escassez de forragem, podendo esses nutrientes serem convertidos em produtos nobres como o leite, a carne e a pele.

8.3.4.3 Fibra

A fibra é usada como fonte de energia pelos microrganismos do rúmen na forma de carboidrato e tem sido usada para caracterizar alimentos e para estabelecer limites máximos de ingredientes nas rações. A fibra é essencial, já que os ácidos graxos produzidos pela fibra durante a fermentação ruminal são as principais fontes de energia para o animal. Além da produção de ácidos graxos a fibra é responsável pela efetividade e fibrosidade, influenciando na digestibilidade dos alimentos e conseqüentemente no consumo animal. O conhecimento de suas frações, permite o entendimento de suas características e importância no balanceamento das dietas, na avaliação da qualidade dos alimentos e em estimativas de seu valor nutricional.

Quando falamos em fibra, inevitavelmente estaremos associando as determinações aos níveis de fibra em detergente neutro (FDN), já que esta fração é a que apresenta maior correlação nutricional com o tipo de fibra a ser empregado na formulação de dietas para ruminantes.

Com relação a FDN e FDA, Detmann et al. (2004) ressaltam que, a observação desses teores nas silagens é de fundamental importância para o conhecimento do valor nutritivo desses alimentos para ruminantes. Sendo esses teores indicativos da quantidade de fibra presente na forragem, estando a FDN relacionada com a quantidade de fibra que há no volumoso, enquanto a FDA (fibra em detergente ácido) à quantidade de fibra menos digestível, deste modo, quanto menor os seus valores, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca.

Santos, 2010 pesquisando a qualidade da silagem de capim elefante com diferentes níveis de erva sal relatou que o teor de FDN não foi afetado ($P>0,05$) pelos níveis de erva sal na silagem de capim-elefante, sendo os mesmos representados pelo valor médio de 54,15%, (Figura 46). De acordo com Van Soest (1965), níveis de FDN iguais ou superiores a 70%, limita o consumo de alimento pelo efeito físico de enchimento do rúmen.

Observa-se que os teores de FDA das silagens foram afetados ($P<0,05$) pelos níveis de erva sal, que houve um comportamento linear decrescente nos teores de FDA em função do incremento da erva sal na silagem de capim elefante. Como o teor de FDA consiste na quantidade de fibra menos digestível, quanto menor for o valor encontrado, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca.

Neste sentido, à medida que houve adição de erva sal na silagem de capimelefante decresceu significativamente os teores de FDA, sendo mais evidente na proporção de 100%, (30,55%).

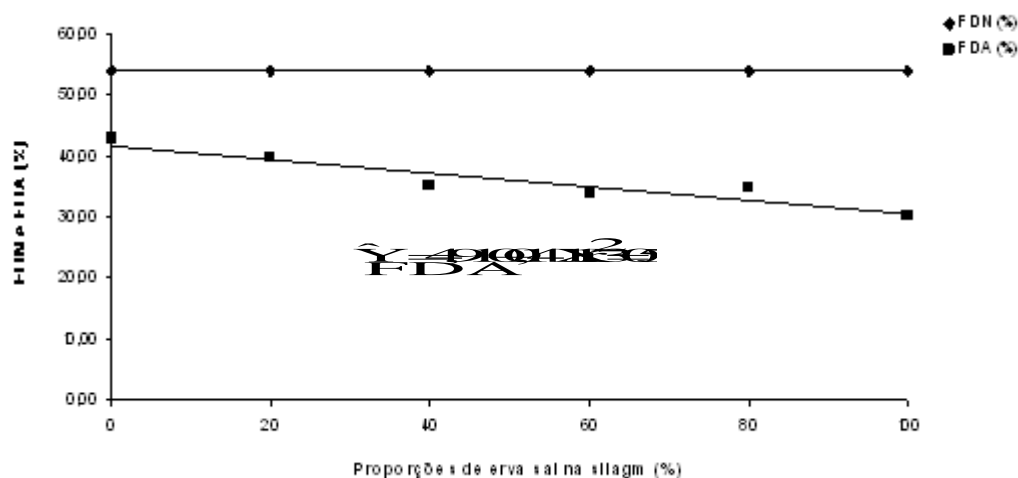


Figura 38 Qualidade da silagem de capim elefante em função da adição da erva sal. Fonte: Santos,2010.

Um experimento foi realizado no campo experimental da Caatinga da Embrapa Semiárido, em Petrolina- PE para avaliar a composição química bromatológica das diferentes frações da erva sal, que pode ser observado no Quadro 26. Vale destacar de início o alto teor de MM (19,4%), encontrado no total da massa forrageira, visto que, esta informação não só tem importância na composição, mas como também, por ser uma estimativa do conteúdo de sais extraídos do solo pela planta. Teores MM de 6,11% para o feno de catingueira e de 6,8% para feno de maniçoba, foram obtidos por GONZAGA NETO (1999) e por SOARES (1995).

O teor de PB da *Atriplex nummularia*, verificado neste trabalho, foi de 14,9%. Este teor foi semelhante ao encontrado por Silva e Pereira em 1967 de 14,5% e superior aos encontrados por Gutiérrez em 1990 que variou de 5,4 a 8,6%, todos citados por SOTO (1996), bem como próximos ou superiores aos valores citados por BARROS et al. (1997) de PB da jurema preta (12,7%), da maniçoba (12,0%), do marmeleiro (11,6%), do moleque duro (14,4%) e do mororó (14,9%). Para a FDN, o valor encontrado de 56,6% foi próximo a média dos valores citados por BARROS et al. (1997) que foi de 57,9% para árvores e arbustos. A DIVMS de 56,6%, ficou abaixo dos valores citados por SOTO (1997), que variou de 62,7 a 74,0%.

No Quadro 26 podem ser observados os teores de MS, MO, MM, PB, DIVMS E FDN das frações forrageiras da parte aérea e do total da erva sal.

Quadro 26 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 (*Atriplex nummularia* L.)

Nutrientes*	Frações Forrageiras da Erva Sal			Total
	Folhas	Caules Finos	Caules Grossos	
MS (%)	23,15	43,91	51,76	30,70
MO	66,22	83,98	88,47	72,33
MM	25,23	8,62	4,04	19,45
PB	18,46	7,96	6,06	14,96
DIVMS	71,88	27,85	16,39	56,67
FDN	38,39	72,34	82,02	50,25

* Análises realizadas no laboratório de nutrição animal da Embrapa Semiárido

8.3.5 Formas de utilização da erva sal

A erva sal tem sido uma forrageira com importância capital em regiões Semiáridas na formulação de alimentos conservados como feno e silagem, devido manter de seus valores nutritivos bem como seu uso na forma in natura; sendo uma alternativa para animais ruminantes principalmente em período de seca.

8.3.5.1 In natura

Na alimentação de ruminantes a erva sal vem sendo ofertada na forma de pastejo direto em áreas de geração espontânea da espécie, porém quando cultivada, é utilizada na forma de feno e silagem associada a outras forrageiras (Porto et al.; 2001).

Ben Salem et al. (2005), demonstraram que ovinos alimentados apenas com erva sal diminuíram ou mantiveram seus pesos corporais. Na ausência de uma fonte de água, o elevado nível de sais (Na e K, 70 e 20 g/kg MS) respectivamente nessas espécies, limita seu consumo e digestão pelos ruminantes e, por conseguinte, o desempenho animal. No entanto, deve ser associada a outro tipo de volumoso, possibilitando assim a diluição dos sais para que não haja comprometimento do consumo por parte dos animais.

Estudo realizado pelos mesmos autores em 2002 cita a erva sal como forrageira utilizada na suplementação de rebanhos em regiões áridas, viabilizando a atividade pecuária em regiões de escassas fontes de alimento para os animais.

8.3.5.2 Feno

Trata-se da forragem desidratada em que procura-se manter o valor nutritivo original da forrageira. Retirando-se a água da forragem ela pode ser armazenada por muito tempo, sem comprometimento da qualidade. O feno é produzido a partir de forragens verdes desidratadas, com 15 % a 20 % de umidade, o que permite que seja armazenado, desde que adequadamente, sem deterioração de seus princípios nutritivos.

8.3.5.2.1 Fatores que influenciam a qualidade do feno da erva sal

a) Estádio de desenvolvimento

Numerosas pesquisas têm demonstrado que o momento do corte é, geralmente, mais importante do que o tipo de forragem utilizada, sendo que, à medida que a planta se desenvolve, ocorre diminuição de seu valor nutritivo, pelo fato de que a maturação de um vegetal promove o aumento dos teores de fibra e dos componentes estruturais, principalmente lignina, obtendo-se um decréscimo no teor de proteína bruta e um aumento nos constituintes da parede celular, com reflexos negativos sobre a qualidade do material armazenado.

b) Proporção de folhas e composição de partes da planta

Um importante fator que determina a qualidade do feno é a relação haste/folha ou a produção de folhas.

Nos fenos de erva sal, aproximadamente, de 60 a 75% do valor protéico da planta encontra-se nas folhas e esta relação haste/folha pode aumentar bastante, em virtude das mesmas poderem perder as folhas durante o processo de fenação. Desta forma, a maneira pela qual o feno é manipulado e as condições do tempo na ocasião da fenação, podem afetar consideravelmente a porcentagem de folhas no feno. Todo o cuidado para evitar a sua perda, durante o corte, na manipulação ou no transporte contribui para manter sua riqueza em elementos nutritivos.

c) Conteúdo de água da planta no momento do corte

A fenação envolve a retirada de grande quantidade de água da planta (de 65 a 80% para 10 a 20% no feno). Nesse sentido o estágio de desenvolvimento da planta tem grande influência no processo. De um modo geral, uma forrageira durante a fase de crescimento vegetativo, em condições normais de umidade no solo, apresenta uma variação média de 15 a 25 %; durante a floração cerca de 25 a 35% e na fase de sementes maduras cerca de 45% de matéria seca.

- **Época do corte**

A erva sal, em condições de irrigação com rejeito de dessalinizadores, após um ano de idade, pode ser cortada a cada seis meses.

8.3.5.2.2 Processo de fenação

a) Corte

O principal interesse do produtor é atingir a máxima velocidade de secagem de seu material, dentro dos limites permitidos pelo meio ambiente. Em termos práticos, isto significa fazer o melhor uso do clima, não só nos períodos favoráveis, mas também em períodos críticos, os quais se sucedem inesperadamente. Assim, como a rápida secagem é de fundamental importância, também é importante obter uma secagem uniforme.



Foto 53 Corte da planta halófito (*Atriplex nummlaria* Lind.).Foto: Gherman Araújo

A região Semiárida do nordeste apresenta clima extremamente favorável durante quase todo o ano para a obtenção de uma boa desidratação do material a ser fenado.

A operação de corte deve ser realizada de preferência cedo, a fim de se apressar o processo de secagem. O corte da erva sal para fenação deve ser manual. Entretanto, é recomendada a trituração do material, seja por facão ou máquina forrageira (ensiladeira ou picadeira) para proporcionar diminuição e fragmentação dos caules, de forma a proporcionar uma secagem uniforme com as folhas.

b) Secagem (Etapas)

Podemos afirmar que, no geral, quanto mais lenta for a desidratação de uma forragem a campo, maiores serão as perdas em matéria seca e nutrientes. Assim sendo, a operação de secagem é a operação mais importante na prática de fenação pois a qualidade de um feno depende fundamentalmente dessa fase. Dessa maneira ela deverá ser rápida e criteriosa, para que sejam mantidos todos os princípios nutritivos do material original. A secagem pode ser realizada naturalmente (prática mais comum) com o auxílio dos agentes naturais como a radiação solar, os ventos, a umidade relativa do ar, etc., ou artificialmente através de secadores. Em qualquer um dos processos, a secagem deve ser desenvolvida até que o teor de umidade das plantas no momento do corte (+85%) se reduza para 15 a 18%, que é ótimo, ou para 10 a 20% que é permissível.

A desidratação não ocorre com a mesma velocidade e intensidade, durante todo o processo. Há etapas mais rápidas e outras mais lentas e difíceis.

1a. Etapa: por ocasião do corte, as plantas apresentam um teor de umidade de 80-85%, que se reduz rapidamente para valores próximos de 65%. Esta desidratação inicial se processa em decorrência da facilidade da perda de água situada na superfície das células vegetais.

2a. Etapa: a queda da umidade de 60 - 65% para 30% é mais demorada e difícil, porque se perde o auxílio da transpiração, uma vez que os estômatos estão fechados. A desidratação pode ser acelerada de três a quatro vezes, nas etapas iniciais, se a planta for submetida a um tratamento mecânico capaz de afofa-la e virá-la para permitir a entrada de ar e raios solares.

3a. Etapa: quando as plantas atingem aproximadamente 30% de umidade, as células morrem. A queda de umidade de 30% para 10 - 15% é uma etapa rápida e fácil, pois com

a morte das células a desidratação ocorre, única e exclusivamente em função das condições favoráveis ambientais.



Foto 54 Diferentes formas e tempo de secagem da parte aérea da erva sal.:Foto: Gherman Araújo

c) Armazenamento

O feno pode ser armazenado a granel em “fenis” (estruturas ou locais para estocar o feno), em sacos de ráfia, tonéis ou embaixo de árvores, desde que devidamente coberto e protegido do acesso dos animais. De uma maneira geral, deve ser compactado a cada camada de 50cm, sendo que, deste modo, consegue-se guardar em 1m³, de 30 a 40 kg de feno.

É importante enfatizar que a produção de fardos de feno da erva sal só é possível, quando o mesmo é seco sem a devida picagem ou trituração do material, ou seja, apenas corte e secagem dos galhos mais tenros e folhosos.

Ressalta-se que o material armazenado em galpões ou “fenis” pode apresentar um custo por unidade de peso mais elevado que as outras formas de armazenamento, mas, por outro lado, as perdas são significativamente menores, o que pode compensar o custo mais elevado quando o material a ser fenado é de boa qualidade.

Em condições adequadas de ventilação e proteção contra o sol e chuvas, o feno em granel ou em fardos poderá ser armazenado por um ou dois anos com perdas pequenas no tocante às características do início do armazenamento.

Perdas durante o processo de fenação

Durante o processo de conservação de forragens, sempre ocorrem perdas, algumas inevitáveis, pois são inerentes ao processamento e, outras evitáveis, que dependem do conhecimento da técnica empregada.

Como ocorre na maioria dos processos de conservação de alimentos, a fenação requer a atenção de alguns fatores para evitar perdas por:

- a) uma falta de previsão de ocorrência de chuva;
- b) monitoramento precário e conseqüentemente secagem deficiente;
- c) armazenamento precário em locais não apropriados;
- d) distribuição excessiva e inadequada aos animais.

a) Perdas no corte

Está relacionada com o tipo de ferramenta utilizada.

b) Perdas na secagem

É nesta fase que ocorrem as maiores possibilidades de perdas na fenação.

A forragem após o corte permanece viva por um certo tempo, no qual as células respiram. Essa respiração é feita às custas de nutrientes das forragens. Assim, quanto maior o tempo para se diminuir a umidade do nível inicial até o nível em que cessa a respiração (segundo autores, 33 - 38% de umidade), maiores serão as perdas, principalmente de carboidratos solúveis. Como estes carboidratos são de alta digestibilidade, a perda do valor nutritivo é maior do que a perda da matéria seca considerada isoladamente.

A continuação do processo respiratório depende de alguns fatores ambientais, tais como a umidade relativa e a temperatura.

Além das perdas dos carboidratos solúveis, ocorrem:

- a) perdas dos constituintes nitrogenados (menores que a dos carboidratos e estimadas em torno de 2,5%);
- b) perdas de vitaminas A e E por ativação da oxidação enzimática (no geral, a quantidade de caroteno no feno - precursor de vitamina A - é proporcional ao verde de sua cor);
- c) perdas de nutrientes solúveis, ou seja, do conteúdo celular ou protoplasma. Essas perdas estão relacionadas com a ocorrência de chuvas e são mais intensas no final do processo de desidratação.

8.3.5.3 Silagem

É o produto oriundo da conservação de forragens úmidas (planta inteira) ou grãos de cereais com alta umidade (grãos úmidos) através da fermentação em meio anaeróbico, ambiente imune de oxigênio em locais denominados silos. A produção de silagem baseia-se no princípio da fermentação e tem como principal objetivo tentar maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca (natural), durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca.

O produto final dessa fermentação, denominado silagem, é obtido pela ação de microrganismos sobre os açúcares presentes nas plantas com a produção de ácidos orgânicos, resultando em queda do pH até valores próximos de 4.

8.3.5.3.1 Etapas no processo da silagem

a) Ponto de colheita (corte)

É um ponto muito importante na obtenção de silagem de boa qualidade. O ponto de colheita envolve a maturidade da planta e o seu conteúdo de umidade. A umidade adequada, no momento da ensilagem, favorece a compactação acelerando a transição da silagem para um ambiente anaeróbico. No ponto ideal de colheita a planta deve fornecer um bom rendimento de matéria seca aliado a um bom valor nutritivo. O valor nutritivo mais alto, geralmente, está na fase mais de crescimento das forrageiras. Nesta fase,

entretanto há um valor de teor de umidade que favorece fermentações indesejáveis e uma baixa concentração de açúcares. Há grandes perdas por lixiviação e menor produção de matéria seca por hectare. O corte em estágios iniciais não fornece bons resultados. Por outro lado, no estágio de maturação mais avançado, há baixo valor nutritivo, apesar da forrageira fornecer mais produção de matéria seca por hectare. Neste estágio há dificuldade em compactação, havendo retenção de ar no silo, o que propicia o desenvolvimento de fungos e grandes perdas de matéria seca pelo prolongamento da fase aeróbica.

A colheita na maturidade correta assegura a quantidade de carboidratos fermentáveis adequadas para as bactérias da silagem e valor nutricional ótimo para a o rebanho. Deve-se buscar, portanto, um ponto de desenvolvimento, onde haja a combinação mais adequada entre valor nutritivo da planta e teor de produção de matéria seca, considerando ser muito difícil coincidir o ponto ideal teórico com o prático.

b) Tamanho de partícula

O objetivo do processamento (picagem) é facilitar a compactação, bem como, o rompimento das células, permitindo a atuação imediata dos microrganismos. Quanto menor o tamanho melhor será a compactação e a expulsão do ar. Por outro lado, pedaços muito pequenos (menor que 0,5 cm) podem ser desfavoráveis para o funcionamento adequado do rúmen. A escolha do tamanho de partículas deve ser um compromisso entre fermentação da silagem e função ruminal. Quanto menor o tamanho das partículas maior a compactação da silagem e maior a exposição dos açúcares às bactérias fermentadoras da silagem. Por outro lado, o corte resultante em partículas muito pequenas pode comprometer a função ruminal, devido a falta de fibra efetiva.



Foto 55 Silagem de capim elefante com diferentes níveis de atríplex. Foto: Otanael dos Santos

c) Compactação

O objetivo é a expulsão do ar que diminui a fase aeróbica da fermentação e favorece o desenvolvimento das bactérias produtoras de ácido láctico. A massa picada deve ser distribuída por todo o silo em camadas de no máximo 15 cm e continuamente compactada. Se a compactação é insuficiente, ocorrem maiores perdas durante a fermentação, a temperatura eleva-se em demasia, e o produto obtido será de qualidade inferior. Se a temperatura for superior a 38 graus centígrados ocorre a caramelização da silagem, que terá coloração escura. Deve-se evitar também o excesso de compactação,

principalmente de silagens com elevado teor de umidade, podendo ocorrer maiores perdas por lixiviação.

d) Vedação

Esta deve ser perfeita, evitando a entrada de ar e água. No caso de silos trincheiras recomenda-se cobrir com lona e jogar terra por cima, de maneira a expulsar o ar pelas extremidades com posterior vedação.

Em síntese, o processo de ensilagem consiste basicamente em:

- i. cortar a planta na época ideal, evitando a umidade excessiva. Cortá-la em dia seco sem perspectivas de chuvas;
- ii. encher o silo;
- iii. compactar a massa;
- iv. vedar impedindo a entrada de ar.

8.3.6 Utilização das forragens conservadas na alimentação de pequenos e grandes ruminantes

8.3.6.1 Hábito alimentar do caprino, ovino e bovino

Um maior e melhor conhecimento do comportamento alimentar dos caprinos, ovinos e bovinos, em condições de caatinga, torna-se fator de extrema importância, para a definição dos alimentos, do manejo alimentar e do sistema de criação a ser adotado, conforme as características da propriedade.

Os caprinos apresentam maior grau de adaptação às regiões secas, razão da sua predominância nas áreas de caatinga do Nordeste. São animais altamente selecionadores de alimentos no campo, preferindo uma alimentação rica e variada, a partir de plantas herbáceas de folhas largas, seguida de brotos e folhas de arbustos e árvores. Por causa destas características os caprinos estão sujeitos a falsas crenças e a conceitos equivocados, como os que afirmam que o caprino deve ser criado em áreas onde não se consegue criar nenhum outro animal, ou que o caprino é um potencial causador de degradação da cobertura vegetal e do solo da caatinga.

A primeira informação busca algum fundamento justamente na alta capacidade de resistência às condições extremas e de falta de alimento, mas isso não serve de argumento para que quem pretenda explorar de forma econômica a atividade comece pela seleção das piores áreas. A segunda informação só encontra algum fundamento naqueles que querem se eximir da culpa de manejar, de forma errada e irresponsável, os seus rebanhos ou naqueles que têm na caprinocultura mais uma atividade predatória do que exploração econômica.

Os caprinos são ainda altamente flexíveis com relação ao consumo de alimentos, variando o hábito alimentar de acordo com a qualidade e a quantidade de alimentos disponíveis. Assim, na medida em que as forrageiras herbáceas de folhas largas vão desaparecendo, em função da seca, aumenta progressivamente o consumo de brotos, folhas verdes e folhas maduras caídas dos arbustos e árvores.

A estrutura física, o porte e a destreza que possuem os caprinos favorece a busca do alimento, mesmo tendo que percorrer grandes distâncias. Assim, o hábito alimentar e o

tipo peculiar de comportamento que lhes favorece o alcance dos alimentos, associados à grande capacidade de digerirem forragens grosseiras, constituem a razão da vantagem dos caprinos sobre outras espécies, nas áreas pobres e secas do Nordeste.

Apesar de toda esta capacidade, entretanto, a existência de um longo período de estiagem nas zonas de criação resulta em séria redução na qualidade e na quantidade das forragens disponíveis durante o ano, o que interfere negativamente na produção e na produtividade dos rebanhos. Isto implica na responsabilidade do produtor em produzir e armazenar o alimento necessário para suplementar os animais, principalmente, durante o período de escassez.

Os caprinos e ovinos têm hábito alimentar diferente. Os ovinos costumam se alimentar quase sempre com a cabeça voltada para baixo, pois sua alimentação consiste em comer plantas de porte rasteiro (hábito alimentar rasteiro) constituídas de gramíneas (capins) e outras plantas de folha larga. Entretanto, vale ressaltar que os ovinos deslançados do Semiárido nordestino apresentam uma boa plasticidade alimentar, com características de escolhas de alimentos que se aproximam das do caprino, ou seja, apresentam também um pastejo alto, com a cabeça voltada para cima, quando necessário.

Já os caprinos, principalmente, durante o período seco, têm o hábito alimentar aéreo, ou seja, eles costumam comer sempre com a cabeça para cima, (comer os galhos das árvores e arbustos e até sobem nas mesmas). Durante a época das chuvas consomem bastantes plantas herbáceas de folhas largas.

Quanto aos bovinos, estes se enquadram na classe de animais utilizadores de volumosos pelo fato de serem adaptados para uma velocidade de passagem mais lenta, e conseqüentemente, aptos para uma melhor utilização dos constituintes fibrosos da parede celular das forragens (Van Soest, 1994).

8.3.6.2 Formulação de dietas de erva sal para caprinos, ovinos e bovinos

O feno da erva sal apresenta-se como uma ótima alternativa volumosa para elaboração de dietas que possam servir de suplementação alimentar de caprinos, ovinos e bovinos bem como para sistemas de acabamento (engorda) desses animais.

Visando a avaliação do potencial da erva sal, Souto et al. 2001, formularam dietas compostas de feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), associado à melancia forrageira (*Citrulus lanatus* cv. citroídes) e a raspa de mandioca integral (*Manihot esculenta* Cranz) enriquecida com 5% de uréia, cujos teores médios dos nutrientes são mostrados no Quadro 27 e a composição percentual dos ingredientes nas dietas, expressos na base da matéria seca no Quadro 27.

Quadro 27 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.

Nutrientes*	Ingredientes		
	Feno Atriplex	Melancia	Raspa**
MS (%)	87,00	6,00	83,00
MO (%)	72,00	69,00	90,00
MM (%)	23,00	21,00	4,00
PB (%)	20,00	26,00	17,00
FDN (%)	50,00	41,00	27,00
EE (%)	2,00	3,00	1,00
CHO (%)	55,00	50,00	78,00
DIVMS (%)	55,00	68,00	66,00

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido

SWINGLE et al. (1996) testaram o potencial de três espécies halófitas para sustentar ganhos de peso em ovinos alimentados com dietas de alta energia. Os efeitos do excesso de sal sobre o ganho de peso e o consumo alimentar foram testados, utilizando dietas controle, contendo feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. O farelo de semente de algodão foi usado como suplemento protéico. A ingestão de matéria seca foi maior nos cordeiros alimentados com dietas, contendo 30% de halófitas forrageiras que nas dietas com *Cynodon*. Esses mesmos autores ainda simularam uma dieta tendo por base o *Cynodon* e contendo níveis de NaCl (*Cynodon* + NaCl) iguais aos das dietas contendo forrageiras halófitas. A dieta *Cynodon* + NaCl apresentou menores taxas de ganho de peso e consumo que as dietas com forrageiras halófitas, mostrando, segundo os autores, que a forma com que o sal se apresenta nas forrageiras halófitas é importante para sua aceitabilidade pelos animais.

O Quadro 28 refere-se a composição percentual dos ingredientes da dieta com respectivos teores de MS, MO, MM, PB, FDN, EE, CHO estruturais e DIVMS expresso na matéria seca.

Quadro 28 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.

Ingredientes	Composição Percentual dos Ingredientes nas Dietas (%)				
	D1	D2	D3	D4	D5
Feno de Erva Sal	38,30	52,55	64,57	74,85	83,72
Melancia Forrageira	6,60	5,44	4,45	3,61	2,89
Raspa de Mandioca**	55,10	42,01	30,98	21,54	13,39
Composição Química das Dietas					
MS (%)	79,69	81,11	82,29	83,31	84,19
MO (%)	81,79	79,48	77,52	75,86	74,42
MM (%)	12,51	15,07	17,23	19,07	20,66
PB (%)	18,88	19,24	19,53	19,79	20,01
FDN(%)	36,68	39,92	42,65	44,98	47,00
EE (%)	1,59	1,65	1,69	1,73	1,76
CHO (%)	67,00	64,04	61,54	59,42	57,58
DIVMS(%)	61,93	60,34	58,99	57,84	56,86

** Raspa de mandioca com + 5% de uréia. Fonte: Cunha et al., 2004.

CUNHA et al (2004) relatam que a composição química da dieta composta com melancia forrageira e feno de erva-sal apresentou um bom nível nutricional (Tabela 4), com teores de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE, CHO, HEM e DIVMS, respectivamente de 54,60; 13,64; 39,84; 25,32; 24,96; 75,04; 10,36; 51,04; 14,52; e 58,68%, podendo atender boa parte das demandas de nutrientes por caprinos e ovinos, a depender da aceitação por parte dessas espécies, que apresentam habilidades seletivas diferenciadas.

No Quadro 29 encontra-se a composição química da MF e do FES e da dieta composta com 56 % FES e MF na matéria seca.

Quadro 29 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.

	Melancia Forrageira	Feno de erva-sal	Dieta
Matéria Seca (MS)	7,00	92,00	54,60
Proteína Bruta (PB)	17,00	11,00	13,64
Fibra Detergente Neutro (FDN)	32,00	46,00	39,84
Fibra Detergente Ácido (FDA)	27,00	24,00	25,32
Matéria Mineral (MM)	16,00	32,00	24,96
Matéria Orgânica (MO)	84,00	68,00	75,04
Extrato etéreo (EE)	21,00	2,00	10,36
Carboidratos Totais (CHO)	46,00	55,00	51,04
Hemicelulose (HEM)	5,00	22,00	14,52
DIVMS	71,00	49,00	58,68

*Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido.

ALVES et al 2004, visando avaliar uma dieta composta de palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill.) - *in natura* associada ao feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) em uma proporção de 50:50 na matéria seca (Tabela 05) para caprinos e ovinos, observaram que a mesma apresentou 7,07% de PB e uma digestibilidade *in vitro* da matéria seca da palma forrageira e feno de erva sal foram 53,14 e 45,4, respectivamente; níveis considerados baixos e compatíveis apenas com as necessidades de manutenção dos animais, indicando a necessidade do uso de outros ingredientes de fontes proteicas e energéticas para melhorar o valor nutricional da dieta.

Nas diferentes dietas apresentadas, pode-se observar diferentes teores de nutrientes dos fenos da erva sal, principalmente proteína, evidenciando a importância da obtenção de um material de boa qualidade, que possa refletir em um volumoso de elevado valor nutricional, garantindo uma dieta que possa atender as demandas proteicas e energéticas dos animais. Logo, a depender do valor do feno da erva sal, a combinação de ingredientes, seja proteico ou energético, é extremamente importante.

O Quadro 30 refere-se a porcentagem da composição química da PF , FES e da dieta com 50 % PF e 50 % FES expresso na matéria seca.

Quadro 30 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.

	Palma forrageira (%)	Feno de erva-sal (%)	Dieta (%)
Matéria Seca (%) (MS)	22,02	88,11	55,76
Matéria Orgânica (MO)	86,94	68,23	77,58
Matéria Mineral (MM)	13,05	32,03	22,54
Proteína Bruta (PB)	5,29	8,85	7,07
Extrato etéreo (EE)	1,20	1,04	1,12
Fibra Detergente Neutro (FDN)	33,06	46,79	39,92
Fibra Detergente Ácido (FDA)	18,48	21,62	20,05
Hemicelulose (HEM)	14,58	25,17	19,87
Carboidratos totais (CHOT)	80,46	58,08	69,27
Digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS)	53,14	45,04	49,10
Carboidratos não fibrosos (CNF)	47,40	11,29	29,34

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido.

Januário (2010), em dados não publicados, trabalhando com silagem de maniçoba com níveis crescentes de erva sal encontrou valores de pH que variaram de 3,77 a 4,19 (Quadro 31), valor este, abaixo do valor máximo permitido para promover uma eficiente conservação da massa ensilada, isso indica que esses valores estão dentro do considerado padrão para a qualidade da silagem, uma vez que, valores superiores a 4,2 resultam em má fermentação, sem predominância da atuação de bactérias lácticas, sendo estas, fundamentais para acidificação adequada do material e alcance da estabilidade anaeróbia.

No Quadro 31 podem ser observados os teores médios e equação de regressão para o pH e N-NH₃, de silagens de maniçoba em função dos níveis de substituição e seus respectivos CV, R² e pontos máximos e mínimos.

Quadro 31 Teores médios e equações de regressão para o potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH₃), de silagens de maniçoba em função dos níveis de substituição e os seus respectivos coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (r²) e pontos de máximo e mínimo.

VARIÁVEIS	NÍVEIS DE ERVA SAL					CV(%)
	0	25	50	75	100	
pH	3,81	3,77	3,77	3,83	4,19	1,6
Y= 3,84214 - 0,00822X + 0,00012305X ²			R ² = 0,9084	X= 33,4 → Ymin = 3,70	X= 100 → Ymax = 4,29	
N-NH₃ (%NT)	3,20	3,36	2,52	2,35	2,43	9,62
Y= 3,35714 - 0,0161X + 0,00005905X ²			R ² = 0,6522	X= 100 → Ymin = 2,34	X= 0 → Ymax = 3,36	

Fonte: Januário, 2010.

O mesmo autor avaliando a concentração de N-NH₃ nas silagens verificou valores de 3,20 – 2,43 para as silagens de maniçoba e erva sal, respectivamente, de modo que a redução na concentração de nitrogênio amoniacal foi influenciada pelos percentuais de inclusão da erva, possivelmente devido aos maiores teores de matéria seca contribuindo assim, para inativação ou redução de enzimas responsáveis pela proteólise. Da mesma forma Santos, 2010, em estudos com capim elefante com diferentes níveis de erva sal registraram diferenças (P<0,05) para o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao

nitrogênio total entre as silagens em função da adição de erva sal ao material ensilado, indicando uma fermentação eficiente (Figura 50).

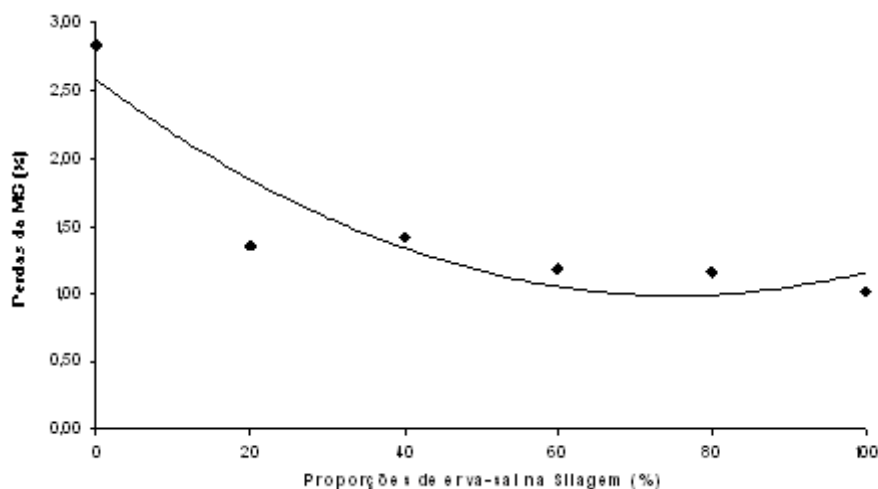


Figura 39 Silagem de capim elefante com diferentes níveis de erva sal.

O nitrogênio na forma volátil está associado ao teor de MS da silagem, ou seja, quanto maior a umidade do material, maior será o teor de nitrogênio amoniacal, o que leva a inferir que os baixos teores de $N-NH_3/NT$ obtidos nas silagens analisadas podem estar relacionados aos teores de MS das mesmas no momento da ensilagem.

8.3.6.3 Consumo de Nutrientes

A erva sal (*Atriplex nummularia* Lind.) é uma planta halófito, que pode ser considerada como um alimento volumoso de boa qualidade. Entretanto, deve-se ter bastante atenção em seus níveis de fornecimento, uma vez que níveis excessivos dessa forragem, principalmente quando jovem, tende a limitar a aceitabilidade desse arbusto pelos animais, aumentando assim a demanda de água.

Barros e colaboradores em 1997, citados por GONZAGA NETO (1999) afirmam que a qualidade do alimento depende fundamentalmente de seu valor nutritivo e da taxa de consumo voluntário. Este último exerce peso muito forte na qualidade do alimento podendo tornar-se um fator limitante, mesmo que o valor nutritivo se apresente satisfatório.

O consumo voluntário é o fator mais importante para determinar a performance animal, pois é o primeiro fator influenciador do ingresso de nutrientes, principalmente, energia e proteína, necessárias ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal (NOLLER & NASCIMENTO, 1982). Nos ruminantes, o consumo é regulado pelos requerimentos nutricionais e pelos processos metabólicos e fisiológicos. O consumo de matéria seca afeta o desempenho animal, uma vez que engloba a ingestão de todos os nutrientes e determina a resposta animal (VIEIRA et al., 1996; BARROS et al., 1997).

SOUTO et al 2002a, trabalhando com diferentes níveis de feno de erva sal para ovinos em confinamento, observaram que o consumo do NDT expresso em g/dia, %PV e g/kgPV_{0,75}/dia apresentou um comportamento linear decrescente, em função dos percentuais de volumoso utilizado nas dietas, não ocorrendo efeito para os demais nutrientes estudados, enquanto o consumo do EE expresso em %PV e g/kgPV_{0,75}, apresentou um comportamento linear crescente, influenciado, possivelmente, pelo

aumento dos teores de gordura nas dietas. O consumo de MS expresso em %PV variou de 3,14 a 4,37%, ficando para alguns níveis de feno de erva sal (38,38; 52,55 e 83,72) muito próximo ao ideal que seria 4,30%. Todavia, ocorreu um baixo consumo de energia (NDT) que foi de aproximadamente 505 g/dia, ficando abaixo do desejado que seria de 830 g/dia. Esse baixo consumo de energia expressa o baixo potencial energético da maioria das alternativas forrageiras tropicais.

ALVES et al. 2004, comparando o consumo de dietas com feno de erva sal e palma forrageira, entre caprinos e ovinos, observaram que ocorreu diferenças significativas, pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade para FDN, FDA, MO, EE e água, e a 1% de probabilidade para MS, PB e MM. Assim, verificou-se um maior consumo de todos os nutrientes pela espécie ovina, o que deve ser destacado. SOUTO et al. (2004a) observaram que a elevação de níveis de feno de erva-sal nas dietas para ovinos não alterou o consumo da MS, PB e FDN expressos em kg/dia, podendo-se inferir que, o alto teor de sais presentes na erva-sal, não é por si só um limitador do consumo para os ovinos. O consumo médio de matéria seca de 805,68 g/dia para os ovinos foi inferior ao encontrado por (SOUTO et al. 2004a) de 1.037 g/dia. Segundo SWINGLE et al., (1996), isso pode estar relacionado com a forma em que os sais se encontram nas plantas halófitas não alterando significativamente a aceitabilidade pelos animais. Essa afirmação, não pode ser generalizada e não condiz com o comportamento alimentar observado neste experimento, que evidenciou a menor aceitabilidade dos caprinos pela dieta composta de feno de erva-sal.

O consumo de MS obtido em $g/kg^{0,75}PV/dia$ (Tabela 6.7), foi de 49,86 e 77,47, respectivamente, para caprinos e ovinos, evidenciando que a ingestão dos ovinos foi superior ao valor observado por ARAÚJO et al., (2000), que utilizando feno de maniçoba e raspa de mandioca enriquecida com uréia na alimentação de ovinos obteve 66,0 $g/kg^{0,75}PV/dia$ e GONZAGA NETO (1999), com feno de catingueira, que obteve 45,0 $g/kg^{0,75}PV/dia$. Por outro lado, BARROS et al. (1990), trabalhando unicamente com feno de maniçoba, obtiveram um consumo de 97,6 $g/kg^{0,75}PV/dia$, valor superior ao registrado por ALVES et al. (2004).

ALVES et al. (2004) relatam que os níveis de ingestão de proteína bruta para as duas espécies, em relação à recomendação do NRC (1975) de 142g/dia, foram bem inferiores, mostrando a necessidade da adição de outros ingredientes proteicos ou NNP (uréia). Neste sentido, SANTOS et al., (1997) afirmaram que a palma forrageira, pela composição química e digestibilidade evidenciados nos trabalhos de alimentação, comprova ser um alimento energético, de boa qualidade, necessitando, contudo, ser completado com alimentos proteicos e fibrosos.

No Quadro 32 encontram-se as médias, desvio padrão e CV para os consumos de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE CHO, expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de PV e em unidade de tamanho metabólico ($g/kg^{0,75}$), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de erva-sal por caprinos e ovinos.

Quadro 32 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^{0,75}), e o consumo de água em litros por dia (kg/dia), da palma forrageira e do feno de erva-sal por caprinos e ovinos.

Unidades	Espécie Animal		t calc.	CV (%)
	Caprino	Ovino		
	Média+Desvio padrão	Média+Desvio padrão		
<i>Consumo de matéria seca</i>				
g/dia	470,00 ± 188,46	805,68 ± 172,43	2,90**	38,91
%PV	2,36 ± 0,88	3,55 ± 0,80	2,20*	38,55
g/kg ^{0,75} /dia	49,86 ± 18,96	77,47 ± 17,16	2,39*	38,61
<i>Consumo de proteína bruta</i>				
g/dia	27,37 ± 14,13	55,53 ± 12,08	3,38**	40,10
%PV/dia	0,13 ± 0,06	0,24 ± 0,05	2,80*	40,47
g/kgPV ^{0,75} /dia	2,89 ± 1,40	5,33 ± 1,19	2,96**	40,08
<i>Consumo fibra em detergente neutro</i>				
g/dia	168,44 ± 76,80	290,91 ± 85,85	2,29*	41,64
%PV/dia	0,84 ± 0,37	1,28 ± 0,38	1,75 ^{ns}	42,60
g/kgPV ^{0,75} /dia	17,88 ± 8,03	27,95 ± 8,28	1,90*	42,22
<i>Consumo de matéria mineral</i>				
g/dia	85,16 ± 29,13	161,12 ± 38,22	3,35**	36,11
%PV/dia	0,42 ± 0,14	0,71 ± 0,17	2,71*	35,65
g/kgPV ^{0,75} /dia	9,05 ± 3,00	15,48 ± 3,67	2,89**	35,63
<i>consumo de água</i>				
l/dia	2,31 ± 0,67	3,42 ± 1,68	3,02*	44,77

Fonte: Alves, et al. 2004.

A ingestão de água varia de acordo com o clima, adaptação, dieta, tamanho corporal, trabalho, produção, idade e condição fisiológica, e nas cabras e ovelhas esta variação no consumo de água oscila entre 4 e 15 l/dia. Portanto os valores encontrados no presente trabalho de 2,31 e 3,42 l/dia para caprinos e ovinos, respectivamente, foram inferiores aos requisitos de água para estas espécies. Isto pode ser explicado pelo suprimento de água pelos animais com o fornecimento da palma forrageira.

SOUZA et al. (2004), avaliando o consumo exclusivo de feno de erva sal, em caprinos e ovinos (Tabela 6.8), obtiveram valores de consumos da matéria seca de 30,34 e 77,32 % expressos em g/kg^{0,75}/dia, para caprinos e ovinos, sendo inferiores aos encontrados por BARROS *et al.*, (1990) de 98,3 g/kg^{0,75}/dia, para o feno da maniçoba. Em relação ao consumo da proteína bruta e fibra em detergente neutro, as médias encontradas de 14,22 e 23,96% foram superiores às encontradas por GONZAGA NETO (1999) de 6,1 e 18,9 g/kg^{0,75}/dia, para o feno da catingueira, respectivamente. Os consumos dos nutrientes da matéria seca, fibra em detergente neutro e extrato etéreo, expressos em g/kg^{0,75}/dia, não foram significativos (P>0,05) entre caprinos e ovinos. Já os consumos de proteína bruta, fibra em detergente ácido, matéria mineral, matéria orgânica e carboidrato, expressos na mesma unidade tiveram diferença significativa (P<0,05) entre caprinos e ovinos. Os consumos dos nutrientes da MS e FDN, expressos em g/dia, % PV e em g/kg^{0,75}/dia, não foram significativos (P>0,05) entre caprinos e

ovinos. Em relação à água consumida houve diferença significativa ($P < 0,05$), entre caprinos e ovinos, certamente devido ao consumo do feno da erva sal ter sido mais expressivo pelos ovinos.

No Quadro 33 encontram-se as médias, desvio padrão e CV para os consumos de MS, PB, FDN, FDA, MM, MO, EE e CHO, expressos em gramas por dia (g/dia), em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da erva-sal por caprinos e ovinos

Quadro 33 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 ($\text{g/kg}^{0,75}$), e o consumo de água em quilogramas por dia (kg/dia), do feno da erva-sal por caprinos e ovinos*

Variáveis**	Espécie Animal		
	Caprino	Ovino	CV %
	Consumo de matéria seca		
g/dia	228,5a \pm 154,19	671,3a \pm 70,41	28,59
%PV	1,93a \pm 0,77	3,76a \pm 0,44	10,85
$\text{g/kg}^{0,75}$ /dia	30,34a \pm 17,67	77,32a \pm 8,78	27,03
	Consumo de proteína bruta		
g/kg de PV/dia	19,36a \pm 12,87	53,88a \pm 5,60	28,88
%PV/dia	0,11b \pm 0,06	0,30a \pm 0,03	32,48
$\text{g/kgPV}^{0,75}$ /dia	2,21b \pm 1,41	6,20a \pm 0,68	32,70
	Consumo fibra em detergente neutro		
g/kg de PV/dia	102,57a \pm 67,50	297,66a \pm 81,89	42,62
%PV/dia	0,69a \pm 0,37	1,66a \pm 0,47	41,24
$\text{g/kgPV}^{0,75}$ /dia	13,61a \pm 7,68	34,30a \pm 9,60	41,52
	Consumo de matéria mineral		
g/kg de PV/dia	67,27b \pm 48,46	234,68a \pm 29,78	27,99
%PV/dia	0,45b \pm 0,27	1,31a \pm 0,18	26,40
$\text{g/kgPV}^{0,75}$ /dia	9,07b \pm 5,90	27,03a \pm 3,62	27,51
	Consumo de água		
kg/dia	2,56b \pm 1,35	7,37a \pm 1,07	22,11

* Média \pm erro padrão e ** Valores na mesma linha, seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente; Fonte: Souza et al., 2004.

8.3.7 Desempenho animal

SWINGLE et al. (1996), utilizando cordeiros Suffolk x Rambouillet, alimentados com dietas contendo 30% de plantas halófitas e dieta controle, contendo feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers, observaram ganhos médios diários de peso de 240 g, não ocorrendo diferenças entre as dietas. A ingestão de matéria seca foi maior nas dietas com halófitas, entretanto a eficiência alimentar destas dietas foram mais baixas.

SOUTO et al. (2002), trabalhando com dietas para engorda de ovinos, observaram que a média de ganho de peso de 116,0 g/dia obtida (Tabela 9), está dentro da faixa dos ganhos citados por BARROS et al. (1997b), em uma revisão de sete experimentos, com diferentes tipos de alimentos e de animais, realizados pela Embrapa Caprinos, onde

borregos mantidos em confinamento apresentaram ganhos que variaram de 44,0 a 267,2 g/animal/dia.

No Quadro 34 encontram-se as médias, CV, ER e r^2 do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos diferentes níveis de feno de erva sal nas dietas.

Quadro 34 Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão ajustadas (ER) e coeficientes de determinação (r^2), do ganho diário de peso vivo, expressos em gramas por dia (g/dia), em função dos níveis de volumosos nas dietas.

	Níveis do Feno de erva sal (%)					CV (%)	ER	r^2
	38,30	52,55	64,57	74,85	83,72			
	Erva Sal (%)							
GPD07	228	162	207	107	143	48,68	Y=163,00	-
GPD14	186	137	112	107	100	56,03	Y=122,22	-
GPD21	195	130	127	86	82	47,51	Y=195,07-24,50**F	34,45
GPD28	193	160	139	112	62	36,98	Y=227,04-31,11**F	55,28
GPD35	181	136	133	98	83	26,48	Y=191,85-22,21**F	46,49
GPD42	145	139	138	103	69	25,84	Y=182,18-20,53**F	48,27

• e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente. Fonte:Souto, et al. 2002

MATTOS, 2009 pesquisando dietas a base de feno da erva sal com diferentes níveis de palma forrageira (0,0%; 28,6%; 50, 5%; e 67, 9 % na MS) verificou que o maior ganho de peso diário (GPD) ocorreu quando os animais receberam 28,6% de palma forrageira com dieta à base de feno de erva sal com GPD de 0,271 Kg, cujos valores estão representados no Quadro 35.

Quadro 35 Índice de eficiência de utilização de nutrientes e taxa de crescimento em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma forrageira (%MS)				EPM	Probabilidade		R^2
	0,0	28,6	50,5	67,9		e	Q	
<i>Índice de eficiência alimentar</i>								
CA	5,53	4,82	4,77	4,62	0,13	*	ns	0,86
CAPB	0,98	0,73	0,69	0,64	0,03	***	*	0,98
CAEM	12,77	10,32	10,78	11,38	0,29	ns	***	0,92
<i>Taxa de crescimento</i>								
PCI	19,50	19,20	19,55	19,60	0,37	ns	ns	-
PCFi	31,41	34,39	33,67	32,87	0,50	ns	*	0,95
GPD	0,213	0,271	0,252	0,237	0,01	ns	**	0,92

MS= Matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; CA= conversão alimentar (CA= CMS/GPD); CAPB=conversão alimentar da proteína bruta (CAPB= CPB/GPD); CAEM= conversão alimentar da energia metabolizável (CAEM= CEM/GPD); PCI=peso corporal inicial; PCFi= Peso corporal final; GPD= ganho em peso diário; EPM= erro padrão da média; L= efeito linear; Q= efeito quadrático; * P<0,07; **P<0,01; *P<0,001; ns= não significativo (P>0,07); R^2 = coeficiente de determinação.

8.3.8 Custo e comparação econômica de dietas contendo diferentes níveis feno de erva sal

Os custos e as quantidades consumidas de feno de Erva Sal, melancia forrageira e raspas de mandioca em cada dieta estão expostos no Quadro 36.

As quantidades consumidas decresceram com o aumento da proporção de feno nas dietas, porém as diferenças dos consumos de matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e fibra detergente neutra não foram significativas (SOUTO et al., 2004). O custo das dietas por kg de MS (Quadro 36) e o ganho de peso vivo total (Tabela 12) decresceram com o aumento do percentual de feno de Erva Sal nas dietas. A maior eficiência alimentar da dieta com 38,29% de feno não garantiu os melhores indicadores financeiros. Para que a dieta de maior eficiência alimentar fosse aquela com melhor eficiência financeira, os custos do feno de Erva Sal deveriam ser superiores em 38% ou os preços das raspas de mandioca inferiores em mais de 30% aos preços praticados em fevereiro de 2002, considerando as demais variáveis constantes. A redução de mais de 30% no preço das raspas de mandioca parece ser cenário provável em algumas épocas do ano e regiões do Nordeste brasileiro.

Quadro 36 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.

Custos dos ingredientes das dietas, R\$/kg de matéria seca (MS)					
Feno de Erva Sal ¹	0,1174				
Melancia forrageira ²	0,1520				
Raspas de mandioca ³	0,1956				
	Feno de Erva Sal, % na dieta				
	38,29	52,55	64,57	74,85	83,72
	Quantidades consumidas (kg de MS)				
Feno de Erva Sal	16,56	24,43	27,71	31,93	34,88
Melancia forrageira	2,85	2,53	1,91	1,54	1,19
Raspas de mandioca	23,83	19,53	13,29	9,19	5,58
Total da dieta	43,25	46,49	42,91	42,66	41,65
	Custos total (R\$ e R\$/ Kg de MS)				
Erva Sal	1,9452	2,8695	3,2541	3,7500	4,0968
Melancia forrageira	0,4339	0,3844	0,2902	0,2341	0,1805
Raspas de mandioca	4,6627	3,8211	2,5998	1,7976	1,0914
Custo Total da dieta	7,0418	7,0750	6,1442	5,7817	5,3687
Custo da dieta por kg DE MS	0,1628	0,1522	0,1432	0,1355	0,1289

Produção de 6.538 Kg de MS por hectare e oito anos de vida útil do plantio (ARAÚJO E PORTO, 2000); 2. Produção de 4.000 Kg de MS por hectare (Martiniano C. de Oliveira, comunicação pessoal); 3. Com 88,6% de MS (CAMPOS, 1981).

A maior relação benefício/custo foi obtida com a dieta contendo 64,57% de feno, 1,89, e a menor com dieta com 83,72%, 1,08. Essas B/C são superiores às obtidas por COSTA et al. (2000), que alimentou ovinos, com peso médio variando de 15 a 20 kg, com rações contendo capim elefante ("*Pennisetum purpureum Schum*"), farelo do feno de alfafa ("*Leucaena leucocephala*") e dejetos desidratados de suínos em diferentes proporções e obteve relações benefício/custo entre 0,55 e 1,07. O aumento da produtividade da Erva Sal em até 30% permitiria reduzir os custos de dietas contendo feno

de Erva Sal em R\$ 0,017 por kg de MS, demonstrando a importância de estudos visando o aumento da produtividade da Erva Sal.

São necessários estudos para determinar se as produções obtidas com as dietas estudadas conseguiram pagar os custos totais de produção.

O Quadro 37 refere-se aos valores de ganho de PV, receitas, indicadores financeiros e análise de sensibilidade da relação B/C das dietas com níveis crescentes de feno de erva sal para ovinos sob confinamento, no período de 42 dias.

Quadro 37 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.

	Feno de Erva Sal, % na dieta				
	38,29	52,55	64,57	74,85	83,72
Ganho de peso vivo total, em kg	6,10	5,85	5,80	4,33	2,90
Receita ¹ , R\$	18,30	17,55	17,40	12,99	8,70
	Indicadores financeiros				
Benefício ² /Custo Total da Dieta	1,73	1,65	1,89	1,50	1,08
Receita – Custo Total da Dieta	5,16	4,63	5,46	2,88	0,43
Custo de produção de um quilo ¹ , R\$	1,15	1,21	1,06	1,34	1,85
	Análise de Sensibilidade de B/C				
	Aumento nos custos de produção da Erva Sal				
Aumento de 10% (R\$ 0,1292/kg de MS)	1,69	1,59	1,79	1,41	1,00
Aumento de 20% (R\$ 0,1409/kg de MS)	1,64	1,53	1,71	1,33	0,94
Aumento de 30% (R\$ 0,1527/kg de MS)	1,60	1,47	1,63	1,25	0,88
	Aumento na produtividade de produção da Erva Sal				
Aumento de 10% (R\$ 0,1068/kg de MS)	1,78	1,72	1,98	1,59	1,16
Aumento de 20% (R\$ 0,0979/kg de MS)	1,82	1,77	2,07	1,68	1,24
Aumento de 30% (R\$ 0,0903/kg de MS)	1,85	1,82	2,15	1,76	1,31
	Redução no preço da raspa de mandioca				
Redução de 10% (R\$ 0,1761/kg de MS)	1,86	1,75	1,97	1,55	1,10
Redução de 20% (R\$ 0,1565/kg de MS)	2,00	1,85	2,06	1,60	1,13
Redução de 30% (R\$ 0,1369/kg de MS)	2,16	1,97	2,16	1,65	1,15

1.Receita = Ganho de PV total x R\$ 3,00; 2. Benefício = Receita. Fonte: Araújo et al.

Mattos, 2009 avaliando a rentabilidade econômica do uso de dieta à base de feno da erva sal (*Atriplex nummularia L.*), com diferentes níveis de palma forrageira encontrou resultados satisfatórios do ponto de vista econômico, onde a inclusão de 67,9% promoveu melhor retorno financeiro (Quadro 38), com rentabilidade de 69,0%, resultados estes, indicando que a utilização da palma forrageira nos níveis estudados, apresenta-se como alternativa viável para a produção de cordeiros em confinamento.

Quadro 38 Rentabilidade da terminação de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva sal com níveis crescentes de palma forrageira em sistema de confinamento

Variável	Nível de palma (% MS)			
	0,0	28,6	50,5	67,9
Peso de carcaça quente (Kg)	13,396	14,897	14,370	14,113
Custos				
Dieta (R\$/dia)	0,82	0,82	0,62	0,49
Vacina (R\$/dia)	0,20	0,20	0,20	0,20
Vermífugo (R\$/dia)	0,18	0,18	0,18	0,18
Mão de obra (R\$/dia)	13,81	13,81	13,81	13,81
<i>Avaliação econômica</i>				
Total da receita (R\$) ¹	127,26	141,52	136,52	134,08
Total dos custos (R\$) ¹	60,02	59,86	49,00	41,61
Margem bruta (R\$) ²	67,24	81,66	87,52	92,46
Ponto de equilíbrio (Kg) ³	6,32	6,30	5,16	4,38
Custo por Kg de carcaça (R\$/Kg) ⁴	4,52	4,03	3,41	2,96
Custo:Benefício ⁵	0,48	0,42	0,36	0,31

¹valor médio por animal; ²total da receita (R\$)-total dos custos (R\$); ³total dos custos (R\$) / pelo preço pago/Kg de carcaça (R\$); ⁴total dos custos dividido pelo peso carcaça quente (Kg); ⁵total dos custos (R\$) dividido pelo total da receita (R\$)

8.3.9 Considerações finais

Quando se pensa estabelecer uma plantação de *Atriplex*, visando a produção de forragem, devemos levar em consideração que este recurso esteja orientado como um complemento alimentar para os rebanhos, sobretudo nas épocas críticas para o Semiárido.

O importante é fornecer a erva sal associada (seja na forma de silagem ou feno) a outro alimento que a complemente, podendo citar espécies como palma forrageira, capim elefante, gliricídia, capim buffel, raspa de mandioca, melancia forrageira, entre outros; dependendo do já exposto, equilíbrio nutricional do conjunto.

A erva sal é considerada como um alimento volumoso de boa qualidade. Entretanto, deve-se ter bastante atenção em seus níveis de fornecimento, uma vez que níveis excessivos dessa forragem, principalmente quando jovens, tendem a limitar a aceitabilidade desse arbusto pelos animais, aumentando assim a demanda de água. Logo, faz-se necessário planejar o consumo, sobretudo nos períodos críticos de cada ano, sempre tendo em mente que esta forragem deve ser encarada como mais uma alternativa estratégica para alimentação animal e nunca como solução.

8.3.10 Referências bibliográficas

ALVES, J.N.; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E.R.; CUNHA, A.P.; LIMA, V.S.; SOUZA, C.M.S. de; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M. PALMA FORRAGEIRA (OPUNTIA FICUS) E FENO DA ERVA SAL (ATRIPLEX NUMMULARIA LINDL), EM DIETA PARA CAPRINOS E OVINOS: COMPOSIÇÃO E CONSUMO VOLUNTÁRIO DOS NUTRIENTES. In: III

CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande. **ANAIIS do III Congresso Nordestino de Produção Animal**. Campina Grande: SNPA, 2004. CD-ROM.

ARAUJO, G.G.L. de, PORTO, E.R. Produção e composição química da erva sal, irrigada com rejeito da dessalinização de água salobra. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2000, Teresina-PI. **ANAIIS... CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL**. 2000. v.2. p.115-117.

ARAÚJO, G.G.L., MOREIRA, J.N., GUIMARÃES FILHO, C. et al. Diferentes níveis de feno de maniçoba na alimentação de ovinos: digestibilidade e desempenho animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa - MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1 CDROM.

ARAUJO, G.G.L.de; HOLANDA JUNIOR, E.V.; SOUTO, J.C.R.; ARAÚJO, F.P.de; CAVALCANTI, J. Custo e comparação econômica de dietas contendo diferentes níveis de feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) para ovinos. In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife-PE. **Anais da XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**. Recife-PE:– tecnologia multimídia, 2002. v. CD-ROM, p. 01-05.

BARROS, N.N., SIMPLICIO, A.A., BARBIERI, M.E. Desempenho de borregos das raças Santa Inês e Somalis Brasileira, em prova de ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996, v. 1, p. 258.

BARROS, N.N., ROSSETTI, R.B.C., ROSSETTI, A.G. Feno de cunhã para acabamento de borregos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997a. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.1, p. 382-384.

BARROS, N.N. , SIMPLICIO, A.A., FERNANDES, F.D. Terminação de borregos em confinamento no Nordeste do Brasil. Sobral: Embrapa-Caprinos, 1997b. 24p (Embrapa-Caprinos. **Circular Técnica, 12**).

BUENO, M.S., CUNHA, E.A. da., SANTOS, L.E. dos., et al. Desempenho e Características de Carcaças de Cordeiros Suffolk alimentados com diferentes tipos de volumosos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.206-208.

CUNHA, A.P.; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E.R.; SOUZA, C.M.S. de; LIMA, V.S.; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M.; ALVES, J.N.. CONSUMO VOLUNTÁRIO DOS NUTRIENTES DE DIETA COMPOSTA POR MELANCIA FORRAGEIRA (*CITRULLUS LANATUS* CV. CITROIDES) E FENO DA ERVA SAL (*ATRIplex NUMMULARIA LINDL*) POR CAPRINOS E OVINOS. In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande. **Anais do III Congresso Nordestino de Produção Animal**. Campina Grande: SNPA, 2004. CD-ROM.

GLENN, E., TANNER, R., MIYAMOTO, S., FITZSIMMONS, K. AND BOYER, J. (1998). Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on the saline waste water in a desert environment. **Journal of Arid Environment**, 38: 45-62.

GONZAGA NETO, S. **Consumo, Digestibilidade e Degradabilidade de Dietas com Diferentes níveis de feno de Catingueira (Caesalpineae Bracteosa), em ovinos.**, 1999. 44f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife.

GURGEL, H. C. Projeto de gestão do rejeito do dessalinizador para o consórcio piscicultura /forragicultura no distrito de Juá, Ceará- Monografia- Departamento Engenharia de Pesca- Universidade Federal do Ceará, 26 pág.

GUTIÉRREZ-CÉSPEDES, G.H. **Estudos citogenéticos e avaliação de genótipos do gênero *Atriplex* L. (Chenopodiaceae)** / Germán Hugo Gutiérrez-Céspedes. – Recife : O Autor, 2001. 105 folhas : il., fig., Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Genética, 2001.

JOLY, A.B. (1977). Botânica – Introdução á taxonomia vegetal. Editora Nacional, São Paulo, Brasil. 4ª edição, pp. 172-176.

KUBTIZA, F. Tilápia em água salobra e salgada. Revista Panorama da Aquicultura. Rio de Janeiro, vol. 15 no 88, p. 14-18, mar/abril. 2005.

LOUSÃ, M.F. (1986). Comunidade halofítica da reserva de Castro Marim-Teses de Doutorado da Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

MATTOS, C.W. Associação da palma forrageira (*Opuntia-ficus-indica* MILL) Feno de ERVA SAL (*ATRIPLEX NUMMLARIA* L) EM DIETAS PARA CORDEIRO SANTA INÊS EM CONFINAMENTO- Tese- Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009, 101 pág.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of sheep.** Washington, DC: 1975.

OLIVEIRA, E.R. de., BARROS, N.N., ROBB, T.W., et al. Substituição da torta de algodão por feno de leguminosas em rações baseadas em restolho da cultura do milho para ovinos em confinamento. 1986. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 21, n. 5, p. 555-564, 1986.

PORTO, E.R. e ARAÚJO, G.G.L. de. **Erva Sal (*Atriplex nummularia*)**. Petrolina, PE: Embrapa-Semiárido, 1999. 4 p. il. (Embrapa-Semiárido. Instruções Técnicas 22).

PORTO, E. R.; AMORIM, M.C.C.; MATOS, A. N.B.; ARAUJO, G.G.L. de. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para produção de forragem de atriplex IN: Anais. In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande - PB. **Anais do III Congresso Nordestino de Produção Animal**. Campina Grande: SNPA, 2004. v.CD-ROM.

SANTOS, O. O; Níveis Crescentes de erva sal sobre as características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante. Dissertação- Universidade Federal do Vale do São Francisco. 69 Pág. 2010.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa, MG, UFV, Imp. Univ. , 1990, 165p.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J. FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci. Champaign**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUTO, J.C.R.; ARAUJO, G.G.L.; SILVA, D.S.da; PORTO, E.R.; MOREIRA, J.N.; FERREIRA, M.A.; TURCO, S.H.N.. Feno de erva sal (*Atriplex nummularia* lindl.), uma alternativa para ovinos no semiárido: consumo de nutrientes. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba-SP. **Anais da XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Piracicaba: SBZ, 2001.

CD-ROM

SOUTO, J.R.; ARAUJO, G.G.L.de; MOREIRA, J.N.;GUIMARÃES FILHO, C.; TURCO, S.H. N.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A. N.de. Consumo e conversão alimentar de dietas com feno de erva sal (*Atriplex nummularia lindl.*), para ovinos em confinamento. In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife-PE. **Anais da XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.** Recife-PE: - tecnologia multimídia, 2002a. v. CD-ROM, p.01-04.

SOUTO, J.C.R.; ARAUJO, G.G.L. de; SILVA, D.S. da; PORTO, E.R.; OLIVEIRA, C.A.V.; MEDEIROS, A.N.de; COSTA, R.G. Desempenho de ovinos alimentados com feno de erva sal (*Atriplex nummularia Lindl.*) no semiárido nordestino. In: XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002, Recife-PE. **Anais da XXXIX REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.** Recife-PE: - tecnologia multimídia, 2002b. v. CD-ROM, p. 01-04.

SOUZA, C.M. S. de; ARAUJO, G.G.L. de; PORTO, E. R.; CUNHA, A. P.; LIMA, V.S.; DANTAS, F.R.; ASSIZ, C.M.; ALVES, J.N.. Consumo voluntário de nutrientes do feno de erva sal *Atriplex nummularia lindl.* mm caprinos e ovinos. In: III CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande-PB. **Anais do III Congresso Nordestino de Produção Animal.** Campina Grande: SNPA, 2004. v.1 CD-ROM.

SWINGLE, R.S., GLENN, E.P., SQUIRES, V. 1996. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. **Animal Feed Science Technology.** v.63, p.137-148, 1996.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

8.4 Anexos

8.4.1 Anexo I - Especificação técnicas geomembrana para os reservatórios

Objeto a licitar:

Reservatório confeccionado com Laminado Flexível de PVC de 0,80mm de espessura, nas cores Azul e Preta.

Produto:

Reservatório confeccionado com geomembrana fabricada com Laminado Flexível de PVC, obtido por processo de calandragem, de 0,80mm de espessura, nas cores Azul e Preta, com formulação Atóxica e isenta de metais pesados, com aditivação Anti-U.V. e Anti-Oxidante, conforme especificações a seguir:

Características Técnicas	Especificação	Método de Ensaio
• GRAMATURA (g/m ²)	mínimo 1.030	DIN EN 22.286
• ESPESSURA (mm)	mínimo 0,80	ASTM D-1593
• DENSIDADE (g/cc)	máximo 1,30	ASTM D-792
• RESISTENCIA À RUPTURA (Kgf/5cm)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 150	ASTM D-882
- Sentido Transversal	mínimo 140	ASTM D-882
• ALONGAMENTO À RUPTURA (%)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 300	ASTM D-882
- Sentido Transversal	mínimo 300	ASTM D-882
• RESISTENCIA AO RASGAMENTO (Kg)		
- Sentido Longitudinal	mínimo 45	ASTM D-1004
- Sentido Transversal	mínimo 45	ASTM D-1004
• ESTABILIDADE DIMENSIONAL (%) 100°C 15 minutos		
- Sentido Longitudinal	≤ 3,5	ASTM D-1204
- Sentido Transversal	≤ 2,0	ASTM D-1204
• RESISTENCIA À RUPTURA NA SOLDA (kgf/5cm)	mínimo 120	ASTM D-3083
• RESISTENCIA À PELAGEM NA SOLDA (N/mm)	mínimo 5	ASTM D-413
• RESISTENCIA AO U.V.:.....	Conforme Norma Técnica ASTM G-155.	
• ATOXICIDADE: Metodologia aplicada de acordo com a Resolução 105 da ANVISA – Agencia Nacional de Vigilância Sanitária.		
• Cor Azul conforme PANTONE 3015C.		
• Cor Preta conforme PANTONE Black C.		

- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar “Termo de Garantia” para um período de 5 (cinco) anos como documento de habilitação para fornecimento do objeto da licitação.
- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar Garantia de 12 (doze) meses contra defeitos de fabricação devidamente comprovados.
- Cada reservatório deverá ser moldado formando uma peça única de acordo com as dimensões especificadas, e deverá ser pré-confeccionado em fábrica utilizando-se processo de solda eletrônica de alta frequência. As soldas de alta frequência deverão apresentar perfeita estanqueidade e resistência mínima de 80% da resistência da geomembrana conforme especificado. O fornecedor ou fabricante deverá apresentar relatórios de análise dos ensaios destrutivos da solda eletrônica realizada em fábrica, com frequência de pelo menos 1 (uma) amostra da geomembrana e 1 (uma) das emendas dos painéis e das emendas de fechamento de cada reservatório.
- Cada reservatório deverá ser adequadamente dobrado e embalado de forma a facilitar a abertura no local da instalação, objetivando reduzir custo e tempo de instalação. Cada volume deverá conter marcação com tinta indelével e etiquetas de identificação contendo o tamanho do reservatório, cor, numeração, e indicando o sentido do desdobramento e abertura do mesmo no local da instalação.
- A instalação do(s) reservatórios confeccionado(s) com geomembrana flexível de PVC deverá ser devidamente inspecionada utilizando aparelho de “Spark Test” conforme especifica a Recomendações IGSRB IGMT 01-2003 para verificação dos painéis quanto à possibilidade de haver furo oriundo de defeitos de fabricação, durante o transporte ou ocasionado por queda de objetos durante a instalação.
- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar “Atestado de Capacidade Técnica” de fornecimentos de Geomembrana Flexível de PVC.
- O fornecedor ou fabricante deverá apresentar certificado informando que a resina de Policloreto de Vinila (PVC) é constituída de ingredientes virgens e não contaminados.
- Como documento de qualificação técnica e habilitação para fornecimento do objeto da licitação, o fornecedor ou fabricante deverá apresentar Certificado ou Relatório de Ensaio de Análise Química pela metodologia aplicada de acordo com a Resolução 105 da ANVISA - Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, realizado por laboratório credenciado e independente, comprovando a atoxicidade da geomembrana fabricada com Laminado Flexível de PVC, com data de emissão não superior a 2 (dois) anos.

8.4.2 Anexo II – Especificações técnicas piscicultura

a. Aeradores

AERADOR 3/4HP

TRIFÁSICO 220/380V 60 Hz

Especificações Técnicas:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor ¾ HP Trifásico 220/380V para água doce com eixo de inox (especialmente desenvolvido para laboratórios de camarões). □ □ □ Taxa de oxigenação: SAE 2,02 kg O₂/kwh

SORT 1,11 kg O₂/h

- Ø de lançamento: 3,20 m
- Altura de lançamento: 0,80 m
- Potência de sucção: 1,50 m
- Profundidade mínima da água: 0,80 m
- Área de ação: Ø 25,0m
- Volume: 150 m³/h
- Dimensões: 0,80 x 0,80 x 0,80 m
- Peso: 30 kg.
- Aplicação: para viveiros de 300 à 1500 m² em carcinicultura e efluentes

Especificações Construtivas:

- Flutuador em HDPE (polipropileno de alta densidade)
- Eixo B-403 de Inox
- Tela de proteção em aço inox

A gaseificação e a introdução de oxigênio realizados pelo Aquamix série B-401 têm como consequência um cardume de peixes saudáveis e fortes.

Devido a formação e ondulação na superfície, a formação de algas é praticamente inibida, permanecendo a água suadável.

Sucção de até 3,0 m de profundidade -Opcionalmente pode ser fornecido com tubo possibilitando a sucção de água de até 3,0 m de profundidade para aeração de reservatório ou açudes profundos.

b. Caixa para transporte de peixes

MATERIAL

Fabricado em fibra de vidro, registro, isolamento térmico, com tampa superior - inferior, dispositivo anti. vazamento, sistema de quebra ondas, ferragem em aço inox, opcional:(mangueira micro perfurada a laser, regulador de pressão: fluxímetro, manómetro e calha para descarga.

ESPECIFICAÇÕES

-400 litros

Dimensões: 0,80 x 0,85 x 0,60

Peso: 70 Kg

c. Medidor de oxigênio

Medidor de Oxigênio Dissolvido Digital Portátil Prova d'água

Display duplo de cristal líquido "LCD"

Circuito microprocessador LSI

Escala:

Oxigênio dissolvido: 0 a 20,0mg/L

Oxigênio no ar (apenas como referência): 0 a 100,0%

Temperatura: 0 a 50°C

Resolução:

Oxigênio dissolvido: 0,1mg/L

Oxigênio no ar: 0,1% O₂

Temperatura: 0,1°C

Precisão:

Oxigênio dissolvido: ±0,4mg/L

Oxigênio no ar: ±0,8°C/1,5°F

Estrutura do sensor: Sensor de oxigênio tipo polarográfico com sensor de temperatura embutido

Compensação de temperatura: 0 a 50°C (ajuste automático)

d. Medidor de p.H.

Faixa de medição:

pH: 0 - 14

temperatura: 0 - 80oC / 32 - 176oF

Resolução:

pH: 0,01

temperatura: 0,1oC/F

Precisão: +/- 0,02

Calibração digital com botões de comando

e. Condutímetro

Faixas de medição:

Condutividade: 0 - 9990 μ S

Sólidos Totais Dissolvidos (TDS): 0 - 8560 ppm (mg/L)

Temperatura: 0 - 80oC / 32 - 176oF

Resolução:

Condutividade: 0 - 99: 0,1 μ S/ppm; 100 - 999: 1 μ S/ppm; 1000-9990: 10 μ S/ppm.

Temperatura: 0,1oC/oF

Precisão: +/- 2%

Fator de conversão de condutividade para TDS: conversões não-lineares para soluções de KCl, 442TM e NaCl, ajustáveis pelo usuário.

Sensor: eletrodos de platina separáveis.

Revestimento à prova d'água.

f. Rede de arrasto

15 metros de comprimento, malha 8 mm, fio 210/08, 2,1m de altura armada. As redes são montadas em tralhas (cabos) de polietileno trançado de alta densidade de 8 mm. As bóias são distribuídas a cada 35 ou 40 cm.

g. Tarrafas

Tarrafa malha 7mm, fio 0,25 mono, altura 2,4m (1 unidade)

Tarrafa malha 13mm, fio 210/09, altura 3,0m, azul sem nós (2 unidades)

h. Puças

Raso

40 x 30 cm

malha de 5 mm

fio 210/06, sem nós

fundo redondo.

Fundo
40 x 30 cm
Malha de 8 mm.
Prof. 60 cm

i. Disco de secchi

Especificações:

Fita de fibra - tamanho de 1,5 m com graduação de 1 cm.

Diâmetro - 20 cm.

Lastro de chumbo (250g).

j. Caixa de isopor

Caixa de Isopor com dreno, com os seguintes volumes:

- 120 litros

- 160 litros

Quantificação dos equipamentos e materiais permanentes para uma Unidade Demonstrativa de Produção, utilizando Rejeito da Dessalinização.

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QTDE./ por UD
1	Aeradores	un	2
2	Caixa de Transporte de Peixes	un	1
3	Medidor de Oxigênio	un	1
4	Medicorde p.H.	un	1
5	Condutivímetro	un	1
6	Rede de arrasto	un	2
7	Tarrafa	un	2
8	Puças	un	2
9	Disco de Secchi	un	1
10	Geomembrana PVC 30x12x1,3 - azul	un	2
11	Geomembrana PVC 30x12x2 - preta	un	1
10	Caixa de Isopor	un	6

8.4.3 Anexo III – Manual de Irrigação com utilização de água salobra

Introdução

O aumento significativo das áreas em franco processo de degradação e desertificação nas regiões áridas e semiáridas do mundo, motivado, principalmente, pela exploração acentuada das fronteiras agropastoris, uso inadequado e intensivo dos recursos naturais dessas regiões, tem concorrido, sobremaneira, para o gradativo colapso dos sistemas produtivos em uso, com conseqüente agravamento das condições socioeconômicas de suas populações.

Como cerca de 43% das áreas da superfície terrestre são árida e semiáridas e, 97% de toda água do planeta encontra-se nos oceanos, o ser humano defronta-se com um grande e difícil problema, já que terá de encontrar e disponibilizar, de forma relativamente urgente, terra e água suficientes para suprir a crescente demanda de alimentos pela população global. Estima-se, já para os próximos 30 anos, que teremos de agregar mais de 200 milhões de hectares ao processo de produção agrícola das regiões tropicais e subtropicais. Como nestas regiões existe apenas algo em torno de 93 milhões de hectares disponíveis à expansão agropecuária e, muito destas áreas são de preservação ambiental, teremos, portanto, que encontrar alternativas de recursos de água e solo que possam ser utilizados na produção de alimento, e que se constituam de fato, como parte da solução para os problemas que já se fazem presentes.

No Nordeste semiárido brasileiro, muitas áreas subaproveitadas ou consideradas não muito adequadas às atividades concernentes ao meio rural, poderiam ser efetivamente utilizadas, desde que submetidas a um manejo racional e correto de solo e água. Como existe hoje, tecnologias de comprovada eficácia na recuperação e aproveitamento de solos e águas salinas, tem-se, pois, como adicionar uma área considerável ao nosso processo de produção.

A utilização de água com elevada concentração de sais é uma prática relativamente antiga que remonta aos idos dos anos 50, quando então, alguns pesquisadores idealizaram o aproveitamento das águas do Mar Vermelho para irrigação de áreas secas do recém criado Estado de Israel. Hoje, dada à necessidade premente de abertura de novas áreas, esta prática vem se difundindo muito, notadamente naqueles países de clima árido, em que alguns utilizam as águas dos oceanos e mares, aplicando-as na irrigação de áreas costeiras.

No semiárido brasileiro, existe uma quantidade expressiva de poços tubulares, que embora apresente alguma restrição qualitativa (água salobra) de aproveitamento, foram perfurados para atender a demanda de água pela população rural e de seus rebanhos, principalmente, durante os períodos mais secos do ano. Estes poços poderiam dar uma maior contribuição, desde que explorados dentro de um conceito técnico inovador de aproveitamento dos recursos hídricos e edáficos, tendo por meta, além do fornecimento de água potável, a produção de forragem e proteínas, destinadas à alimentação animal e humana.

O emprego crescente de dessalinizadores de água pelo processo de osmose inversa para fornecimento de água potável às populações, embora eficientes para tal fim, podem, contudo, acarretar ao longo do tempo, danos ambientais pela deposição no solo dos efluentes compostos de águas com altos teores de sais resultantes da utilização destes equipamentos. Dependendo da qualidade da água do poço e da eficiência destes equipamentos, estes poderão gerar de 40 a 70% de efluentes do total da água a ser dessalinizada. Como estes efluentes gerados geralmente não passam por qualquer

tratamento antes de serem lançados ao solo, contribuirão para a gradativa salinização destas áreas, com conseqüentes implicações negativas para manutenção do equilíbrio ambiental.

Face à magnitude dos problemas acima referidos, a pesquisa vem já há algum tempo procurando meios de minimizar os danos provocados pelo uso de água salina, podendo-se destacar entre seus estudos a utilização do sistema de bacias de evaporação, uso de plantas aquáticas para redução do volume de efluentes gerado, bacias de percolação e irrigação de halófitas. No CPATSA, em particular, existe adiantado trabalho de pesquisa sobre a possibilidade de aproveitamento do efluente gerado pela dessalinização para produção aquícola e irrigação de plantas halófitas (*Atriplex nummularia*), capazes de reduzir os níveis de sais no solo e fornecer forragem para alimentação complementar dos animais (caprino-ovinos), durante o período mais crítico do ano, provocando menos impacto ao meio ambiente e gerando produção para consumo próprio familiar e comercialização do excedente produzido.

Relação solo/planta

A *Atriplex nummularia*, dada suas características especiais, pode ser cultivada nos mais diversos tipos de solos, podendo apresentar rendimentos satisfatórios até mesmo para aquelas condições edáficas não tão favoráveis, como solos de baixa fertilidade, rasos e níveis de salinidade alta (entre 20 e 57 dS/m). Os melhores níveis de desenvolvimento e rendimento das espécies do referido gênero, foram observados, em plantas cultivadas em ambientes com elevadas concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

Pesquisas comprovam estas observações, estabelecendo que o sódio (Na⁺) e o potássio (K⁺) trocáveis influem positivamente sobre os rendimentos da espécie e, que o cloro solúvel (Cl⁻) apresentaria efeito contrário. Outro fator a ser levado em consideração, é que para as condições de solos de textura leve, esta espécie responde satisfatoriamente à aplicação de nitrogênio, principalmente, quando estes solos mostram baixos níveis desse elemento. Em resumo, levando-se em consideração apenas o aspecto solo, verifica-se que os menores rendimentos de forragem apresentados pela *Atriplex*, registraram-se nos cultivos explorados em solos compactos de textura argilosa e arenosa de baixa fertilidade. Portanto, nas condições do semiárido brasileiro, o seu cultivo é aconselhável fazer-se, apenas em solos que apresentem profundidade nunca inferior a 1,0 m, de textura leve a mediana, boa drenagem interna e fertilidade natural razoável. O Quadro 39 apresenta a caracterização física de um solo apropriado ao cultivo de erva-sal.

Quadro 39 Principais características físico-químicas de um perfil de solo apropriado ao cultivo de erva-sal.

Propriedades	Profundidade (cm)		
	0 - 30	30 - 60	60 - 90
C.E. (ds/m)	0.33	0.15	0.26
p.H.	7.2	7.1	7.5
Areia (%)	78	77	75
Argila (%)	8	8	8
Silte (%)	14	15	17

Requerimento hídrico, sistema e manejo de irrigação da erva-sal

Características do uso consuntivo em halófitas

Como em qualquer outro cultivo, o consumo de água da erva-sal é controlado principalmente pela demanda evaporativa da atmosfera, área foliar e disponibilidade de água no solo.

O método mais fácil e simples para medir a demanda evaporativa da atmosfera é o tanque de evaporação conhecido como tanque classe "A", encontrado nas estações meteorológicas de medição dos elementos do clima. Para a maioria dos municípios da região semiárida brasileira, estes valores variam de 4,0 a 6,0 mm/dia, nos meses mais frios (junho/julho) e entre 10,0 e 11,0 mm/dia, no período mais quente (dezembro/janeiro). O Quadro 40 apresenta as médias diárias da evaporação potencial para os diferentes meses do ano da série histórica de 1976 a 2004, em Petrolina-PE.

Quadro 40 Média diária mensal da taxa de evaporação do tanque classe "A" e da série histórica de 1976 a 2004 para Petrolina-PE (mm/dia)

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
7,2	7,1	6,4	6,3	6,0	6,0	6,5	7,9	9,0	9,6	9,0	7,9	7,4

O índice de área foliar é um indicador da superfície de folhas da planta em relação à área do solo ocupada pela planta. É através da folha que vai ocorrer toda a evaporação produtiva ou transpiração. Portanto, o IAF pode servir para a estimativa da transpiração. Ritchie and Burmett, (1971) encontraram que a transpiração de uma área em crescimento se aproxima do seu potencial máximo quando o IAF excede 2,7. A transpiração relaciona-se com IAF através da seguinte expressão:

$$\frac{T}{T_{\max}} = 0,7(IAF)^{1/2} - 0,21$$

Onde:

T = Taxa de transpiração para $IAF < 2,7$

T_{\max} = Taxa máxima de transpiração

IAF = Índice de área foliar

Por outro lado, a taxa de transpiração diminui com a redução da umidade disponível no solo. No caso da erva-sal, a taxa de transpiração decresce linearmente com a redução da umidade do solo quando o potencial de água no solo excede a 10 bars (Sharma, 1977). Halófitas como a erva-sal consegue extrair água em solos com potencial matricial abaixo de -15 atmosferas, considerado como ponto de murcha permanente para a maioria das culturas convencionais. Esta habilidade da erva-sal deve-se ao estabelecimento de um alto gradiente osmótico, entre a solução do solo e a acumulação de sais nos tecidos da planta. Além disso, a erva-sal, por acumular sal em seus tecidos, apresenta mecanismo para ajustes osmóticos, o que permite manter o gradiente osmótico em toda extensão da raiz e, conseqüentemente, a taxa de transpiração por umidade da área foliar. Quando a salinidade da solução do solo é baixa, a taxa de absorção de sais é diminuída, acarretando conseqüente redução na taxa de acumulação de sais pela planta.

Quanto ao uso de água pela erva-sal, embora já exista pesquisa em andamento, ainda não se tem informação conclusiva para o semiárido brasileiro. Sabe-se, todavia, que a erva-sal por ser uma planta C_4 , halófito e, portanto, muito eficiente no uso de água, tem por característica própria, quando pelo aumento da salinidade, a capacidade de apresentar redução nas taxas de transpiração e fotossíntese. Ou seja, na erva-sal o turgor e a percentagem de saturação das folhas crescem com o aumento da salinidade, enquanto as taxas de transpiração e fotossíntese decrescem, sendo a redução da taxa de transpiração, proporcionalmente maior que a fotossíntese.

Trabalho conduzido por Miyamoto et al (1996) em Puerto Peñasco/ México, sobre o uso consuntivo da erva-sal irrigada com água salina, durante um período de 14 semanas de verão, mostra que, para uma ETP (Evapotranspiração potencial) de 705,6 mm no período, definido pelo método do tanque classe "A" e, aplicações de água com níveis de salinidade de 1; 10; 20 e 40g de sais/litro, os totais evapotranspirados pelo cultivo foram respectivamente, 480; 440; 271 e 140 mm, demonstrando que enquanto a salinidade da água aumenta, a evapotranspiração é reduzida. Do trabalho também se deduz que para níveis de salinidade da água em gramas por litro de 1 a 10 e, de 10 a 20, o uso consuntivo diário foi 4,9 e 2,1mm para o período estudado.

Quantidade de água a ser aplicada

Na elaboração de um projeto de irrigação qualquer, é de primordial importância o conhecimento prévio da quantidade de água a se fornecer ao conjunto solo-planta, de forma a satisfazer plenamente as necessidades hídricas do cultivo a ser explorado. Para se chegar a tal conteúdo, é preciso tomar conhecimento sobre certos aspectos agrônômicos relativos ao projeto, tais como o grau de disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, características físico-hídricas do solo, tipo de cultura a ser explorada e as condições climáticas prevalecentes da região.

As estratégias operacionais e o manejo da água devem seguir critérios e princípios hidráulicos peculiares a cada concepção de projeto e a cada sistema de irrigação, de modo a fornecer em tempo oportuno, em quantidade adequada, toda a água necessária ao completo desenvolvimento das plantas, sem, no entanto, incorrer em situações de desperdício ou de déficit hídrico.

Em ambientes áridos, dadas as limitações impostas pelo fator hídrico, principalmente no que se refere ao uso das reservas de águas subterrâneas, devemos, pois, ter especial atenção com o planejamento e implantação de sistemas de exploração dessas reservas, notadamente no que diz respeito ao uso racional da água de irrigação.

Considerando-se, a baixa vazão apresentada pela maioria dos poços perfurados no cristalino, em média de no máximo 3.0 m³/h, as irrigações para o sistema que se pretende implantar (Fig. 41), serão realizadas em caráter meramente complementar. Para esse nível de vazão, teríamos, portanto, para um período de 08 horas de funcionamento diário, durante 7 dias, um volume total de apenas 168 m³/semana (3,0 x 8,0 x 7,0 = 168 m³), disponibilizados para atender às necessidades de consumo geral da comunidade e do sistema de produção, sobretudo, àquelas concernentes a criação de peixes e de irrigação da área de cultivo da erva-sal. Para uma comunidade com uma média de 50 famílias (\pm 250 pessoas) e um rebanho em torno de 1.200 animais (15% de bovinos e 85% de caprinos e/ou ovinos), que se abasteçam exclusivamente do poço subterrâneo, teríamos que reservar do total possível de aproveitamento (168 m³), para o gasto semanal, algo em torno de 10,5% para o consumo humano (água dessalinizada) e 37,5% de água bruta para a dessedentação dos animais, sendo consumidos nessas atividades, cerca de 80,5 m³. Todavia, ocorrendo à existência de outras fontes hídricas de

abastecimento na propriedade (pequenos açudes e barreiros) que possam suprir a demanda de água do rebanho, poderíamos dispor uma vez descontado esse consumo, de um volume aproximado de $\pm 105,0 \text{ m}^3/\text{semana}$, para fazer frente às necessidades do sistema. Vemos, pois, dependendo do tamanho da comunidade e de seu nível de consumo, da vazão do poço e da existência de outras fontes alternativas de abastecimento, que a capacidade de armazenamento de água pode ser incrementada, proporcionando aumento substancial na reservação dos recursos hídricos destinados ao atendimento das necessidades do sistema de produção pretendido (UD).

Quanto à demanda hídrica do cultivo (*Atriplex nummularia*), tratando-se de uma cultura reconhecidamente resistente ao déficit de água no solo, o volume total disponível ($\pm 105 \text{ m}^3$) apesar de relativamente baixo, é suficiente para a irrigação da área (5.182 m^2) e para promover o satisfatório desenvolvimento vegetativo da erva-sal, principalmente, se considerarmos que esta cultura tem por característica própria a capacidade de reduzir sua demanda evapotranspiratória à medida que se eleva o nível de salinidade da solução do solo.

Por fim, não entrando em mais detalhes e de forma simplificada, podemos definir a necessidade de irrigação bruta (NIB) tomando por base a evapotranspiração potencial local, determinada através do tanque “Classe A” e associada a coeficientes específicos, tal com se segue:

$$\text{NIB} = \frac{\text{Ev} \cdot \text{Kp} \cdot \text{Kc} \cdot \text{fr}}{\text{Ei}}$$

Onde,

Ev = evaporação do tanque “Classe A” (mm)

Kp = coeficiente de conversão do tanque

Kc = coeficiente de cultivo

Fr = fator de redução ($\text{Fr} = 0,1 + \text{IC}$ - fórmula de Decroix)

IC = índice de cobertura do solo (%).

Ei = eficiência do sistema de irrigação

Exemplo:

No caso específico da irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*) no projeto recomendado (Fig. 02), para um taxa evaporativa média mensal de $7,40 \text{ mm}/\text{dia}$ e, considerando-se $\text{Kp} = 0,70$ e o $\text{Kc} = 0,8$, calcular o volume semanal de água a ser aplicada por planta e o tempo de aplicação.

Solução (adotar):

Espaçamento entre plantas (EP) – $1,50\text{m} \times 1,50\text{m}$

$$\text{IC} = \text{AS}/\text{ARE}$$

AS = área de projeção da copa (sombreada - m^2). $\text{AS} = (\pi \cdot \text{D}^2)/4$

ARE = área de referência do espaçamento adotado (m^2).

Para um diâmetro de copa de 1,4 m, temos:

$$IC = \left| (3,14 \times 1,40^2) \div 4 \right| \div (1,5 \times 1,5) = 0,68$$

$$fr = 0,10 + IC = 0,10 + 0,68 = 0,78$$

$$NIB = \frac{E_v \times K_p \times K_c \times fr}{E_i}$$

$$NIB = \frac{7,40 \times 0,70 \times 0,80 \times 0,78}{0,90} = 3,13 \text{ mm/dia}$$

$$NIB = 3,13 \times 7 = 21,91 \text{ mm/semana.}$$

VAP (volume de água aplicado por planta) = NIB x ARE (área de referência do espaçamento adotado entre plantas)

$$VAP = 21,91 \times (1,50 \times 1,50) = 49,30 \text{ litros por planta (l/pl)}$$

TAP (tempo de aplicação) = (VAP ÷ Qem.) x 60, onde Qem. – corresponde a vazão do emissor em l/h. Logo:

$$TAP = (49,30/68,33) \times 60 = 43,29 \text{ minutos.}$$

Sistema de irrigação

A água de irrigação pode ser aplicada por diferentes métodos. Cada método apresenta vantagens e desvantagens, que devem ser analisadas quando da definição do projeto, e depende do tipo de solo, topografia, fonte de água, tipo de cultivo, custos, etc.

No caso presente, como as irrigações serão feitas com o efluente resultante da dessalinização destinado a criação de tilápia e, no caso específico da erva-sal, em que a planta cristaliza o excedente de sais absorvidos, na superfície da folha, sendo por essa razão desaconselhável o seu umedecimento sob pena dos sais cristalizados serem dissolvidos e retornarem ao solo, a escolha mais apropriada para a irrigação da erva-sal, seria, evidentemente, através dos sistemas superficiais de irrigação (sulcos ou sistemas de irrigação localizada) em que a água aplicada não entra em contato direto com a folhagem da planta. Em face de tal pré-suposto, optou-se, portanto, por se fazer as irrigações das áreas de cultivo das unidades demonstrativas (UD's) através de um sistema de irrigação localizada (xiquexique) de baixo custo, com boa eficiência e de fácil manejo operacional.

A metodologia de dimensionamento das instalações hidráulicas de um sistema localizado de irrigação, a semelhança do que ocorre com um sistema convencional de irrigação por aspersão, é realizado seguindo o sentido inverso do fluxo de água na instalação. Ou seja, após definição do traçado das redes de tubulações, dos espaçamentos, da vazão e pressão de serviço (PS) dos aspersores ou emissores,

dimensionam-se as linhas laterais. Em seguida se calculam as tubulações da rede de distribuição e, por último, dimensiona-se a estação de bombeamento.

O dimensionamento das linhas laterais, consiste em se estabelecer um determinado diâmetro, que se enquadre dentro dos critérios estabelecidos para cálculo de condutos forçados. Admite-se que se pode garantir uma boa uniformidade de irrigação ao longo de cada lateral, desde que a variação máxima de vazão ou pressão entre emissores ao longo do conduto, não ultrapasse 10 % da vazão nominal ou 20% da pressão de serviço (funcionamento). Após definição do diâmetro, calcula-se a perda de carga e a pressão requerida na entrada da lateral, pelas fórmulas seguintes:

$$J = 7,89 \times 10^5 \times Q^{1,75} \times D^{-4,75} \times 1,08$$

$$hfL = J \times F \times L$$

$$F = (2 \times NmL) \div (2 \times NmL - 1) \times \left| 1 \div (1,75 + 1) \right| + \left| (1,75 - 1)^{1/2} \div (6 \times NmL^2) \right|$$

$$HL = h + 0,75 hfL \pm \Delta Z/2, \text{ onde:}$$

J = perda de carga unitária (m/m).

Q = vazão por lateral (l/s).

D= diâmetro da lateral (mm).

(1,08) = fator referente as perdas localizadas pela inserção dos emissores na lateral.

hfL = perda de carga total na lateral (m.c.a.).

F = fator de correção para múltiplas saídas (adimensional).

L = comprimento da lateral (m).

HL = pressão requerida na entrada da lateral (m.c.a.)

h = pressão de serviço (PS) dos emissores (m.c.a.)

$\pm \Delta Z/2$ = desnível geométrico médio da linha lateral, (m). Pode ser ascendente (+) ou descendente (-).

Todos os procedimentos adotados para dimensionamento das laterais, são válidos e aplicáveis para definição das linhas de derivação, devendo-se realizar a determinação do seu diâmetro, obedecendo o valor máximo permitido para perda de carga nessas linhas, correspondente a 30% da pressão de serviço, menos a perda de carga na lateral ($DHd = 0,30 h - hfL$). Uma vez definido o diâmetro a ser usado e respectiva perda de carga, calcula-se, também, a pressão requerida na entrada da linha ($Hd = HL + hfd \pm \Delta Z/2$). Hd – corresponde a pressão requerida no início da linha de derivação; HL – pressão no início da lateral; hfd – perda de carga total na linha de derivação e ΔZ – desnível geométrico (m).

Passo seguinte, determina-se o diâmetro da linha principal em função da vazão total do sistema e da velocidade de fluxo no conduto e, em sequência, calcula-se a perda de carga ao longo da principal, para o diâmetro respectivo encontrado. Finalmente, define-se a altura manométrica total (Hm) e dimensiona-se o conjunto eletrobomba, podendo-se, entre outras, utilizar as fórmulas seguintes:

$$DP = \left| (4,0 \times Qt) \div (\pi \times V) \right|^{1/2}$$

$$Pa = (Qt \times Hm) \div (Eb \times 75)$$

$$Pm = Pa \div Em$$

DP = diâmetro da linha principal (m).

Qt = vazão total do sistema (m^3/s).

V = velocidade média de fluxo (m/s).

Hm = altura manométrica (m.c.a.).

Pa = potência no eixo da bomba (cv).

Eb = eficiência da bomba (usar – 0,65)

Pm = potência do motor (cv).

Em = eficiência do motor (usar 0,80).

O sistema será então dimensionado e implantado conforme sugestões apresentadas na Fig. 41, em área de relevo uniforme e declividade suave (0,5 a 1,5%), próximo ao poço e tanques de criação, sendo composto por 08 módulos com funcionamento simultâneo de 24 laterais por vez. A água será aplicada ao pé de cada planta, em pequenas bacias ou seção curta de sulco, através de pequenos emissores (\varnothing de 2,0 mm) instalados ao longo de cada linha lateral, conforme espaçamento especificado. A vazão aplicada por emissor será da ordem de 68,33 l/h (PS = 5,0 m.c.a.), requerendo para as 24 laterais (com 12 emissores, cada) em irrigação simultânea, uma vazão total de 19,68 m^3/h . Cada módulo (24 laterais), dependendo das necessidades hídricas da cultura, será irrigado em um tempo de no máximo 45 minutos, levando-se para cobrir toda à área (08 módulos), pouco menos de 6,0 h com o trabalho de operacionalização e irrigação do sistema, propriamente dito.

Composição da “UD” e sistema de irrigação

Conforme esquematização apresentada na Fig. 41, o sistema a ser montado será composto basicamente de:

- Fonte e área de acumulação hídrica ($\pm 0,4$ ha).
 - Poço com vazão igual ou superior a 3,0 m^3/h .
 - Dessalinizador
 - Reservatórios (03) para armazenamento de água com capacidade média de 330 m^3 , sendo 02 viveiros para criação de tilápia e 01 reservatório para acumulação do efluente a ser empregado na irrigação da erva-sal (Fig. 40 e 41).
- Área de cultivo com cerca de 0,6 ha, que dependendo da vazão do poço e área total disponível, poderá ser aumentada.
 - Área agricultável com declividade suave (0,5 a 1,5%) e uniforme, profundidade mínima de 1,0m, textura mediana e drenagem natural satisfatória. Seu preparo para implantação do sistema deverá constar de roço, limpeza, aração profunda, gradagem cruzada da área e sulcamento do terreno no espaçamento de 1,50 m entre sulcos. Para colocação da rede de condução e distribuição de água, fazer a abertura de valas com 0,50m de largura e 0,40m de profundidade, nos pontos especificados na Fig. 02 (local onde serão estendidas as respectivas linhas).
- Cultura e plantio
 - No plantio serão utilizadas mudas de *Atriplex nummularia* produzidas por multiplicação vegetativa (estaquia), cujas serão transplantadas no espaçamento de 1,50 x 1,50m, no sistema de covas simples com dimensões de 30 x 30 x 30 cm. No interior dessas covas, serão colocados como adubação de fundação, 05 litros de esterco curtido de caprino e 150 gramas de superfosfato simples.

- Sistema de irrigação
 - 4.1 Unidade de bombeamento (eletrobomba) com potência de 3,0 cv e vazão acima de 20 m³/h para uma altura manométrica de 14,0 m.c.a.
 - Rede de condução e distribuição (linha principal e de derivação), enterrada, composta de tubos de PVC azul PN-40 com diâmetro de 75 mm, ligada por meio de registros de esfera montados em sistema de cavalete, as linhas laterais correspondentes a cada módulo de irrigação.
 - Linhas laterais compostas de tubulação de polietileno de 16 mm de diâmetro com 12 emissores (dispositivo conector de aplicação de água) com diâmetro de 2,0 mm, instalados a cada 1,5 m ao longo da lateral. As laterais serão ligadas à linha de derivação, obedecendo ao espaçamento de 1,5m entre elas. Maiores detalhes da composição e montagem do sistema, são mostrados nas Fig. 40 e 41 e no Quadro 39.

Referências Bibliográficas

FAO. Estudios de caso de especies vegetales para zonas aridas y semiaridas de Chile y Mexico. Santiago: FAO Oficina Regional para America Latina y el Caribe, 1996, 143p. II. (FAO Zonas Aridas e Semiaridas;10).

GLENN, E.P. and O'LEARY J.N. Productivity and irrigation requirements of halophytes grown with seawater in the Sonoran Desert. *J. Arid Environments* 9: p. 81-91. 1985.

GLENN, E.P.; TANNER, R. ; MIYAMOTO, S.; FITZSIMMONS, K.; BOYER, J. Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on saline waste water in a desert environment. **Journal of Arid Environments**, v. 38, p. 45-62, 1998.

MIYAMOTO S.; GLENN, E. P.; SINGH, N. T. Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water in subtropic deserts. In: SQUIRES, V. R.; AYOUB, A. T. (Eds.). **Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands**. The wetherlands: Kluver Academic, 1996. p. 43-75.

O'LEARY, J. N.; GLENN, E. P.; WATSON, M. C. Agricultural production of halophytes irrigated with seawater. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 89, p. 311-321, 1985.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de; DUTRA, M. T.; PAULINO, R L.; BRITO, L. T. de L.; MATOS, A. N. B. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 97 – 103, 2006.

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a sub-humid climate. 2. Plant influences. **Agronomy Journal**, v. 63, p. 56 – 62, 1971.

SHARMA, M. L. Aspects of salinity and water relations of Australian chenopods. In: SEN, D. N.; RAGPU ROHID, K. S. Contributions to the ecology of halophyte. Hague: W. Junk, 1982. Cap. 4, p. 155-175. (Tasks for Vegetations Science, 2).

SHARMA, M. L. Water use by chenopod shrublands. In: **HOWES, K. M. W. (Ed). Studies of the Australian Arid Zone. III. Water in rangelands**. Melbourne, Australia: CSIRO, 1977. p. 139 – 149.

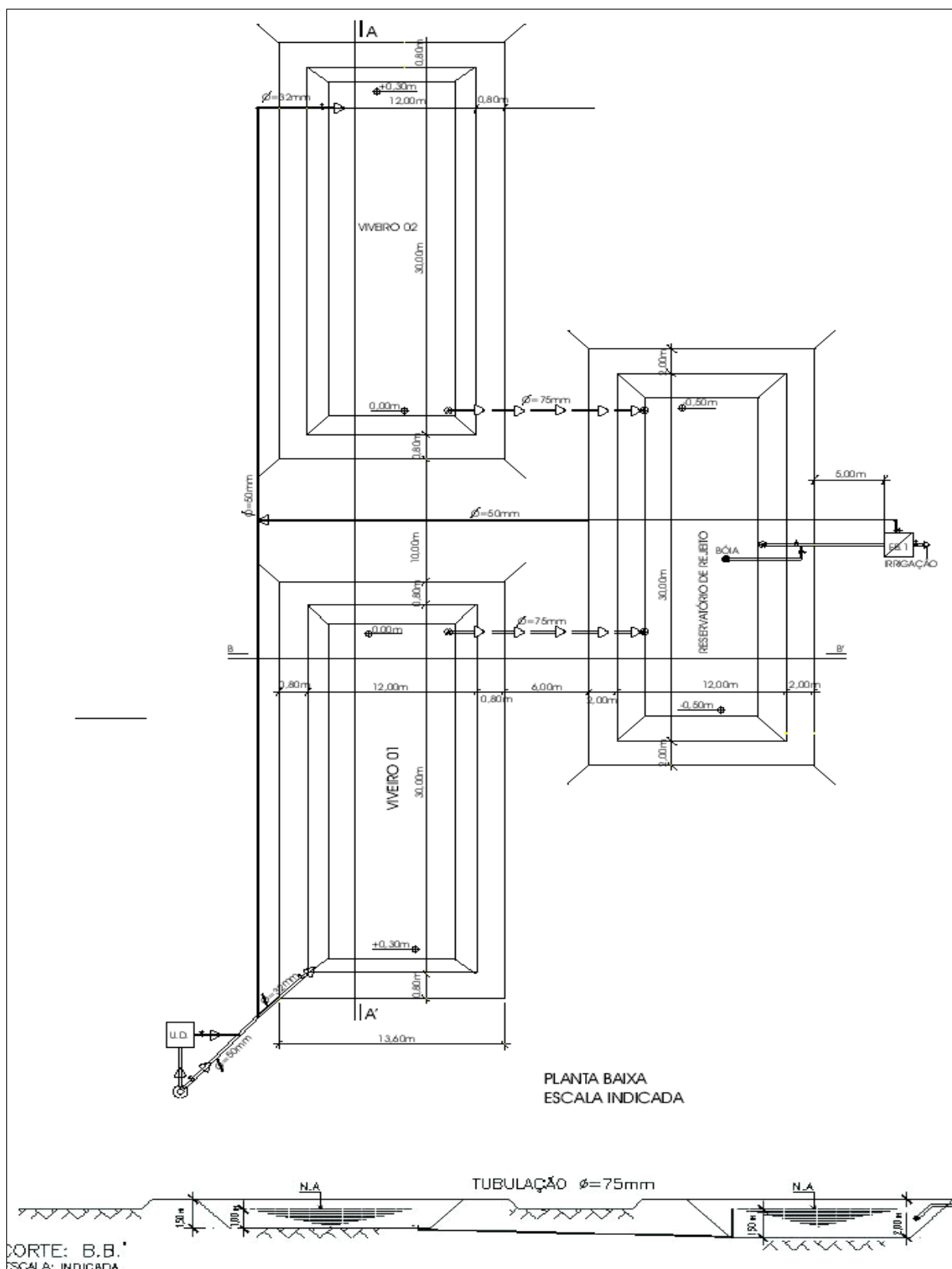


Figura 40 Planta baixa de viveiros e reservatório

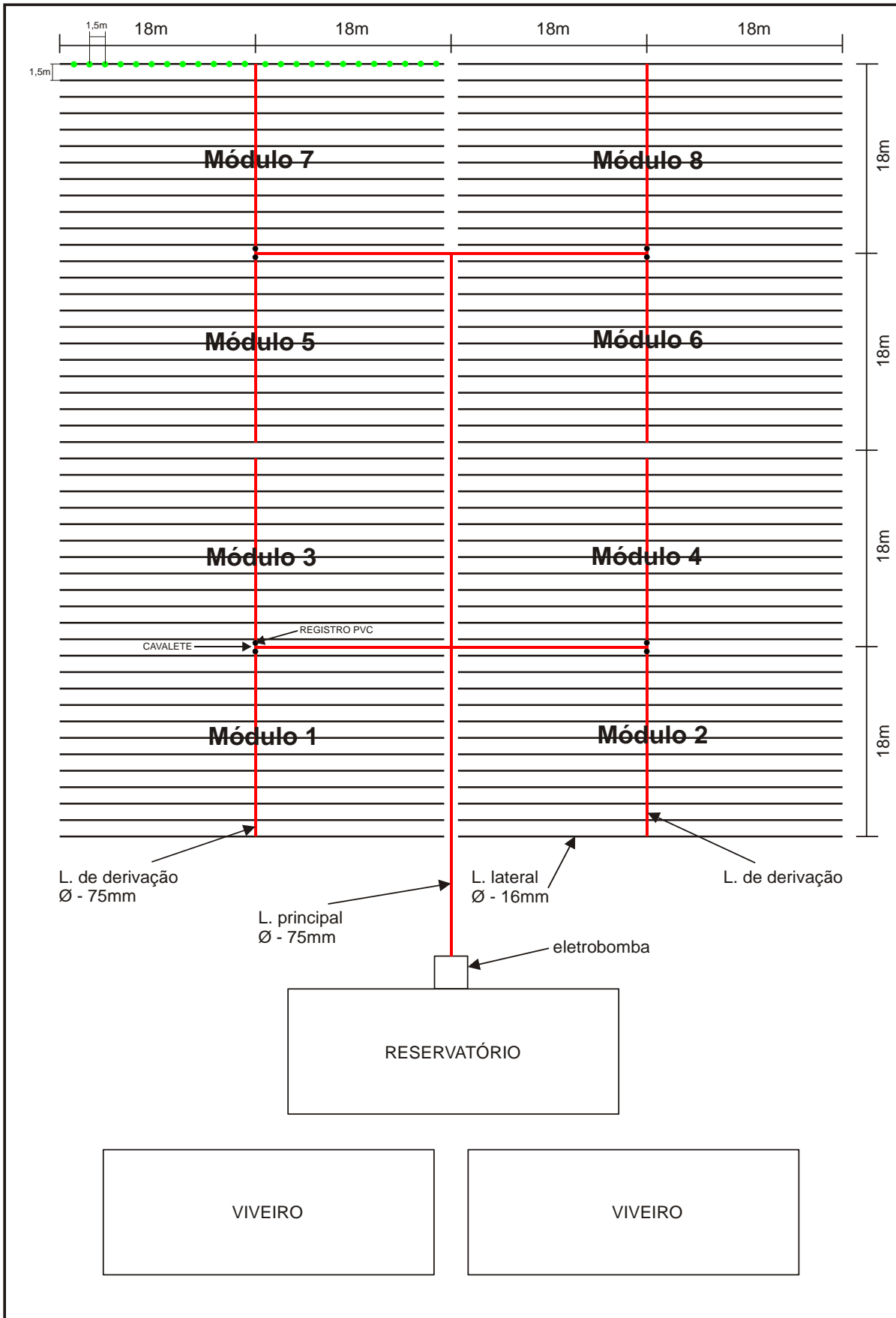


Figura 41 Representação esquemática da área de cultivo da Atriplex.

Quadro 41 Coeficientes técnicos de implantação

ESPECIFICAÇÃO	Unid.	Quant.
1.0 Operações mecanizadas – aração, gradagem cruzada e sulcamento do terreno.	h/m	6
2.0 Mão-de-obra – abertura de \pm 300 m de valetas c/50 cm de largura por 40 cm de profundidade; coveamento do terreno e transplântio de mudas (2.304 plantas)	D/H	40-50
3.0 Insumos - Mudas de Atriplex - Esterco de caprino - Superfosfato simples	und m ³ kg	2.400 11 350
4.0 Equipamentos de irrigação		
4.1 Sucção Completa		
- Redução Ex RE 1 ½" x ranhura de 3"	pç	1
- Nipel FG de 1 ½"	pç	1
- União assento plano de 1 ½"	pç	1
- Mangote Kanaflex	m	5
- Abraçadeira reforçada 3"	pç	2
- Adaptador fofo rosca x ranhura de 3"	pç	1
- Válvula de pé p/poço tipo cebola 3"	pç	1
- Conjunto eletrobomba, motor trifásico, 3 cv, II P, 380 V, 60 Hz, 3450 rpm, rotor semiaberto de 120 mm, sucção de 11/2 e recalque de 11/4, Q = 25 m ³ /h, para Hm de 14 m.c.a.		
- Chave de ligação partida direta de 4 cv, 380 v, 60 hz, trifásica	cj	1
4.2 Ligação de pressão		
- Niple duplo FG 1 ¼"	pç	2
- Luva de redução FG 3 x 1 ¼"	pç	1
- Curva de 90° RL macho de 3"	pç	1
- Registro de gaveta BZ 3"	pç	1
- União assento plano BR 3"	pç	1
- Registro de gaveta BZ 1 ¼"	pç	1
4.3 Sistema		
- Válvula ventosa de 1"	pç	1
- Cola de tomada 75 x 1"	pç	1
- Registro de esfera PVC SD 2" (50 mm)	pç	9
- Registro de esfera PVC SD 3" (75 mm)	pç	1
- Tubo PVC SD DN 75 mm x 6,0 m PN 40	pç	50
- Tubo PVC SD DN 50 mm x 6,0 m PN 40	pç	8
- Adaptador inicial de 16 mm	pç	195
- Interceptor de fluxo de 16 mm	pç	195
- União interna de 16 mm	pç	25
- Tubo PEBD 16 mm, c/agregante contra migração do plastificante quando da incidência de raios UV e Thermal Stress Kreaking	m	3.600
- Tubo PEBD de 25 mm	m	250
- Conector para micro 2 mm (4/7)	pç	2.350
- Adaptador PVC BS x RM 75 x 3"	pç	2

- Curva 45° ponta bolsa SD 75 mm	pç	2
- Curva 45° ponta bolsa SD 50 mm	pç	2
- Curva 90° ponta bolsa SD 50 mm	pç	28
- Te bolsa SD 75 x 50 mm	pç	1
- Te bolsa SD 75 mm	pç	3
- Te bolsa SD 50 mm	pç	5
- Redução bolsa SD 75 x 50 mm	pç	20
- Luva SD 50 mm	pç	8
- Colar de tomada 50 x ½"	pç	8
- Ponta macho EP 2"	pç	8
- Cap. Fêmea EP 2"	pç	8
- Válvula antivácuo ½"	pç	8
- Solução limpadora	l	2
- Adesivo plástico (850 gr)	und	2
- Adesivo plástico com pincel (175 g)	und	1
- Fita veda rosca 0,06 x 12,00 m	pç	20
4.4 Frete e montagem do sistema	-	-

8.4.4 Anexo IV – Acumulação de sal na planta

Em geral, as plantas da família Chenopodiaceae são consideradas como tolerantes a ambientes de alta salinidade. Dentre estas, a *Atriplex nummularia* – erva-sal – é uma das que apresentam maior tolerância. Experimentos têm sido conduzidos com essa planta, irrigada com água do mar vermelho e do mar do Golfo Pérsico, que apresentam teores de sais da ordem de 40 gramas de sal por litro, superiores aos teores de sais encontrados na maioria dos oceanos, que é de 35 a 36 gramas por litro (Glenn et al. 1998).

A tolerância desta planta à salinidade é devida ao desenvolvimento de mecanismos especializados de acumulação de sais no interior da planta, ou de eliminação por meio de vesículas especiais existentes na superfície das folhas. Quando cheias essas vesículas ou pústulas se rompem liberando o sal, através de finas camadas de cristais, que se aderem à superfície da folha. Segundo Glenn et al. (1998), esses cristais de sal ajudam na economia de água pela planta, por meio da reflexão da radiação solar, reduzindo, conseqüentemente, a temperatura da folha e mantendo a turgidez das células. Na realidade, a planta age desta maneira, não com o objetivo de se tornar especialista em absorção de sais, mas, sim, como forma de ajustar-se ao ambiente adverso (Sharma, 1982).

No caso da erva-sal, os dois mecanismos acontecem, mais o de acumulação no interior dos tecidos da planta é o de maior importância. A maior acumulação de sais ocorre nas folhas. A Tabela 03 apresenta o total de cinzas encontrado nos tecidos do caule e da folha da erva-sal, em experimentos conduzidos nos campos da Embrapa Semi-Árido, em plantação irrigada com o rejeito da dessalinização. A partir destes dados, a estimativa é que a acumulação de sais na planta foi correspondente a 1.145 kg/ha/ano, para as condições do semiárido brasileiro.

Quadro 42 Teor de cinzas em diferentes partes da planta erva-sal, irrigada com água salobra.

Parte da Planta	Teor de cinza (%) em relação à matéria seca
Folha	25,23
Caule Fino	8,62
Caule Grosso	4,04
Lenha	3,18

Todavia, há necessidade de se gerar mais conhecimento sobre a capacidade de retirada de sais do solo pela erva-sal nas condições ambientais do semi-árido brasileiro. Em condições de clima temperado, Miyamoto et all. (1994), conseguiram retiradas de até 10 toneladas por ha.

Considerando que a retirada de sais do solo pela erva-sal não é total, recomenda-se a colocação de um septo impermeável contornando todo o perímetro da área a ser cultivada conforme demonstra a Figura 05. Para a colocação desse septo, abre-se uma valeta, até a camada impermeável com largura de 0,8m a 1,0m de largura, contornando toda a área de plantio.



Foto 56 Septo impermeável colocado ao redor da área a ser cultivada.

Após a abertura da trincheira ou valeta, coloca-se uma lâmina de plástico na posição vertical. Faz-se a amarração de uma das extremidades laterais do plástico na camada impermeável, depois se devolve todo o material escavado para dentro da valeta, tendo o cuidado de deixar a lâmina de plástico na vertical em toda extensão do contorno.

Importância do efluente da piscicultura na biologia do solo

De acordo com Batra e Manna, 1997, não só as propriedades físicas e químicas, mas também, as variáveis biológicas e bioquímicas, são importantes para a qualidade do solo. Nesse contexto, a atividade enzimática tem papel importante, por participar da catálise de inúmeras reações necessárias para o ciclo de vida de micro-organismos e na formação da matéria orgânica e na estrutura do solo.

O papel da comunidade microbiana no solo é extremamente diverso. As funções benéficas como: transformação do nitrogênio, decomposição da matéria orgânica, reação micorrizica, e principalmente, os efeitos sobre a estabilização dos agregados e do ciclo de nutrientes no solo, são funções que possibilitam uma melhor qualidade dos solos, em especial quando se irriga com água salina.

Estudos desenvolvidos em Petrolina, com água do rejeito da dessalinização usada na irrigação da erva-sal, Pereira (2003) encontraram um aumento significativo na atividade microbiana quando o rejeito foi usado como meio de cultivo da tilápia, antes de ser usado como água de irrigação.

Bibliografia

BATRA, L.; MANNA, M. C. Delydrogenore activity and microbial biomass carbon in salt. Affected soil of semiarid and arid regions. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, London, v. 11, p. 295-303, 1997.

MIYGAMOTO S.; GLEM, E. P.; SINGH N. T. Utilization of halophytic plants for fodder production with brackish water in sub tropic deserts. In: SQUIRES, U.K.; AYOUB, A. T. (Eds.). **Halophytes as a resource for livestock and for rehabilitation of degraded lands**. The Netherlands: Kluwer Academic, 1996. p 43-75.

PEREIRA, S. V. **Atividade enzimática e biomassa microbiana em solo do semi-árido cultivado com** *Atriplex nummularia* Lindl. Recife, 2003. 118 f. Tese (Doutorado em Taxonomia, Ecologia e Fisiologia dos Ecossistemas do Nordeste) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RITCHIE, J. T.; BURNETT, E. Dryland evaporative flux in a sub-humid climate. 2. Plant influences. **Agronomy Journal**, v. 63, p.56-62, 1971. SHARMA, M. L. Water use by chenopod shrublands. In: HOWES, K. M. W. (Ed.). **Studies of the Australian Arid Zone**. III. Water in rangelands. Melbourne, Australia: CSIRO, 1977. p.139-149

9 Obras civis

9.1 Introdução

A água para consumo humano é uma das grandes limitações para permanência das pessoas na zona rural do semiárido brasileiro. Atualmente a região possui em elevado número de poços tubulares, cuja execução é resultado em sua grande maioria de programas públicos de acesso a água. As águas desses poços frequentemente apresentam-se salobras ou salinas, resultado de sua localização no embasamento cristalino, cujas águas têm sua composição de sais alterada pela intemperização das rochas.

Uma alternativa para viabilização do uso dessas águas para o consumo humano é a dessalinização por osmose inversa, que se encontra em expansão na região. Por sua comprovada eficiência quanto à relação custo quantidade de água dessalinizada, a osmose inversa se destaca entre os outros processos de dessalinização e já vem sendo utilizada em várias comunidades no Nordeste do Brasil. O seu crescente desenvolvimento e utilização poderão trazer impactos ambientais devido aos seus subprodutos ou rejeitos, isto é, águas com elevados teores de sais que estão sendo despejados no solo, que, além de contaminarem mananciais subterrâneos, poderão ser transportados pela ação dos ventos ou pela água de escoamento superficial provocando a salinização de outros reservatórios superficiais e áreas mais próximas.

Para isso o Programa Água Doce vem desenvolvendo métodos para viabilizar o uso dessa água sem agredir o meio ambiente, ou pelo menos amenizando os efeitos negativos sobre o meio, através da construção de tanques de contenção do concentrado e na instalação da estrutura física destinada ao aproveitamento do rejeito da dessalinização na tilapicultura (cultivo de tilápia) e na irrigação de plantas subsistentes.

O sistema de dessalinização é composto pelos seguintes componentes:

- Dessalinizador
- Abrigo de proteção para o dessalinizador
- Reservatórios para armazenamento de água do poço e água doce
- Tanques para contenção do concentrado
- Chafariz
- Poço
- Abrigo para proteção da bomba do poço
- Cercamento do sistema
- Cercamento dos tanques.

A Unidade Demonstrativa é composta pelos seguintes componentes:

- Dessalinizador
- Abrigo de proteção para o dessalinizador
- Reservatórios para armazenamento de água do poço e água doce
- Viveiros para o cultivo de peixes (tilápia)
- Tanque para contenção do concentrado
- Chafariz

- Poço
- Abrigo para proteção da bomba do poço
- Casa de bomba
- Depósito de insumos/forrageira
- Sistema de irrigação
- Cercamento do sistema
- Cercamento da unidade
- Equipamentos.

9.2 Etapas para Execução:

Limpeza do Terreno:

Este serviço será executado com a finalidade de deixar completamente livre, não só toda a área do canteiro da obra, como também, os caminhos necessários ao transporte de materiais.

Constará de capinação, destocamento e derrubada de árvores que possam prejudicar os trabalhos de construção, removendo-se todos os entulhos.

Escavação

O processo a ser adotado na escavação dependerá da natureza do terreno, sua topografia, dimensões e volume a remover, visando-se sempre o máximo rendimento e economia.

Quando necessário os locais escavados deverão ser escorados adequadamente, de modo a oferecer segurança aos operários.

As escavações em rocha deverão ser executadas por pessoal habilitado, principalmente quando houver necessidade do emprego de explosivos.

Quando for o caso, o esgotamento das escavações será feito através de bombas adequadas, salvo quando a quantidade d'água a esgotar for diminuta, usando-se então processo manual com baldes.

Aterro

Será executado com material arenoso, isento de substâncias orgânicas, em camadas sucessivas de 20,00 cm, convenientemente molhadas e apiladas, manual ou mecanicamente.

Concreto Simples e Ciclópic

Os materiais a empregar deverão atender ao disposto na EB-1 e EB-4, da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

A dosagem do concreto dependerá do fim a que se destina, obedecendo-se o que se segue, salvo indicação específica em contrário.

- a) Traço - 1:4:6 (cimento, areia, brita) - Concreto Magro
- b) Traço - 1:4:6 (cimento, areia, brita) - Laje de Impermeabilização de Piso
- c) Traço - 1:3:6 (cimento, areia, brita) - Concreto Ciclópico
- d) Traço - 1:2:4 (cimento, areia, brita) - Concreto Armado
- e) Traço - 1:2:3 (cimento, areia, brita) - Concreto Armado

O concreto ciclópico levará 20% de rachão granítico com diâmetro máximo de 20,00 cm. A dosagem será feita medindo-se o cimento em peso e os agregados em volume com o fator água/cimento adequado.

Concreto Armado

Formas:

- Serão obedecidas as prescrições da EB-1/60.
- Serão confeccionadas com tábuas de 1ª qualidade, de 12"x 1" ou com folhas de aglomerado em espessuras adequadas ao fim a que se destinam.
- Devem se adaptar exatamente as dimensões das peças da estrutura projetada e construídas de modo a não se deformar sensivelmente sob a ação das cargas e pressões internas do concreto fresco.
- A construção das formas e do escoramento deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos seus diversos elementos.
- As escoras quando roliças, terão diâmetro mínimo de 3" e só poderão ter uma emenda, não situada no seu terço médio.
- Os escoramentos com mais de 3,00 m de altura, deverão ser contraventados.
- Antes do lançamento do concreto, será procedida a limpeza das formas, molhando-as até a saturação.
- Os prazos mínimos admitidos para a retirada das formas serão os seguintes:

1) Faces Laterais - 3 dias

2) Faces inferiores, deixando-se escoras convenientemente espaçadas - 14 dias

3) Faces inferiores sem pontaletes - 21 dias

Armadura:

- Antes de serem introduzidas nas formas as barras de aço deverão ser convenientemente limpas, não se admitindo a presença de graxas, tintas ou acentuada oxidação.
- As barras da armadura devem ser dobradas rigorosamente de acordo com os detalhes do cálculo estrutural, colocadas nas formas, nas posições indicadas e amarradas com o auxílio do arame preto nº 18.

- Durante o lançamento do concreto, serão observadas e mantidas as posições e afastamentos das barras.

Concretagem:

- O diâmetro máximo do agregado graúdo deve ser menor que $\frac{1}{4}$ da menor dimensão da peça.
- Não será permitido o emprego de areia com teor de argila, devendo ser procedida lavagem no material, caso haja dificuldade na obtenção de um agregado miúdo de boa qualidade.
- A dosagem do concreto será feita com a utilização de padiolas previamente dimensionadas para atender o traço e resistência desejados, medindo-se o cimento em peso e os agregados em volume.
- Em qualquer caso, o consumo mínimo de cimento será de 300 kg/m³.
- A porcentagem do agregado miúdo no volume total do agregado, antes da mistura, deverá estar compreendida entre 30% e 50%.
- A tensão mínima de ruptura a compressão será de R= 180 kgf/cm².
- O amassamento será mecânico, só se admitindo amassamento manual para obras de pequeno porte e a critério da fiscalização.
- Deverão ser empregadas betoneiras com capacidade mínima para traço de um saco de cimento, que será introduzido da sua embalagem original.
- Serão sempre empregados vibradores de imersão, evitando-se o engaiolamento do agregado graúdo, falhas ou vazios nas peças.
- Após a concretagem, a estrutura deve ser protegida da secagem prematura, regando-se periodicamente durante 5 (cinco) dias.
- Quando for aconselhável a adição de impermeabilizante os mesmos serão das marcas SIKA, PLASTIMENT, ou similares, nas dosagens indicadas pelos fabricantes.
- Ficarão por conta da Construtora os cálculos de qualquer estrutura quando não fornecidos pelo Programa Água Doce.

Alvenaria

Serão obedecidas as prescrições da EB-19/43 e EB-20/45 referentes aos tijolos cerâmicos.

Empregar-se-á argamassa de cimento e areia no traço 1:8 em obras enterradas e 1:10 para as alvenarias de vedação. Deverão ser obedecidas as espessuras das paredes indicadas no projeto. As juntas não terão espessuras superior a 2,00 cm. Os tijolos serão abundantemente molhados antes do assentamento.

As diversas fiadas deverão ficar perfeitamente alinhadas e niveladas, apresentando os trechos de paredes perfeitas condições de verticalidade.

Nas alvenarias de pedra, serão empregadas rochas graníticas, dispostas de tal modo a atender com perfeição ao fim destinado, quer estrutural, quer estético, tudo de acordo com as indicações do projeto.

Quando for indicado o emprego de tijolos, elementos vazados de cimento ou combogos deverão estes ser confeccionados com a utilização de formas metálicas ou de madeira e argamassa de cimento e areia grossa no traço 1:8 dando-se toda a atenção ao processo de cura.

Cobertura

A cobertura será executada de acordo com indicações do projeto, referente ao tipo de telhas e declividades estabelecidas. Ficarão apoiadas em estruturas de madeira de lei serrada.

Serão respeitados os dispositivos da EB-21/43, EB-93/57, NB-11/53 e NB-14/58.

As inclinações mínimas admitidas, para os diversos tipos de cobertura, salvo indicação em contrário, serão as seguintes:

- Telhas Tipo Francês - 40%
- Telhas Tipo Canal - 26%
- Telhas tipo Cimento Amianto, Alumínio - 15% (espessura mínima 8mm)

Não será permitido o emprego de telhas lesionadas, empenadas ou que não satisfaçam perfeitas condições de estanqueidade de cobertura.

As peças de estrutura de madeira terão seções condizentes com os vãos a vencer, a fim de serem evitadas flexões ou deformações indesejáveis.

No caso de telhas de cimento amianto, alumínio, zinco, etc., serão obedecidas as prescrições do fabricante com respeito à montagem.

Revestimento das Paredes

As superfícies das paredes deverão ser limpas e molhadas antes do início da operação de revestimento.

Os revestimentos só deverão ser iniciados após a completa pega da argamassa das alvenarias e do embutimento das canalizações de água, esgoto e eletricidade.

Serão empregados os seguintes tipos de revestimento, com respectivas argamassa e variantes destas:

- a) Chapisco - Argamassa de cimento e areia - 1:3
- b) Reboco e Emboço - Argamassa de cimento, cal e areia - 1:2:8 - Argamassa de cimento, areia e saibro - 1:3:6
- c) Rústico - Argamassa de cimento e areia - 1:6

Toda a superfície será previamente chapiscada, jogando-se a argamassa à colher com força suficiente para se conseguir uma boa aderência.

O revestimento em massa única terá acabamento liso, à desempoladeira, apresentando arestas alinhadas.

O revestimento rústico será executado com o auxílio de vassoura de piaçava para jogar a argamassa contra a parede, podendo-se usar peneiras com malha quadrada de 2,00 mm quando se deseja uma distribuição uniforme.

Pavimentação

Será assentada cerâmica em todo o chafariz, no piso e nas paredes. Na casa de abrigo do dessalinizador será assentado em todo piso e nas paredes será assentado até 1,00 m a partir do piso.

Antes de assentar a cerâmica será feito o contra piso, com o solo bem compactado. Colocar 15,00 cm de brita sobre o solo nivelado e aplicar 8,00 cm de concreto, executar a regularização da superfície, colocar uma camada de impermeabilizante, logo depois colocar 2,00 cm de massa sobre o impermeabilizante para evitar manchas na cerâmica. Para a colocação das placas de cerâmica o piso deverá estar no esquadro e nivelado.

O assentamento deve ocorrer no mínimo 28 dias após a concretagem da base ou 14 dias após a execução do contra piso para evitar empoçamentos.

Após o assentamento proceder-se-á o rejuntamento com cimento branco.

Esquadrias de Madeira e Ferragens

Será confeccionada com madeira de lei, sucupira, peroba do campo, amarelo ou similar, de acordo com as dimensões indicadas no projeto.

As folhas de portas terão espessura mínima de 3,00 cm.

As grades internas serão de caixa, com aduelas de largura igual a espessura da parede revestida, com alizares. As grades externas serão de canto.

Todas as ferragens serão adequadas ao tipo de esquadria. As dobradiças serão de latão cromado com 2.1/2" x 3" nas janelas e maçanetas.

Pintura

Para as superfícies de madeira e ferro serão utilizadas duas demãos de tinta esmalte sintético azul Del rey. Para as esquadrias de ferro serão aplicadas duas demãos de anticorrosivo.

Nas paredes externas serão aplicadas duas demãos de tinta esmalte sintético azul Del Rey com 1,2 m de altura a partir do piso. No restante das paredes externas serão aplicadas duas demãos de tinta látex, fosco aveludado branco neve apropriada para pintura externa.

Nas paredes internas serão aplicadas duas demãos de tinta látex, fosco aveludado branco neve apropriada para pintura interna.

Construção do Tanque de Contenção do Concentrado

Iniciam-se as obras com a demarcação do local. A demarcação é fundamental para definição da área onde será realizada limpeza, cujo objetivo é a retirada da camada orgânica, pedras e materiais que possam atrapalhar o andamento das obras.

Após a limpeza da área, deve-se retirar a camada orgânica e antes de se iniciar a construção dos diques, deve-se realizar o nivelamento do terreno correspondente, para inclusive, se determinar a locação das estacas de offset que vão delimitar a largura da base dos diques, que será em função da altura, em cada estaca.

Os diques que formam os viveiros apresentam conformação trapezoidal, com uma crista de 1,10 metro de largura, declividade dos taludes de 1:1 e altura variando de acordo com as cotas do terreno natural adjacente.

A profundidade final do reservatório será de 2,00 m.

O reservatório terá as seguintes dimensões:

Largura superior:12,00 m;
Comprimento superior:30,00 m;
Comprimento inferior26,00 m;
Largura inferior :8,00 m;
Largura inferior na área de abastecimento:8,00 m;
Largura de coroamento:1,10 m;
Profundidade máxima da lâmina de água:1,80 m;
Profundidade total2,00 m;
Relação de taludamento:1:1.

Este reservatório será revestido com vinimanta de PVC pré-fabricada com 0,80 mm de espessura, resistente a ação dos raios ultravioleta. Esse revestimento é necessário devido a sua exposição diária aos raios solares.

Seu dimensionamento deve possibilitar a cobertura completa da estrutura, cobrindo a largura do coroamento do maciço e talude externo, como também apresentar um excesso de borda de, pelo menos 0,30 m para fixação.

As dimensões do revestimento são as seguintes:

Largura superior:14,20 m;
Comprimento superior:32,20 m;
Comprimento inferior26,00 m;
Largura inferior.....8,00 m
Relação de taludamento:1:1

A instalação da geomembrana se dará de forma cuidadosa. A face superficial da escavação deve estar livre de pedras, tocos, ou qualquer material cuja agressividade possa ser prejudicial a resistência da geomembrana ao longo do tempo.

Cerca de Proteção do Sistema de Dessalinização

A cerca será levantada em tela campestre em arame galvanizado 14, malha de 20,00 cm e 1,20 m de altura fixadas a estacas de concreto de 2,10 m de comprimento e 8,00 a 10,00 cm de diâmetro mínimo estaqueados a uma distância de 1,9 m entre estacas e profundidade mínima de aterramento de 0,20 m com amarrações e sustentação apropriada para o esticamento da tela e arames. Logo acima do arame da tela serão colocadas mais duas linhas de arame farpado espaçadas de 0,20 m. Como via de acesso do sistema será colocada um portão metálico de 1,00 m de largura por 1,60 m de altura. Em toda a extensão da cerca do sistema deve ser executada murada com 0,50 m de altura em alvenaria.

Cerca de Proteção da Unidade Demonstrativa e dos Tanques do Sistemas de Dessalinização

A cerca será levantada em tela campestre em arame galvanizado 14, malha de 20,00 cm e 1,20 m de altura fixadas a estacas de concreto de 2,10 m de comprimento e 8,00 a 10,00 cm de diâmetro mínimo estaqueados a uma distância de 3,00 m entre estacas e profundidade mínima de aterramento de 0,20 m com amarrações e sustentação apropriada para o esticamento da tela e arames. A cada 25,00 m será executada mão francesa para melhor fixação da cerca. Logo acima do arame da tela serão colocadas mais duas linhas de arame farpado espaçadas de 0,20 m. Como via de acesso do sistema será colocada uma porteira de madeira de 2,00 m de largura por 1,60 m de altura.

Instalação dos Reservatórios

Nos sistemas onde existam reservatórios de alvenaria estes deverão ser substituídos por reservatórios de fibra de vidro, com capacidade de 5.000 L, para evitar contaminação na água.

Os sistemas deverão conter no mínimo dois reservatórios, sendo um para armazenamento para armazenamento da água dessalinizada e outro para armazenamento da água do poço.

Cada um dos reservatórios será instalado sobre uma base circular executada em alvenaria. Em cada uma das bases serão executadas duas cintas de amarração, uma na parte superior e outra na parte inferior, conforme projeto.

Poço

O poço deve estar limpo, tampado e protegido por uma base de concreto para evitar sujeiras. Deve ser usada uma bomba submersa de potencia apropriada à vazão do poço. A tubulação do poço deve ser de tubo PVC soldável PN - 40.

Como Calcular a Quantidade de Tanques para Contenção do Concentrado para cada Sistema

Com o objetivo de não contaminar o solo com o resíduo gerado pelo sistema de dessalinização o Programa Água Doce prevê a instalação de tanques para armazenamento do concentrado gerado pelos sistemas, sendo a quantidade de tanques definida por critérios técnicos objetivando racionalizar gastos e dar uma maior segurança as comunidades.

Para cada sistema de dessalinização será construído no mínimo um tanque de contenção de concentrado. Essa quantidade de tanque é calculada de acordo com a vazão do concentrado, o volume precipitado e o volume evaporado.

Fórmula usada para encontrar o volume acumulado e a lâmina d'água.

$$Va = [(Vp+Vc) - (Ve)]$$

$$La = Va/100$$

Onde:

Volume acumulado: Va

Volume precipitado: Vp

Volume do concentrado (mm): Vc

Volume evaporado (mm): Ve

Lâmina d'água (cm): La

Viveiros para cultivo de peixes

Após a limpeza da área, deve-se retirar a camada orgânica e antes de se iniciar a construção dos diques, deve-se realizar o nivelamento do terreno correspondente, para inclusive, se determinar a locação das estacas de off-set que vão delimitar a largura da base dos diques, que será em função da altura, em cada estaca.

Os diques que formam os viveiros apresentam conformação trapezoidal, com uma crista de 1,10 metro de largura, declividade dos taludes de 1:1 e altura variando de acordo com as cotas do terreno natural adjacente. A regra adotada foi a referência de 1,00 metro de lâmina d'água na parte mais alta do leito dos viveiros, mantendo-se um bordo livre de 20 centímetros, ou seja, 1,20 metro de altura (Figura 7.1: Abastecimento) e 1,50 metro (Figura 7.2: Drenagem).

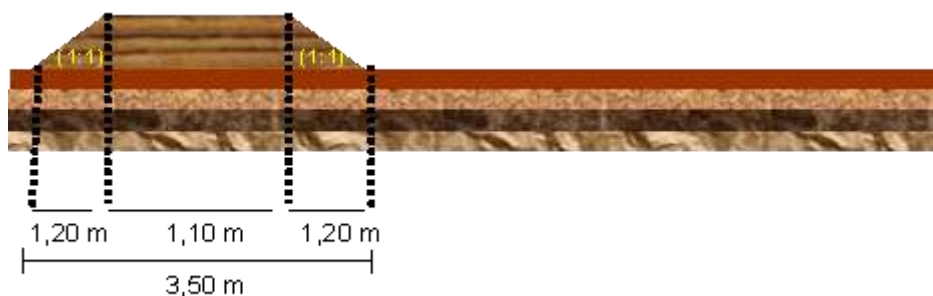


Figura 42 Corte Transversal do Dique (abastecimento) do Viveiro.

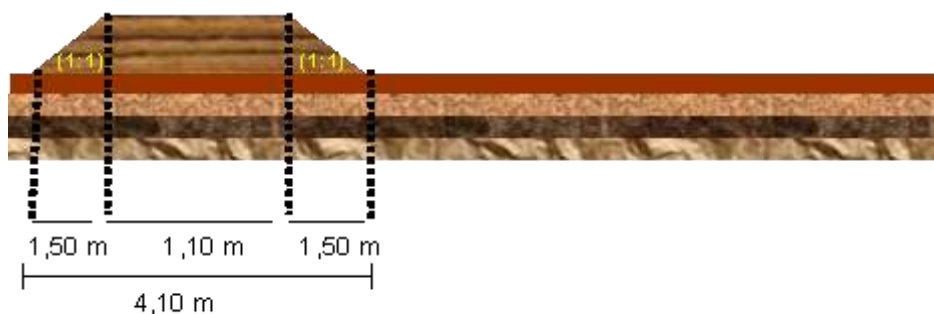


Figura 43 Corte Transversal do Dique (drenagem) do Viveiro.

Os diques serão construídos com material do próprio local de intervenção do projeto, sendo que, tanto podem ser construídos utilizando material local adjacente como utilizando material local transportado, caso haja necessidade de complementação.

A construção deverá ser feita diretamente com escavadeira hidráulica ou retro-escavadeira. No método construtivo, o material proveniente da escavação do leito dos viveiros, deverá ser empilhando no eixo dos diques, procedendo-se o seu espalhamento e compactação até o nível da cota de coroamento estabelecida para cada dique.

A escavação do leito dos viveiros, para retirada de material a ser empregado na construção dos diques, deverá obedecer a um rigoroso controle na altura dos cortes, levando em consideração uma declividade de 0,30 metro no sentido do abastecimento para a drenagem.

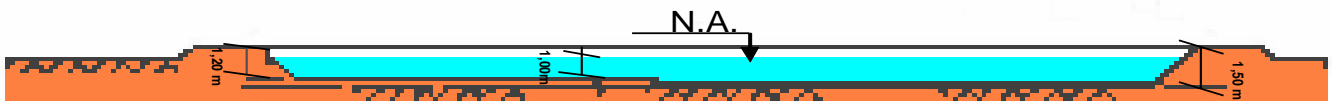
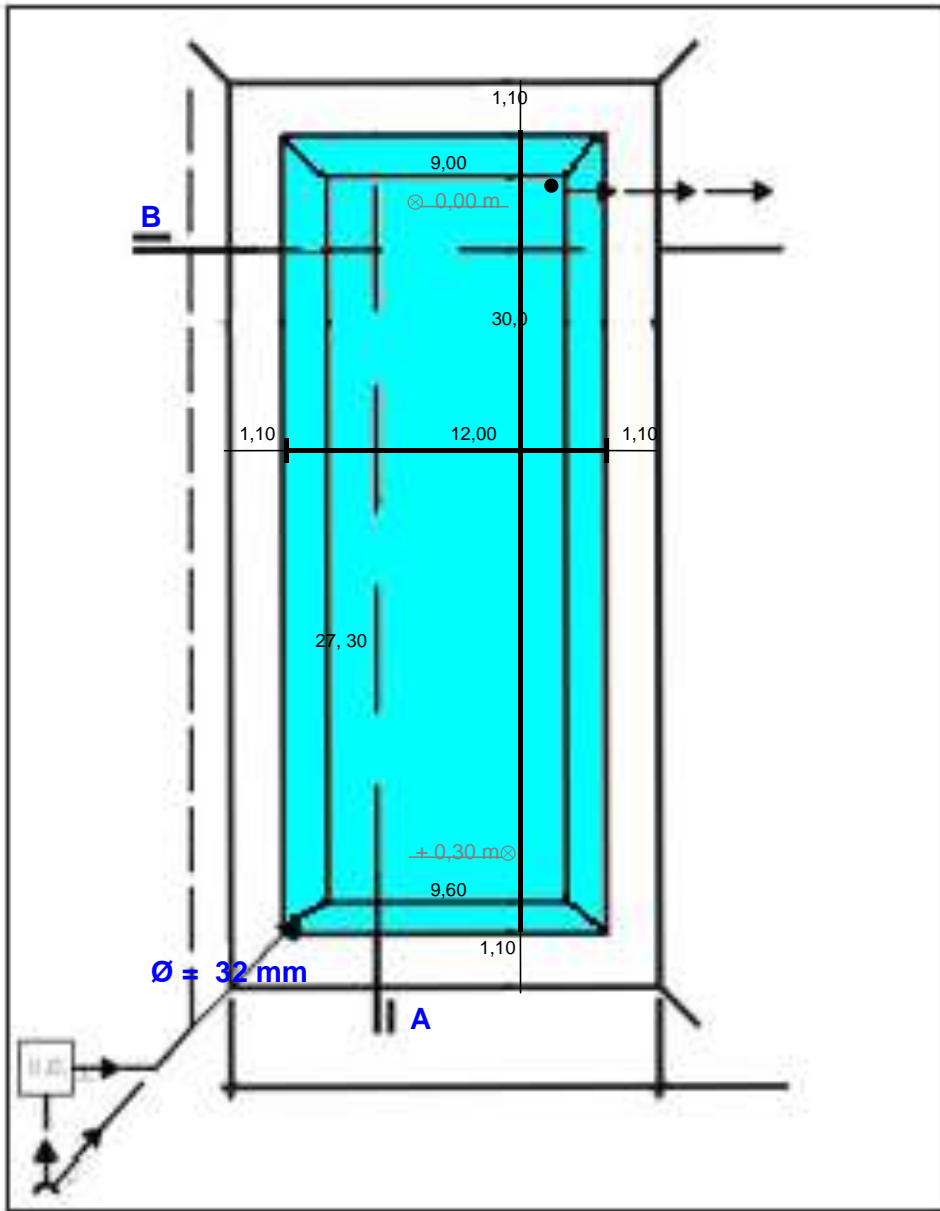
Antes do início dos serviços de escavação e construção dos maciços, deve-se proceder a locação e escavação das valas (trincheiras), para a fixação da tubulação de descarga dos viveiros para o reservatório. Os tubos de PVC serão envelopados com 0,10 m de concreto simples dentro da vala antes do reaterro compactado.

Dimensões

O número de viveiro estabelecido para o projeto será de, no mínimo, 02 (dois) e a quantidade final definida em função da disponibilidade de água, necessidades do local e tamanho da área a ser utilizada pelo projeto. Os viveiros de piscicultura terão formatos retangulares, cada um, com área total de espelho de água 360 m², cujas dimensões seguem abaixo (Figura 7.3):

- Largura superior (borda).....12,00 m;
- Comprimento superior (borda).....30,00 m;

- Comprimento Inferior (leito).....27,30 m;
- Largura inferior (leito) – abastecimento.....9,60 m;
- Largura inferior (leito) – drenagem.....9,00 m;
- Largura do coroamento.....1,10 m;
- Altura do dique – abastecimento.....1,20 m;
- Altura do dique – drenagem.....1,50 m;
- Altura da lâmina d'água – abastecimento.....1,00 m;
- Altura da lâmina d'água – drenagem.....1,30 m;
- Declividade dos taludes.....1:1



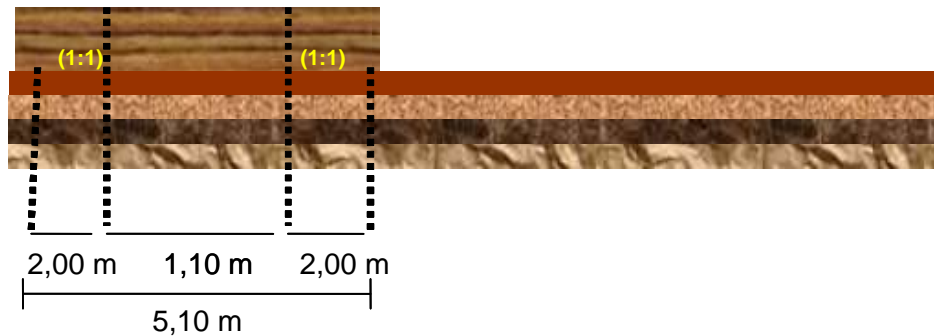
Corte AA'

Figura 44 Dimensões dos Viveiro para cultivo de peixe

Tanque de armazenamento de rejeito

A construção dos diques do reservatório seguirá os mesmos procedimentos estabelecidos para os diques dos viveiros. Sendo, que a cota de leito do reservatório será 0,50 metro abaixo da menor cota estabelecida para os viveiros.

Os diques terão as mesmas conformações dos diques dos viveiros, sendo que, a regra adotada, para o reservatório, foi a referência de 1,50 metro de lâmina d'água, mantendo-se um bordo livre de 20 centímetros, ou seja, diques com 2,00 metros de altura.

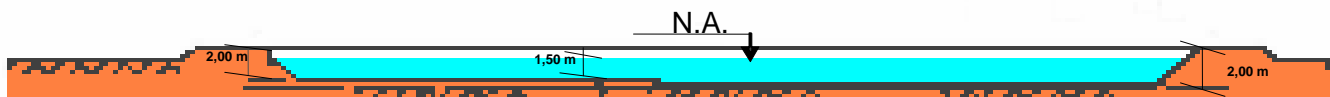
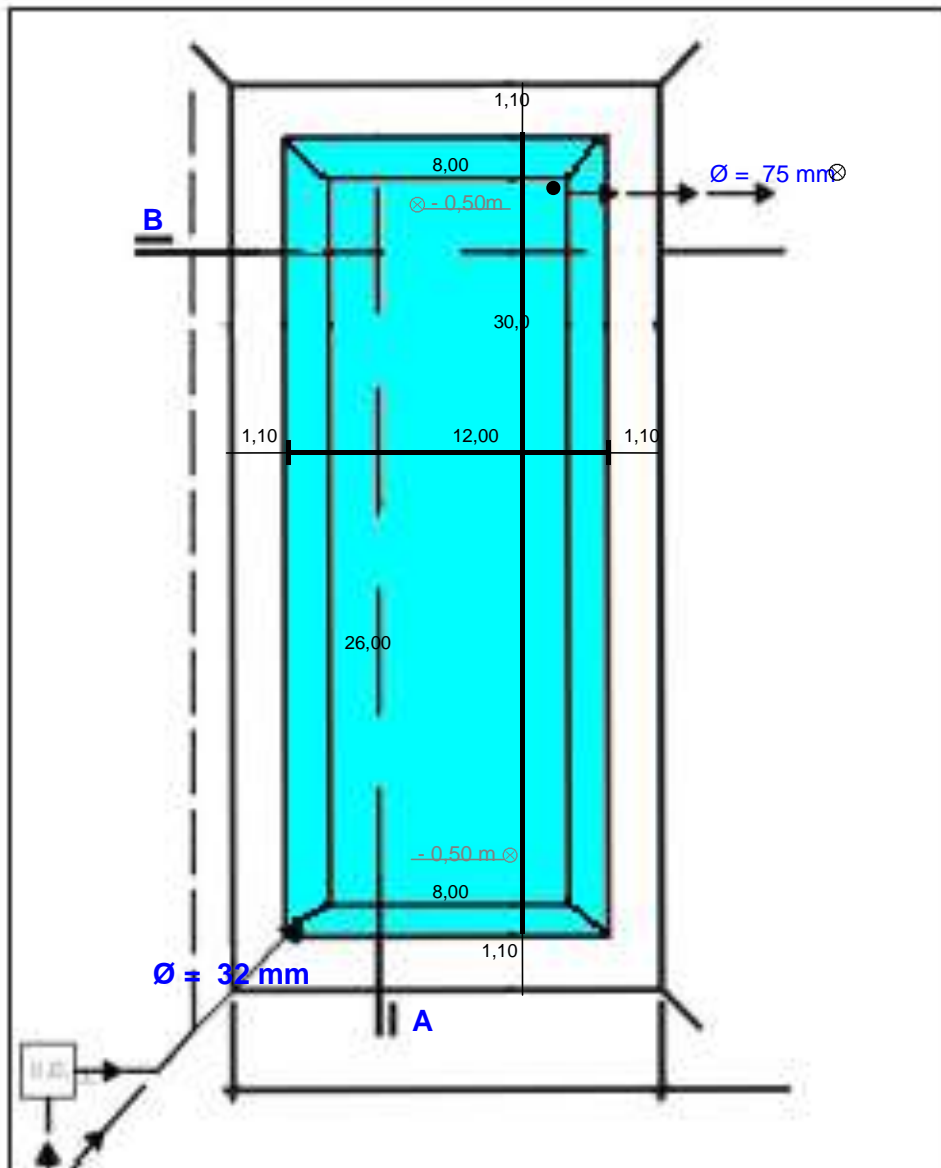


Dimensões

No projeto consta um reservatório de rejeito, com formato retangular e área de 360 m² e com capacidade de armazenamento de 540 m³, cujas dimensões seguem abaixo (Figura 7.4):

Largura superior (borda).....	12,00 m;
Comprimento superior (borda).....	30,00 m;
Comprimento inferior (leito).....	26,00 m;
Largura inferior (leito) – abastecimento.....	8,00 m;
Largura inferior (leito) – drenagem.....	8,00 m;
Largura do coroamento.....	1,10 m;
Altura do dique – abastecimento.....	2,00 m;
Altura do dique – drenagem.....	2,00 m;
Altura da lâmina d'água.....	1,50 m
Declividade dos taludes.....	1:1.

O sistema de esvaziamento será feito através da estação de bombeamento que atende a irrigação e possui a alternativa de recirculação da água acumulada para os viveiros de aqüicultura.



Corte AA'

Figura 45 Dimensões do Reservatório de Rejeito

Compactação dos Diques

A compactação deverá ser efetuada de duas maneiras:

- Manual - O material resultante da escavação será umedecido e depositado em camadas de 0,25m no perímetro demarcado para a edificação dos

maciços dos viveiros e reservatório e compactado manualmente com uso de malho,

- Mecanizado - O material escavado será depositado em camadas de 0,40 m, umedecida e compactada com o auxílio de um compactador vibratório, até atingir o nível de compactação de 110% do proctor normal.

No caso da necessidade de se realizar uma regularização nos taludes dos viveiros e reservatórios, deverá se utilizar uma camada de areia média umedecida. Caso, não haja esse tipo de areia nas proximidades, poderá utilizar outro material friável para o acabamento.

Impermeabilização dos Viveiros e Reservatório

Concluídos os serviços de escavação e aterro, definição das cotas previstas no projeto e acabamento, será escavada uma vala (trincheira) de 0,30 m de profundidade por 0,30 m de largura, contornando todo o perímetro dos viveiros e reservatório a uma distância de 0,30 m da borda interna superior do talude, com a finalidade de fixação do revestimento (geomembrana) (Figuras 7.5).

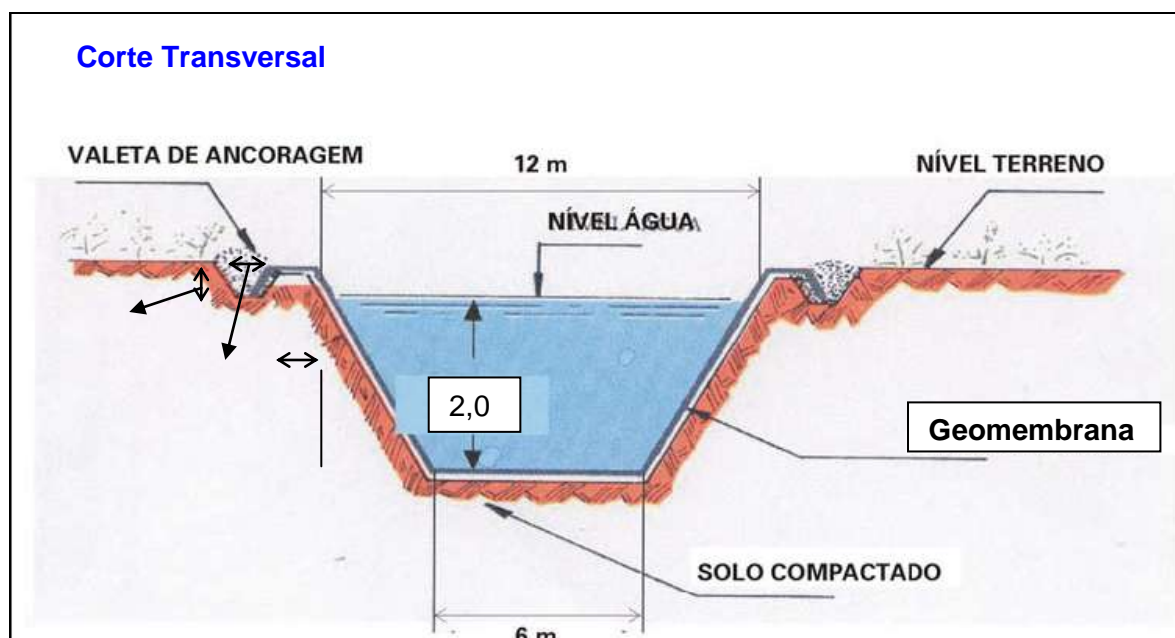


Figura 46 Corte Transversal do Viveiro com Vala de Ancoragem.

Características do Revestimento

Existem no mercado diferentes tipos de lâminas plásticas que permitem a impermeabilização de reservatórios (PVC, PEAD, Butil, Manta Asfáltica). A primeira parte do planejamento consiste em definir, em função das características da obra, o tipo de material e sua espessura. Os viveiros e reservatório serão revestidos com geomembrana, pré-fabricada com espessura de 0,80 mm, resistente à ação dos raios ultravioleta, devido a sua exposição diária aos raios solares, com dimensionamento que possibilite cobrir todo leito,

taludes internos e a borda numa largura de, 0,30 m para fixação, além de uma folga extra, para fixação na vala de ancoragem.

Aplicação do Revestimento

A instalação da geomembrana, no leito e taludes dos viveiros e reservatório, será realizada de forma cuidadosa, no tocante à presença de depressões ou elevações nos taludes, como também com pedras, tocos, ou qualquer material cuja agressividade possa ser prejudicial à resistência da geomembrana ao longo do tempo (fotos 56, 57, 58 e 59).

O início da instalação da geomembrana deverá ser realizado nas primeiras horas da manhã, em virtude da grande absorção da radiação pela superfície da geomembrana o que a torna muito quente.



Foto 57 Processo de aplicação da geomembrana (passo 1)



Foto 58 Processo de aplicação da geomembrana (passo 2)



Foto 59 Processo de aplicação da geomembrana (passo 3)



Foto 60 Processo de aplicação da geomembrana (passo 4)

Deve-se iniciar o revestimento espalhando a lona no fundo do viveiro e reservatório. Em seguida faz a cobertura das paredes laterais (talude)

Recomenda-se verificar o nível de tensionamento da geomembrana, a fim de se evitar excesso de tensão do material e prevenir rasgos e fissuras. Isto é feito mediante o enchimento do viveiro e reservatório, antes da fixação da geomembrana na vala de ancoragem. No entanto, o material impermeabilizante, deverá ser lastreado provisoriamente, utilizando pedras e/ou sacos de areia, na crista do dique (fotos 60 e 61).



Foto 61 Lastreamento da geomembrana na vala de ancoragem



Foto 62 Fixação da geomembrana na vala de ancoragem

Sistema de drenagem

Antes desta operação, será feita a abertura através de um furo circular, para a fixação do “niple” a ser acoplado à tubulação de descarga e drenagem do viveiro. Ao redor das tubulações de saída de água e do extravasor, deve haver a instalação de flanges ou peças especiais, conforme a sequencia de Figura 47. É importante que este trabalho se faça com atenção, prevendo um sistema de dissipação de energia (deixar folga), no ponto de contato da água com a geomembrana.



Figura 47 Sequencia da colocação do flange de fundo do viveiro

Sistema de Abastecimento de Água

O abastecimento de água para os viveiros (foto 62) será feito a partir do rejeito do dessalinizador e/ou diretamente do poço, através de uma adutora de PVC soldável de 50 mm de diâmetro, enterrada na crista talude e equipada com um sistema de registros de esfera de PVC soldável, para possibilitar o uso das duas alternativas, em função da

necessidade da vazão para suprir a demanda do enchimento e renovação de água do cultivo.

Em cada ponto de abastecimento a adutora sofrerá uma redução de diâmetro para 32 mm até a entrada no viveiro, onde se acoplará um registro de esfera de PVC no mesmo diâmetro, conforme projeto. Fica descartado o uso de materiais metálicos não inoxidáveis, em função da salinidade da água a fim de se evitar corrosão.

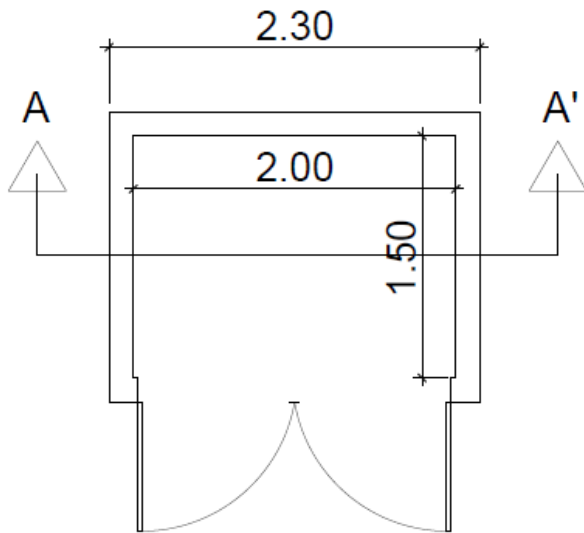
Após as operações, será realizado o enchimento do viveiro de forma lenta e em seguida colocada à extremidade superior do revestimento na vala para aterrjá-la, compactando o solo. Este método tem a vantagem de reduzir as tensões na geomembrana, face ao peso da água e suas variações de nível e, conseqüentemente, aumentar sua duração.



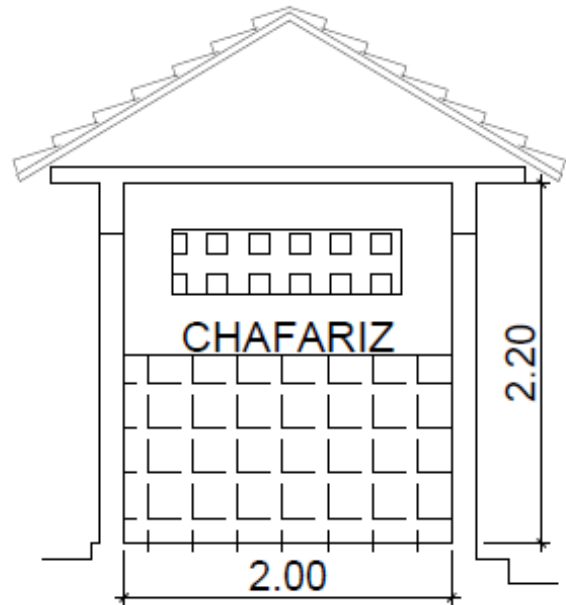
Foto 63 Abastecimento de água

9.3 Anexo - Projetos:

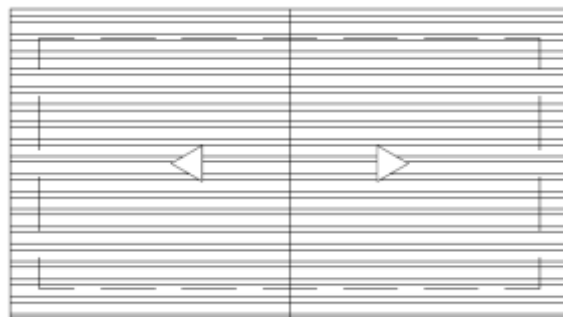
Chafariz:



Planta Baixa



Corte AA'

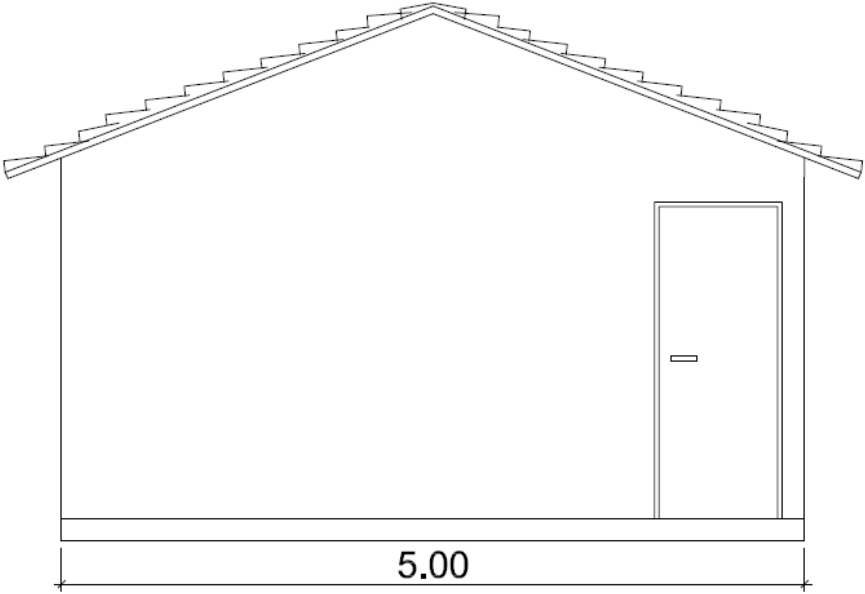


Coberta

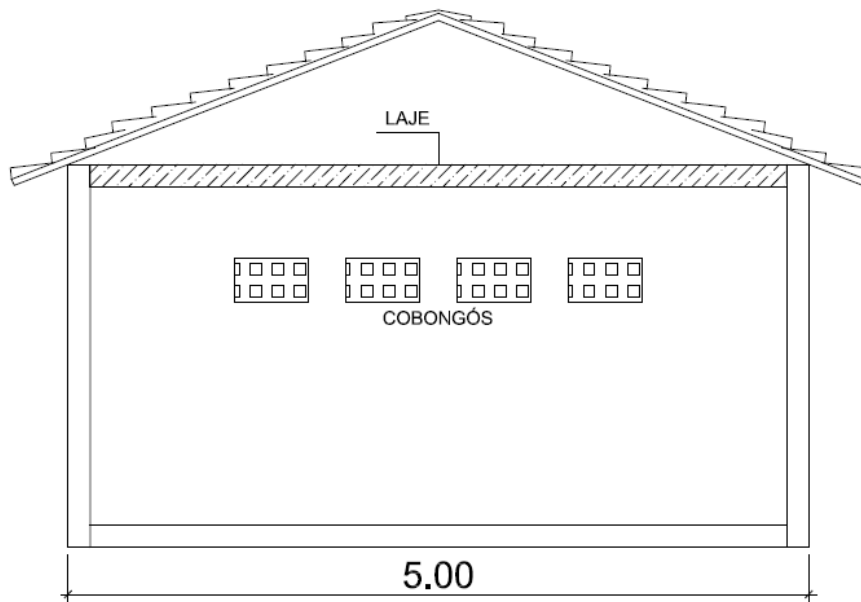
Abrigo do Dessalinizador:



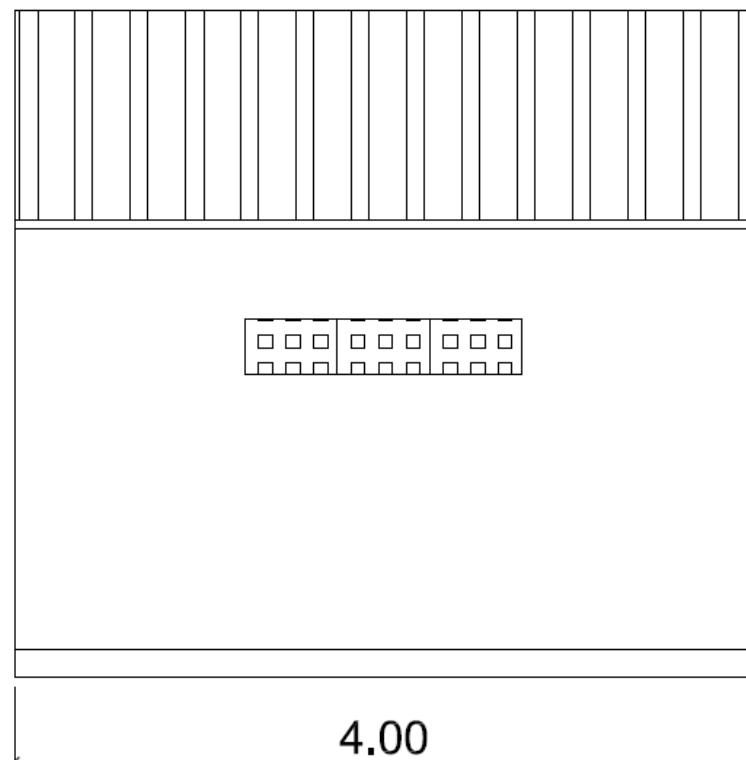
Planta Baixa



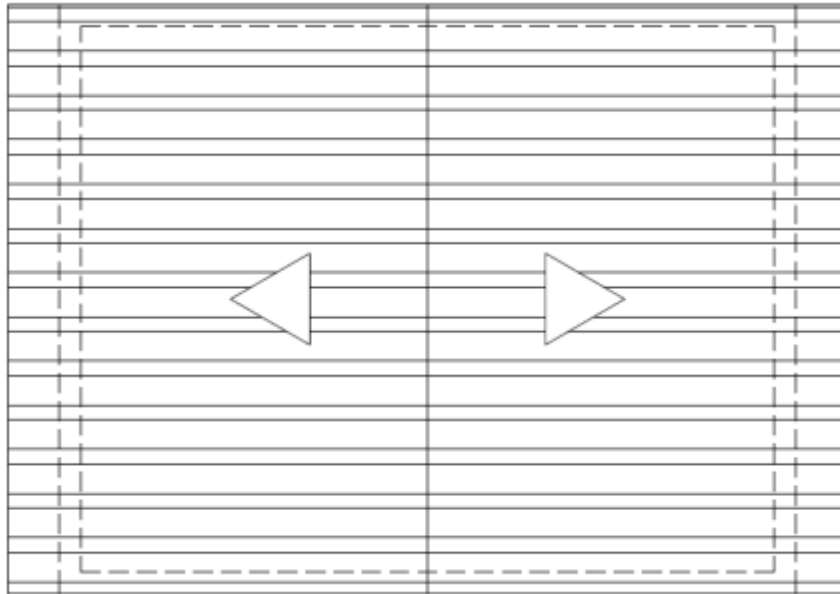
Fachada



Corte AA'

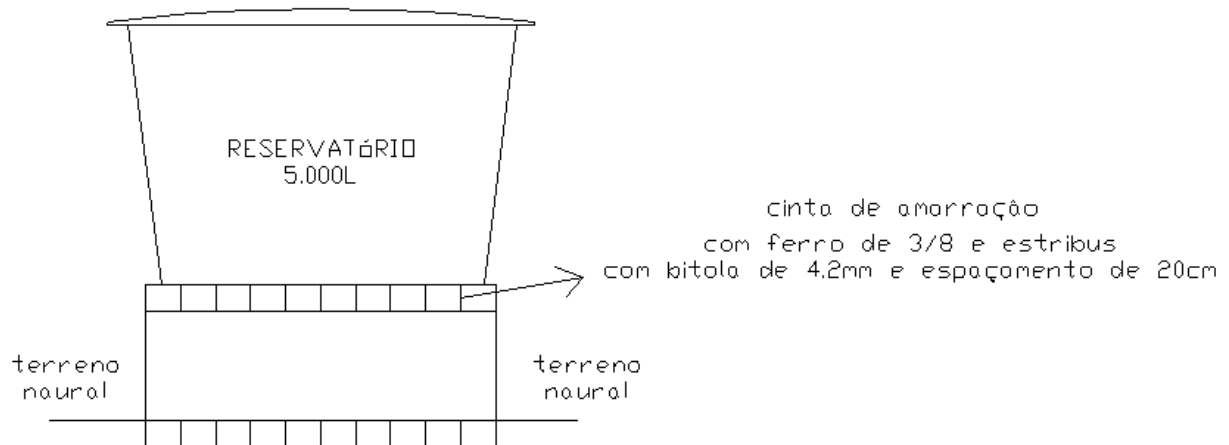


Fachada Lateral

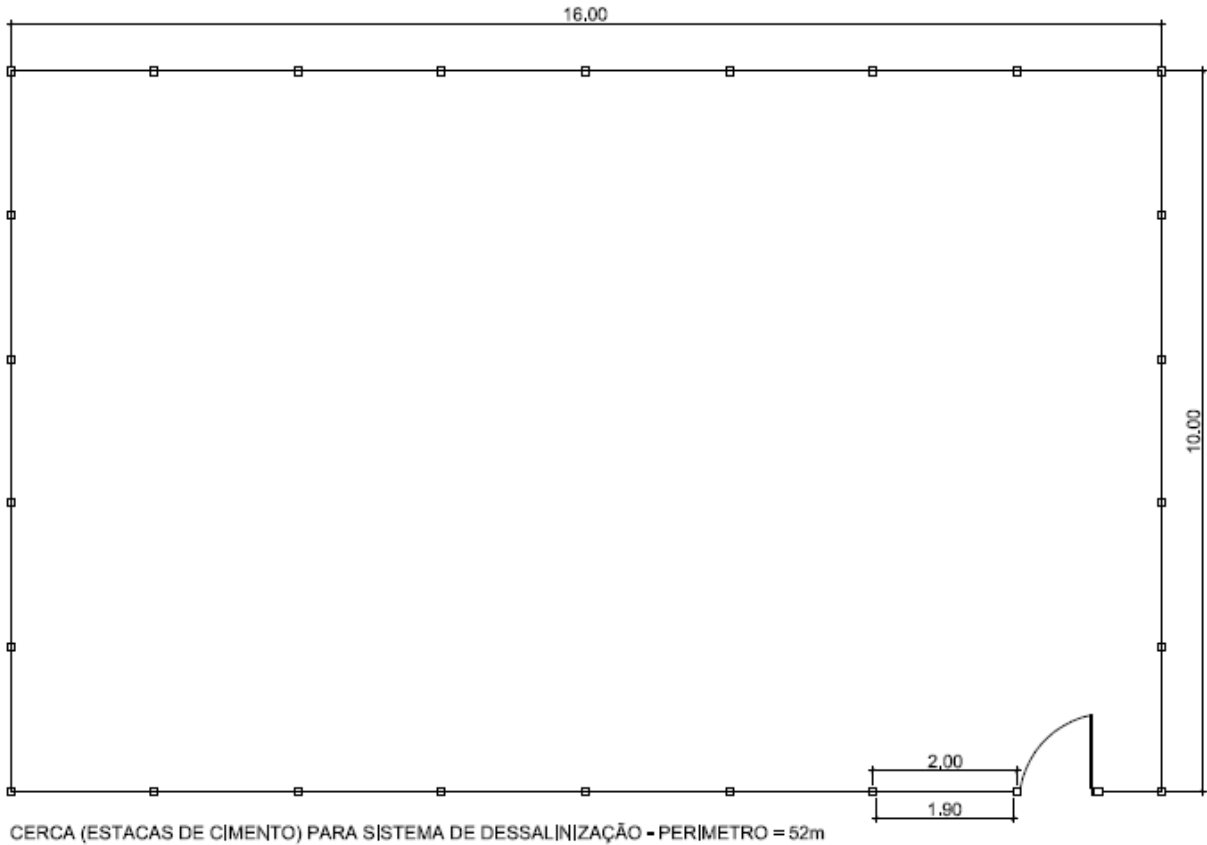


Coberta

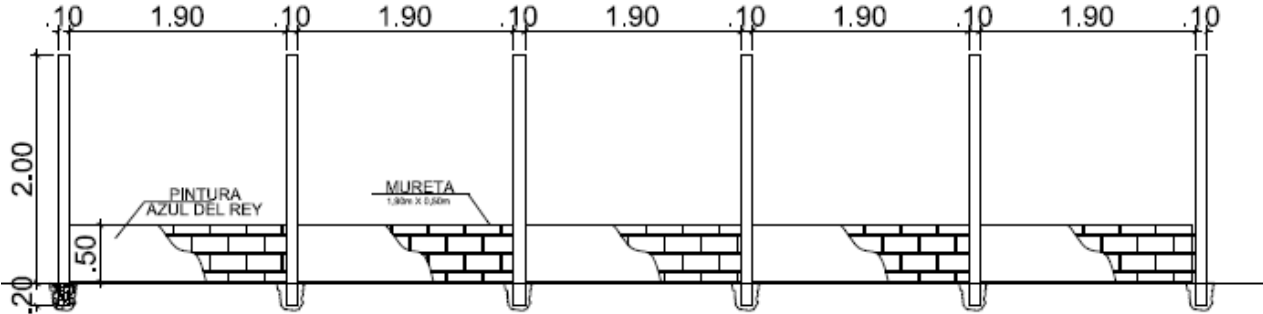
Reservatórios:



Cercamento do Sistema de Dessalinização:

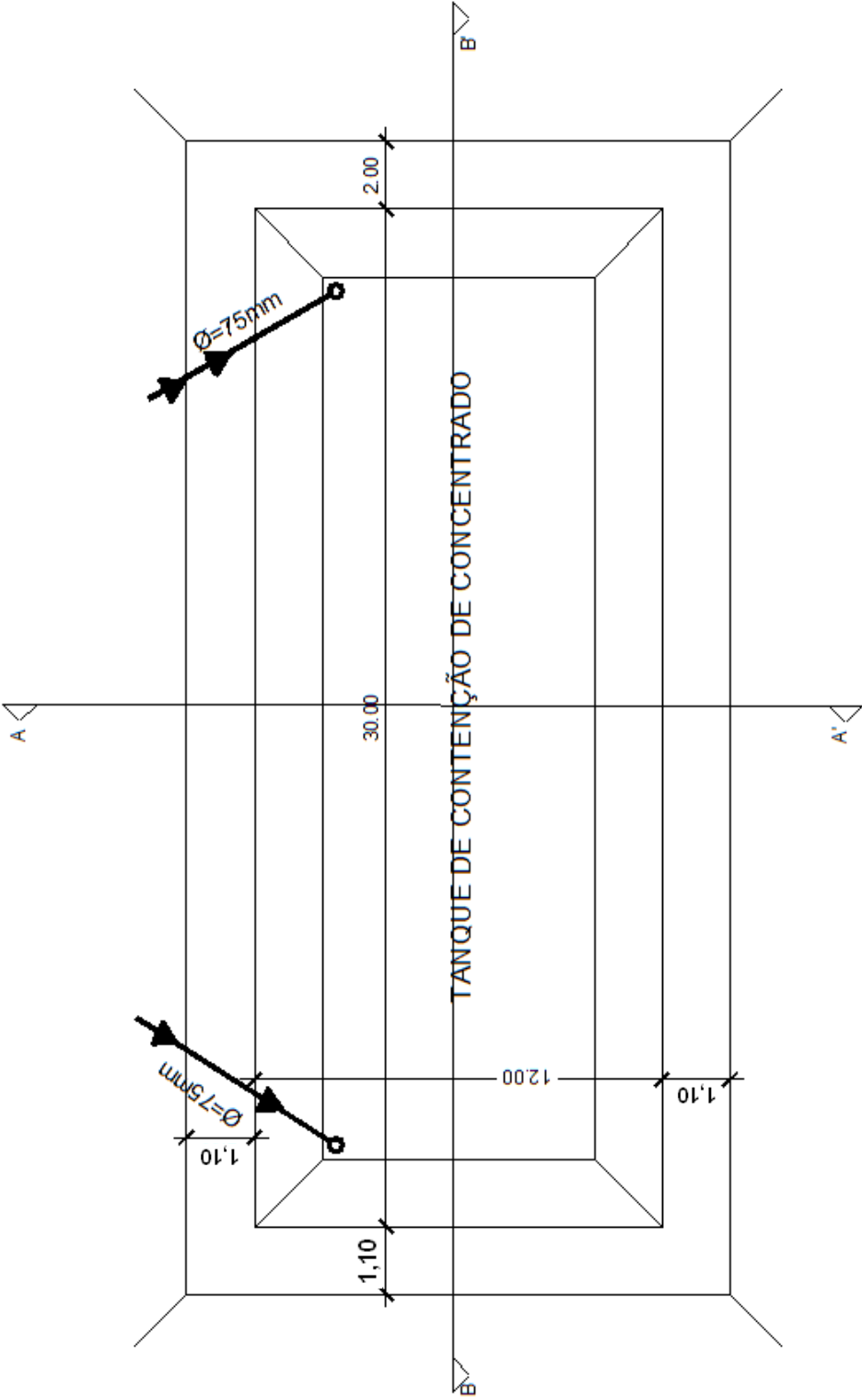


Cerca do Sistema



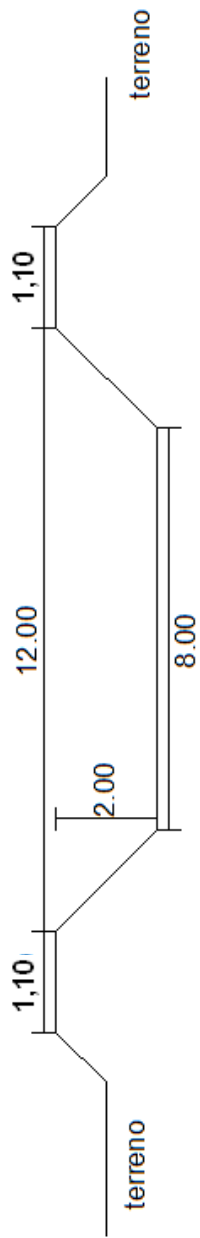
Detalhe

Tanque de Contenção do Concentrado

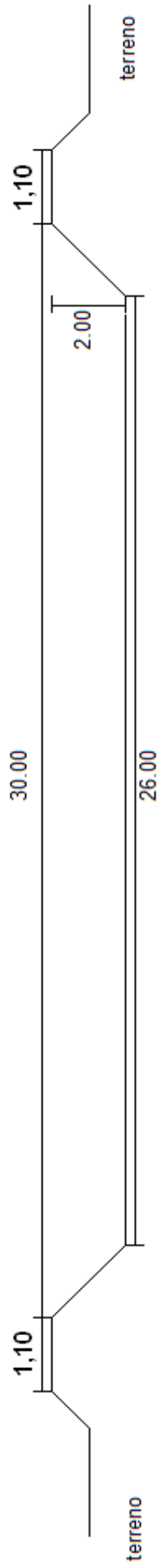


Planta Baixa

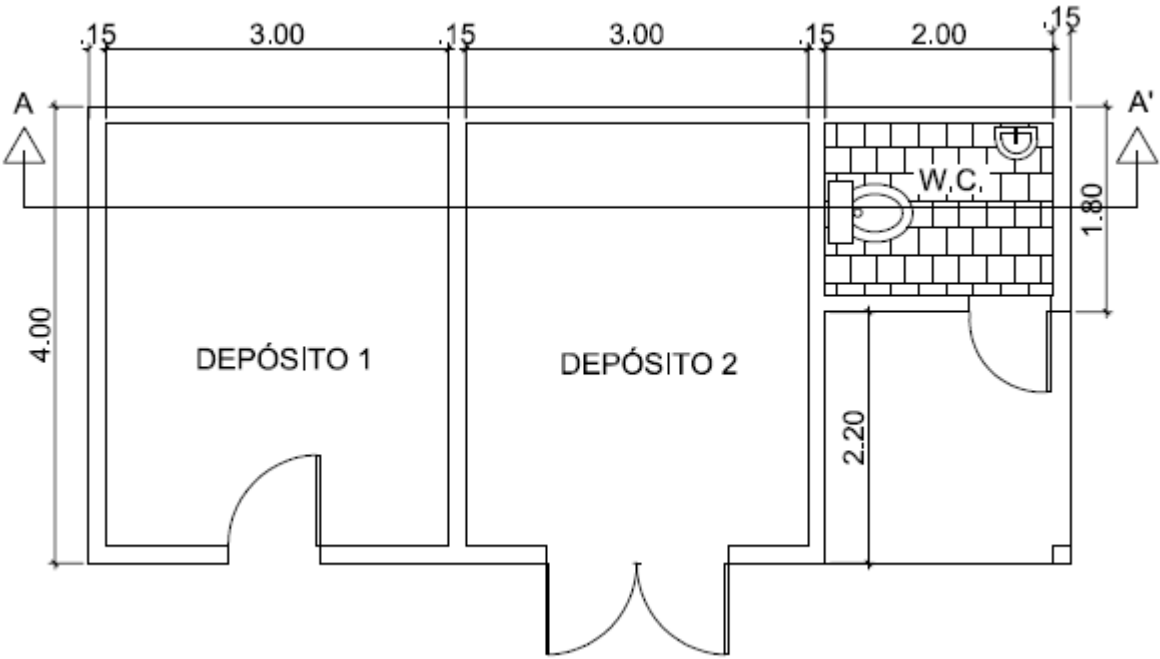
Corte A A'



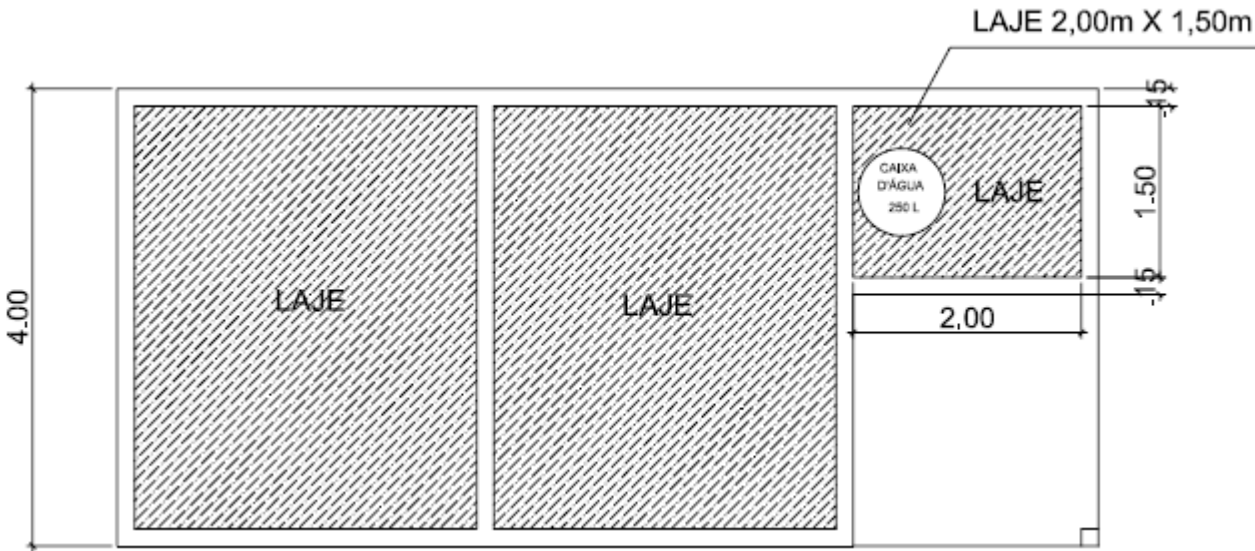
Corte B B'



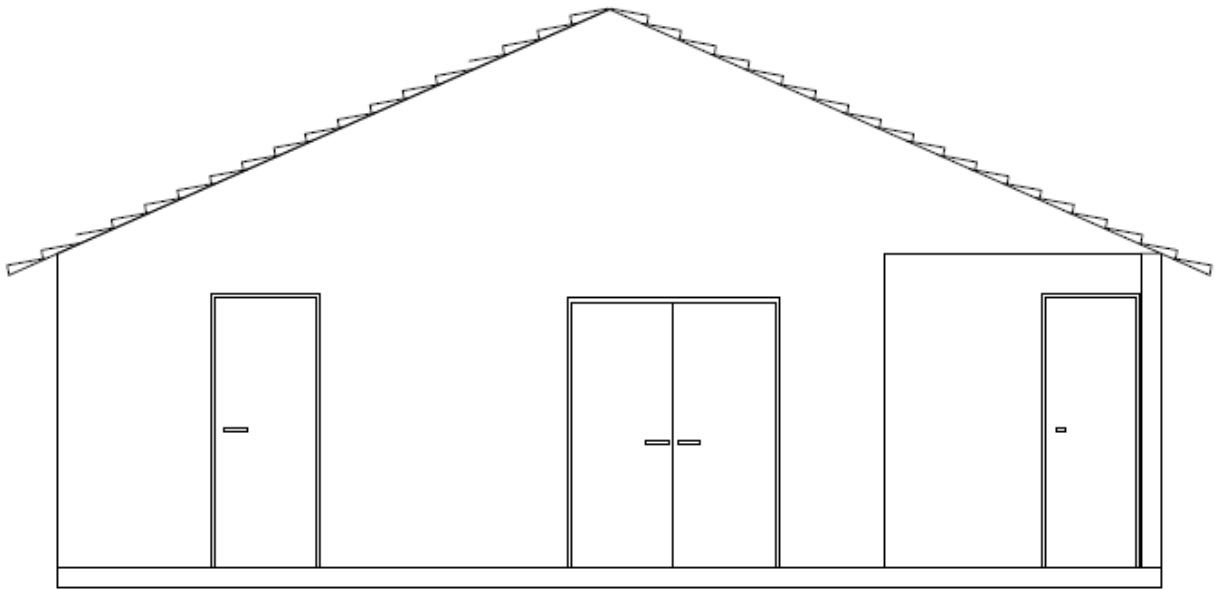
Depósito de Insumos:



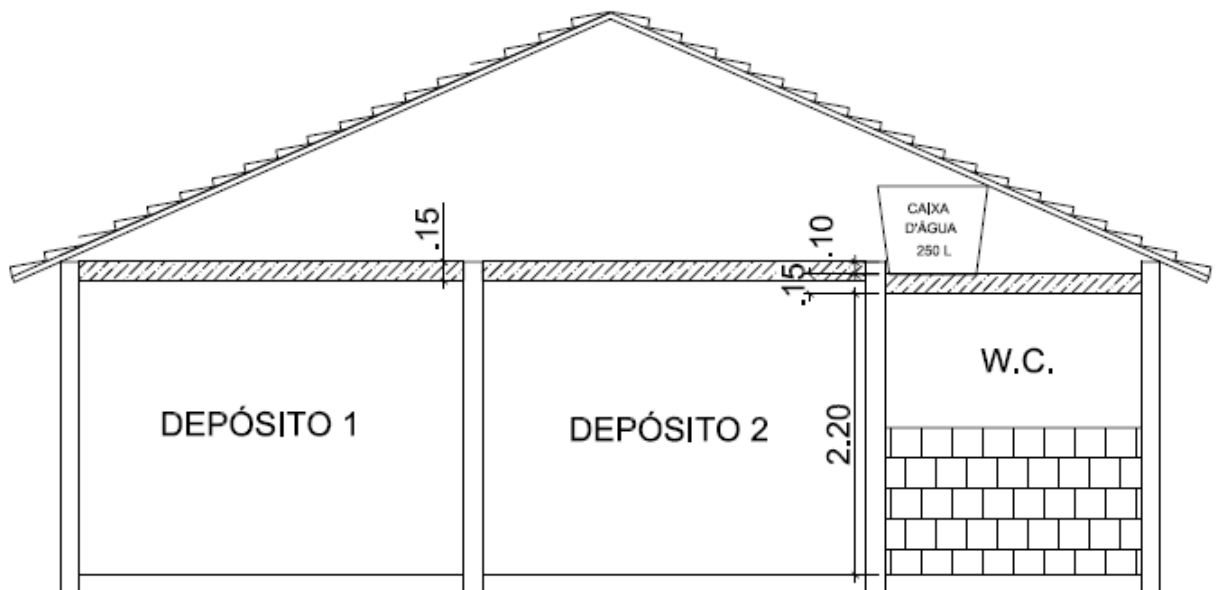
Planta Baixa



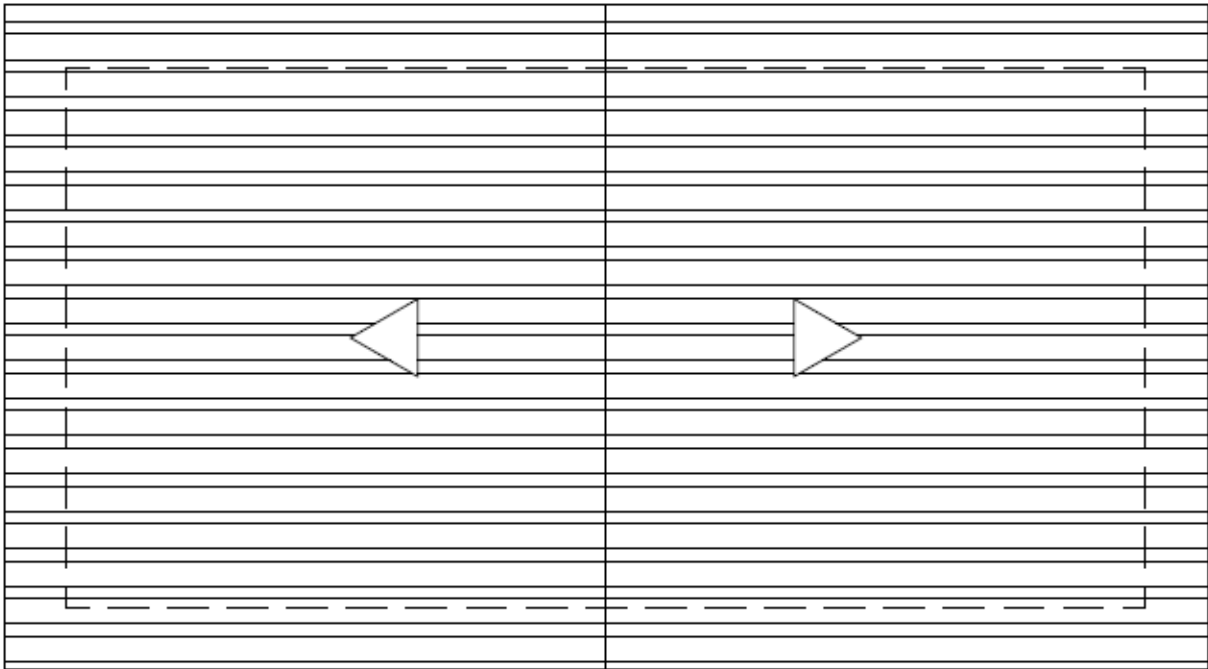
Planta Baixa - Laje



Fachada

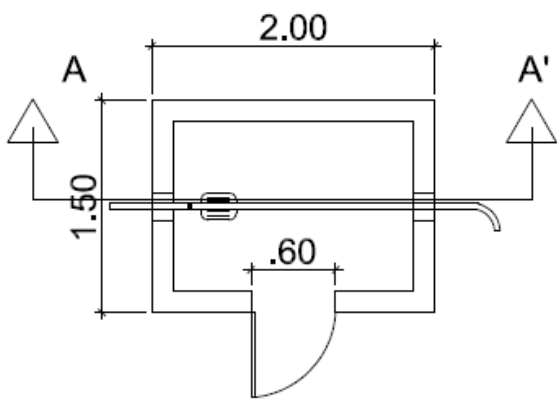


Corte AA'

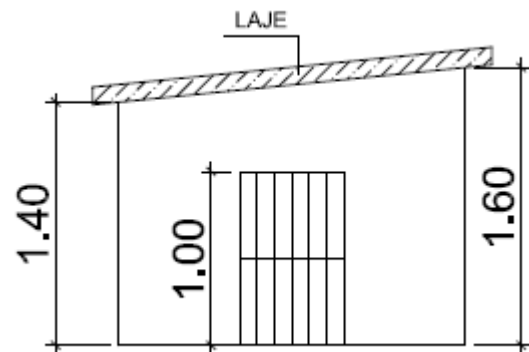


Coberta

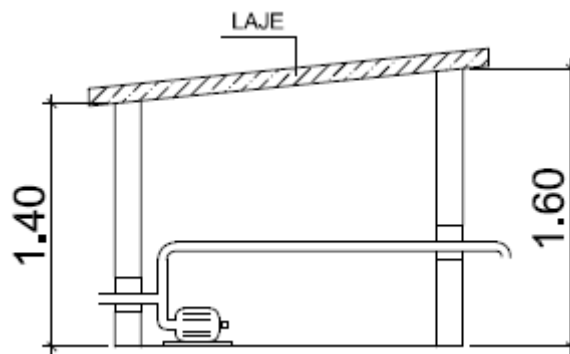
Casa de Bomba:



Planta Baixa

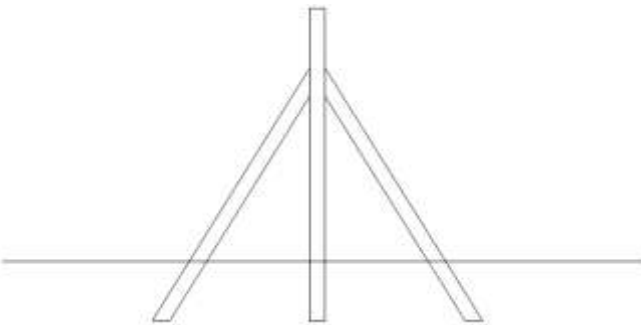


Fachada



Corte AA'

Cercamento da Unidade Demonstrativa:



Detalhe – Mão Francesa

Planilhas – Quantitativos:

Estruturas comuns aos Sistemas de Dessalinização e Unidades Demonstrativas:

Abrigo do Dessalinizador					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 Furos	und	2500	0,26	650,00
2	Telhas de Cerâmica	und	900	0,48	432,00
3	Sacos de Cimento de 50Kg	und	40	22,00	880,00
4	Areia Lavada	m³	10	20,00	200,00
5	Areia Fina	m³	5	20,00	100,00
6	Brita	m³	8	80,00	640,00
7	Vergalhão de 3/8 com 12M	und	10	40,00	400,00
8	Vergalhão de 3/16 com 12M	und	10	10,00	100,00
9	Vergalhão de 5/16 com 12M	und	20	30,00	600,00
10	Arame Recozido	kg	3	8,00	24,00
11	Nervura de 4M	und	24	34,40	825,60
12	Lajotas	und	130	0,45	58,50
13	Cal para Pintura sacos de 15Kg	und	5	10,00	50,00
14	Cerâmica Branca	m²	48	14,00	672,00
15	Aragamassa	und	15	8,50	127,50
16	Rejunte	kg	5	2,00	10,00
17	Interruptor conjugado	und	1	5,00	5,00
18	Soquete Branco	und	1	3,50	3,50
19	Lâmpada Fluorescente	und	1	7,50	7,50
20	Linha de 5m de 7cmx7cm	und	3	60,00	180,00
21	Caibro	m	30	3,00	90,00
22	Ripa	m	150	0,90	135,00
23	Prego	kg	2	8,00	16,00
24	Fio elétrico 14	m	100	1,00	100,00
25	Fio elétrico 10	m	100	1,50	150,00
26	Eletroduto de 5/8	m	10	0,50	5,00
27	Disjuntor trip de 40	und	1	50,00	50,00
28	Porta em madeira(0,8m x 2,10m), com forra e dobradiça	und	1	240,00	240,00
29	Latão de 18L tinta acrílica branco neve	und	1	120,00	120,00
30	Galão de 3,6L Esmalte Sintético azul Del Rey	und	2	50,00	100,00
31	Fechadura externa	und	1	22,00	22,00
32	Latão de 18kg impermeabilizante	und	1	180,00	180,00
33	Mão de obra	vb	1	2.500,00	2.500,00
Total					9.673,60

Chafariz					
Item	Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 furos	und	550	0,26	143,00
2	Telha Cerâmica	und	100	0,48	48,00
3	Sacos de Cimento de 50kg	und	10	22,00	220,00
4	Areia Lavada	m³	2	20,00	40,00
5	Areia Fina	m³	2	20,00	40,00
6	Brita	m³	1	80,00	80,00
7	Cerâmica branca	m²	16	14,00	224,00
8	Argamassa saco de 20kg	und	5	6,50	32,50
9	Rejunte	kg	5	2,00	10,00
10	Tubos de PVC 40mm	und	4	35,00	140,00
11	Torneiras	und	3	12,00	36,00
12	Interruptor simples	und	1	3,50	3,50
13	Fio elétrico 14	m	20	1,00	20,00
14	Fio elétrico 10	m	20	1,50	30,00
15	Eletroduto de 5/8	m	15	0,50	7,50
16	Latão de 18L tinta acrílica branco neve	und	1	120,00	120,00
17	Galão de 3,6L Esmalte sintético azul Del Rey	und	2	50,00	100,00
18	Latão de 18kg de Impermeabilizante vedacit	und	1	180,00	180,00
19	Portão de Ferro(1,00m x 2,10m)	und	2	300,00	600,00
20	Nervura de 2,30m	und	7	24,00	168,00
21	Lajota	und	50	0,45	22,50
22	Mão de obra	vb	1	800,00	800,00
23	Adaptador mangueira	und	6	1,90	11,40
24	buchas 25"	und	6	2,20	13,20
25	abraçadeiras	und	6	0,50	3,00
26	mangueira PVC 2"	und	15	2,50	37,50
27	registro pvc 25"	und	3	12,50	37,50
28	joelhos 25"	und	3	2,30	6,90
29	cap 25"	und	3	0,70	2,10
30	chafariz eletrônico	und	1	2.400,00	2.400,00
Total					5.576,60

Adutora					
Item	Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Tubo PVC de 40 mm PN40 tipo	m	300	2,30	690,00
2	Cola de PVC 200g	und	2	7,33	14,66
3	Lixa	und	10	0,39	3,90
4	Joelho de 50mm de esfera	und	5	2,15	10,75
5	Válvula de Retençãode 50mm PVC esfera	und	2	35,00	70,00
6	T de 50mm	und	3	3,00	9,00
7	Luva de 50mm para irrigação	und	5	2,00	10,00
8	Escavação e reaterro de vala com	H/dia	30	20,00	600,00
Total					1.408,31

Dessalinizador					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Dessalinizador	und	1	20.000,00	20.000,00
Total					20.000,00

Reservatórios e Bases					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 Furos	und	324	0,24	77,76
2	Sacos de Cimento de 50Kg	und	4	20,00	80,00
3	Areia Lavada	m³	0,29	50,00	14,50
4	Areia Fina	m³	1,15	50,00	57,50
5	Brita nº B19	m³	0,24	110,00	26,40
6	Ferro 4,2mm aço CA-60	kg	7	8,10	56,70
7	Ferro 3/8" X 12,00m (Barra)	und	4	43,24	172,96
8	Reservatório de Fibra de Vidro, com capacidade de 5.000 L, incluindo conexões	und	2	1100,00	2.200,00
9	Serviço do pedreiro	h/dia	10	45,00	450,00
10	Serviço de servente	h/dia	10	25,00	250,00
Total					3.385,82

Tanques					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Limpeza do terreno	diárias	10	20,00	200,00
2	Locação da Obra	diárias	6	20,00	120,00
3	Escavação, empilhamento e compactação de material local, com a utilização de máquina retroescavadeira	hora/máquina	48	100,00	4.800,00
4	Acabamento manual dos diques e taludes	diárias	64	20,00	1.280,00
5	Intalação do sistema de abastecimento e drenagem dos viveiros	Verba	1	1.000,00	700,00
6	Revestimento com manta a base de PVC pré-fabricada com espessura de 0,8 mm.	und	2	5.700,00	11.400,00
Total					18.500,00

Poço					
Itens	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Fornecimento e instalação de tubo soldável de PVC-PN 40 de 40mm e conexões	Und	50	3,5	175
2	Teste de vazão estática e dinâmica do Poço, com espaço temporal mínimo de 48 horas incluindo desobstrução total do Poço;	Tb	1	1.600,00	1.600,00
3	Construção de base em concreto armado com fck=15 mpa com ferro de 5/16" (8 mm) com espaçamento de 7 cm (30x30Cm)	M³	0,027	855,22	23,09
Total					1.798,09

Cercamento do Sistema					
Itens	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 furos	und	1200	0,26	312,00
2	Sacos de Cimento de 50kg	und	15	22,00	330,00
3	Areia Lavada	m³	2	20,00	40,00
4	Areia Fina	m³	3	20,00	60,00
5	Estacas de Cimento de 2,10m	und	28	24,00	672,00
6	Tela campestre de arame galvanizado 14,	m²	52	6,00	312,00
7	Cal para pintura saco de 15kg	und	6	10,00	60,00
8	Galão de 3,6L de Esmalte Sintético azul Del Rey	und	2	50,00	100,00
9	Trincha de 2,5"	und	4	3,50	14,00
10	Rolo de lã para pintura	und	3	12,00	12,00
11	Brocha	und	2	6,00	12,00
12	Rolo de espuma)23cm)	und	4	10,00	40,00
13	Portão de ferro de 0,80m x 2,10m	und	1	300,00	300,00
14	Mão de obra	vb	1	500,00	500,00
Total					2.764,00

Cercamento dos Tanques					
Item	Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Estacas de cimento com 2,10 m	und	60	24,00	1.440,00
2	Brita	m³	1	80,00	80,00
3	Cimento saco 50 kg	sc	2	22,00	44,00
4	Porteira de madeira com dobradiças	und	1	600,00	600,00
5	Tela campestre em arame galvanizado, malha de 20cm e 1,20m de altura	m	132	6,00	792,00
6	Mão-de-obra	vb	1	200,00	200,00
Total					3.156,00

Estruturas Específicas das Unidades Demonstrativas:

Viveiros e Tanque					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Limpeza do terreno	diárias	10	20,00	200,00
2	Locação da Obra	diárias	6	20,00	120,00
3	Escavação, empilhamento e compactação de material local, com a utilização de máquina retroescavadeira	hora/máquina	72	100,00	7.200,00
4	Acabamento manual dos diques e taludes	diárias	96	20,00	1.920,00
5	Instalação do sistema de abastecimento e drenagem dos viveiros	Verba	1	1.000,00	1.000,00
6	Revestimento com manta a base de PVC pré-fabricada com espessura de 0,8 mm.	und	3	5.700,00	17.100,00
Total					27.540,00

Cercamento da UD					
Item	Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Estacas de cimento com 2,10 m	und	190	24,00	4.560,00
2	Brita	m³	2	80,00	160,00
3	Cimento saco 50 kg	sc	5	22,00	110,00
4	Porteira de madeira com dobradiças	und	1	600,00	600,00
5	Tela campestre em arame galvanizado, malha de 20cm e 1,20m de altura	m	420	6,00	2.520,00
6	Mão-de-obra	vb	1	500,00	500,00
Total					8.450,00

Casa de Bomba					
Item	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 Furos	und	300	0,26	78,00
2	Sacos de Cimento de 50Kg	und	5	22,00	110,00
3	Areia lavada	m ³	1	20,00	20,00
4	Areia Fina	m ³	2	20,00	40,00
5	Brita	m ³	1	80,00	80,00
6	Vergalhão de 3/16 com 12M	und	1	10,00	10,00
7	Nervura de 1,80M	und	10	15,48	154,80
8	Lajotas	und	34	0,45	15,30
9	Fio elétrico 10	m	100	1,50	150,00
10	Eletroduto 5/8	m	50	0,50	25,00
11	Disjuntor trip de 40A	und	1	50,00	50,00
12	Portão de Ferro (0,60m x 1,00m)	und	1	100,00	100,00
13	Cadeado nº 40	und	1	13,00	13,00
14	Galão de 3,6L tinta acrílica branco neve	und	1	28,00	28,00
15	Mão de obra	vb	1	100,00	100,00
Total					974,10

Sistema de Irrigação		
Item	Materiais	Valor
1	material hidráulico	3.000,00
2	instalação sistema de irrigação	1.000,00
3	aquisição e plantio de mudas de Atriplex (erva-sal)	2.500,00
4	instalações elétricas	1.500,00
5	adubo químico e orgânico	500,00
6	lona plástica	1.000,00
7	sistema de irrigação	12.000,00
Total		21.500,00

Equipamentos					
Itens	Materiais	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Aeradores	und	2	2.000,00	4.000,00
2	Caixa de transporte de peixe	und	1	3.600,00	3.600,00
3	Medidor de oxigênio	und	1	708,00	708,00
4	Medidor de p.H.	und	1	575,58	575,58
5	Conduvívmetro	und	1	532,51	532,51
6	Rede de Arrasto	und	2	366,00	732,00
7	Tarrafa	und	1	295,00	295,00
		und	1	230,00	230,00
8	Puças	und	1	52,00	52,00
		und	1	52,00	52,00
9	Disco de Secchi	und	1	50,37	50,37
10	Caixa de Isopor 80L	und	3	60,00	180,00
11	Caixa de Isopor 120L	und	3	90,00	270,00
12	Caixa de Isopor 160L	und	3	105,00	315,00
13	Macacão	und	2	235,00	470,00
Total					12.062,46

Depósito de Insumos					
Item	Material	Unidade	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1	Blocos de 6 furos	und	4.500	0,26	1.170,00
2	Telhas de Cerâmica	und	1.200	0,48	576,00
3	Sacos de Cimento 50Kg	und	45	22,00	990,00
4	Areia Lavada	m ³	12	20,00	240,00
5	Areia Fina	m ³	10	20,00	200,00
6	Brita nº B19	m ³	6	80,00	480,00
7	Vergalhão de 3/8 com 12m	und	20	40,00	800,00
8	Vergalhão de 3/16 com 12m	und	20	10,00	200,00
9	Vergalhão de 5/16 com 12m	und	15	30,00	450,00
10	Arame recozido	kg	3	8,00	24,00
11	Nervura de 1,80m	und	10	14,40	144,00
12	Nervura de 3,30m	und	40	26,40	1.056,00
13	Lajotas	und	400	0,45	180,00
14	Cal para Pintura saco de 15Kg	und	15	10,00	150,00
15	Cerâmica branca	m ²	16	14,00	224,00
16	Argamassa saco de 20Kg	und	5	8,50	42,50

17	Rejunte saco de 1Kg	und	3	2,00	6,00
18	Linha de 5m e 7cm x7cm	und	5	60,00	300,00
19	Caibro	m	150	3,00	450,00
20	Ripa	m	200	0,90	180,00
21	Tabua (0,30cm x 3,00m)	m	24	10,00	240,00
22	Prego	und	3	190,00	570,00
23	Fechadura externa	und	3	25,00	75,00
24	Cobogo (0,50m x 0,50m)	und	15	10,00	150,00
25	Prego	und	3	8,00	24,00
26	Caixa água 250L com conexões	und	1	115,00	115,00
27	Bacia sanitária branca	und	1	45,00	45,00
28	Assento para bacia sanitária	und	1	16,00	16,00
29	Lavatório	und	1	30,00	30,00
30	Torneira para lavatório	und	1	15,00	15,00
31	Descarga completa	und	1	30,00	30,00
32	Vedação para vaso sanitário	und	1	7,00	7,00
33	Válvula e sifão para lavatório	und	1	8,00	8,00
34	Tubo PVC esgoto 100mm	und	3	35,00	105,00
35	Tê de PVC esgoto 100mm	und	3	9,00	27,00
35	Joelho de PVC esgoto 100mm	und	1	5,50	5,50
36	Tubo de PVC 25mm(água)	und	5	12,00	60,00
37	Joelho de PVC de 25mm	und	6	1,00	6,00
38	Curva de PVC de 25mm	und	4	2,00	8,00
39	Eletroduto de 5/8	m	60	0,50	30,00
40	Fio elétrico 14	m	150	1,00	150,00
41	Cabo flexível 4.0	m	100	1,50	150,00
42	Cabo flexível 10	m	150	5,00	750,00
43	Disjuntor trip de 40A	und	50	50,00	2.500,00
44	Interruptor simples	und	4	5,00	20,00
45	Soquete branco	und	4	3,50	14,00
46	Caixa mufla simples	und	4	0,50	2,00
47	Caixa para três disjuntor	und	2	10,00	20,00
48	Fio elétrico 2,5 rígido	m	100	1,20	120,00
49	Chave para acionamento trifásico	und	1	110,00	110,00
50	Lâmpada fluorescente 40w	und	4	8,50	34,00
51	Caixa 4x4 redonda(PVC) para teto	und	4	1,50	6,00
52	Latão de 18L tinta acrílica branco neve	und	2	120,00	240,00
53	Galão de 3,6L esmalte sintético Azul Del Rey	und	6	50,00	300,00
54	Rolo de espuma de 10 cm	und	6	2,50	15,00
55	Brocha para pintura	und	3	6,00	18,00
56	Rolo de lã para pintura	und	3	12,00	36,00
57	Impermeabilizante	und	1	190,00	190,00
58	Mão de obra	vc	1	6.000,00	6.000,00
Total					17.654,00

Resumos:

Custos do Sistema de Dessalinização	
Quadro Resumo	
Abrigo do Dessalinizador	9.673,60
Chafariz	5.576,60
Adutora	1.408,31
Reservatórios e Bases	3.385,82
Tanques	18.500,00
Cercamento do Sistema	2.764,00
Cercamento dos Tanques	3.156,00
Poço	1.798,09
Dessalinizador	20.000,00
Total	66.262,42

Custos da Unidade Demonstrativa	
Quadro Resumo	
Depósito de Insumos	17.654,00
Abrigo do Dessalinizador	9.673,60
Chafariz	5.576,60
Adutora	1.408,31
Reservatórios e Bases	3.385,82
Viveiros e Tanque	27.540,00
Equipamentos	12.062,46
Cercamento da UD	8.450,00
Sistema de Irrigação	21.500,00
Poço	1.798,09
Casa de Bomba	974,10
Dessalinizador	20.000,00
Cercamento do Sistema	2.764,00
Total	132.786,98