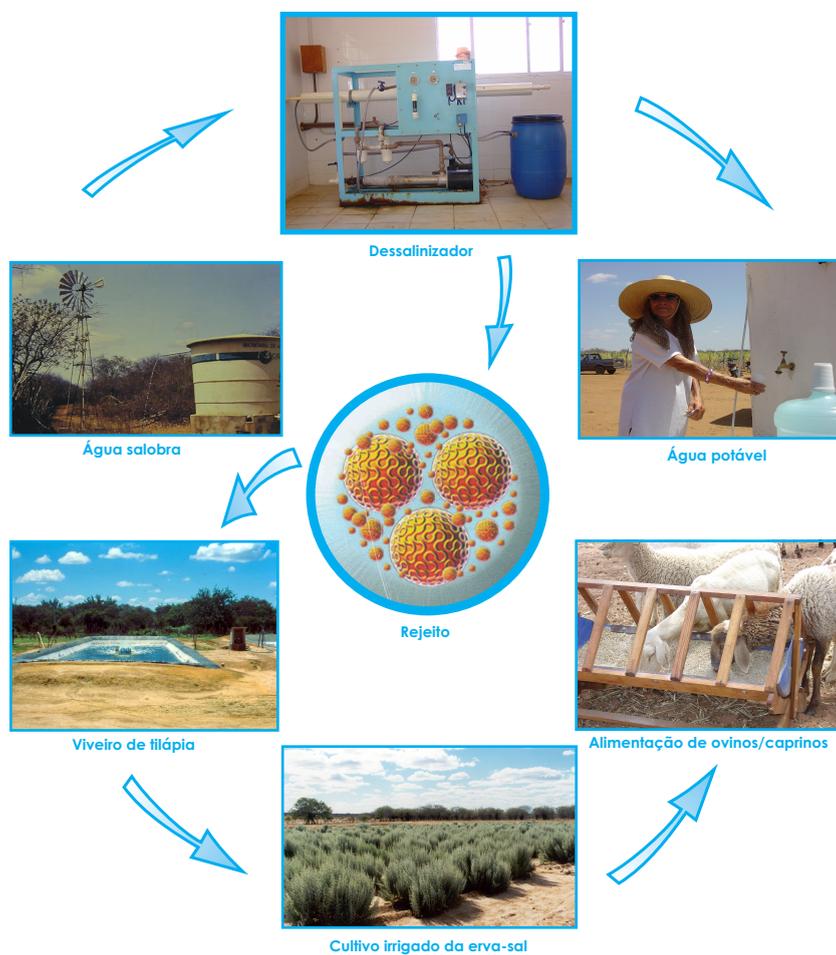


## Sistema de Produção Integrado Usando Efluentes da Dessalinização



**República Federativa do Brasil**

*Luiz Inácio Lula da Silva*  
*Presidente*

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Roberto Rodrigues  
*Ministro*

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -Embrapa**

**Conselho de Administração**

*José Amauri Dimázio*  
Presidente

*Clayton Campanhola*  
Vice-Presidente

*Alexandre Kalil Pires*  
*Dietrich Gerhard Quast*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
*Membros*

**Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Clayton Campanhola*  
*Diretor-Presidente*

*Gustavo Kauark Chianca*  
*Herbert Cavalcante de Lima*  
*Mariza Marilena T. Luiz Barbosa*  
*Diretores-Executivos*

**Embrapa Semi-Árido**

*Pedro Carlos Gama da Silva*  
Chefe Geral

*Rebert Coelho Correia*  
Chefe Adjunto de Administração

*Natoniel Franklin de Melo*  
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Gherman Garcia Leal de Araujo*  
Chefe Adjunto de Comunicação e Negócio



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido  
Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento*

ISSN 1516-1633

Outubro, 2004

# *Documentos 187*

## **Sistema de Produção Integrado Usando Efluentes da Dessalinização**

Everaldo Rocha Porto  
Odilon de Araújo  
Gherman Garcia Leal de Araújo  
Miriam Cleide Cavalcante Amorim  
Renata Vale Paulino  
Ana Nery Barbosa Matos

Petrolina, PE  
2004

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

### **Embrapa Semi-Árido**

BR 428, km 152, Zona Rural  
Caixa Postal 23  
Fone: (0xx87) 3862-1711  
Fax: (0xx87) 3862-1744  
Home page: www.cpatsa.embrapa.br  
E-mail: sac@cpatsa.embrapa.br

### **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Clóvis Guimarães Filho  
Secretário-Executivo: Eduardo Assis Menezes  
Membros: Luis Henrique Basso  
          Bárbara França Dantas  
          Luiz Balbino Morgado  
          Lázaro Eurípedes Paiva  
          Evandro Vasconcelos Holanda Júnior  
          Gislene Feitosa Brito Gama  
          Lúcia Helena Piedade Kill  
          Natoniel Franklin de Melo

Supervisor editorial: Eduardo Assis Menezes  
Revisor de texto: Eduardo Assis Menezes  
Normalização bibliográfica: Maristela Ferreira Coelho de Souza/  
  Gislene Feitosa Brito Gama

Tratamento de ilustrações:

Foto(s) da capa: Everaldo Rocha Porto  
Editoração eletrônica: Alex Ullamar do Nascimento Cunha

### **1ª edição**

1ª impressão (2004): tiragem 500

### **Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação na publicação

Embrapa Semi-Árido

---

Sistema de Produção Integrado Usando Efluentes da Dessalinização / Everaldo Rocha Porto ... [et al.] . -- Petrolina, PE : Embrapa Semi-Árido , 2004. 22 p. : il ; 21 cm. -- (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 187).

1. Água salobra - Dessalinização. 2. Produção integrada - Sistema. 3. Água potável -- Consumo humano. 4. Tilápia rosa - Produção. 5. Planta forrageira -- Irrigação -- Produção - Alimentação animal. 6. Erva-sal - Cultivo. I. Porto, Everaldo Rocha. II. Araújo, Odilon Juvino de. III. Araújo, Cherman Garcia Leal de. IV. Amorim, Miriam Cleide Cavalcante. V. Paulino, Renata Vale. VI. Matos, Ana Nery Barbosa. VII. Série.

---

CDD 628.167

# Autores

## **Everaldo Rocha Porto**

Pesquisador, Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Ph.D., Embrapa Semi-Árido,  
Cx. Postal 23, 56302-970, Petrolina-PE.

E-mail: erporto@cpatsa.embrapa.br

## **Odilon Juvino de Araújo**

Eng<sup>o</sup> de Pesca, CODEVASF.

E-mail: odjuara@silcons.com.br

## **Gherman Garcia Leal de Araújo**

Pesquisador, Zootecnista, Dr., Embrapa Semi-Árido.

E-mail: ggla@cpatsa.embrapa.com.br

## **Miriam Cleide Cavalcante Amorim**

Enga Química, M.Sc., Companhia Pernambucana de  
Saneamento-COMPESA.

## **Renata Vale Paulino**

Enga de Pesca, Bolsista da Fundação Banco do Brasil.

## **Ana Nery Barbosa Matos**

Bióloga - Estagiária da Embrapa Semi-Árido.



# Apresentação

Com o objetivo de reduzir o impacto ambiental causado pela deposição no solo dos rejeitos da dessalinização de água salobra, a Embrapa Semi-Árido tem trabalhado, em parceria com outras instituições, no aproveitamento desse efluente desde 1997. No início, foram planejados e implementados vários experimentos com cada um dos componentes específicos sobre a irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*), o cultivo da tilápia (*Oreochromis sp*) e a nutrição animal com feno de erva-sal.

Nos últimos dois anos, as pesquisas foram priorizadas para montagem do sistema de produção, numa importante parceria formada entre Embrapa Semi-Árido, CODEVASF, COMPESA e Fundação Banco do Brasil. É este o produto aqui apresentado. A experiência demonstrou que não apenas é possível reduzir os impactos sobre os ambientes, mas também ofertar alimentos, tanto para o homem, como para os animais, em circunstâncias ambientais com limitações para a produção.

Com base nos resultados alcançados, o governo federal, por meio da Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, lançou o **Programa Água Doce**, que se apoiará neste sistema de produção e nos trabalhos desenvolvidos pelo Laboratório de Referência de Dessalinização da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

É importante ressaltar a parceria formada entre Embrapa Semi-Árido, CODEVASF, COMPESA e Fundação Banco do Brasil, para geração deste sistema de produção.

*Pedro Carlos Gama da Silva*  
**Chefe Geral da Embrapa Semi-Árido**



# Sumário

<b>Introdução</b> .....	9
<b>O Potencial</b> .....	10
<b>Os Componentes</b> .....	10
Obtenção de Água Potável para o Consumo Humano .....	12
Produção de Tilápia Rosa .....	13
Produção de Forragem irrigada .....	14
Engorda de Caprinos/Ovinos .....	16
<b>Custos e Benefícios do Sistema</b> .....	18
<b>Considerações Finais</b> .....	19
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	20



# Sistema de Produção Integrado Usando Efluentes da Dessalinização

---

*Everaldo Rocha Porto*

*Odilon Juvino de Araújo*

*Gherman Garcia Leal de Araújo*

*Miriam Cleide Cavalcante Amorim*

*Renata Vale Paulino*

*Ana Nery Barbosa Matos*

## Introdução

Sistemas produtivos com várias linhas de produção têm sido uma característica marcante na exploração agropecuária praticada pelos produtores de base familiar, e principalmente por aqueles com limitações de recursos, quer naturais quer econômicos. No caso do trópico semi-árido brasileiro, a prática do plantio em consórcio de culturas é muito comum para os produtores que exploram atividades em condições de dependência da chuva. Quanto menor for a média anual de precipitação pluviométrica esperada, maior a importância do consórcio para esses produtores rurais. E a lógica é apropriada. Em condições de incerteza, quanto maior for o número de alternativas de cultivos colocado na mesma área, maior a chance de que algumas delas possam ser colhida. Como a quantidade de chuva que vai ocorrer na área é imprevisível, a nível da propriedade, cultivos com requerimentos de água e períodos críticos diferentes, plantados na mesma época, propicia redução nos riscos de perdas por falta de chuva.

Nas últimas décadas, em função da necessidade de ganhos em eficiência e, principalmente, para controle da poluição, os países asiáticos, a exemplo da China, Malásia, Tailândia e outros têm utilizado a estratégia de produção de explorar três ou mais atividades, ao mesmo tempo, de forma integrada, de modo que enquanto tempo em que um produto vai sendo produzido, vai servindo de insumo para outro. Um exemplo deste sistema de produção é o cultivo do arroz inundado, no qual se introduz a criação de peixes e de porcos. O peixe fertiliza a água do arroz e o porco oferta as fezes como fertilizante para base alimentar natural dos peixes, numa forma integrada. É evidente que nos

sistemas de produção, à medida que aumenta o número de atividades a serem exploradas, aumenta, também, a complexidade para o gerenciamento do processo.

## O Potencial

Um número crescente de equipamentos de dessalinização de água, pelo processo de osmose inversa, vem sendo instalado na região semi-árida brasileira e isto poderá causar impactos ambientais severos devido aos efluentes produzidos, compostos de águas com elevados teores de sais. Em função da eficiência destes equipamentos e da qualidade da água do poço, a quantidade de efluente gerado é da ordem de 40 a 70% do total de água salobra a ser dessalinizada. Considerando-se o número de dessalinizadores nesta região, estimado em 3000 equipamentos, um volume considerável de efluente está sendo gerado. Quase na totalidade dos casos, estes efluentes não recebem nenhum tipo de tratamento, e são lançados diretamente no solo, propiciando alto acúmulo de sais nas camadas superficiais do terreno, os quais podem ser lixiviados com as águas das chuvas, salinizando o perfil do solo e atingindo os aquíferos. Esta forma de deposição dos efluentes poderá trazer, em curto espaço de tempo, sérios problemas ambientais, com conseqüências para as comunidades que se beneficiam desta tecnologia, como apresentado por AMORIM et al, (1997). Em geral, nos países desenvolvidos os efluentes são jogados nos oceanos ou injetados em poços de grandes profundidades; todavia, outras alternativas estão sendo estudadas, como: bacias de evaporação; redução de volume do efluente por plantas aquáticas; bacias de percolação e irrigação de plantas halófitas (BOEGLI & THULLEN, 1996). No semi-árido brasileiro desde 1996 estudos têm sido conduzidos para o aproveitamento deste efluente na produção de peixe e irrigação de plantas halófitas, reduzindo o impacto ambiental e gerando proteína animal tanto para consumo, como para comercialização.

## Os Componentes do Sistema

O Sistema de Produção Integrado Utilizando Efluentes da Dessalinização de Águas Salobras, desenvolvido na Embrapa Semi-Árido é uma combinação de ações integradas, constituída por quatro linhas de pesquisa, em quatro subsistemas dependentes, que se complementam em uma cadeia sustentável,

na qual um subsistema é função do outro, conforme mostra a Figura 1. São componentes do sistema:

- Obtenção de água potável para consumo humano
- Produção de tilápia rosa
- Produção de forragem irrigada
- Engorda de caprino e/ou ovino

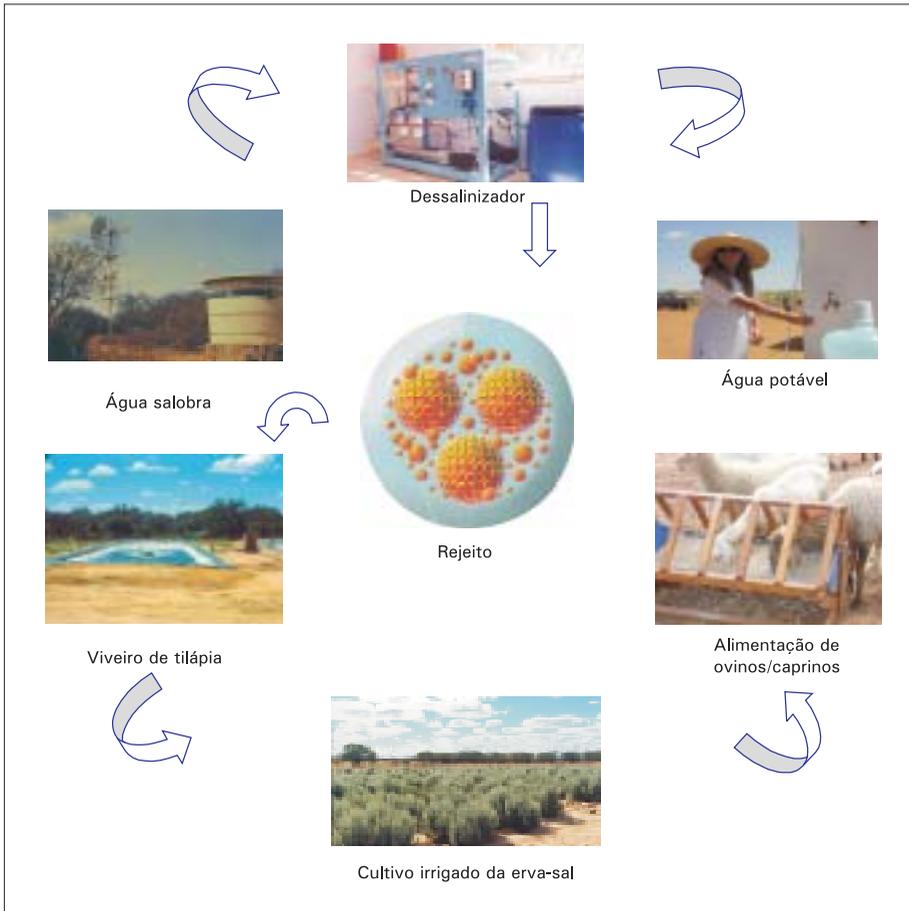


Figura 1 - Demonstração ilustrativa sobre os diferentes componentes do sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização.

## Obtenção de Água Potável para o Consumo Humano

O principal produto do sistema é a obtenção da água potável para o consumo humano. No processo de dessalinização por osmose inversa, o fluxo de água salobra flui paralelamente a superfície da membrana, que é impermeável ao soluto, o que diferencia este processo do de filtração. Uma parte desta água passa através da membrana deixando as partículas rejeitadas que se juntam à parcela remanescente da corrente de entrada de água no dessalinizador. Como existe um fluxo contínuo junto à superfície da membrana, as partículas rejeitadas não se acumulam mas, pelo contrário, são levadas pela corrente constituindo o efluente, também comumente conhecido como rejeito. Portanto, o fluxo de entrada de água salina no dessalinizador é dividido em duas correntes de saída: a água que passou através da superfície da membrana, denominada de permeado ou água potável, e o efluente ou concentrado remanescente. Assim, neste processo, a existência do efluente não pode ser evitada. A produção de permeado, depende essencialmente da vazão do poço e da capacidade do dessalinizador. Outro fator importante para se estabelecer a quantidade de permeado ou água potável desejada, é a demanda da comunidade. Por sua vez, esta demanda está relacionada ao número de pessoas da comunidade e suas necessidades de água potável.

Existe uma relação direta entre a disponibilidade de água e o seu uso. Em geral, quanto mais água, maior é o uso. É importante lembrar que a oferta de água dessalinizada se dá em ambiente onde não existe outra oferta. Por outro lado, o potencial de produção médio de água dos poços do cristalino no semi-árido brasileiro, é de 2000 litros/hora. Todavia, para se estabelecer o quantitativo de água potável a ser produzida para a comunidade, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma oferta mínima de 5,5 litros/dia/pessoa, para beber e cozinhar.

No Brasil, e em especial no semi-árido brasileiro, a tecnologia de dessalinização de água tem despertado muito interesse nos diversos segmentos da sociedade, como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de água para consumo humano, com garantia de qualidade.

## Produção de Tilápia Rosa

A tilápia rosa é um híbrido que pertence ao gênero *Oreochromis sp* o qual é o mais cultivado no mundo, apresentando mais de 70 espécies, sendo a maioria originária da África. As espécies de tilápias destacam-se quanto a sua habilidade de crescer e reproduzir-se tanto em água doce quanto em água salobra e salgada. A tilápia é a segunda espécie mais importante no mundo e o terceiro produto de importação pesqueiro nos EUA, depois do camarão marinho e salmão. Sua produção mundial tem aumentado nos últimos anos em virtude de algumas qualidades, tais como, responde com a mesma eficiência a ingestão de proteína de origem vegetal e animal, são resistentes a doenças, suportam baixos valores de oxigênio, além disso, apresenta boas características organolépticas e nutricionais, tais como, carne saborosa, baixos teores de gordura (0,9 g/100 g de carne) e de calorias (172 kcal/ 100 g de carne), ausência de espinho em forma de Y (mioceptos) e rendimento de filé de aproximadamente 40 %, com peso médio 500 g, o que potencializa como peixes para industrialização.

Estudos em desenvolvimento na Embrapa Semi-Árido em parceria com a CODEVASF, vem demonstrando ser viável a criação de tilápia com efluente da dessalinização no semi-árido brasileiro, possibilitando uso racional do aquífero cristalino, ofertando alimento de alto valor protéico com baixo custo e de boa qualidade, diversificando as atividades sócio-econômicas (ARAÚJO & PORTO, 1999).

O sistema de produção de tilápia proposto consiste a utilização do efluente da dessalinização por osmose inversa, o qual, inicialmente, é colocado em viveiros escavados no solo, com dimensões definidas em função da produção do efluente. Estes viveiros devem ser impermeabilizados para evitar infiltração do efluente no solo e povoados com densidade que varia de 2 a 4 alevinos/m<sup>3</sup>, a depender das facilidades existentes no local para renovação ou oxigenação da água do cultivo.

Em qualquer exploração na área da aquicultura, a quantidade e a qualidade da água são elementos fundamentais para a sua sustentabilidade. De um modo geral, a exploração das atividades aquícolas têm sido desenvolvidas em ambiente onde a água não é fator limitante. No caso de explorações destas atividades em águas interiores do semi-árido, onde, além da limitação de

escassez, as águas apresentam baixa qualidade, maiores cuidados devem ser observados no planejamento da unidade de produção. Mesmo sendo a tilápia um animal aquático menos sensível a ambientes adversos, é fundamental a observação dos requisitos mínimos no delineamento e manejo dos tanques de cultivos. A renovação de água no viveiro é um deles. A quantidade diária a ser renovada deve variar entre 5 e 10% do volume do viveiro. Portanto, a vazão do poço é um elemento fundamental para o planejamento.

O principal ponto a ser observado no dimensionamento dos viveiros de criação de tilápias é o volume de água disponibilizado (efluente e água salobra). Considerando que a média de vazão dos poços é de 2 mil litros por hora, com um turno de bombeamento de 12 horas e a eficiência do dessalinizador de 50%, a produção potencial diária de efluente é de 12 mil litros. Portanto, este é o volume disponível para atender as necessidades de dois elementos do sistema de produção: a criação do peixe e a necessidade de água para a irrigação da erva-sal.

Em estudos desenvolvidos pela Embrapa Semi-Árido em parceria com a CODEVASF (PAULINO et al., 2003), considerando um povoamento de 4 alevinos/m<sup>3</sup> de tilápia rosa, em reservatório com capacidade para 330 m<sup>3</sup>, cultivado com efluente cuja salinidade variou entre 4,46 a 5,77 gramas/litros, o rendimento total do viveiro obtido na Estação Experimental da Embrapa Semi-Árido foi de 648,40 kg, com peso médio por pescado de 518,72g, para um período de cultivo de 153 dias e uma taxa de sobrevivência de 94,69%.

## Produção de Forragem Irrigada

Um dos sistemas de exploração com maior capacidade de sustentabilidade no sequeiro do semi-árido brasileiro é a caprino-ovinocultura, todavia no período seco estes animais perdem peso de modo significativo. A principal causa desta perda de peso é a pouca disponibilidade de forragem, dada a baixa qualidade da vegetação nativa nos períodos de estiagens. Em geral, nesta região, a principal fonte de alimentos dos animais é a própria vegetação de caatinga, que reagindo aos efeitos da chuva, oferece uma excelente capacidade de suporte para os primeiros quatro meses do ano. A partir do segundo semestre, com a falta de umidade no solo, a vegetação perde sua folhagem, ao mesmo tempo em que perde suas qualidades nutricionais em função da exposição desse material à intensa radiação solar existente na região. Em levantamento feito em Petrolina-

PE, em média, as propriedades possuem alimentos para apenas a metade dos seus rebanhos (PORTO & SOUZA, 2001).

Desenvolver sistemas de produção para o cultivo de forragens em ambientes de baixa pluviometria tem sido objetivo das instituições de ensino e pesquisas que estão inseridas no semi-árido brasileiro. Vários materiais já foram identificados, e entre eles, a erva-sal (*Atriplex nummularia*) tem se mostrado com grande potencial forrageiro, principalmente quando irrigada com a água salobra. Esta espécie de planta pertence ao grupo das halófitas, que tem habilidade para suportar não apenas altos níveis de salinidade do complexo **solo-água-planta** mas, também, de acumular significativas quantidades de sais em seus tecidos. Dentre as halófitas, a erva-sal é uma das mais importantes.

Erva-sal é o nome vulgar dado, no Brasil, as plantas do gênero *Atriplex*, pertencente à família *Chenopodiaceae*, a qual conta com mais de 400 espécies distribuídas em diversas regiões áridas e semi-áridas do mundo (FAO, 1996). Dentre as espécies da família *Chenopodiaceae*, aproximadamente 15% apresentam potencial forrageiro.

A erva-sal, como outras espécies do gênero *Atriplex*, apresenta boa performance no desenvolvimento e produtividade em ambientes considerados marginais, quando comparado às forrageiras de outros gêneros. Em função da sua produtividade, tolerância a salinidade e rusticidade, a erva-sal vem sendo difundida em todo o mundo. Dados apresentados por CÉSPEDES (2001), informam que só na África do Sul existem mais de 150 mil hectares de *Atriplex nummularia*, sendo a espécie mais cultivada no mundo.

A literatura evidencia a erva-sal como um dessalinizador biológico do solo (O' LEARY, 1986; GLENN et al, 1998; e PORTO et al, 2001). De fato, segundo O' LEARY (1986), desde 1906 que a erva-sal foi sugerida como planta limpadora de solo salino e em especial salino-sódico. Isto acontece por sua habilidade de acumular sais em seus tecidos. Esta acumulação é maior nas folhas da planta e ocorre devido à formação de vesículas especiais, pequenas bolsas na superfície dos tecidos da folhagem. De acordo com SHARMA (1982), essas vesículas são constituídas por células vacuoladas, com diâmetros que variam entre 100 e 200  $\mu$ , muito ricas em sais, que se constituem em elementos reguladores das concentrações eletrolíticas das folhas, servindo particularmente, para a acumulação dos excedentes de sais

(NaCl). Em trabalhos desenvolvidos na Embrapa Semi-Árido, os resultados obtidos contabilizam que a retirada de sais do solo pela erva-sal é de aproximadamente 15% da produção de matéria seca.

A literatura demonstra variabilidade significativa de rendimentos, em resposta a condução de práticas culturais, tais como lâmina d' água na irrigação, espaçamento, idade, altura e periodicidade de corte. As produtividades têm variado de 10 a 15 toneladas de matéria seca/hectare/ano, o que pode ser considerado um rendimento compatível com muitas forrageiras irrigadas com água não salina, como é o caso da alfafa (O' LEARY, 1986).

Nos estudos desenvolvidos na Embrapa Semi-Árido, a erva-sal foi plantada no espaçamento de 3,5m x 3,5m, irrigada semanalmente com um volume de efluente de 75,0 litros por planta. O efluente apresentou uma salinidade média de 6,0 g.L<sup>-1</sup>, rico em nutrientes, uma vez que é proveniente do tanque de criação de tilápia. O rendimento obtido foi de 9.758,82 kg de matéria seca/hectare/ano, considerando um único corte. O teor de proteína bruta na folhagem foi de 18,64%.

## Engorda de caprino/ovino

O valor da erva-sal como forrageira é reconhecido há algum tempo. É tanto que esta planta foi trazida para o Brasil, em especial para o Nordeste, pela Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (INFOCS), na década de trinta, com o objetivo de ser avaliada como uma forrageira tolerante ao estresse hídrico (Obras contra, 1938).

Como em outras partes do mundo, a erva-sal tem representado uma fonte de alimento para as situações de emergências. Todavia, pesquisas mais recentes têm demonstrado a importância desta planta como alimento (ARAÚJO & PORTO 2001).

O alto teor de proteína bruta, combinando a baixa quantidade de fibra, faz da erva-sal um alimento de qualidade, podendo ser comparável, segundo O' LEARY (1986), com a alfafa, cujo teor protéico varia de 12 a 22%. Segundo o mesmo autor, o teor de proteína na erva-sal varia significativamente com a idade da planta, portanto a idade de corte é uma etapa importante no processo.

Mesmo considerando a erva-sal como um alimento de qualidade, existe a rejeição por parte de alguns animais, principalmente os bovinos, pela baixa palatabilidade em função do sabor salgado. Os caprinos e ovinos aceitam mais uma dieta contendo feno da erva-sal. Todavia, não é recomendável o estabelecimento de uma dieta para estes animais com base só na erva-sal. Isto pode manifestar no animal sintomas de deficiência mineral, como também poderá não proporcionar ganho de peso (CAMPBELL & MATHEWSON, 1992; e HOPKINS & NICHOLSON, 1999).

Na dieta alimentar para ovinos é de fundamental importância o teor de proteína nas forragens. No semi-árido brasileiro o sistema de criação extensivo é praticado para a maioria dos animais. Nos períodos de estiagem o animal sobrevive com base na ingestão de materiais lenhosos encontrados na caatinga seca, os quais são alimentos de baixa qualidade em função dos seus baixos níveis de proteína. O feno da erva-sal ajuda na correção dessa desnutrição por seu alto valor protéico, variando de 14 a 18% de proteína, de acordo com estudos realizados na Embrapa Semi-Árido (ARAUJO & PORTO, 2001).

SOUTO et al., (2002) trabalhando com engorda de ovinos, com dietas tendo como fonte protéica o feno da erva-sal, produzido através de cultivo irrigado usando o efluente da dessalinização de água no semi-árido brasileiro, encontraram os melhores ganhos de peso nos animais quando a participação da erva-sal na dieta foi entre 38,3 e 64,57%. Neste trabalho, o feno da erva-sal foi misturado com a melancia forrageira e a raspa de mandioca. Com base nestes resultados, a recomendação é o uso do feno da erva-sal na proporção de 64,57%, misturado com energéticos e volumosos tais como raspa de mandioca, capins, palma ou melancia forrageira. Com esta dieta os ovinos ganharam, em média, 138 g de peso vivo por dia. Considerando a necessidade média diária da mistura de 1,5 kg por animal, e que 64,57% é constituída por feno de erva sal, para um período de 180 dias, 1 ha da forragem alimentará 55 animais.

De uma maneira geral, os estudos de avaliação do potencial forrageiro da erva-sal na região semi-árida do Nordeste brasileiro são bastante promissores, sendo considerada como mais uma nova opção forrageira, como também, uma alternativa de utilização dos efluentes da dessalinização, produzindo benefícios ambientais, econômicos e sociais de forma sustentável.

## Custos e Benefícios do Sistema

As atividades envolvidas na implantação e condução do sistema de produção integrado, usando efluentes da dessalinização, exigem recursos físicos, materiais, financeiros e humanos para sua realização. Os custos e rendimentos envolvidos nessas atividades variam em função da escala de exploração. Em geral, quanto maior o tamanho do “sistema”, menor o custo unitário da exploração.

A Tabela 1 apresenta o orçamento desenvolvido para a unidade demonstrativa, implantada e acompanhada pela Embrapa Semi-Árido, no município de Petrolina-PE. O rendimento líquido obtido com o sistema é de R\$ 1.744,88 por ano. É importante ressaltar que o objetivo principal para implantação do sistema de produção é a redução do impacto ambiental causado pela deposição do rejeito ou efluente sem qualquer tipo de cuidado com a natureza, cujo custo, é difícil ser mensurado a curto e médio prazo, situação comum onde existem dessalinizadores em funcionamento.

Tabela 1 - Custo e rendimento do sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização.

Item	Unidade	Quant.	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
<b>1. Investimentos</b>				
1.1 Escavação de 2 viveiros	H/M	30	50,00	1.500,00
1.2 Coloc. da lona e acabamento do viveiro	D/H	30	10,00	300,00
1.3 Vinimanta	Und	2	2.800,00	5.600,00
1.4 Aerador	Und	2	850,00	1.700,00
1.5 Sistema de irrigação	ha	1	3.500,00	3.500,00
1.6 Superfosfato simples	Saco/50kg	3	50,00	150,00
Total 1 (1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.4 + 1.5 + 1.6)				12.750,00
<b>2. Custeio Operacional Anual</b>				
2.1 Depreciação do investimento (7 anos)	-	-	-	1.821,42
2.2 Manutenção do investimento (3%)	-	-	-	382,50
2.3 Alevinos de tilápia	milheiro	5,6	50,00	280,00
2.4 Ração para tilápia	Saco 25 Kg/ano	220	30,00	6.300,00
2.5 Mão de obra	D/H	120	10,00	1.200,00
2.6 Aluguel máquina forrageira	H/M	4	30,00	120,00
2.7 Energia elétrica	Valor/mês	12	50,00	600,00
Total 2 (2.1 + 2.2 + 2.3 + 2.4 + 2.5 + 2.6 + 2.7)				10.703,92
<b>3. Rendimento Anual</b>				
3.1 Tilápia	Kg	2593	3,80	9.853,40
3.2 Carne de ovino	Kg	683	3,80	2.595,40
Total 3 (3.2 + 3.1)				12.448,80
Renda Líquida Total (Total 3 – Total 2)				1.744,88

HM = hora máquina

DH = dia homem

Na orçamentação não foi incluído o custo do equipamento de dessalinização da

água salobra. Também não foram considerados os valores de sucata, quando do cálculo da depreciação dos investimentos. No cálculo do custo anual dos investimentos, foi assumida uma vida útil de 7 anos, por esta ser a idade do sistema com maior período de acompanhamento pela Embrapa Semi-Árido. Entretanto, como o sistema encontra-se em funcionamento, esse período pode ser maior.

Outro ponto importante é que, para o rendimento da carne ovina obtida quando da utilização do feno da erva sal, a produtividade de feno foi de 9.758,82 kg/ha, usando 75 litros de efluente por planta. O sistema de irrigação usado para a obtenção desse resultado foi xique-xique, o mesmo que está sendo sugerido como componente do sistema. Considerando esse dado de rendimento, a capacidade de suporte do feno é 55 ovinos, com um potencial de produção da carne ovina de 683 kg/ano.

## Considerações Finais

O sistema de produção integrado usando efluentes da dessalinização apresenta potencial de crescimento em sua rentabilidade. A renda líquida anual é de R\$ 1.744,88, com possibilidades de incrementos dessa rentabilidade. Todavia, a lucratividade do sistema deve ser considerada como ponto de menor relevância, visto que o ganho importante é redução do impacto ambiental, causado pela deposição dos rejeitos da dessalinização na superfície do solo, e que a erva sal consegue absorver parte do sal incorporado ao solo pela irrigação.

Estudos estão sendo desenvolvidos para aumentar a performance do sistema. Densidades de plantas por hectare e idade de corte para obtenção de mais de uma colheita por ano são exemplos de trabalhos de pesquisa que podem aumentar o rendimento da erva-sal e a sua capacidade de dessalinização dos solos cultivados.

Entender melhor a interação entre a aqüicultura e o cultivo da erva-sal é outra linha de trabalho que poderá aumentar a eficiência na redução dos impactos ambientais causados pela acumulação do sal no solo. A produção de matéria orgânica gerada pela aqüicultura é significativa. Por outro lado, a matéria orgânica é a vida do solo. No caso específico do semi-árido, a matéria orgânica

do solo é rapidamente degradada em função da alta radiação solar existente na região. Portanto, a incorporação dos resíduos em suspensão produzido pela aquicultura nos viveiros de criação é importante para melhorar as características dos solos e manter sua capacidade produtiva.

Outra vantagem do sistema é a possibilidade de produção de feno com alto valor protéico, em áreas com baixa disponibilidade hídrica. Em geral, no sistema extensivo de criação de caprino/ovino no semi-árido brasileiro, a deficiência de forragem no segundo semestre do ano é situação comum na maioria das unidades de produção de base familiar, que depende da chuva para produzir.

Finalmente, é importante ressaltar que este sistema de produção está sendo recomendado para situações em que a dessalinização de água salobra é a única alternativa para obtenção de água potável para o consumo humano, principal componente do sistema.

## Referência Bibliográfica

AMORIM, M. C. C.; de; PORTO, E. R. SILVA JÚNIOR, L. G. de A.; LIBERAL, G. de S. Efeito de sais no solo provenientes de rejeitos da dessalinização por osmose inversa no semi-árido pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande: SBEA; UFPB, 1997. 1CD-ROM.

ARAUJO, G. G. L.; PORTO, E. R. Produção e composição química de erva sal, irrigada com rejeito da dessalinização de água salobra. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 8., 2000, Teresina. Anais... Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. v.2, p. 115-117.

ARAUJO, O J. de; PORTO, E.R. **Cultivo de tilápia rosa** (*Oreochromis sp.*) **em água de rejeito de dessalinizadores**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 1999. Não paginado, il. (Embrapa Semi-Árido. Instruções Técnicas; 23).

BOEGLI, W. J.; THULLEN, J. S. **Eastern municipal water district to treatment/saline vegetated wetlands pilot study**: Final report. Denver, Colorado: U.S. Department of the Interior; Bureau of Reclamation, 1996. 116 p. il. (Water Treatment Technology. Program Report; 16).

CAMPBELL, E. E. MATTHEWSON, W. J. Getimizing germination in atriplex nummularia for commercial cultivation. South African Journal of Botany, Pretoria, v. 58, p. 478-481, 1992.

FAO. **Estudios de caso de espécies vegetales para zonas aridas y semiaridas de Chile y Mexico**. Santiago: FAO Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 1996., 143 p. Il. (FAO. Zonas Aridas e Semiáridas; 10).

GLENN, E. R.; BROWN, J. J.; O'LEARY, J. W. Irrigation crops with seawater. Scientific American, New Yaok, v. 278, n. 1, p. 76-81, 1998.

CÉSPEDES, G. H. **Estudos citogenéticos e avaliação de genótipos do gênero atriplex L. (chenopodiaceae)**. 2001. 44 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

HOPKINS, D. L.; NICHOLSON, A. **Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*)**. *Meat Science*, v.51, p. 91-95, 1999.

OBRAS contra as secas: objetivos, programas, ação da Inspetoria, resultados. **Boletim da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 157-197, out./dez. 1938.

O'LEARY, J. W. A critical analysis of the use of Atriplex species as crop plant for irrigation with highly saline water. In: AHMAD, R.; SAN PIETRO, A.(Ed.). Prospects for biosaline research. Karachi: Karachi University, 1986. p. 416-432.

PAULINO, R. V.; ARAÚJO, O. J.; PORTO, E. R. Cultivo de tilápia rosa (*Oreochromis sp*) utilizando-se rejeito de dessalinização de água salobra subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 13., 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: AEP-BA, 2003. 1CD ROM.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C. de, SILVA JÚNIOR, L. G. de A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 111-114, jan./abr. 2001.

PORTO, E. R.; SOUZA, M. L. L. F. de. **Plano de safra para a agricultura de sequeiro do município de Petrolina**: ano agrícola 2001-2002 – conviver na zona rural com qualidade-direito de todos. Petrolina, PE: Prefeitura Municipal, Secretaria de Desenvolvimento Rural e Reforma Agrária; Embrapa Semi-Árido, 2001. Paginação irregular, il.

SHARMA, M. L. Aspects of salinity and water relations of Australian Chenopods. In: SEN, D. N.; RAJPURHOIT, K. S. (Ed.) Contributions to the ecology of halophytes. Hague: W. Junk, 1982. cap. 4, p. 155-175. (Tasks for Vegetation Science; 2).

SOUTO, J. C. R. **Feno de erva sal (*Atriplex nummularia* L.int) como alternativa para dietas de ovinos no semi-árido nordestino**. 2002. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.





## **FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL**

### **Presidente**

Jacques de Oliveira Pena

### **Diretor Executivo de Desenvolvimento Social**

Almir Paraca Cristóvão Cardoso

### **Diretor da Área de Tecnologia Social e Cultura**

Luis Fumio Iwata

### **Assessores**

Mário Pereira Teixeira

Rogério Miziara

Carmem dos Santos Araújo

# **Embrapa**

---

## **Semi-Árido**

Patrocínio



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

