



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**PROJETO DE GESTÃO DO REJEITO DO
DESSALINIZADOR PARA O CONSÓRCIO
PISCICULTURA/FORRAGICULTURA NO DISTRITO
DE JUÁ, CEARÁ**

HELENA CAVALCANTE GURGEL

**Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia
de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade
Federal do Ceará, como parte das exigências para a
obtenção do título de Engenheiro de Pesca.**

**FORTALEZA – CE
2006**

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Prof. Rogério César Pereira de Araújo, Ph.D.
Orientador / Presidente**

Eng. de Pesca Henrique José Mascarenhas dos Santos Costa, M.Sc.

Prof^a. Dr^a. Rosemeiry Melo Carvalho

VISTO:

**Prof. Dr. Moisés Almeida de Oliveira
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca**

**Prof^a Artamizia Maria Nogueira Montezuma, M.Sc.
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia de Pesca**

Dedicatória

A meus pais Italo Gurgel e Tereza Neuma.

À minha irmã Marina.

A meu namorado Rui Jorge.

Por todo amor e incansável dedicação que
tiveram durante a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado com todo amor durante todos os momentos da minha vida.

À minha irmã, por todo trabalho feito para a realização dessa monografia.

Ao meu namorado que sempre junto a mim batalhando pelos mesmos ideais.

Aos meus avós Ana e Raimundo, pelo grande amor, apoio e dedicação.

A todas as minhas tias e primos queridos, pela torcida e apoio que sempre me prestaram.

À querida professora Walda Viana pela simpatia, força e estímulo para a realização desse trabalho.

À minha amiga Cássia que esteve sempre presente na minha vida acadêmica, com dedicação e ajuda em todas as horas.

Aos meus amigos, Katucha, Emanuel, Lílian e Valter pelo apoio e contribuições que me deram durante esses anos.

A todos os funcionários do curso de Engenharia de Pesca que direta ou indiretamente tiveram participação na minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE QUADROS	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	4
2.1 Área de estudo	4
2.2 Elementos do Sistema Produtivo	6
2.2.1 Dessalinizador	7
2.2.2 Piscicultura	11
2.2.3 Forragicultura	16
2.3 Fonte de dados	18
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	19
3.1 Caracterização sócio-econômica do distrito de Juá	19
3.2 Sistema consorciado	19
3.3 Descrição do sistema	20
3.4 Análise do sistema consorciado	21
4. CONCLUSÃO	23
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
6. ANEXO	26

RESUMO

O distrito de Juá, no município de Irauçuba/CE, apresenta os problemas característicos da maioria das pequenas comunidades do Interior nordestino, sofrendo com os longos períodos de estiagem e apresentando preocupantes indicadores sócio-econômicos. A presença, ali, de equipamentos de dessalinização ameniza a carência de água potável, mas contribui com um novo problema, representado pelo despejo dos rejeitos altamente salinos, que contribuem para a desertificação e a erosão nas áreas mais próximas. Com o projeto de Gestão do Rejeito do Dessalinizador para o Consórcio Piscicultura/Forragicultura no Distrito de Juá, Ceará, objetiva-se gerar renda para os moradores da localidade, propiciar uma nova fonte de proteínas para pessoas e animais, assim como contribuir para amenizar os problemas ambientais que surgem como efeito colateral do funcionamento dos dessalinizadores. A metodologia utilizada no presente estudo inclui a caracterização do distrito de Juá e dos elementos constituintes do sistema de produção – o dessalinizador, a piscicultura e a forragicultura. O projeto prevê a construção de dois tanques para o cultivo da Tilápia Tailandesa, resistente a elevados teores de salinidade, aproveitando a água excedente desse cultivo para irrigar um plantio de 3 ha. de erva-sal (*Atriplex nummularia*), forrageira de alto teor de proteína.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mapa de localização de Irauçuba	4
Figura 2 -	Fluxo osmótico	7
Figura 3 -	Equilíbrio osmótico	8
Figura 4 -	Osmose reversa	8
Figura 5 -	Componentes do equipamento de osmose reversa	9
Figura 6 -	Componentes de uma instalação de um dessalinizador	10
Figura 7 -	Tilápia do Nilo	12
Figura 8 -	Tilápia Tailandesa	13
Figura 9 -	Tilápia de Moçambique	14
Figura 10 -	Tilápia Azul	14
Figura 11 -	Tilápia Vermelha da Flórida	15
Figura 12 -	Tilápia Vermelha de Taiwan	15
Figura 13 -	Arbusto de sete semanas de <i>Atriplex nummularia</i>	16
Figura 14 -	Fluxograma do consórcio piscicultura/forragicultura	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Principais aspectos fisiográficos do distrito de Juá	6
Quadro 2 -	Principais aspectos sociais e ambientais do distrito de Juá	6

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 -	Questionário sócio-econômico e ambiental aplicado no distrito de Juá	26
-----------	--	----

PROJETO DE GESTÃO DO REJEITO DO DESSALINIZADOR PARA O CONSÓRCIO PISCICULTURA/FORRAGICULTURA NO DISTRITO DE JUÁ, CEARÁ

Helena Cavalcante Gurgel

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, o fenômeno da seca no Nordeste do Brasil apresenta-se como um dos principais problemas enfrentados pela região. Como consequência direta da escassez e do mau uso dos recursos hídricos no Semi-Árido nordestino, o desenvolvimento da região fica comprometido. Além disso, a população sofre com a precária qualidade de vida e condições de saúde insatisfatórias. Estes são indicadores de subdesenvolvimento, que demonstram a fragilidade da região e apontam para a necessidade urgente de intervir efetivamente visando à melhoria das condições de vida das comunidades sertanejas.

Não dispondo de reservas de água potável por todo o período de estiagem, a população sofre para obter água, na maioria das vezes imprópria para o 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.

Outras fontes de captação d'água são os carros-pipas, mandados esporadicamente para as comunidades nos períodos mais críticos da seca, ou a utilização de cisternas construídas para armazenar água durante o período chuvoso não atendem à demanda da população.

Com vistas a resolver o problema da escassez de recursos hídricos, dessalinizadores foram implantados em algumas comunidades mais pobres no Nordeste. Os equipamentos causaram um extraordinário impacto em comunidades por disponibilizar água potável para as famílias, aliviando-as das incertezas quanto à sua sobrevivência e dos prejuízos causados pelo consumo de água de baixa qualidade e de longas caminhadas em busca da mesma. Não obstante, gerou-se o problema representado pelos rejeitos do processo de dessalinização, que passaram a causar erosão no solo, desertificação e

degradação da vegetação mais próxima. Importa, igualmente, lembrar que as altas concentrações de sais minerais estão retornando ao lençol freático.

Feita esta constatação, surgem naturais preocupações relacionadas à conservação do meio ambiente, o que implica tratamento adequado para o uso das águas residuais despejadas pelos dessalinizadores.

A partir de trabalho realizado no distrito de Juá, pertencente ao município cearense de Irauçuba, durante os anos de 2001 e 2002, na condição de bolsista do programa Universidade Solidária/PROASNE, da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Ceará, a autora da presente monografia teve a oportunidade de conhecer e vivenciar o drama de uma comunidade altamente vulnerável aos efeitos das prolongadas estiagens, onde foram introduzidos dessalinizadores.

Em função dessa experiência e levando em consideração aspectos como a necessidade de produção de alimentos, geração de renda e, concomitantemente, a introdução de práticas voltadas para a proteção do meio ambiente, o presente trabalho se propõe a conceber e analisar um sistema que utilize as águas residuais efluentes do processo de dessalinização para viabilizar a criação de tilápias consorciada ao cultivo de erva-sal.

O local sugerido para implantação do projeto é o distrito de Juá, por razões, que a seguir detalho.

Juá pertence ao município de Irauçuba, que fica localizado na microrregião de Sobral, e que inclui também os distritos de Missi e Boa Vista do Caxitoré. Fica em pleno “Polígono das Secas”, a região mais castigada pelas longas estiagens no Estado do Ceará. Em Juá estão instalados quatro dessalinizadores, embora dois deles não estejam, presentemente, em funcionamento, devido ao descaso dos responsáveis pela manutenção. A população local é de 3.439 habitantes (IBGE, 2000), distribuídos na zona rural e urbana. Cerca de 62% deles residem na zona rural. Dependentes da agricultura familiar, são altamente vulneráveis à falta de água potável e carentes de recursos financeiros e tecnológicos.

O projeto de piscicultura/forragicultura em águas residuais provenientes de dessalinizadores – proposta aqui apresentada – destina-se a levar para a região uma fórmula destinada a melhorar a qualidade de vida da comunidade. A despesca proveniente do cultivo de tilápia (*Oreochromis spp.*) deverá

proporcionar aumento na oferta de proteína de baixo custo e geração de renda para as famílias. Por sua vez, o cultivo de *Atriplex spp.*, também chamada de “erva-sal”, muito rica em proteína, servindo como forragem para caprinos, ovinos, suínos e bovinos, poderá auxiliar na melhoria de vida da comunidade. As plantas seriam irrigadas com água proveniente do cultivo de tilápia. Cabe acrescentar que parte dos recursos arrecadados na comercialização dos peixes e da erva-sal seria destinada à manutenção e/ou conserto dos próprios dessalinizadores.

Com relação à *Atriplex spp.*, esta é uma planta halófito que tem melhor desenvolvimento em solos salinos. Ela seria destinada ao consumo animal, podendo ser reservada uma parte para a venda.

Cabe ainda observar que algumas espécies de tilápias têm bom desenvolvimento em águas eurialinas, ou seja, possuem a capacidade de adaptar-se a ambientes de diferentes salinidades. As do gênero *Oreochromis spp.* aparecem como as mais adaptáveis a condições de elevada salinidade, que não impede seu crescimento, reprodução e produção de pós-larva.

Desta forma, o presente trabalho propõe o cultivo de tilápia em consórcio com a erva-sal, visando a uma melhora nas condições de vida da comunidade de Juá, no meio ambiente onde se encontram os dessalinizadores, descrevendo o sistema do projeto do ponto de vista técnico e ambiental, além de identificar as vantagens e limitações do sistema.

A utilização da tilapicultura e da forragicultura levaria novas fontes de proteínas para pessoas e animais, geraria emprego e renda e se apresentaria como alternativa tecnológica para solucionar ou amenizar os problemas de degradação ambiental proveniente de águas residuais dos dessalinizadores, que afeta negativamente a qualidade de vida dos habitantes do distrito de Juá.

2. METODOLOGIA

Este capítulo visa apresentar a área de estudo do projeto e a descrição dos elementos do sistema de reaproveitamento dos rejeitos dos dessalinizadores, em específico o processo de dessalinização, a piscicultura e forragicultura. Finalmente, as fontes de dados para a realização do estudo são detalhadas.

2.1 Área de estudo:

A área do projeto aqui exposto está localizada no município de Irauçuba, noroeste do estado do Ceará, mais precisamente no distrito de Juá, criado em 1943 e situado a 8 km da sede do município. É delimitada pelo meridiano $39^{\circ} 47' 00''$ de longitude oeste de Greenwich e pelo paralelo $3^{\circ} 44' 46''$ de latitude sul (Figura 1). Juá está localizado a cerca de 160 km de Fortaleza e o acesso é feito, a partir de Fortaleza, através da rodovia BR-222 (IBEGE/IPECE, 2002).

Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2002.

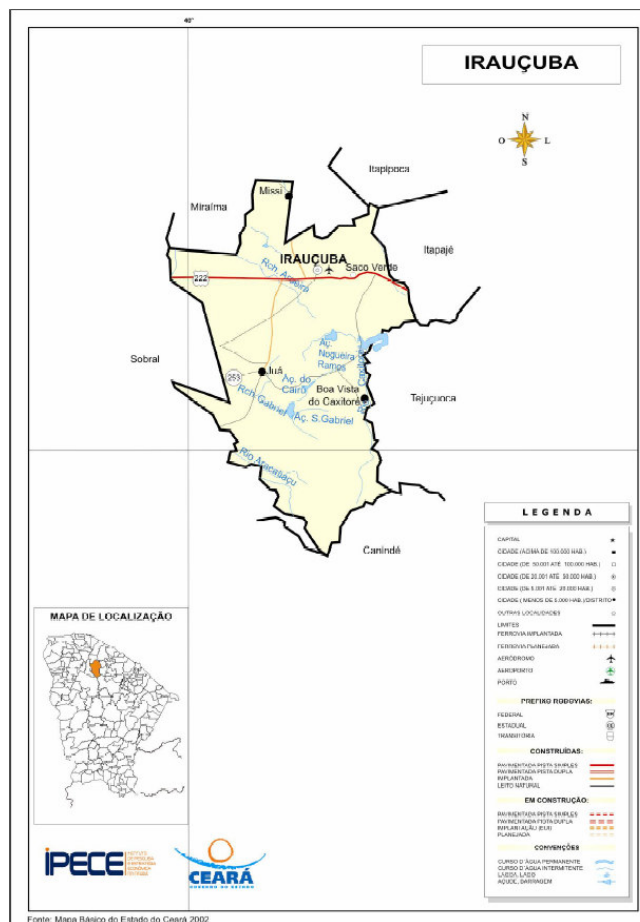


Figura 1. Mapa de localização de Irauçuba

A região está inserida no denominado Polígono das Secas, com índice de probabilidade de secas na faixa de 80% a 100%. Apresenta um tipo de clima regional, o Tropical Quente Semi-Árido. A temperatura média anual é de 26° a 28° C e a precipitação pluviométrica média é de 539,3 mm ao ano (FUNCEME/IPECE, 2002).

A geologia da Folha de Irauçuba é constituída por rochas do precambriano e depósitos aluviais. A unidade mais antiga é formada por rochas metamórficas de alto grau, predominando gnaisses migmatizados e metabasitos. A unidade seguinte constitui uma seqüência supracrustal essencialmente paraderivada, correlacionável ao Complexo Ceará, composta por gnaisses, xistos, quartzitos e metacarbonatos (FILHO *et al*, 2001).

As águas subterrâneas no município de Irauçuba estão armazenadas em região de cristalino e representam uma importante reserva de abastecimento à população, embora a salinidade destas águas seja elevada em relação aos padrões de potabilidade (FILHO *et al*, 2001).

A principal atividade econômica em todo o município se baseia na agricultura familiar, tendo como vocação econômica o cultivo de algodão, mandioca, produção de laticínios, bovinocultura, caprinocultura, ovinocultura e piscicultura consorciada (ANUÁRIO DO CEARÁ, 2004). O artesanato de redes e bordados é bastante difundido na região, servindo como uma pequena fonte de renda para as mulheres e crianças.

O município dispõe de 61 escolas de ensino fundamental, 2 escolas de ensino médio e 1 hospital. Cerca de 50% dos domicílios contam com abastecimento de água, 30% com esgoto e 71% com energia elétrica (ANUÁRIO DO CEARÁ, 2004).

Por sua vez, o distrito de Juá apresenta um quadro sócio-econômico bastante empobrecido e castigado pelas irregularidades das chuvas. A população, em 2000, era de 3.439 habitantes, com maior concentração na zona rural (IBGE, 2000). Os aspectos fisiográficos (Tabela 1) e sociais (Tabela 2) do distrito tem fundamental importância para a sua caracterização.

Principais aspectos fisiográficos do distrito de Juá:	
População	3.439 habitantes
População em área rural	2.145 habitantes
População em área urbana	1.294 habitantes
Relevo	Depressões sertanejas, maciços residuais
Vegetação	Caatinga arbustiva aberta
Reservatório de água	Açude São Gabriel

Quadro 1. Principais aspectos fisiográficos do distrito de Juá
 Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2000

Principais aspectos sociais do distrito de Juá:	
Rendimento médio mensal/pessoa	R\$ 197,49
Número de habitantes alfabetizados	1.652
Número de domicílios particulares	741
Número de domicílios servidos pela rede de esgoto	279
Número de domicílios com coleta de lixo	244

Quadro 2. Principais aspectos sociais e ambientais do distrito de Juá
 Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2000

Para a obtenção dos diagnósticos sociais, econômicos e ambientais da comunidade, foi aplicado um questionário estruturado, no ano de 2002, pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Ceará, através da Coordenadoria de Ação Social e Comunitária. O propósito era obter melhor conhecimento da região para subsidiar o Projeto “Água Fonte da Vida”, apoiado pelo Programa de Cooperação Técnica Brasil – Canadá (Anexo 1). O questionário foi aplicado em 50% da população do distrito de Juá.

2.2 Elementos do Sistema Produtivo:

Para alcançar os objetivos propostos, faz-se necessário descrever cada um dos elementos do sistema formado pelo dessalinizador, piscicultura e forragicultura.

2.2.1 Dessalinizador

A grande importância dos dessalinizadores no distrito de Juá se torna evidente por serem estes uma das poucas fontes de água doce e potável para o abastecimento humano da região. Necessitam, porém, de uma gestão de controle racional de seu uso.

Propõe-se, aqui, a implantação de um ciclo fechado de produção através da utilização das águas residuais provenientes do processo de dessalinização através de um consórcio piscicultura/forragicultura, que concorreria para diminuir o impacto ambiental causado por aquelas águas e geraria fonte de alimento e renda para a comunidade.

Para a melhor apreensão do ciclo de produção, faz-se necessário o conhecimento do processo de dessalinização de osmose reversa, utilizado nos equipamentos instalados em Juá e que consiste de um tratamento capaz de retirar o sal da água, para produzir água potável, apropriada ao consumo humano. Os dessalinizadores utilizam membranas para a filtragem dos sais.

A palavra osmose vem do grego *osmós*, que significa “impulso”. A osmose é um fenômeno em que o meio menos concentrado cede água para o mais concentrado através de membranas semipermeáveis. É um tipo de transporte passivo, onde pode ocorrer tanto do meio hipotônico para o hipertônico quanto no sentido inverso. Este tipo de transporte não apresenta gasto de energia por parte da célula (WIKIPÉDIA, 2006).

Na osmose, quando duas soluções de concentrações diferentes são postas em um mesmo recipiente e separadas por uma membrana semipermeável, a solução de menor concentração naturalmente cederá o solvente para a outra concentração de maior quantidade de soluto (Figura 2), até que as duas se encontrem em equilíbrio, ou seja, apresentem a mesma quantidade de concentração (Figura 3). Isto se dá pelo aparecimento da pressão osmótica.

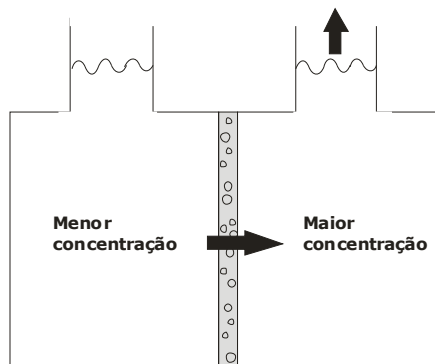


Figura 2. Fluxo osmótico

Fonte: PESSOA, 2000

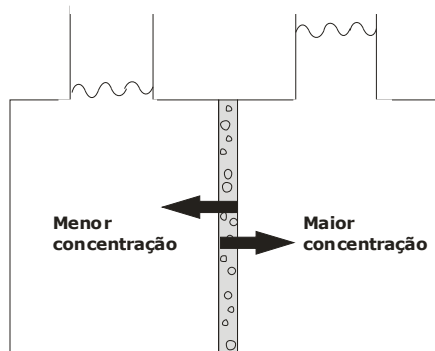


Figura 3. Equilíbrio osmótico

Fonte: PESSOA, 2000

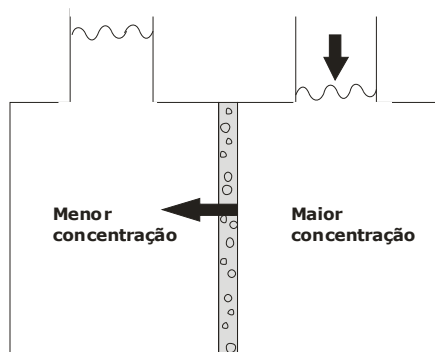


Figura 4. Osmose reversa

Fonte: PESSOA, 2000

A osmose reversa é um processo de separação em que um solvente é separado de um soluto de baixa massa molecular por uma membrana permeável ao solvente e impermeável ao soluto. As membranas são capazes de reter partículas muito pequenas. As partículas retidas são solutos de baixa

massa molecular, como sais ou moléculas orgânicas simples. Por esse motivo, a osmose reversa é aplicada em processo como a dessalinização da água ou a recuperação de águas residuais provenientes das indústrias (WIKIPÉDIA, 2006). No caso de dessalinizadores, a água passa pela membrana, devido a uma pressão externa, através de uma bomba de alta pressão, também chamada de “booster”. O resultado é a produção de água doce de um lado e de águas residuais com concentração elevada de sais, do outro.

Segundo CAVALCANTE (2000), para a construção de um dessalinizador que utiliza o processo de osmose reversa, é necessário contar com os seguintes equipamentos (Figura 5):

- Estrutura metálica: é a parte que sustenta o equipamento;
- Sistema elétrico: são todos os componentes elétricos da instalação, como o quadro elétrico, motores, etc.;
- Filtros: possuem a capacidade de reter as impurezas através da utilização de elementos filtrantes;
- Bombas: incluem uma bomba para o poço e outra de alta pressão, conhecida também como “booster”;
- Permeadores: são os vasos de pressão, onde se encontram as membranas;
- Acessórios: são as tubulações, os registros, válvulas, etc.

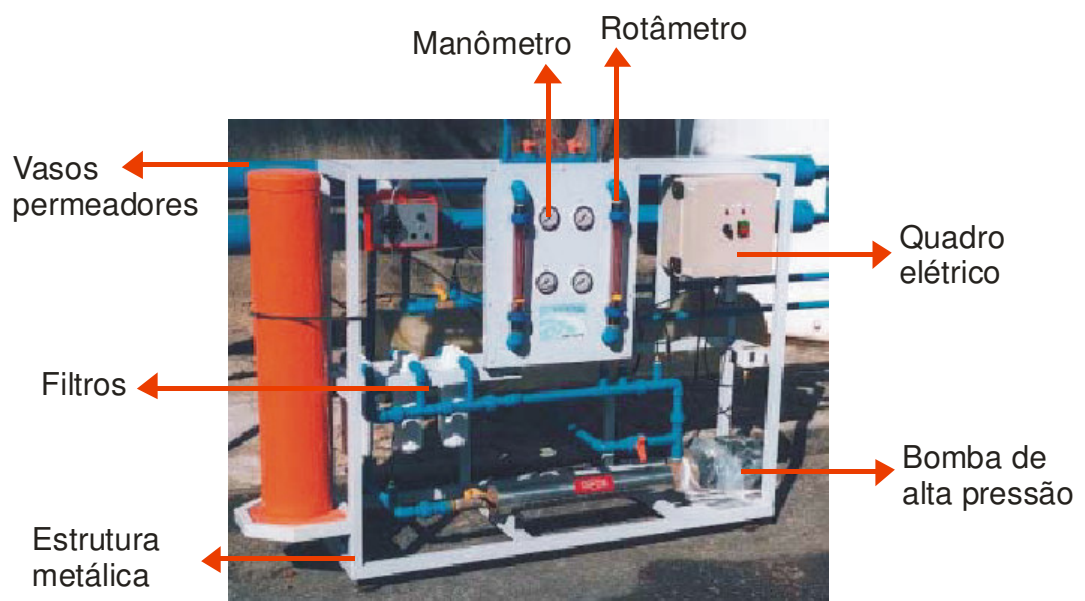


Figura 5: Componentes do equipamento de osmose reversa.

Fonte: PROASNE (ARAVENA, 2001)

Para a instalação de um dessalinizador por osmose reversa, é necessário ter no sistema alguns componentes indispensáveis a seu funcionamento, como uma bomba de alta pressão (“booster”) e um sistema de membranas para a filtragem. Após passar por esse sistema, a água seguirá dois caminhos – parte dela irá para o pós-tratamento, tornando-se água potável; o restante, formado pelas águas residuais, é lançado no meio ambiente. (Figura 6).

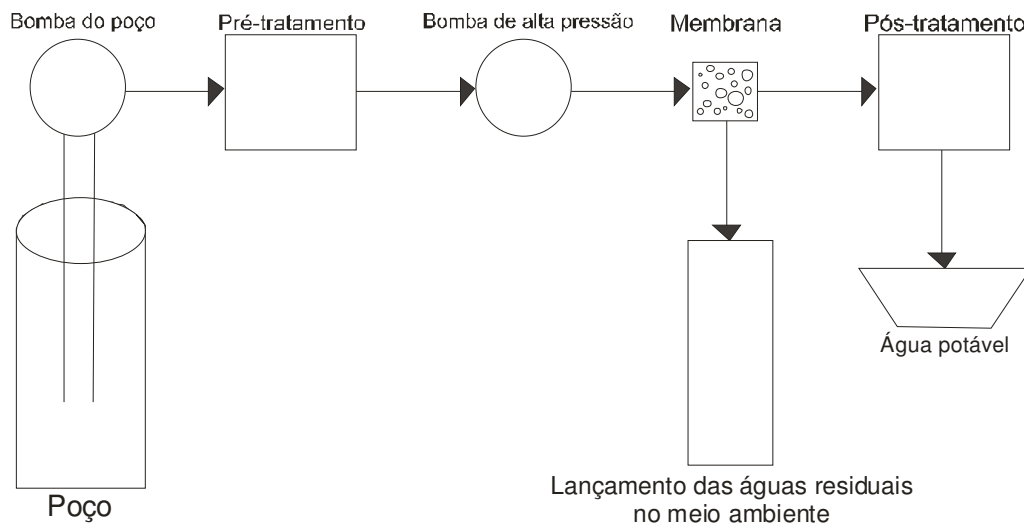


Figura 6: Componentes da instalação de um dessalinizador.

Fonte: FURTADO, 2002

No distrito de Juá, estão em funcionamento três dessalinizadores, denominados Juá 1, Juá 2 e Juá de Cima.

O primeiro possui uma vazão de 60 m³/dia e a quantidade de sólidos totais dissolvidos (STD) é de 1,701 ppt (1,701g de sais/litro). A vazão do segundo dessalinizador é de 20 m³/dia, tendo uma quantidade de STD de 1,650 ppt. Já o terceiro dessalinizador, o Juá de Cima, possui uma vazão de 3,8 m³/dia e a quantidade de STD é de 0,930 ppt.

No presente trabalho, os cálculos foram desenvolvidos com base no dessalinizador Juá 1, levando em conta 10 horas de funcionamento por dia.

2.2.2 Piscicultura

As tilápias, pertencentes a diversos gêneros, como *Oreochromis*, *Tilapia* e *Sarotherodon*, fazem parte do grupo de peixes que mais cresce em termos de comercialização e hoje já ocupam o segundo lugar em escala mundial, ficando atrás apenas das carpas. Acredita-se que esse grupo liderará a produção em algumas décadas, devido à gradual substituição das carpas por tilápias.

Nativas da África, Israel e Jordânia, as tilápias foram levadas para todas as partes do mundo nos últimos 50 anos e hoje são produzidas em mais de 100 países, experimentando diversos climas, sistemas de produção e graus de salinidade. Devido a sua variada fisiologia adaptativa, biologia reprodutiva, plasticidade genética, fácil domesticação e comercialização, talvez se tornem o principal grupo de espécies aquícolas no Século XXI (ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004).

Algumas espécies e linhagens de tilápia 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 salobra ou salgada (KUBITZA, 2005).

Tilápias cultivadas em águas salobras e salgadas não apresentam problemas de *off-flavor*; já os peixes cultivados em água doce, podem apresentar sabores e/ou odores indesejáveis causados por ingredientes da sua alimentação, rancidez oxidativa na estocagem das rações ou por absorção de certas substâncias presentes na água de cultivo. Tecnicamente, a presença desses sabores ou odores estranhos é denominada de *off-flavor* (MACEDO-VIEGAS e SOUZA, 2005).

Algumas técnicas são utilizadas para amenizar essa ocorrência. No caso do cultivo de tilápias com a água salobra dos dessalinizadores, tais problemas não se manifestariam. Além de sua carne, geralmente, se assemelhar em sabor à carne de peixes marinhos, a textura da carne também é superior à observada em tilápias cultivadas em água doce. Assim, o cultivo de tilápias nesses ambientes pode resultar em produtos extremamente atrativos quanto ao aspecto do sabor, além de se prestarem melhor à comercialização (KUBITZA, 2005).

Apesar da grande quantidade de espécies conhecidas de tilápias, apenas as do gênero *Oreochromis*, incluindo alguns híbridos, são mais adaptáveis às condições de cultivo utilizando altas concentrações de sais. As hibridações e os retro-cruzamentos têm sido utilizados para a melhora genética dos animais, qualificando as características desejáveis aos cultivos, como o crescimento precoce, tolerância ao frio, resistência à alta salinidade e à manipulação do cultivo, facilidade de captura e maior eficiência reprodutiva. Nos casos em que os híbridos sejam obtidos de linhagens vermelhas, estes são melhores para o comércio, pois apresentam as características exigidas pelo mercado comprador, reunindo padrões de coloração que variam desde o branco ao rosa. As características relacionadas ao mercado também são de suma importância para o cultivo.

A seguir, citamos alguns dos gêneros de tilápias e sua relação com a salinidade (KUBITZA, 2005):

- Tilápia do Nilo (Figura 7):



Figura 7. Tilápia do Nilo

Fonte: Isex – Exportacio, S.A

A *Oreochromis niloticus*, também conhecida por Tilápia do Nilo, é a espécie mais cultivada no mundo, devido, principalmente, à alta prolificidade, maturação sexual mais tardia e crescimento mais rápido em comparação com outras espécies e híbridos.

O crescimento dessa espécie, em condições de salinidade, é maximizado quando a concentração de sal se situa entre 10 e 12 ppt, ou seja, na salinidade isoosmótica do animal em relação aos seus flúidos corporais. Porém há registros de que, na variação de 16 a 18 ppt, o crescimento é semelhante ao observado em cultivos de água doce.

Alguns estudos sugerem que a Tilápia do Nilo possa ser aclimatada em águas com salinidade de 30 ppt, ou até mesmo superior a isso, embora registrem alta mortalidade a partir de 23 ppt, fenômeno atribuído ao estresse isoosmótico, que torna o animal susceptível às doenças.

Deve-se sempre levar em consideração para o melhor cultivo dessa espécie em água salobra, as questões de estresse do animal, manejo do cultivo, variações da temperatura e salinidade e, acima de tudo, a pureza dos estoques de *Oreochromis niloticus*.

- Tilápia Tailandesa (Figura 8):



Figura 8. Tilápia Tailandesa (Tilápia do Nilo, linhagem Tailandesa)

Fonte: Indústria e Comércio de Frios Peixebom Ltda, 2006

A Tilápia Tailandesa é uma linhagem que foi desenvolvida na Ásia, a partir da combinação de materiais genéticos de *Oreochromis niloticus* de diversos locais da África. Essa espécie, apesar de algumas contradições, possui capacidade de se adaptar a um cultivo em água salobra e salgada, havendo um consenso quanto à sua eficiência reprodutiva.

Ela é capaz de se reproduzir normalmente em águas com salinidade em torno de 7 a 14 ppt, porém a eficiência reprodutiva e o desenvolvimento de pós-larvas são melhores em água doce. Revela uma grande mortalidade em água salgada, não suportando salinidade de 10 ppt.

- Tilápia de Moçambique (Figura 9):



Figura 9. Tilápia de Moçambique

Fonte: CREEK, Program Louisa, 2006

A *Oreochromis mossambicus* ou, como também é conhecida, Tilápia de Moçambique, é uma das espécies mais resistentes à salinidade. Consegue sobreviver normalmente em água com salinidade de até 70 ppt, tolerando, quando adaptadas gradativamente, salinidades de até 120 ppt. A eficiência reprodutiva dessa espécie é melhor em água salgada do que em água doce, registrando, inclusive nesta, altos índices de mortalidade. É capaz de se reproduzir em águas com salinidade próxima de 50 ppt.

- Tilápia Azul (Figura 10):



Figura 10. Tilápia Azul

Fonte: BURKHEAD, N. M, 2006

A *Oreochromis aureus*, ou Tilápia Azul, também tolera água com altos índices de salinidade. Há registros de cultivo em águas salgadas com valores entre 32 e 34 ppt. Porém, esta espécie tem rendimento de crescimento inferior quando comparada a outras espécies de tilápias. A Tilápia Azul possui grande tolerância ao frio. Por isso, é muito cultivada quando esta característica é desejada.

- Tilápia Vermelha da Flórida (Figura 11)



Figura 11. Tilápia Vermelha da Flórida (Linhagem híbrida)
Fonte: KUBITZA, 2005

Esta espécie foi originada de um macho mutante vermelho de *Oreochromis mossambicus* com uma fêmea normal de *Oreochromis hornorum*. Apesar de ter tido outras contribuições genéticas ao longo do tempo, a espécie ainda guarda grande parte das características genéticas de *Oreochromis mossambicus*, conferindo-lhe grande tolerância em cultivos de altas salinidades.

A Tilápia Vermelha da Flórida é uma espécie que se adapta melhor em águas salobras do que em águas doces ou salgadas, pois sua conversão alimentar e seu crescimento são otimizados em águas que variam de 10 a 18 ppt. A espécie relewa capacidade de se reproduzir em águas cuja salinidade chega a 36 ppt.

A Tilápia Vermelha da Flórida foi introduzida em alguns países onde a característica a tolerância em águas salgadas eram desejadas. Essa linhagem, porém, não foi oficialmente introduzida no Brasil.

- Tilápia Vermelha de Taiwan (Figura 12):



Figura 12. Tilápia Vermelha de Taiwan (Linhagem híbrida)
Fonte: KUBITZA, 2005

Este outro híbrido vermelho foi originado do cruzamento de *Oreochromis mossambicus* com *Oreochromis niloticus*. O crescimento da espécie é otimizado em águas com salinidade que variam de 17 até 37 ppt. Porém, não é capaz de se reproduzir em água salgada, provavelmente devido a sua carga genética de

Oreochromis niloticus, que também não se reproduz em águas salgadas. Por outro lado, isso pode significar uma vantagem, pois, dessa forma, reduzem-se os problemas de superpopulação dos viveiros. Assim, a produção de alevinos deve ser feita em locais com águas doces ou salobras.

Uma das desvantagens dessa espécie é sua baixa tolerância ao manuseio em águas salgadas, ocorrendo mortalidade excessiva quando feita de forma inadequada.

2.2.3 Forragicultura

Segundo FURTADO (2002), a *Atriplex spp.*, também conhecida como erva-sal, é uma espécie forrageira que se adaptou muito bem em regiões do semi-árido do Brasil. As características mais importantes dessa planta são: sua alta capacidade de resistir às condições de aridez, fácil propagação, baixa susceptibilidade a pragas e doenças, além de suportar altos níveis de salinidade da água e do solo (Figura 13).



Figura 13. Arbusto de sete semanas de *Atriplex nummularia*

Fonte: UNISOL/PROASNE

O gênero *Atriplex* pertence à família *Chenopodiaceae*, da qual existem mais de 400 espécies distribuídas em diversas regiões áridas e semi-áridas do mundo. É encontrado principalmente na Austrália, mas apenas 50 espécies são tidas como forrageiras. É um arbusto que tem a capacidade de sobrevivência

elevada e pode alcançar mais de três metros de altura, ramificando-se desde a base (FURTADO, 2002).

A *Atriplex* é uma planta halófito, ou seja, suporta altos níveis de salinidade no solo e na água, usando o sal para seu próprio metabolismo. Dessa forma, a erva-sal, apresentaria grande potencialidade como sendo uma planta despoluidora de áreas contaminadas pelas águas residuais dos dessalinizadores.

Devido a erva-sal ser uma forrageira de médio porte, para cultivá-la, tem-se utilizado um espaçamento de três metros entre linhas por três metros entre plantas. Apesar de não se obterem informações bibliográficas sobre esse espaçamento, ele é utilizado no Estado de Pernambuco. O processo mais rápido para fazer o plantio é através de mudas produzidas por estacas, apesar de ser uma espécie que produz sementes (PORTO & ARAÚJO, 1999).

O solo deve ser preparado antes da plantação ser realizada manualmente, ou com o auxílio do arado com tração animal ou com trator para a abertura de valas com 40 a 50 cm de largura, espaçadas umas das outras com uma distância de três metros de comprimento.

Segundo Furtado (2002), o valor nutritivo da *Atriplex*, apresenta os seguintes resultados:

- Proteína: fator nutritivo mais importante encontrado em uma planta forrageira. Os valores protéicos variam de acordo com a época do ano, variando de 5,4 a 24,7%.
- Cloreto de sódio (NaCl): as folhas de *Atriplex*, carregam a maior parte desses índices nutritivos, sendo maior em folhas mais jovens. Variam de 4,2 a 11,3%, com um valor médio de 8%.
- Fibra bruta: Os registros de fibra apresentaram-se entre os valores de 9,9% a 16,9%. Esse nutriente não se dissolve bem durante os processos digestivos dos animais.

Em alguns países, a erva-sal entra na culinária humana, porém, no Brasil, seu uso está restrito à dieta de animais.

Uma plantação com manejo adequado pode produzir cerca de uma tonelada de matéria seca por hectare/ano (FURTADO, 2002).

2.3 Fonte de dados:

Os dados primários aqui utilizados, quando da caracterização do distrito de Juá, foram colhidos do questionário aplicado naquela comunidade, pela Pró-Reitoria de Extensão da UFC, em 2002. Os dados sociais, econômicos e ambientais sobre a região se fundamentaram em informações do Anuário do Ceará, assim como em estudos e relatórios de órgãos governamentais como IBGE, IPECE e FUNCEME.

As informações para caracterizar a piscicultura e que possibilitaram melhor conhecimento das adaptações das diversas espécies de tilápias a águas salobras e salgadas foram obtidas de artigos de revistas, livros e trabalhos técnicos.

Já as informações para caracterizar o dessalinizador e a forragicultura foram colhidas nas dissertações de mestrado de Luiz Carlos Cabral Pessoa e Fernando Nobre Furtado, respectivamente, fontes que possibilitaram melhor compreensão dos processos de dessalinização e de produção da *Atriplex* utilizando as águas residuais.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa consistem primeiramente da caracterização socioeconômica do município de Irauçuba/Ceará, seguida da apresentação e descrição do sistema consorciado, finalizando com a análise do sistema visando identificar suas vantagens e limitações.

3.1 Caracterização sócio-econômica de Juá

A região do distrito de Juá, no município de Irauçuba/Ceará, está encravada em pleno Polígono das Secas, caracterizando-se pelos longos períodos de estiagem, sendo que a escassez de água é agravada pelo mau uso dos recursos hídricos. Além disso, as águas subterrâneas apresentam alto teor de salinidade em relação aos padrões de potabilidade. Os dessalinizadores instalados no distrito representam a única fonte de água disponível durante todo o ano, porém, através do despejo dos rejeitos resultantes do processo de dessalinização, terminam causando graves danos ambientais.

São 3.439 habitantes e, do total de 741 domicílios, apenas 279 têm esgotamento sanitário e 264 contam com água canalizada. A renda média mensal é de apenas R\$ 197,49.

3.2 Sistema consorciado

No sentido de reduzir os impactos ambientais causados pelo lançamento das águas residuais, o projeto se propõe utilizar o cultivo de tilápias em consórcio com o cultivo da erva-sal, utilizando exatamente essas águas, também chamadas de “rejeito” (Figura 14).

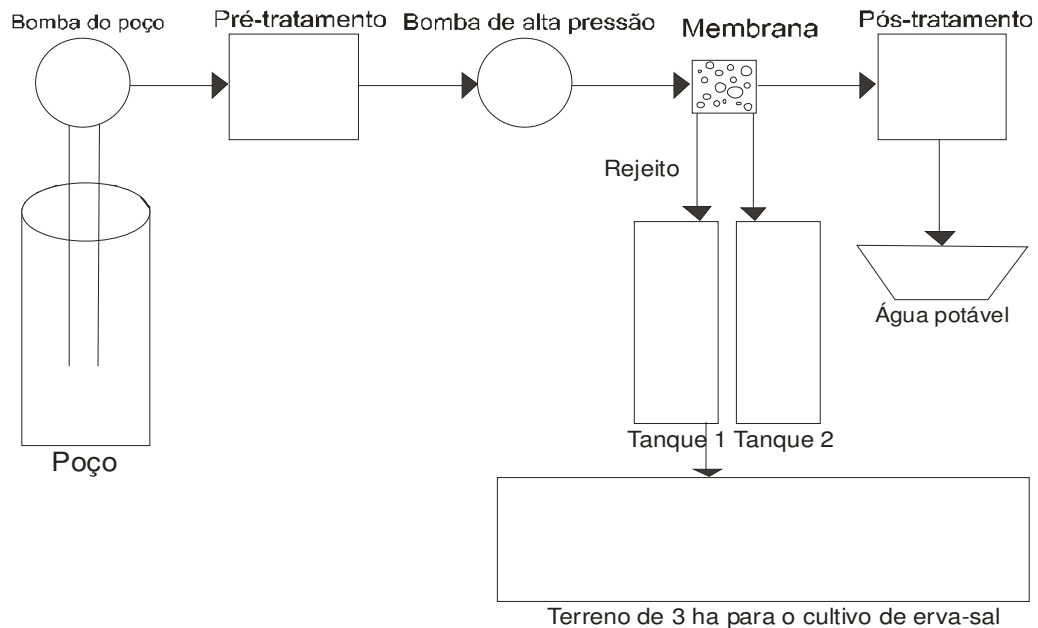


Figura 14: Fluxograma do consórcio piscicultura/forragicultura.
 Fonte: FURTADO, 2002

3.3 Descrição do sistema

A proposta aqui apresentada da gestão do rejeito do dessalinizador para um consórcio piscicultura/forragicultura no distrito de Juá, Ceará, prevê o aproveitamento das águas residuais produzidas pelo dessalinizador Juá 1 e que representam 60 m^3 por dia, em 10 horas de funcionamento. Adiante-se que 60% dessa vazão – ou seja, 36 m^3 – se constituem em rejeito, o que se deve à baixa eficiência do equipamento (PESSOA, 2000).

Em primeiro lugar, prevê-se a construção de dois reservatórios (Tanque 1 e Tanque 2) com volume de 1.000 m^3 cada. A etapa inicial será canalizar as águas residuais para o Tanque 1, até preenchê-lo. Tal operação levará 38 dias, levando-se em consideração que a taxa de evaporação, naquela microrregião é de 10 mm/dia , de acordo com o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (1931 – 1990).

Uma vez completada a cota do tanque, será feito o peixamento, com base na densidade de 3 peixes/m^2 .

Durante cinco meses de cultivo, período necessário para que esses animais atinjam o peso médio de 700 g , podendo então ser colocados no mercado, o Tanque 1 receberá 20 m^3 de rejeito por dia – sendo que 10 m^3

serão necessários para repor a taxa de evaporação e os outros 10 m³ destinar-se-ão ao necessário processo de renovação de água. Evidentemente, o mesmo volume de água que entrará no tanque, objetivando essa renovação, irá exceder sua cota. O excesso será, então, aproveitado para irrigar o plantio de *Atriplex nummularia*.

A erva-sal será cultivada em 3 ha, que, de acordo com o espaçamento já referido, resultarão no plantio de 4.107 arbustos. Serão oferecidos a cada planta, diariamente, 2,4 litros da água proveniente do Tanque 1. A produção de forragem dessa área será de 3 t. de matéria seca/ano.

Com relação às tilápias, haverá uma produção média de 2.700 indivíduos, durante o período de cinco meses, levando em consideração uma taxa de sobrevivência de 90%, que pode ser considerada baixa, mas que corresponde às expectativas de um cultivo em água salobra. A biomassa resultante será de 1.890 kg.

Durante o período de cinco meses que corresponde ao ciclo acima descrito, e que se refere ao Tanque 1, haverá, diariamente, uma sobra de 16 m³/dia de águas residuais provenientes do mesmo dessalinizador Juá 1. Essas águas podem, então, ser canalizadas para o Tanque 2. Construído com as mesmas dimensões do primeiro (1.000 m³) e recebendo aquela carga diária de água, o segundo tanque levará cinco meses e meio para ser preenchido, incluindo-se, neste cálculo, as perdas representadas pela evaporação.

Como se percebe, os dois ciclos (tempo de cultivo do Tanque 1 e preenchimento do Tanque 2) são praticamente coincidentes – cinco meses o primeiro, cinco meses e meio o segundo. Os 15 dias excedentes, no caso do Tanque 2, podem representar o tempo necessário para a despesca e comercialização do produto do Tanque 1.

3.4 Análise do sistema consorciado

O sistema de consórcio aqui delineado, como proposta, deverá propiciar resultados os mais diversos, afetando positivamente a vida dos moradores de Juá – ou, pelo menos, das famílias diretamente envolvidas no projeto.

Em primeiro lugar, poderíamos nos referir à geração de uma renda suplementar, advinda da comercialização dos peixes e da forragem a serem produzidos. Considere-se, ao mesmo tempo, que parte desse rendimento será

utilizada na manutenção dos equipamentos de dessalinização, que demandam constantes reparos e limpeza de suas membranas.

Ao mesmo tempo em que contribuirá para reduzir o desemprego e ociosidade, o projeto propiciará uma nova fonte de proteínas para as famílias e seus animais domésticos.

Registre-se, ainda, o impacto positivo relacionado à questão ambiental, uma vez que, reduzindo-se o despejo de rejeitos altamente salinos no meio ambiente, se estará combatendo a desertificação resultante da salinização do solo e da erosão.

Há que se destacar, por outro lado, eventuais fragilidades que poderão comprometer o êxito do projeto, caso não sejam previstas, examinadas com atenção e discutidas em profundidade.

Dentre outras questões fundamentais, poderíamos relacionar a possibilidade de ocorrerem panes nos equipamentos de dessalinização, o que, dependendo de sua gravidade, ameaçaria a viabilização de todo o consórcio.

Importa, igualmente, não descuidar da qualificação da mão-de-obra, seja com relação à piscicultura, seja no que respeita à forragicultura. Caso esse item não seja levado em consideração, poderá registrar-se sensível queda na produtividade de ambos os cultivos.

Por fim, impõe-se dar atenção às dificuldades do mercado comprador, tanto com relação à produção de peixes quanto à de forragem. Eventuais problemas devem ser equacionados com antecedência, para o que se faz necessária uma análise prévia de mercado, em todos os seus componentes.

4. CONCLUSÃO

O presente projeto tem a finalidade de contribuir para a geração de renda, produção de proteínas para humanos e animais e, finalmente, a preservação do meio ambiente. A proposta prevê um sistema consorciado envolvendo a criação de tilápia, por ser uma espécie de fácil adaptação a águas salobras, e o cultivo de erva-sal (*Atriplex nummularia*), uma planta halófito que pode ser usada para alimentação animal.

As idéias aqui colocadas é o resultado, antes de tudo, de minha experiência como bolsista do programa Universidade Solidária. Através do projeto Água Fonte da Vida, resultante de parceria entre a Universidade Federal do Ceará e o Programa de Águas Subterrâneas do Nordeste – PROASNE, tive oportunidade de conhecer de perto a realidade sócio-econômica de uma comunidade pobre do Interior cearense. Durante dois anos, não apenas observei, mas também partilhei os percalços diários dos moradores de Juá, em sua luta pela sobrevivência numa região freqüentemente castigada pelas longas estiagens.

Assim, ao encaminhar-me para a conclusão de meu curso universitário, examinei a possibilidade de estruturar um projeto que levasse em conta as condições sociais, econômicas e ambientais da comunidade junto à qual atuei como bolsista. Nasceu, dessa forma, a idéia de propor um sistema consorciado que, ao mesmo tempo, trouxesse benefícios diretos para as pessoas envolvidas e apresentasse, de forma colateral, a solução para um problema que afeta a comunidade.

Em princípio, considero viável o sistema de consórcio piscicultura/forragicultura, através da gestão dos rejeitos de dessalinizadores. Não se trata de tecnologia sofisticada e toma por base equipamentos já instalados e em funcionamento na comunidade. Por outro lado, a proposta inclui uma espécie de peixe (a Tilápia Tailandesa) comprovadamente adaptável a águas salobras e uma planta halófito (a *Atriplex nummularia*) capaz de absorver o sal presente no solo, constituindo-se, portanto, num consórcio exeqüível.

As limitações previsíveis – aquelas relacionadas à qualificação da mão-de-obra, à realidade do mercado e a eventuais problemas com o equipamento de dessalinização – não se podem considerar intransponíveis. Devem, inclusive, incluir-se entre os temas a serem atentamente examinados, quando da seqüência do projeto, que pretendo aprofundar em meus estudos de pós-graduação. É nesse estágio que devo investigar, com redobrada atenção, a viabilidade econômica do projeto, calculando custos e benefícios.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARAVENA, R. **ISOTOPE HYDROLOGY AND GEOCHEMISTRY IN NORTHEAST BRAZIL**. Projeto de Águas Subterrâneas no Brasil – PROASNE. 2001.

BURKHEAD, N. M. 1 fotografia, color. Disponível em: < www.nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=194 >. Acesso em 1 fev. 2006.

CAVALCANTE, F. P. **Manual de Osmose reversa**. Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA – Fortaleza, 2000.

CEARÁ (Estado). ANUÁRIO DO CEARÁ. O Povo S.A. 2004.

CEARÁ (Estado). INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E PESQUISA – IBGE. **Censo demográfico 2000**. Fortaleza, 2001.

CEARÁ (Estado). Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE). **Perfil básico municipal**. Fortaleza, 2002.

CEARÁ (Estado). Secretaria do Planejamento e Coordenação – SEPLAN. **Perfil básico municipal**. Fortaleza, 2002.

CREEK, Program Louisa. 1 fotografia, color. Disponível em: < www.soe-townsville.org/louisacreekwatch/ >. Acesso em 1 fev. 2006.

FILHO, O. A. S.; VERÍSSIMO, L. S.; SILVA, C. M. S. V; SANTIAGO, M. M. 2001. **Medidas Hidroquímicas nas Águas Subterrâneas da Região de Irauçuba, Norte do Ceará**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Fortaleza-Ce.

FURTADO, F. N. **Aproveitamento de rejeito de dessalinizadores de água na irrigação de *Atriplex nummularia* Lindl. (Erva Sal)**. Fortaleza, 2000. Originalmente apresentada com dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará.

Indústria e Comércio de Frios Peixebom Ltda. 1 fotografia, color. Disponível em: < www.peixevital.com.br/atilapia.htm >. Acesso em 1 fev. 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET, 1932/1990. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br> >. Acesso em: 02 fev. 2006.

ISEX, Exportacion, S.A. 1 fotografia, color. Disponível em: < www.isex-export.com/products.htm >. Acesso em 1 fev. 2006.

KUBITZA, F. **Tilápia em água salobra e salgada**. Revista Panorama da Aqüicultura, Rio de Janeiro, vol. 15, nº 88, p. 14-18, mar/abr. 2005.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SOUZA, M. L. R. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004.

Osmose. In: Enciclopédia Wikipédia. Disponível em: < <http://www.pt.wikipedia.org> >. Acesso em: 02 fev. 2006.

Osmose inversa. In: Enciclopédia Wikipédia. Disponível em: < <http://www.pt.wikipedia.org> >. Acesso em: 02 fev. 2006

PESSOA, L. C. C. **Análise do desempenho e do impacto ambiental de dessalinizadores por osmose reversa instalados no interior do Ceará.** Fortaleza, 2000. Originalmente apresentada com dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará.

PORTO, E. R.; ARAÚJO, G. G. LEAL. **Erva Sal (*Atriplex nummularia*).** EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. Instruções técnicas n° 22. Petrolina, PE, 1999.

ZIMMERMANN, S; FITZSIMMONS, K. **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. Tilapicultura Intensiva.** São Paulo. TecArt, 2004.

ANEXO

Anexo 1:

Questionário sócio-econômico e ambiental aplicado no distrito de Juá.

Nº: _____



PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
COORDENADORIA DE AÇÃO COMUNITÁRIA

PROGRAMA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA BRASIL – CANADÁ PROJETO: “ÁGUA FONTE DA VIDA”

I. IDENTIFICAÇÃO:

Nome do pai: _____	Apelido _____
Nome da mãe: _____	Apelido _____
1. Localidade: _____	1 _____
2. Idade do pai: _____ (ano)	2 _____
3. Idade da mãe: _____ (ano)	3 _____
4. Estado Civil	4 _____
1() casado 2() solteiro 3() viúvo 4() junto 5() outros	
5. Escolaridade do pai:	5 _____
1() analfabeto 2() apenas assina o nome 3() 1º grau incompleto	
4() 1º grau completo 5() 2º grau incompleto 6() 2º grau completo	
7() outros _____	
6. Escolaridade da mãe:	6 _____
1() analfabeto 2() apenas assina o nome 3() 1º grau incompleto	
4() 1º grau completo 5() 2º grau incompleto 6() 2º grau completo	
7() outros _____	
7. Número de filhos: _____	7 _____
8. Número de pessoas que residem na casa: _____	8 _____
9. O chefe da família está trabalhando? () Sim () Não	9 _____
10. Em que atividade?	10 _____
1() Não trabalha 2() Artesanato	
3() Agricultura 4() Comerciante	
5() Comerciante 6() Biscateiro	
7() Aposentado 8() Outra _____	
11. Renda do chefe: R\$ _____	11 _____
12. Renda do familiar: R\$ _____	12 _____

II. CONDIÇÕES DE MORADIA

13. Tempo de moradia no lugar	13 _____
14. Uso do imóvel:	14 _____
1() residencial 2() comercial 3() misto 4() outros _____	
15. Tipo de material utilizado para a construção da casa:	15 _____
1() alvenaria 2() taipa 3() mista 4() outros _____	
16. Número de cômodos da casa:	16 _____
17. Localização do banheiro:	17 _____
1() dentro de casa 2() fora de casa 3() banheiro coletivo 4() não tem	