

# **Análise de Custo de Dessalinização de Água em Comunidades Rurais Cearenses**

## **Robério Telmo Campos**

\* *Ph.D. em Economia.*

\* *Professor titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.*

\* *Pesquisador do CNPq.*

## **José César Vieira Pinheiro**

\* *Professor Adjunto IV do Departamento de Economia Agrícola/CCA/UFC;*

\* *Doutor em Economia pela USP.*

\* *Pesquisador do CNPq.*

\* *Professor titular do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.*

\* *Pesquisador do CNPq.*

## **Resumo**

---

Procura identificar a viabilidade financeira de cinco sistemas de dessalinização de água por osmose reversa, assim como o custo do suprimento de água dessalinizada para consumo humano, a capacidade de pagamento do usuário e o número mínimo de famílias que torna viável cada sistema. A pesquisa foi desenvolvida no Estado do Ceará. Os dados são de origens primária (coletados por meio de questionários) e secundária (obtidos junto aos órgãos municipais e do estado). Usa as metodologias de análise de custos e de investimento, considerando-se nesta última o enfoque financeiro. Conclui que a inexistência da boa prática de gestão dos sistemas resulta em inviabilidade financeira para os pequenos dessalinizadores e viabilidade para os grandes, quando avaliados pelo consumo efetivo. Além disso, gera ineficiências no acompanhamento técnico, impossibilita melhor análise da performance dos sistemas e acarreta oferta descontínua de água e desconforto às famílias beneficiárias. Em razão das limitações impostas pelos gestores, da baixa produção e dos defeitos que trazem paralisações constantes dos aparelhos, a demanda efetiva de água restringe-se à metade da água dessalinizada que os mesmos são capazes de produzir.

## **Palavras-chave:**

---

Sistemas de Dessalinização; Água Potável; Avaliação Financeira.

## 1 – INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil, com uma população de 47,74 milhões de pessoas (IBGE, 2001) e rendimento nominal médio mensal domiciliar, em 2000, de R\$ 448,45, cerca de 58,33% relativamente ao Brasil, é uma das regiões menos desenvolvidas do país.

Mais da metade da área nordestina localiza-se no semi-árido trópico-equatorial, que se caracteriza pela presença de água apenas por precipitação pluvial, sendo que 92% dessa água fluem para a atmosfera por evaporação e evapotranspiração.

No Ceará, as chuvas são bastante irregulares, fazendo com que o período de estiagem se prolongue por até oito meses no ano, com a média anual de precipitação situando-se ao redor de 620mm. Dos 113 bilhões de m<sup>3</sup> de chuvas caídos, 103,96 bilhões são evaporados e evapotranspirados, sendo aproveitados apenas 9,04 bilhões, ou seja, apenas 8% das chuvas escoam para os rios, lagos e açudes e se infiltram no solo, sendo esse o quantitativo que pode ser usado pelo homem (BOTELHO, 2000).

O Ceará detém 9,6% do espaço geográfico nordestino, sendo o único Estado brasileiro em que o semi-árido ocupa 93,5% da sua área total, tornando-se, portanto, bastante vulnerável aos efeitos da seca.

Estudo do Iplance/Projeto Áridas, *apud* Barrada, Galante e Mayorga (1999), com dados relativos ao ano de 1992, indica que apenas 37,66% da população do Estado do Ceará dispunham de serviços de abastecimento de água.

Dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) mostram que, na zona rural cearense, apenas 1,1% dos domicílios era servido por rede geral de abastecimento de água, 59,8% utilizavam poço ou nascente e 39,1 se supriam através de outras formas de abastecimento (IBGE, 1989). A PNAD, que apresenta registros apenas para a zona urbana, indica que 16,7% dos cearenses fazem uso de água não ligada à rede geral de abastecimento (IBGE, 2002). Esta situação é, no mínimo, preocu-

pante, quando se leva em conta a necessidade de preservação dos valores sociais das comunidades afetadas, dado que os indicadores sociais relativos ao Estado são muito baixos, a exemplo da mortalidade infantil, sobre a qual dados da PNAD (IBGE, 2002) mostram que de 1.000 crianças nascidas vivas, 38,1 morrem no primeiro ano de vida.

Um sistema adequado de abastecimento de água tem grande importância na melhoria e na manutenção do nível de saúde de uma população, bem como no seu desenvolvimento socioeconômico e ambiental. O serviço de água deve estar capacitado para fornecer água de qualidade adequada e na quantidade necessária para atender às necessidades da população, em qualquer dia do ano e a qualquer hora do dia (BARRADAS; GALANTE; MAYORGA, 1999, p. 73).

A disponibilidade de água para o homem rural cearense é uma questão de sobrevivência. Nos períodos secos do ano (agosto a dezembro/janeiro), é comum a falta de água, mesmo nos anos de quadra invernal (chuvosa) normal. Na seca, a falta de água é insuportável, transformando-se em calamidade social, sendo necessária a atuação dos governos estadual e federal no sentido de suprir a população “sedenta” com água transportada em carro-pipa, captada em locais, na maioria das vezes, distantes e fornecida em quantidade inadequada para atender às necessidades dos domicílios rurais. Quando essa ajuda patrocinada pelos poderes públicos não chega até as famílias afetadas, a saída é o transporte diário de água barrenta em animais, em longas caminhadas.

Ao longo de um século, as opções de captação para suprimento de água à população rural têm sido diversas. Nobre (1985) entende que não há exagero em afirmar que o problema do suprimento de água no Nordeste brasileiro, particularmente no Ceará, é tão antigo quanto a presença humana, pois os primeiros povoadores europeus passaram dificuldade em se dessedentar, pelo fato de a água de superfície ser salobra. Diante dessa situação, foram obrigados a abrir poços e/ou cacimbas para fornecimento aos colonizadores. A água vem sendo, portanto, um elemento essencial para a ocupação do

espaço semi-árido nordestino, desde o primórdio do sistema de sesmarias.

Assim sendo, em prevenção à escassez de água, teve início no século XIX, por volta de 1870, o represamento das águas das chuvas ou dos rios através da açudagem. A defesa da açudagem, naquela época, era no sentido de que, no Ceará, em certas localidades, eram raros os mananciais e os rios, sendo necessário o acúmulo de água no verão (estação seca), a fim de evitar o definhamento das lavouras, a diminuição do comércio do interior e a morte por sede de grande quantidade de animais indispensáveis ao homem, tanto para a sua subsistência quanto para o desenvolvimento dos seus negócios. O objetivo maior era evitar que homens e animais perecessem de sede, dada a importância bem menor da agricultura da região naquela época.

A política de açudagem teve seqüência e, em 1952, já haviam sido construídos no Nordeste pela Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), posteriormente Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), 130 açudes públicos, com cerca de 2,6 bilhões de metros cúbicos de capacidade de represamento. Ao mesmo tempo, intensificou-se, ao longo de décadas sucessivas, o programa de construção de açudes no sistema de cooperação com particulares.

A partir de 1975, a nova orientação política do Dnocs foi ao sentido de, além de intensificar a açudagem, incentivar a perfuração de poços em cooperação, em bases acessíveis ao homem rural da zona semi-árida.

Ao longo de anos, ou décadas, essa política vem sendo alvo de críticas. Os argumentos mais frequentes para desestimular a construção de reservatórios de água é o de que eles agravam o problema da salinização dos solos. Ignoram os críticos que a região não dispõe de recursos hídricos de qualidade apropriada e suficiente para atender às necessidades primárias dos seres vivos e que o certo seria a realização de estudos, pesquisas e experiências objetivando superar o problema da má qualidade da água (NOBRE, 1985).

Acrescenta esse autor que a salinização é uma característica verificada em toda zona semi-árida do mundo (NOBRE, 1985). Nos Estados Unidos, há alguns anos, estimava-se que mais de um quarto da área irrigada não estava atingindo os níveis de rendimentos desejados em razão do teor salino, ocorrendo também situação semelhante na China, Índia, Paquistão, Egito, Sudão e na antiga União Soviética. No entanto, em nenhum desses países a salinização desestimulou a formação de reservatórios para aproveitamento na irrigação ou para outros usos.

A região semi-árida nordestina merece atenção especial nesse particular, tendo em vista a escassez de água potável para o consumo humano, pois Kreyling *et al.* (1973) dão conta de que 80% dos poços perfurados no Nordeste do Brasil apresentam teores de sais muito acima do aceitável para o consumo humano, que é de 1.000mg/l, conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS).

O problema da salinização já não causa tanto espanto na atualidade, pois Pessoa (2000) afirma que, com o domínio das tecnologias de dessalinização, particularmente através do processo de membranas por osmose reversa, vem sendo possível processar as águas de altas concentrações salinas para torná-las apropriadas para o consumo humano.

Atualmente, existem muitos dessalinizadores instalados no meio rural cearense, com a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) sendo responsável por 250 sistemas fixos, a Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR), por seis fixos, o Dnocs, por 40 fixos e o Núcleo de Tecnologia do Ceará (NUTEC) contando com 50 dessalinizadores móveis. As perspectivas, segundo informações do governo estadual, são de ampliação do número de dessalinizadores.

Apesar desse número de dessalinizadores instalados, se existe o domínio técnico de uso, faltam, no entanto, estudos de eficiência econômica e distributiva objetivando identificar a melhor opção de suprimento de água processada. Nesse sentido, é objetivo do presente estudo responder a questão:

quantas famílias devem ser atendidas por cada tipo de sistema de dessalinização? Um dos métodos é comparar o custo do metro cúbico de água dessalinizada com os custos de outras opções de obtenção e fornecimento de água potável.

O custo de suprimento dá indicação sobre a oferta de água em comunidades de tamanhos diferentes. Sistemas de abastecimento de água envolvem elevados investimentos e altos custos fixos. A análise de viabilidade econômica, além de possibilitar a definição do tamanho mínimo do sistema, segundo o tamanho da comunidade, serve para estabelecer critérios para eventuais políticas de tarifação, de subsídios ou de formação de poupança pela comunidade para a manutenção do sistema. Enfim, além da questão econômica, é fundamental a participação efetiva de todos os atores sociais relevantes envolvidos com a gestão racional dos recursos hídricos, especificamente de águas salinizadas no Estado do Ceará.

Por contar com a participação de todos, a gestão descentralizada e participativa é capaz de reduzir e até mesmo eliminar eventuais situações de descontentamento por parte da sociedade, dado que tais decisões foram tomadas respeitando-se o direito de cada segmento social influenciar o próprio processo de tomada de decisões (CARREIRA-FERNANDEZ; GARRIDO, 2000, p. 608).

Assim sendo, o presente estudo procura analisar a viabilidade de suprimento de água dessalinizada para consumo humano em comunidades rurais cearenses. Para tanto, inicialmente, devem-se identificar o montante de investimento e os custos de manutenção requeridos por um sistema de abastecimento de água dessalinizada; analisar a viabilidade financeira e econômica de cada sistema de dessalinização por osmose reversa; determinar o custo do metro cúbico de água dessalinizada para consumo humano; estimar o número mínimo de famílias para o qual o sistema é vantajoso; calcular a capacidade de pagamento, por água dessalinizada, das famílias, distribuídas por grupos de nível de renda. Enfim, contribuir com o poder público, com fundamentação econômica, para a política de gestão dos

recursos hídricos no estado, no que tange à cobrança pelo uso da água dessalinizada.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1 – Caracterização da Área

O Nordeste brasileiro abrange uma área de 1.663.220km<sup>2</sup>, o que corresponde aproximadamente a um quinto da superfície total do Brasil (8.500.000km<sup>2</sup>). Nesta região, o “Polígono das Secas” compreende uma extensão de 936.993km<sup>2</sup>. Dos nove Estados nordestinos, apenas o Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba estão inseridos totalmente no Polígono.

A Funceme (1990) estima a extensão ecológica e climática do semi-árido cearense como sendo da ordem de 830.000km<sup>2</sup>. Para esta delimitação, o estudo considerou a pluviometria média de 800mm/ano, a regularidade/irregularidade espacial e temporal do regime pluviométrico, temperaturas superiores a 25°C ao longo do ano, a elevada evapotranspiração verificada durante cerca de nove meses do ano, a predominância de solos rasos e pedregosos, o tipo de drenagem caracterizado por regime sazonal ou intermitente e a cobertura vegetal.

No Estado do Ceará, o regime pluviométrico, concentrado em cerca de quatro meses no ano, oscila nos limites compreendidos entre 750mm a 900mm, nas regiões de sertão (semi-árido), e 1.200mm nas regiões litorâneas e serranas. Regra geral, as temperaturas médias anuais são elevadas, observando-se variações anuais entre 19°C e 29°C nas serras e de 20°C a 35°C no sertão. Estas elevadas temperaturas fazem com que tanto a evaporação (1.500 a 3.000mm/ano) quanto a evapotranspiração sejam muito altas, funcionando como uma estufa.

No Ceará, as precipitações se dão sob a forma de chuva ou neblina, diferentemente de outras regiões semi-áridas, onde a precipitação atmosférica ocorre na forma de neve nas montanhas, a qual se funde na primavera e no verão abastecendo os rios e lagos. Assim sendo, não se dispõe de estoques reguladores naturais nas nascentes dos rios

quando maior é a demanda por água (PESSOA, 2000).

Não existe implantado, no momento, um modelo de gestão de uso dos recursos hídricos no estado. Desta forma, a falta de operacionalização e uso racional da água faz com que grande parte da água precipitada no inverno se perca por infiltração e evaporação ou desemboque no mar. Os pequenos açudes, que são maioria, apresentam pequenas profundidades, sendo os primeiros a secar.

Diante desta situação, resta às comunidades rurais cearenses a opção de abastecimento com águas subterrâneas, via perfuração de poços. No entanto, em razão da predominância de rochas cristalinas, os solos são rasos, com baixa capacidade de infiltração, alto escoamento superficial e reduzida drenagem natural, fazendo com que, por falta de maior circulação de água, bem como pelos efeitos do clima semi-árido, na maioria das vezes a água proveniente de poços seja salinizada.

No entanto, segundo Pessoa (2000), essas condições, apesar de definirem um potencial hidrogeológico baixo, não diminuem a importância do uso de água subterrânea como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

## **2.2 – População e Amostra**

O Governo do Estado do Ceará, por meio das Secretarias de Recursos Hídricos (SRH) e de Desenvolvimento Rural (SDR), disponibiliza uma relação dos dessalinizadores fixos instalados no Estado, identificados segundo o município, localidade/comunidade, sólidos totais dissolvidos, número de famílias beneficiadas, capacidade do dessalinizador (em litros/hora) e data da instalação.

Deve-se ressaltar que centenas de dessalinizadores foram também instalados por órgãos federais voltados para os recursos subterrâneos, como a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Superintendência de Desenvolvimento do

Nordeste (Sudene) e Departamento Nacional de Obras contra as Secas (Dnocs), e por outros órgãos estaduais, como a Superintendência de Obras Hidráulicas do Ceará (Sohidra), Secretaria de Ciência e Tecnologia do Ceará (Secitece) e Núcleo Tecnológico do Ceará (Nutec). Por exemplo, somente no Ceará, o Dnocs instalou 40 unidades, repassando às prefeituras municipais a responsabilidade de operacionalizar o sistema; a Sohidra instalou 250 unidades fixas, em parceria com as prefeituras municipais, e o Nutec, utilizando-se de 50 unidades de dessalinizadores móveis, atendeu outros municípios carentes de água do Estado.

A amostra de dessalinizadores selecionados para fins de estudo, instalados pela Sohidra, primeiro, teve que ser estratificada para contemplar os cinco tipos ou tamanhos de aparelhos em uso nas comunidades e, segundo, que estivessem em funcionamento durante o período da pesquisa, pois a maioria estava com defeito e paralisada. Por fim, fez-se a seleção de Canindé e Quixeramobim por guardarem características semelhantes, climáticas e edafológicas, aos demais municípios onde existiam alguns dessalinizadores. Desta forma, em Canindé foram selecionados três distritos (Bonito, Ipueiras dos Gomes e Santana da Cal) e em Quixeramobim cinco distritos (Algodões, Caraúnas, Crisantemo, Pereiro e Várzea das Russas). Essas localidades têm poços com água de péssima qualidade, no que diz respeito à salinização. Segundo o recenseamento das fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará, realizado pela CPRM, que originou o “Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará”, isto ocorre devido à predominância de rochas cristalinas.

## **2.3 – Natureza e Fonte dos Dados**

Foram utilizados neste estudo dados de natureza primária, obtidos através de pesquisa direta junto às famílias beneficiadas por dessalinizadores, utilizando-se a técnica de entrevista com a aplicação de questionários. Para garantir a representatividade da amostra, foram aplicados 69 questionários, distribuídos pelos cinco tipos de aparelhos em uso nas comunidades já referidas, pertencentes aos municípios de Quixeramobim e Canindé.

Foram também utilizados dados resultantes de documentos existentes em órgãos estaduais e empresas comerciais voltadas para o gerenciamento e venda de recursos hídricos no Estado do Ceará, assim como relatórios técnicos, projetos e pesquisas desenvolvidos por outras entidades estaduais.

## 2.4 – Fundamentação Teórica: Análise Financeira, Econômica e Social de Alternativas de Investimento

Os critérios para a avaliação de opções de investimento (projetos) podem ser analisados sob os pontos de vista privado, econômico e social.

Todos estes critérios buscam obter a máxima eficiência, sendo que a avaliação privada (financeira) objetiva maximizar a eficiência dos recursos do ponto de vista do projeto; ou melhor, procura estimar a rentabilidade de um projeto em termos de

recursos monetários para um agente específico (empresa, entidade financiadora, governo), sem se importar se há outras pessoas ou atividades que, por sua vez, se beneficiam ou se prejudicam com esse projeto.

A avaliação financeira de um projeto investiga o retorno aos investimentos, valorando os custos e os benefícios a preços de mercado. Consideram-se, assim, todos os custos (de investimentos e operacionais) e receitas, avaliados com base nos preços de mercado, incluindo impostos e/ou subsídios. Como se trata de uma análise de investimento, envolvendo, portanto, um horizonte temporal, os preços devem ser expressos em termos reais, isto é, em relação a um determinado ponto no tempo.

A rigor, a análise financeira de um projeto ou empreendimento estima o impacto que a sua implementação exercerá sobre a situação atual da empresa, projeto ou mercado.

Tipos de Avaliação Características	Financeira	Econômica	Social
Ponto de vista	Entidade executora; Entidade financiadora; Governo; ou outra Entidade.	Sociedade como um todo.	Sociedade com um todo, tendo em conta as diferenças entre distintos grupos sociais.
Mede o impacto do projeto sobre	Fluxo de caixa.	Consumo; Poupança; Bens públicos/semipúblicos.	Consumo; Poupança; Bens públicos/semipúblicos; Redistribuição de renda.
Se realiza com preços	Preços de mercado (preços que vigoram no mercado).	Preços-sombras, medem o custo social de oportunidade, para corrigir as distorções do mercado.	Preços-sombras, medem o custo social de oportunidade, com ponderações distributivas.
Taxa de desconto (r)	Taxas de desconto (r) de mercado (r que uma firma paga no mercado).	Taxa social de desconto ( $r_s$ ).	Taxa social de desconto ( $r_s$ ): ( $r_s \leq r$ )
Benefícios	Benefícios diretos (reais), inerentes (internos) ao projeto. Internos.	Benefícios diretos + benefícios secundários (derivados do projeto).	Benefícios secundários (derivados do projeto).
Produção (Benefícios) e Insumos (Custos)	T = vida do projeto.	Internos e externos.	Internos e externos.
Horizonte de planejamento (T)		$T \geq$ vida do projeto.	$T \geq$ vida do projeto.

### Quadro 1 – Diferenças entre as avaliações financeira, econômica e social

Fonte: Adaptado de Mokate e Rodriguez (1990).

Desta forma, se o objetivo for mensurar o retorno dos investimentos do projeto, cria-se um fluxo de caixa a partir do qual se calculam os indicadores de rentabilidade desejados (taxa interna de retorno, relação benefício/custo, valor presente líquido, entre outros). No caso de projetos públicos ligados à área de abastecimento, a elaboração do fluxo de caixa requer, inicialmente, a quantificação de algumas variáveis, destacando-se entre elas a população a ser atendida, a demanda e a oferta de água, os custos (investimentos e operação) e as receitas.

A avaliação econômica mede a rentabilidade de um projeto em termos de recursos reais para a sociedade como um todo. Assim sendo, maximiza a eficiência na alocação dos recursos sociais do ponto de vista da economia como um todo, ou seja, leva em conta a contribuição do projeto ao bem-estar econômico nacional em termos de crescimento do produto nacional, geração de emprego e formação de divisas.

Diferentemente da avaliação financeira, a avaliação econômica investiga a rentabilidade de um projeto público considerando o verdadeiro valor dos bens ou serviços e fatores de produção.

Neste sentido, os benefícios econômicos de um projeto de abastecimento de água para consumo humano têm como base o valor relativo à disponibilidade adicional ou incremental de água para os usuários, e os custos financeiros serão transformados em econômicos através de fatores de conversão.

A avaliação social difere da avaliação econômica porque, além de medir o impacto de um projeto sobre o consumo, a poupança e os bens públicos/semipúblicos, identifica e valoriza o efeito do projeto sobre a distribuição de renda e riqueza. Assim, na avaliação social inclui-se a questão da redistribuição.

Tudo que concerne à avaliação econômica de eficiência também é aplicável à avaliação social. No entanto, na avaliação social mede-se a utilidade marginal gerada por um determinado bem para di-

ferentes indivíduos ou grupos. Ou seja, a Utilidade Marginal (UMg) de um bem varia segundo a pessoa que o consome. O Quadro 1 resume as principais diferenças entre as avaliações financeiras, econômica e social.

## **2.5 – Método de Análise**

### **2.5.1 – Avaliação financeira**

#### **• Quantificação dos Benefícios (B)**

Determinam-se as quantidades de bens que o projeto produzirá em cada unidade de tempo futura e se multiplicam pelos respectivos preços de mercado. No presente caso, o fluxo anual de benefícios (receitas) é estimado multiplicando-se a demanda/oferta de água anual por diferentes tarifas, simuladas de acordo com as opções que se apresentam à comunidade objeto de estudo. É pensamento inicial usar tarifas cobradas pela Sohidra ou, em alguns casos, tarifas estipuladas pela própria comunidade beneficiada. Outra alternativa é utilizar a disposição a pagar (DAP) por água dessalinizada que está sendo objeto de outro estudo na Universidade Federal do Ceará.

Na aplicação da tarifa, deve-se levar em conta também a faixa de renda dos residentes (baixa e alta renda) e a participação relativa dos residentes por faixa de renda na população.

#### **• Quantificação dos Custos ©**

Determinam-se os investimentos e os custos operacionais, com suas respectivas quantidades, vidas úteis e preços de mercado.

Os investimentos propostos são separados por tipo (abrigo, muro, rede elétrica, sistema de captação, adutora e dessalinizador) e desagregados em serviços preliminares, tubos e conexões, obras civis, equipamentos, serviços etc.

Os custos operacionais, que resultam da operação e manutenção do sistema, são distribuídos entre aqueles que ocorrem mesmo quando o sistema está paralisado, isto é, independem do volume de produção de água anual (mão-de-obra permanente, peças

de reposições anuais etc) e aqueles que são proporcionais ao volume de água produzido (energia, produtos químicos e material de limpeza).

#### • Fluxo de Caixa

O fluxo de caixa representa um resumo de todos os cálculos realizados anteriormente, considerando-se o fluxo anual dos benefícios (receitas) e o fluxo anual dos custos, inclusive dos investimentos, para todo o horizonte de planejamento do projeto. A formalização deste fluxo servirá de base para se estimarem os indicadores de rentabilidade financeira.

### 2.5.2 – Indicadores de Avaliação Econômico-financeira

Tratando-se de análise econômico-financeira, “um projeto de investimento” é qualquer atividade produtiva de vida limitada, que implique a imobilização de alguns recursos financeiros, na forma de bens de produção, em determinado momento, na expectativa de gerar recursos futuros oriundos da produção (NORONHA; DUARTE, 1995). Assim sendo, este tipo de conceituação possibilita a quantificação dos investimentos, dos insumos e dos produtos associados ao projeto (FARO, 1972).

Para a análise de rentabilidade desses projetos, consideram-se os fluxos de entrada de caixa ou de receita e o de saída de caixa ou de custo, que se verificam no horizonte de planejamento do projeto.

Desta forma, o montante do investimento total será função das variáveis envolvidas em cada sistema de suprimento de água:

$$C = f(\text{OB}, \text{M}, \text{E}, \text{S}, \text{I}, \text{P})$$

onde:

C = Valor do investimento total (inclusive os custos) do sistema;

OB = Indica o tipo de benfeitoria (abrigo, muro, rede elétrica, poços artesianos);

M = Máquinas que compõem o sistema (bomba e dessalinizador);

E = Equipamentos que compõem o sistema (canos, válvulas, torneiras etc.);

S = Compreende a quantidade de serviços realizados;

I = Indica os insumos diversos utilizados na montagem, operação e manutenção do sistema;

P = Vetor de preços de matérias-primas, equipamentos, serviços e insumos.

Para avaliação dos retornos aos investimentos, utilizam-se os seguintes indicadores de rentabilidade, assim descritos:

#### a) Relação Benefício-Custo (RBC)

A relação benefício-custo é definida como o quociente entre o valor atual do fluxo de benefícios a serem obtidos e o valor atual do fluxo de custos, incluindo os investimentos necessários ao desenvolvimento do sistema de dessalinização (HOFFMANN *et al.*, 1987). Algebricamente, pode ser expressa como:

$$\text{RBC} = \left\{ \sum_{t=0}^n B_t / (1+r)^t \right\} / \left\{ \sum_{t=0}^n C_t / (1+r)^t \right\}$$

onde:

$B_t$  = benefícios ou receitas no t-ésimo ano;

$C_t$  = custos mais investimentos no t-ésimo ano;

r = taxa de desconto real, no ano (decimal);

t = 0, 1, 2, 3, ..., n (anos).

A proposta de investimento será descartada, por esse critério, caso a RBC seja menor do que um. O indicador RBC é muito utilizado e de interpretação relativamente fácil, em comparação com outros indicadores. No entanto, a sua obtenção depende da fixação *a priori* de uma taxa mínima de atratividade ou custo de oportunidade a ser utiliza-

do como taxa de desconto dos fluxos, o que, em geral, pode se realizar com algum grau de arbitrariedade (AZEVEDO FILHO, 1988a).

#### b) Valor Presente Líquido (VPL)

O VPL de um projeto é definido como a soma algébrica dos valores do fluxo líquido de caixa a ele associado, atualizados a uma adequada taxa de desconto, a qual deve corresponder ao custo de oportunidade do capital. Algebricamente pode ser expresso como:

$$VPL = \sum_{t=0}^n Fl_t / (1 + r)^t$$

onde:

$Fl_t$  = valor do fluxo líquido de caixa, obtido pela diferença entre benefícios ( $B_t$ ) e custos ( $C_t$ ), em cada período  $t$  do projeto;

$r$  = taxa de desconto real, ao ano (decimal);

$t = 0, 1, 2, \dots, n$  (anos).

O investimento será considerado viável se o VPL for positivo. Neste caso, os benefícios serão maiores que os custos, à taxa de desconto considerada. Assim, pode-se dizer que o capital investido (inclusive os custos) será recuperado, remunerado à taxa de desconto considerada e gerará um lucro extra na data zero, igual ao VPL (LAPPONI, 1996). A atividade será tanto mais interessante quanto maior for o seu VPL (FARO, 1972). Quando o indicador obtido for igual a zero, tem-se o caso de indiferença em termos de rentabilidade, ou seja, pode-se tanto realizar o investimento quanto emprestar o capital à taxa de mercado, sendo a última situação preferível devido ao menor risco de perda (SANTOS, 1996).

Contador (1981) considera esse indicador como rigoroso e isento de falhas, e Azevedo Filho (1988b) afirma que, do ponto de vista teórico e em condições deterministas, o VPL é o mais consis-

te dos indicadores disponíveis. No entanto, como ocorre com a RBC, depende da fixação antecipada do custo de oportunidade do capital.

#### c) Taxa Interna de Retorno (TIR)

É definida como o valor da taxa de desconto ( $r$ ) que torna o valor presente líquido igual a zero (NORONHA, 1987). Algebricamente pode ser expressa por:

$$\sum_{t=0}^n Fl_t / (1 + TIR)^t = 0$$

sendo:

$Fl_t$  = fluxo líquido de caixa de cada período  $t$ , obtido por  $B_t - C_t$ ;

$t = 0, 1, 2, \dots, n$  (anos);

$TIR = r^*$ .

A rejeição de um projeto através da TIR será recomendável quando o seu valor for inferior ao custo de oportunidade do capital.

As vantagens desse indicador são a independência da definição antecipada do custo de oportunidade do capital para sua obtenção (AZEVEDO FILHO, 1988b; NORONHA, 1987) e o fato de se poderem fazer comparações diretamente com o custo do capital ou com alternativas de aplicação de recursos no mercado financeiro, por representar uma taxa de juros sobre o investimento (NORONHA, 1987).

A principal restrição para sua utilização é o fato de não ser coerente no caso de projetos de investimento do tipo não-convencional, quando ocorre mais de uma troca de sinal no fluxo líquido de caixa, podendo ser encontrada mais de uma taxa de retorno (HIRSHLEIFER, 1970 *apud* CAPP FILHO, 1976).

#### d) Payback Econômico (PBE)

Este indicador determina o prazo para recuperação do capital inicial investido em um projeto, em termos de períodos como, por exemplo, número de anos ou de meses, levando-se em conta o valor do dinheiro no tempo. É aplicável sem restrições no caso de projetos convencionais de investimentos. No entanto, em projetos não-convencionais deve-se ter cautela na sua obtenção e interpretação (AZEVEDO FILHO, 1988b). O mesmo autor afirma que o indicador tem características auxiliares e que é muito utilizado pelos investidores. Algebricamente, o PBE pode ser expresso como:

$$PBE = k, \text{ tal que } \sum_{t=0}^k Fl_t / (1+r)^t \geq 0 \text{ e } \sum_{t=0}^{k-1} Fl_t / (1+r)^t < 0$$

onde:

$Fl_t$  = fluxo líquido de caixa de cada período  $t$ , obtido por  $B_t - C_t$ , que são, respectivamente, benefícios e custos do projeto;

$r$  = taxa de desconto real, ao ano (decimal);

$t = 0, 1, 2, \dots, n$  (anos).

#### e) Custo Unitário de Produção (CUP)

Para Azevedo Filho (1988a), o custo unitário de produção pode ser expresso, algebricamente, como:

$$CUP = CTA/PA$$

onde:

$$CTA = \sum_{t=0}^n C_t / (1+r)^t \text{ e}$$

$$PA = \sum_{t=0}^n P_t / (1+r)^t$$

sendo:

CUP = custo unitário de produção da atividade;

CTA = custo total atualizado da atividade;

PA = produção atualizada da atividade;

$C_t$  = custo total (inclusive investimentos) da atividade no  $t$ -ésimo ano do projeto;

$P_t$  = produção da atividade no  $t$ -ésimo ano do projeto;

$r$  = taxa de desconto real, ao ano (decimal);

$t = 0, 1, 2, 3, \dots, n$  (anos).

#### f) Capacidade de Pagamento

Para se determinar a capacidade de pagamento mensal por água dessalinizada, deve-se, em primeiro lugar, estratificar as famílias residentes segundo a distribuição de renda. Assim sendo, determina-se o nível de renda das famílias por grupo, identificando-se a média de renda de cada estrato, assim como o número de famílias existentes, o seu percentual e a renda total.

Em seguida, calcula-se o gasto mensal com água dessalinizada por família, segundo os grupos de estratificação. Esse valor pode ser obtido através da multiplicação do consumo médio de água das famílias de cada grupo, em  $m^3/mês$ , pelo custo unitário da água ( $R\$/m^3$ ) ou da tarifa cobrada para uso da água por diferentes sistemas de abastecimento.

Finalmente, dividindo-se o custo mensal da água pelo nível médio mensal de renda de cada grupo, encontra-se o percentual de renda comprometido na aquisição de água. Este percentual, segundo recomendações do Banco Mundial (BIRD), não deve ser superior ao limite aceitável de 3%, em sistema exclusivamente de abastecimento de água (BI-SERRA, [s.d.]).

#### g) Custos em Função do Uso

O número mínimo de famílias ou pessoas ( $n$ ) a partir do qual cada sistema passa a ser viável economicamente pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$n \geq CF / (L - V_u)$$

onde:

$n$  = número de famílias (ou pessoas) abastecidas pelo sistema;

CF = custo fixo total anual do sistema;

$V_u$  = custo variável médio anual do sistema;

L = custo do abastecimento na forma convencional, anterior à implantação do sistema.

#### h) Taxa Mínima de Atratividade

Na determinação dos indicadores econômicos para avaliação do projeto, fez-se referência à necessidade prévia de explicitar a taxa mínima de atratividade para obtenção dos valores do VPL e RBC. Essa taxa também é necessária para efeito de comparação com os valores da TIR obtidos.

A taxa mínima de atratividade deve representar o que se deixa de ganhar pela não aplicação do capital a ser investido em outra alternativa disponível (FARO, 1972).

A determinação de uma taxa média de retorno ao capital investido durante certo período de tempo seria ideal para fins comparativos. Entretanto, no Brasil, existem poucos estudos que procuram estimar a taxa de retorno ao capital investido no meio rural como um todo, já que a maioria deles se refere a pesquisas setoriais (NOGUEIRA, 1986).

Alguns autores utilizaram como custo de oportunidade de capital a taxa de juro real praticada pelo sistema financeiro para fins de financiamento do setor relativo àquela atividade. Neste estudo, utiliza-se como taxa mínima de atratividade a taxa usual de desconto de 12% ao ano (CARRERA-FERNANDEZ, 2000).

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão divididos em várias seções, com o objetivo de facilitar a sua compreensão. Desta forma, inicialmente listam-se os investimentos ne-

cessários para cada sistema de dessalinização, seqüenciados pelos custos de operação e manutenção de cada sistema, as receitas, os resultados de avaliação financeira, assim como o cálculo da capacidade de pagamento e a tarifa máxima possível de ser paga por cada grupo de família consumidora de água dessalinizada.

#### 3.1 – Inversão Total do Sistema

A Tabela 1 apresenta o valor do investimento necessário para a aquisição e instalação de dessalinizadores de osmose reversa com vazões de 400, 600, 800, 1.200 e 1.800 litros de água potável por hora, respectivamente. Observa-se no orçamento de cada dessalinizador, quando decomposto em seus componentes, que as membranas representam, por exemplo, 32% do valor do dessalinizador de vazão de 400 litros por hora e 66,98% do valor total do dessalinizador de vazão de 1.800 litros/hora.

A infra-estrutura complementar para a instalação de cada sistema de dessalinização é decomposta em abrigo para o dessalinizador, sistema de captação em poços tubulares, construção de muro, instalação de rede elétrica e construção de adutora.

Na Tabela 1, apresentam-se os orçamentos discriminados por item de infra-estrutura e valor do dessalinizador para cada sistema de dessalinização por osmose reversa. Os cinco tipos analisados representam a predominância dos sistemas de dessalinização mais usados pelo poder público estadual para atender às comunidades carentes em água potável. Observa-se que as inversões perfazem, em termos financeiros (expressos a preços de mercado de novembro de 2002), valores que variam de R\$ 20.616,04 para o sistema tipo I, representado pelo dessalinizador de vazão de 400 litros/hora, até a quantia de R\$ 32.856,84 do sistema tipo V, que corresponde ao dessalinizador com capacidade de vazão de 1.800 litros/hora de água potável.

#### 3.2 – Custos de Operação e Manutenção

Os custos de operação e manutenção foram de difícil obtenção no campo, em razão de os ope-

**Tabela 1 – Orçamento discriminado por item de infra-estrutura para cada sistema de dessalinização por osmose reversa, Ceará, nov./2002.**

<b>Discriminação</b>	<b>Tipo I (400 l/h)</b>	<b>Tipo II (600 l/h)</b>	<b>Tipo III (800 l/h)</b>	<b>Tipo IV (1200 l/h)</b>	<b>Tipo V (1800 l/h)</b>
Abrigo (12m <sup>2</sup> )	2.732,11	2.732,11	-	-	-
Abrigo (16,5m <sup>2</sup> )	-	-	3.316,16	3.316,16	3.316,16
Muro	2.531,34	2.531,34	2.531,34	2.531,34	2.531,34
Rede elétrica	725,05	725,05	725,05	725,05	725,05
Sistema de captação	3.906,98	3.906,98	3.906,98	4.063,73	4.063,73
Adução	720,56	720,56	720,56	720,56	720,56
Dessalinizador	10.000,00	11.600,00	13.350,00	16.700,00	21.500,00
<b>TOTAL</b>	<b>20.616,04</b>	<b>22.216,04</b>	<b>24.550,09</b>	<b>28.056,84</b>	<b>32.856,84</b>

Fonte: Flow Indústria, Comércio, Serviço e Importação Ltda; Potágua.

radores de cada sistema não efetuarem anotações mensais ou anuais relativas às despesas efetuadas em cada sistema. No entanto, no município de Canindé, utilizando-se um demonstrativo de custos anuais de operação e manutenção previamente elaborado, foi possível, junto ao operador do sistema, efetuar estimativas desses custos para o sistema do tipo I.

Outras tentativas e fontes opcionais para o levantamento desses custos foram buscadas, a exemplo de relatórios técnicos de acompanhamento de aparelhos dessalinizadores elaborado pelo Centro Vocacional Tecnológico (CVT) de Aracoiaba para a Secretaria de Infra-estrutura da Prefeitura Municipal de Quixeramobim e de orçamentos elaborados por técnicos da Sohidra. Nenhuma dessas opções satisfaz o propósito do estudo, por falta de detalhamento dos itens de custos efetivamente despendidos ou por representarem estimativas que fugiam da realidade.

A saída encontrada foi utilizar os custos anuais de operação e manutenção, rotineiramente anotados por operadores da Secretaria de Desenvolvimento Social e Econômico da Prefeitura Municipal de Russas. Esses dados representam despesas efetivamente realizadas e traduzidas sob a forma de orçamentos para operação e manutenção de diferentes sistemas de dessalinização naquele município, e que são utilizados no presente estudo.

Assim sendo, para o sistema de dessalinização designado por tipo I, dessalinizador com vazão de 400 litros/hora, os custos de operação e manutenção, a preços de novembro de 2002, importaram em R\$ 2.859,17, exceto a reposição de membranas, que foi considerada como reinvestimento, para cada dessalinizador, em seção posterior. Os demais custos foram de R\$ 2.773,52 para o sistema do tipo II, R\$ 2.845,47 para o do tipo III, R\$ 3.619,09 para o do tipo IV e de R\$ 4.050,00 para o sistema de dessalinização do tipo V (vazão de 1.800 litros/hora).

### 3.3 – Receitas Financeiras

A Tabela 2 apresenta as receitas financeiras de cada sistema de dessalinização por osmose reversa. Estas receitas foram calculadas tomando-se por base o consumo médio efetivo anual de água dessalinizada por família localizada nos municípios de Quixeramobim e Canindé. Assim sendo, a partir de dados obtidos através de questionários, calculou-se o consumo efetivo médio de 463,08m<sup>3</sup>/ano de água dessalinizada para o sistema do tipo I. O mesmo procedimento foi utilizado para os demais sistemas de dessalinização.

Outra forma de cálculo da receita foi com base na produção potencial de cada sistema de dessalinização, considerando-se a capacidade de vazão do dessalinizador, em litros/hora, e o período diário de 8 horas de funcionamento. Desta forma, o sistema tipo I tem capacidade de produção de 1.168m<sup>3</sup>

**Tabela 2 – Demonstrativo das receitas financeiras de cada sistema de dessalinização por osmose reversa segundo o consumo efetivo e a produção potencial, Ceará, novembro/2002.**

Tipo de Dessalinizador	Consumo Efetivo (m <sup>3</sup> /ano)	Produção Potencial (m <sup>3</sup> /Ano)	Tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )	Receita Efetiva (R\$/Ano)	Receita Potencial (R\$/Ano)
TIPO I (400 l/h)	463,08	1.168,00	5,00	2.315,40	5.840,00
	463,08	1.168,00	10,00	4.630,80	11.680,00
TIPO II (600 l/h)	467,40	1.752,00	5,00	2.337,00	8.760,00
	467,40	1.752,00	10,00	4.674,00	17.520,00
TIPO III (800 l/h)	906,24	2.336,00	5,00	4.531,20	11.680,00
	906,24	2.336,00	10,00	9.062,40	23.360,00
TIPO IV (1200 l/h)	1.882,68	3.504,00	5,00	9.413,40	17.520,00
	1.882,68	3.504,00	10,00	18.826,80	35.040,00
TIPO V (1800 l/h)	2.304,00	5.256,00	5,00	11.520,00	26.280,00
	2.304,00	5.256,00	10,00	23.040,00	52.560,00

**Fonte:** Dados da pesquisa.

de água dessalinizada por ano e o sistema tipo V tem capacidade de produção de 5.256m<sup>3</sup>/ano.

Uma das tarifas consideradas no cálculo das receitas foi a recomendada pela Sohidra, vigente à época da pesquisa, em que a aquisição de uma ficha por R\$ 0,10 permitia ao usuário o direito de obter 20 litros de água dessalinizada, ou seja, uma tarifa correspondente a R\$ 5,00/m<sup>3</sup>. Esta tarifa era cobrada, segundo técnicos da própria Sohidra, sem levar em consideração estudos econômicos que melhor refletissem a parcela correspondente à amortização anual dos investimentos referentes à aquisição do dessalinizador e à infra-estrutura do sistema, assim como a parcela para cobertura dos custos de operação e manutenção de cada sistema.

Em certas localidades/comunidades, a exemplo do distrito de Algodões, em Quixeramobim, cada família pagava a tarifa simbólica de R\$ 1,00/mês para a obtenção diária de 40 litros de água, ou seja, algo aproximado de R\$ 1,00 por 1,2m<sup>3</sup>/mês. Esta tarifa não foi considerada para fins de cálculo das receitas. Por ocasião da presente pesquisa, já havia a recomendação da Sohidra em cobrar R\$ 0,20 por 20 litros de água dessalinizada, o que corresponde a um reajuste de 100% na tarifa até então prevalente. Daí, seu uso como outra opção para o cálculo das receitas.

Observa-se que a relação consumo efetivo/produção potencial de água é de 39,65%, 26,68%,

38,79%, 53,73% e 43,84% para os sistemas dos tipos I a V, respectivamente. Esta relação mostra o alto grau de subutilização da capacidade instalada de cada sistema de dessalinização. O consumo efetivo de água dessalinizada, pelas famílias estudadas, não chega, em quatro dos cinco sistemas analisados, à metade do que os aparelhos são capazes de produzir. Este fato é preocupante, dada a escassez de água nas comunidades rurais cearenses. Esse baixo consumo familiar explica-se, segundo constatações da pesquisa de campo, pelos seguintes fatores: primeiro, as limitações impostas pelas autoridades quanto ao volume de água disponível por família, no máximo de 40 litros/dia; segundo, a baixa oferta de água ocasionada pela redução no tempo de funcionamento dos aparelhos, em média, 3 a 4 horas/dia; terceiro, o prolongado tempo de paralisação dos dessalinizadores, ocasionado, muitas vezes, por pequenos defeitos. Como será mostrado posteriormente em maiores detalhes, o tempo anual de funcionamento normal do aparelho em várias comunidades/distritos não chega a três meses.

Deduz-se, portanto, diante das constatações, que um dos maiores problemas encontrados é o de gestão do sistema, carecendo de análises e propostas nesta esfera.

### 3.4 – Fluxo de Caixa

Para se atingirem os objetivos, fez-se a disposição do cronograma de inversões, reinversões e os

desinvestimentos ou valor residual para os cinco sistemas de dessalinização objeto do presente estudo. A reposição dos bens que compõem a infra-estrutura de cada sistema se dá de acordo com a vida útil de cada bem; assim sendo, o lançamento referente a nova compra de dessalinizador é efetuado no ano 10, enquanto que, para o ano 20, considera-se um valor residual equivalente a 10% do valor do equipamento novo, exceto o valor das membranas, cuja reposição é feita a cada 4 anos. Para todos os outros itens de capital que compõem o sistema, tomam-se por hipótese valores residuais iguais a zero no final de suas vidas úteis. Para a rede elétrica, que tem vida útil superior ao horizonte de planejamento, o valor residual foi calculado subtraindo-se do valor novo a depreciação acumulada até o ano 20.

Conforme já discutido, foram definidas quatro situações de receitas para compor o fluxo e testar a viabilidade de cada sistema.

Na Tabela 3, mostra-se, a título de exemplo, um fluxo de caixa típico, elaborado para o sistema de dessalinização do tipo III (vazão do dessalinizador de 800 litros/hora), considerando-se uma tarifa de R\$ 5,00/m<sup>3</sup> e produção potencial de água dessalinizada de 2.336m<sup>3</sup>/ano.

### 3.5 – Indicadores Financeiros

Inicialmente, devem ser feitas algumas considerações quanto ao uso dos indicadores de rentabilidade em análise de investimento ou orçamentação de capital.

O processo de tomada de decisão em investimento e formação de capital envolve questões fundamentais para a sobrevivência, continuidade e crescimento de qualquer negócio, seja privado ou público.

Esta decisão deve basear-se em procedimentos de análise de investimentos, objetivando identificar, avaliar, selecionar, priorizar e acompanhar o desempenho das diferentes propostas de investimentos (no caso, sistemas de dessalinização).

Quanto mais refinadas forem as técnicas de análise e seleção de propostas de investimentos ou projetos, maiores serão as chances de sucesso. Nos procedimentos de avaliação de investimentos sob a óptica da avaliação financeira, a teoria recomenda, como critério principal, a utilização do valor presente líquido (VPL), apesar de ser uma tradição, no Brasil, o uso prioritário da taxa interna de retorno (TIR), vindo em seguida o *payback* como critério secundário ou complementar mais utilizado. O uso amplo da TIR prende-se ao fato de o empresário preferir racionar em termos de taxa ao invés de um valor monetário. E a opção pelo *payback*, em razão de este indicador considerar implicitamente os fatores risco e liquidez, levando os investidores a manifestar maiores preferências pela liquidez do que pela rentabilidade. No entanto, o *payback* prioriza projetos de vida curta e resultados de curto prazo, em detrimento de projetos de vida longa e aumento de valor do negócio no longo prazo (SAUL, 1995).

Ainda de acordo com Saul (1995), a adoção prioritária da TIR e do *payback* pode trazer algumas implicações. A TIR, por definição, é a taxa de desconto que faz o VPL igualar-se a zero; é uma função implícita, portanto, uma média, apenas uma situação particular; sua aplicação é inteiramente válida apenas nos casos de projetos convencionais, cujos fluxos de benefícios líquidos mudam de sinal somente uma vez. Além disso, é um coeficiente normalmente superdimensionado, não refletindo o verdadeiro retorno do investimento. Portanto, a TIR traz embutido um certo viés quando da aceitação e hierarquização de projetos. Em contrapartida, o VPL é uma função explícita, levando ao dimensionamento ótimo de projetos, tanto em tamanho quanto em duração, o que não acontece com a TIR. O VPL é consistente com a teoria neoclássica da análise marginal e fornece diretamente o ponto em que a receita marginal iguala-se ao custo marginal. Além disso, o VPL de uma análise é único, seja o projeto do tipo convencional ou não.

A partir desta discussão, fica claro que, embora a TIR e o *payback* sejam mantidos como indicadores de análise, o VPL será tomado como o principal critério de decisão deste estudo, vindo em seguida o

**Tabela 3 – Fluxo de caixa para avaliação financeira de um sistema de dessalinização por osmose reversa com capacidade de vazão do dessalinizador de 800 litros de água potável por hora, Ceará, novembro/2002.**

Especificação	0	1-3	4	5-7	8	9	10	11	12	13-15	16	17-19	20
1. Total das Entradas	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	12.601,68
- Receitas:	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00
- Preço R\$ 5,00/m <sup>3</sup> *	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00	11.680,00
- Valor residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	921,68
2. Total das Saídas	29.456,09	3.756,00	10.156,00	3.756,00	10.156,00	3.756,00	17.446,00	3.756,00	10.156,00	3.756,00	10.156,00	3.756,00	3.756,00
- Investimentos	25.700,09	-	6.400,00	-	6.400,00	-	13.690,00	-	6.400,00	-	6.400,00	-	-
- Custos de operação e manutenção	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00	3.756,00
3. Benefício Líquido	-17.776,09	7.924,00	1.524,00	7.924,00	1.524,00	7.924,00	-5.766,00	7.924,00	1.524,00	7.924,00	1.524,00	7.924,00	8.845,68

**Fonte:** Dados da pesquisa.

\* A produção potencial anual do dessalinizador em funcionamento de 8 horas/dia é de 2.336m<sup>3</sup>.

custo por m<sup>3</sup> de água dessalinizada e a capacidade de pagamento por estrato de renda familiar.

A Tabela 4 apresenta os indicadores financeiros para todos os sistemas de dessalinização analisados. Observa-se que, para o dessalinizador de vazão de 400 litros/hora (tipo I), apenas quando se consideram a produção potencial e a tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>, o sistema mostra-se viável, com a relação Benefício/Custo (B/C) igual a 1,89, Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 46.516,81, Taxa Interna de Retorno Financeira (TIRF) de 72,01% e *Pay-back* Econômico (PBE) de 6,26 anos. O custo do m<sup>3</sup> de água estimado pelo consumo efetivo é de R\$ 13,39/m<sup>3</sup> e de R\$ 5,31/m<sup>3</sup>, quando calculado pela produção potencial.

O tipo II é viável apenas quando se considera a produção potencial que, neste caso, apresenta custo por m<sup>3</sup> de R\$ 3,79 e tempo de retorno do capital (PBE) de 2,72 anos.

O sistema do tipo III (800 litros/hora), à semelhança do tipo II, mostra-se viável apenas quando se leva em conta a capacidade produtiva potencial do aparelho. Ao se calcularem os indicadores pelo consumo efetivo, têm-se relações B/C menores do que 1, VPLs negativos e custo de R\$ 9,28/m<sup>3</sup> de água. A TIR, apesar de ser da ordem de 65%, não é uma boa medida financeira, como já discutido, por se tratar de fluxos de benefícios líquidos com mais de uma mudança de sinal (projeto não-convenicional). O PBE para a produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup> é de 2,17 anos.

Para o sistema de dessalinização do tipo IV, apenas quando se consideram o consumo efetivo e uma tarifa de R\$ 5,00/m<sup>3</sup>, os indicadores mostram-se inviáveis. Em todas as outras simulações o sistema apresenta-se viável. O custo do m<sup>3</sup> de água é de R\$ 4,88 para o consumo efetivo e de R\$ 2,62 para a produção potencial. O PBE é de 4,51 anos para o consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>.

O sistema de dessalinização do tipo V (vazão de 1.800 litros/hora) apresenta-se viável para todos os indicadores calculados. O PBE, ou tempo

de recuperação do capital, é de 0,49 ano, quando se o calcula pelo consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>. O custo do m<sup>3</sup> de água é de R\$ 4,86 ao se considerar o consumo efetivo, e de R\$ 2,13, quando se leva em conta a produção potencial.

### 3.6 – Capacidade de Pagamento

Para se determinar a capacidade de pagamento mensal por água dessalinizada, em primeiro lugar, estratificaram-se as 69 famílias residentes dos distritos pesquisados nos municípios de Quixeramobim e Canindé, segundo a distribuição de renda.

Observa-se pela Tabela 5 que, considerando-se o salário mínimo (SM) vigente de R\$ 200,00/mês, dividiu-se o público pesquisado em cinco estratos de renda. O primeiro estrato compreende as famílias que recebem até meio SM por mês, ficando representado por apenas duas famílias (2,90% do total) e renda média de R\$ 81,67/mês. O maior percentual de famílias (46,38%) situa-se no estrato acima de 1 até 2 SM. No entanto, a média desta faixa é de R\$ 272,04/mês, inferior a 1,5 SM/mês. Apenas 10,14% das famílias localizaram-se no estrato de mais de 3 SM, com renda média de R\$ 792,62/mês.

Em seguida, através da Tabela 6, considerando-se o consumo de água dessalinizada (m<sup>3</sup>/mês) e a tarifa mensal (R\$/m<sup>3</sup>), determinou-se o custo (tarifa) mensal com água dessalinizada por estrato de renda das famílias. A partir desses dados, pôde-se calcular a percentagem da renda comprometida ou a capacidade de pagamento das famílias. Observa-se que o maior percentual de renda comprometida, em torno de 2,59%, encontra-se no estrato de mais de 1/2 a 1 SM, portanto abaixo da recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) de que o gasto com água não deve comprometer acima de 3% da renda familiar.

Os resultados encontrados dão margem à possibilidade de aumento de tarifas, porque, conforme já analisado, quando se considera o consumo efetivamente observado e a tarifa de R\$ 5,00/mês, vários sistemas apresentaram-se inviáveis financeiramente.

**Tabela 4 – Avaliação financeira de sistemas de dessalinização por osmose reversa com simulações de tarifas, Ceará, novovembro/2002.**

Tipo de Dessalinizador	Simulações	B/C	VPL	TIRF	PBE*	Custo Unitário da Água (R\$/m <sup>3</sup> )
TIPO I (400 l/h)	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	0,34	-30.559,11	62,36	-	13,39
	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	0,67	-15.161,18	>100,00	-	
	Produção potencial e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	0,94	-2.944,75	8,99	-	5,31
	Produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	1,89	46.516,81	72,01	6,26	
TIPO II (600 l/h)	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	0,32	-33.624,07	58,75	-	14,20
	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	0,63	-18.082,50	>100,00	-	
	Produção potencial e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	1,18	9.090,31	22,47	-	3,79
	Produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	2,37	67.346,27	34,20	2,72	
TIPO III (800 l/h)	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	0,49	-31.604,82	65,04	-	9,28
	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	0,98	-1.471,33	9,19	-	
	Produção potencial e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	1,26	15.936,30	25,61	-	3,60
	Produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	2,52	93.610,90	35,07	2,17	
TIPO IV (1200 l/h)	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	0,93	-4.649,48	0,24	-	4,88
	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	1,86	57.951,73	33,29	4,51	
	Produção potencial e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	1,73	49.261,22	32,53	5,26	2,62
	Produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	3,47	165.773,12	36,63	1,01	
TIPO V (1800 l/h)	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	1,03	2.802,29	14,19	-	4,86
	Consumo efetivo e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	2,06	100.370,28	>100,00	0,49	
	Produção potencial e tarifa de R\$ 5,00/m <sup>3</sup>	2,33	126.281,15	>100,00	2,63	2,13
	Produção potencial e tarifa de R\$ 10,00/m <sup>3</sup>	4,69	350.388,25	37,44	0,49	

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: A taxa de desconto utilizada corresponde a 12% ao ano, recomendada pelo BIRD para projetos semelhantes.

- Em certos casos não foi possível encontrar o *payback* (PBE).

**Tabela 5 – Distribuição de renda das famílias residentes que usam água dessalinizada nos municípios de Quixeramobim e Canindé, Ceará, novembro/2002.**

Faixa de Salários (SM)	Média da Faixa (R\$)	Famílias		Renda Total (R\$)
		Nº	%	
Até ½	81,67	2	2,90	163,33
Mais de 1/2 a 1	156,35	13	18,84	2.032,55
Mais de 1 a 2	272,04	32	46,38	8.705,43
Mais de 2 a 3	513,41	15	21,74	7.701,13
Mais de 3	792,62	7	10,14	5.548,33
Renda Média	-	-	-	350,01
<b>Total</b>	-	<b>69</b>	<b>100,00</b>	<b>24.500,78</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Objetivando-se determinar tarifas, segundo os estratos, que não comprometam mais de 3% da renda, calcularam-se tarifas máximas possíveis de ser cobradas, levando-se em conta a renda familiar. Desta forma, as famílias do estrato até 1/2 SM podem pagar uma tarifa de até R\$ 7,10/m<sup>3</sup>, contra tarifas de R\$ 13,81 e R\$ 15,24 dos estratos de mais de 2 a 3 SM e de mais de 3 SM, respectivamente.

Observa-se que a tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup> proposta pela Sohida ultrapassa o comprometimento de 3% da renda das famílias que recebem menos de 2 SM mensais. A saída será a Sohida estabelecer tarifas diferenciadas, sob a forma de subsídios cruzados, objetivando beneficiar as famílias de menor renda e de menor consumo. O envolvimento das comunidades nesse processo é de fundamental

importância para o estabelecimento de uma boa política de gestão.

### 3.7 – Viabilidade em Função do Uso

Para se determinar o número mínimo de famílias para o qual cada sistema de dessalinização passa a ser vantajoso, comparativamente ao sistema alternativo utilizado no suprimento de água às comunidades rurais, fez-se uso da Tabela 7, em que os custos estão separados em fixos e variáveis. Considera-se que a mão-de-obra empregada aumenta ou diminui em função do uso dos dessalinizadores. No entanto, observa-se que os custos de cada sistema crescem menos, proporcionalmente à capacidade do dessalinizador e, portanto, em relação ao número de famílias que atende.

Assim, considerando-se que a forma alternativa mais usada pelos poderes públicos estaduais e municipais para abastecimento de água às famílias rurais é através de carro-pipa, usam-se os dados desse sistema, conforme levantados pela Prefeitura Municipal de Quixeramobim, para definir o presente índice. Observou-se que, no mês de setembro de 2001, foram fornecidas 1.328 pipas de água a 13 comunidades do município de Quixeramobim, perfazendo 9.296m<sup>3</sup>, o que resultou em um custo total, atualizado para novembro/2002, de R\$ 53.584,56 para atender 3.112 famílias, o equivalente a uma tarifa da ordem de R\$ 5,76/m<sup>3</sup>. Assim, o gasto mensal por família abastecida com água

através de carro-pipa foi de R\$ 17,22/mês. Considera-se, para fins de cálculo, o fornecimento de água por seis meses.

Desta forma, o sistema tipo I (vazão de 400 litros/hora), que atende, segundo constatações, cerca de 40 famílias, deveria ser redimensionado para o suprimento de água a cerca de 86 famílias. O sistema do tipo II também apresenta resultados semelhantes, ou seja, encontra-se subutilizado, resultando em sua inviabilidade para o atendimento de apenas 41 famílias.

Os sistemas dos tipos III, IV e V, aparelhos com vazões mais elevadas, apresentam-se viáveis a partir do suprimento de água para 49, 47 e 55 famílias, respectivamente. Observa-se que, atualmente, esses aparelhos estão gerando água, na mesma ordem, para 79, 163 e 200 famílias, portanto, enquadrando-se na faixa de viabilidade, relativamente ao sistema alternativo.

Um ponto importante a ressaltar é que o dessalinizador fornece água em padrão comparável ao da água mineral comercializada por muitas empresas no Brasil. Em contrapartida, a água fornecida por meio de carro-pipa normalmente é proveniente de açude, não raro contaminada de coliformes fecais e não recebe qualquer forma de tratamento para ser distribuída. Portanto, é de baixa qualidade, além de ser esporádica, ou seja, seu fornecimento não é

**Tabela 6 – Percentagem da renda comprometida no pagamento de água dessalinizada e tarifa máxima a ser cobrada para comprometer 3% da renda, Ceará, nov./2002.**

Faixa de Salários (SM)	Consumo de água Dessalinizada (m <sup>3</sup> /mês) (1)	Tafa (R\$/m <sup>3</sup> ) (2)	Tarifa Mensal (R\$) (1) x (2) = (3)	Nível Médio de Renda (R\$) (4)	% da Renda Comprometida (3) ÷ (4) = (5)	Tarifa Máxima* (R\$/m <sup>3</sup> )
Até 1/2	0,35	5,00	1,75	81,67	2,11	7,10
Mais de 1/2 a 1	0,81	5,00	4,05	156,35	2,59	5,79
Mais de 1 a 2	0,93	5,00	4,65	272,04	1,71	8,78
Mais de 2 a 3	1,12	5,00	5,60	513,41	1,09	13,81
Mais de 3	1,56	5,00	7,80	792,62	0,98	15,24
Média	0,95	5,00	4,75	363,22	1,70	11,45

Fonte: Dados da pesquisa.

\* Tarifa máxima a ser paga para comprometer 3% da renda média familiar.

contínuo, por depender de vários fatores, a começar pelas decisões em nível governamental.

Portanto, a alternativa de comparação utilizada pode não ser a melhor, mas é a que se apresenta em realidade, para atender às famílias rurais cearenses tão carentes de água.

#### 4 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Partindo-se da análise dos resultados, deduz-se que, dos itens de capital que compõem o valor total dos investimentos em sistemas de dessalinização por osmose reversa, o aparelho (dessalinizador) representa maior percentual; na formação dos seus custos, o valor das membranas chega a atingir até 67% do valor total do aparelho de vazão de 1.800 litros/hora.

Os órgãos voltados para a gestão dos dessalinizadores não adotam ou não recomendam aos operadores do sistema efetuar anotações mensais ou anuais de reposição de peças e as conseqüentes despesas em cada sistema, o que acarreta ineficiên-

cias no acompanhamento técnico, impossibilidade de melhor análise da *performance* do sistema, oferta descontínua de água, desconforto das famílias, enfim, a quase inexistência da boa prática de gestão dos recursos hídricos.

A estipulação de uma tarifa única para todos os distritos/municípios ainda não se constitui prática uniforme adotada pelos órgãos gestores. Em um mesmo município, como é o caso de Quixeramobim, verifica-se a cobrança de tarifas diferenciadas em distritos/comunidades diferentes. Em contraposição, no município de Canindé, nenhuma tarifa é paga pelo uso da água dessalinizada.

A demanda efetiva de água dessalinizada não atinge a metade do que os aparelhos são capazes de produzir. Esta constatação deve-se aos problemas de oferta ocasionados pelos seguintes fatores: as limitações impostas pelas “autoridades gestoras” quanto ao volume de água disponível por família, no máximo de 40 litros/dia; a baixa produção (processamento) de água ocasionada pela redução do tempo de funcionamento, em média, 3 a 4 horas/dia; e o eleva-

**Tabela 7 – Custos totais anuais, número de famílias atendidas e número mínimo de famílias para cobrir os custos dos cinco tipos de dessalinizadores por osmose reversa em Quixeramobim e Canindé, Ceará, novembro/2002.**

Discriminação	Valor (R\$)				
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
1. CUSTOS FIXOS	2.727,50	2.977,11	3.314,94	3.854,94	4.603,74
- Depreciação <sup>1</sup> :	1.366,85	1.510,85	1.694,63	2.003,19	2.435,19
. Abrigo	122,95	122,95	149,23	149,23	149,23
. Muro	113,91	113,91	113,91	113,91	113,91
. Rede elétrica	21,75	21,75	21,75	21,75	21,75
. Captação	175,81	175,81	175,81	182,87	182,87
. Adutora	32,43	32,43	32,43	32,43	32,43
. Dessalinizador	900,00	1.044,00	1.201,50	1.503,00	1.935,00
- Juros sobre o capital <sup>2</sup>	1.360,66	1.466,26	1.620,31	1.851,75	2.168,55
2. CUSTOS VARIÁVEIS	2.859,17	2.773,52	2.845,47	3.619,09	4.050,00
- Operação e manutenção	2.859,17	2.773,52	2.845,47	3.619,09	4.050,00
3. CUSTO TOTAL	5.586,67	5.750,63	6.160,41	7.474,03	8.653,74
4. Nº DE FAMÍLIAS ATENDIDAS (VALORES OBSERVADOS)	40,00	41,00	79,00	163,00	200,00
5. Nº MÍNIMO DE FAMÍLIAS PARA COBRIR OS CUSTOS DO SISTEMA RELATIVAMENTE AO SISTEMA CONVENCIONAL (CARRO-PIPA)	85,66	85,16	49,37	47,49	55,42

**Fonte:** Dados da pesquisa.

<sup>1</sup> Considera-se um valor de sucata de 10% para cada item de capital que compõe o sistema.

<sup>2</sup> Juros sobre o capital empatado em cada sistema de 12% ao ano.

do tempo de paralisação de certos aparelhos, ocasionada, na maioria das vezes, por pequenos defeitos.

A análise financeira mostra que o sistema composto pelo dessalinizador com vazão de 400 litros de água potável por hora é viável apenas no caso de o aparelho funcionar 8 horas/dia (vazão de 1.168m<sup>3</sup>/ano), sendo cobrada uma tarifa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup>.

Da mesma forma, o sistema do tipo II (dessalinizador com vazão de 600 litros/hora) é viável apenas quando em funcionamento pela produção potencial. Avaliado pelo consumo efetivo de água das famílias mostra-se inviável. A mesma conclusão se aplica ao sistema do tipo III (dessalinizador com vazão de 800 litros/hora).

Os grandes sistemas (tipos IV e V), representados pelos aparelhos com vazões de 1.200 e 1.800 litros/hora, foram os que apresentaram melhores resultados da avaliação (à exceção do dessalinizador de 1.200 litros/hora), quando se considera o consumo efetivo e a tarifa de R\$ 5,00/m<sup>3</sup>.

O custo do m<sup>3</sup> de água dessalinizada, calculado pelo consumo efetivo, supera a nova tarifa proposta pela Sohidra (R\$ 10,00/m<sup>3</sup>) apenas no caso dos dois menores sistemas (tipos I e II), mas enquadra-se nos limites aceitáveis em caso de produção potencial desses aparelhos. Os três outros sistemas, tanto para o consumo efetivo quanto para a produção potencial, apresentam custos/m<sup>3</sup> de água menores do que a tarifa proposta pela Sohidra. Para reduzir ainda mais estes custos, bastaria ampliar a oferta de água para gerar uma demanda efetiva maior, dado que os custos do sistema não variam muito para uma capacidade produtiva bem superior.

A capacidade de pagamento por água dessalinizada foi calculada levando-se em conta o percentual da renda comprometida de acordo com as faixas de salário mínimo (SM) das comunidades. Assim sendo, o maior percentual de renda comprometida (2,59%) encontra-se no estrato de mais de ½ a 1 SM. No entanto, este percentual situa-se abaixo da recomendação da Organização Mundial

da Saúde (OMS) de que o gasto com a água não deve comprometer além de 3% da renda familiar.

A tarifa máxima possível de ser cobrada, para a família usuária ter capacidade de pagamento, levando-se em conta o teto máximo de 3% da renda familiar, é de R\$ 7,10/m<sup>3</sup> para quem tem faixa de renda de até ½ SM, R\$ 5,79/m<sup>3</sup>, para mais de ½ a 1 SM, R\$ 8,78/m<sup>3</sup>, para mais de 2 a 3 SM e R\$ 15,24/m<sup>3</sup>, para faixa de salários superiores a 3 SM. Desta forma, a tarifa de R\$ 10,00 proposta pela Sohidra supera 3% da renda das famílias que recebem menos de 2 SM por mês. Sugere-se, para este caso, o estabelecimento de tarifas diferenciadas, sob a forma de subsídios cruzados, objetivando beneficiar as famílias de menor renda e de menor consumo de água.

Quanto ao número mínimo de famílias que tornaria viável cada sistema, constata-se que os sistemas dos tipos I e II só seriam viáveis se atendessem mais que o dobro do número de famílias que atendem no momento. Já os sistemas dos tipos III, IV e V são viáveis para as proporções de 62,49%, 29,13% e 27,71% do número total de famílias abastecidas por esses sistemas, respectivamente; ou seja, para proporções um pouco além da metade (sistema III) e para algo próximo a 1/3 do número de famílias (sistemas IV e V) existentes, os sistemas passam a ser viáveis, relativamente à forma alternativa de abastecimento através de carro-pipa.

A análise de viabilidade econômica mostra que tanto o sistema de dessalinização do tipo I quanto o do tipo II é inviável ao se considerar no cálculo das receitas o consumo efetivo das famílias. No entanto, são viáveis quando se considera a produção potencial de cada aparelho.

Os demais sistemas são todos viáveis, à exceção do sistema composto pelo dessalinizador de vazão de 800 litros por hora, que é inviável apenas quando se consideram o consumo efetivo e a tarifa de R\$ 4,70/m<sup>3</sup>, sendo viável nas demais simulações.

O custo do m<sup>3</sup> da água dessalinizada, para os aparelhos com vazões superiores a 800 litros/hora, situa-se dentro dos padrões aceitáveis de cobrança

vigente junto às comunidades pesquisadas. Em Quixeramobim, o m<sup>3</sup> de água fornecida por carro-pipa custou aos cofres públicos R\$ 5,76. Essa água normalmente é proveniente de açude, contaminada de impurezas e coliformes fecais, e não recebe tratamento para ser distribuída. Portanto, é de baixa qualidade, além de ser esporádica, pois depende de várias iniciativas, a começar do governo estadual. Em contrapartida, o dessalinizador fornece água de qualidade muito superior, em padrão comparável ao da água mineral comercializada por muitas empresas da iniciativa privada no Brasil.

Sugerem-se outros estudos para fins de constatação dos benefícios que são atribuídos ao uso da água dessalinizada, como, por exemplo, diminuição do índice de mortalidade infantil, redução dos internamentos hospitalares, de infecções por diarreia, de exames laboratoriais, de gastos com remédios, dos índices de hipertensos, além de proporcionar a melhora sensível de pessoas que sofrem de problemas renais. A escassez de água comum na região, associada à oportunidade rara de ter água de boa qualidade, também serve para disciplinar as pessoas a fazer uso racional desse recurso, evitando os desperdícios.

## **Abstract:**

The aim is identify the financing feasibility assessment of five Desalination Systems by Reverse Osmosis (RO) that are used to provide potable water for human consumption in rural communities in the State of Ceará. This study was conducted in the State of Ceará. The data was gathered from primary source by questionnaire application and secondary to municipality and state governmental agencies. The methods applied were the cost and investment analysis taking into account the financing approach. It is concluded that due to the absence of any good management practices it results in financing negative return for some desalination equipment when they were evaluated according the effective consumption. In addition, they generate inefficiencies regarding to the technical assistance, make impossible better improvement of the system performance, lead to irregularity water supplies and unsatisfied family users. Given the limitations imposed by the managers, low pro-

duction and system failures, which results in constant breaking of the systems, the effective demand of salt-free water were restricted to the half of what the systems are able to produce.

## **Key words:**

Desalination systems-Ceará, potable water, financial evaluation.

## **REFERÊNCIAS**

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. **ALEAXPRJ – Sistema para simulação e análise econômica de projetos em condições de risco**. Piracicaba: USP, 1988a. 158 p.

AZEVEDO FILHO, A. J. B. V. **Análise econômica de projetos: software** para situações determinísticas e de risco envolvendo simulações. 1988b. 127f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 1988b.

BARRADAS, M. N., GALANTE, V. A., MAYORGA, M. I. de O. Qualidade de vida: o caso do saneamento ambiental no Estado do Ceará. *In*: BARRADAS, M. N. (Org.). **Desenvolvimento sustentável: em busca da operacionalização**. Fortaleza: Programa Editorial da Casa José de Alencar, 1999, p. 65-79.

BISERRA, J. V. **Projeto executivo da adutora de Iguatu: avaliação financeira e econômica**. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, [s.d.] 48 p. Mimeografado.

BOTELHO, C. S. **Seca: visão dinâmica, integrada e correlações**. Fortaleza: ABC Fortaleza, 2000. 300 p.

CAPP FILHO, M. **Avaliação econômica do reflorestamento no Estado de Minas Gerais: efeitos do incentivo fiscal**. 1976. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1976.

CARRERA-FERNANDEZ, J. O princípio dos usos múltiplos dos recursos hídricos: uma análise a

- partir da bacia do rio Formoso no oeste baiano. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, p. 810-835, 2000. Número especial.
- CARRERA-FERNANDEZ, J., GARRIDO, R. S. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: uma análise dos estudos no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, p. 604-628, 2000. Número especial.
- CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado. **PROÁGUA semi-árido**: estudos de avaliação financeira e econômica da barragem Pesqueiro. Fortaleza, 2001.
- CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos**. São Paulo: Atlas, 1981. 301 p.
- FARO, C. de. **Engenharia econômica**: elementos. São Paulo: APEC, 1972. 338 p.
- FUNCEME. **Definição ecológica do semi-árido**. Fortaleza: BNB, 1990. 145 p.
- HOFFMANN, R. *et al.* **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1987. 325 p.
- IBGE. **Censo demográfico 2000**: características da população e dos domicílios – resultados do universo. Rio de Janeiro, 2001.
- IBGE. **Pesquisa nacional de amostra de domicílios – PNAD**. Rio de Janeiro, 1989.
- IBGE. **Pesquisa nacional de amostra de domicílios – PNAD**. Rio de Janeiro, 2002.
- KREYSING, K. *et al.* **Salinização das águas subterrâneas no centro do polígono das secas do Nordeste brasileiro**. Recife: Divisão de Documentação/SUDENE, 1973. V. 1.
- LAPPONI, J. C. **Avaliação de projetos de investimento**: modelos em Excel. São Paulo: Lapponi Treinamento, 1996. 264 p.
- MOKATE, K. M., RODRIGUEZ, R. C. **La evaluación económica de proyectos de inversión**. Bogotá: Universidade de los Andes, 1990. 191 p. Mimeografado.
- NOBRE, G. S. O DNOCS em questão: análise de políticas e estratégias. *In*: NÚCLEO INDEPENDENTE DE ESTUDOS E PESQUISAS DO CEARÁ. **O DNOCS e o novo Nordeste**: uma perspectiva histórica, 1909-1984. Fortaleza: DNOCS, 1985. V. 2.
- NOGUEIRA, E. A. **Estudo sobre a viabilidade econômico-financeira da cacauicultura no Estado de São Paulo**. 1986. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1986.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários**: administração financeira, orçamentária e viabilidade econômica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.
- NORONHA, J. F.; DUARTE, L. P. Avaliação de projetos de investimentos na empresa agropecuária. *In*: AIDAR, A.C.K. (Org.). **Administração rural**. São Paulo: Paulicéia, 1995, p. 213-251.
- PESSOA, L. C. C. **Análise do desempenho e do impacto ambiental dos dessalinizadores por osmose reversa**. 2000. 158 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.
- SANTOS, J. C. dos. **Análise da rentabilidade, sob condições de risco, de um sistema agroflorestal adotado por pequenos produtores de cacau na região transamazônica, Pará**. 1996. 127 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1996.
- SAUL, N. **Análise de investimentos**: critérios de decisão de desempenho nas maiores empresas do Brasil. 2. ed. Porto Alegre: Ortiz, 1995. 238 p.

---

Recebido para publicação em 01.JUN.2005.