

DISPOSIÇÃO MÁXIMA A PAGAR POR ÁGUA POTÁVEL DESSALINIZADA EM COMUNIDADES RURAIS CEARENSES

Luiz Artur Clemente da Silva

José César Vieira Pinheiro

Robério Telmo Campos

Resumo: Esta pesquisa tem como principal objetivo estimar a Disposição a Pagar (DAP), por água dessalinizada para consumo humano, das famílias residentes no sertão semi-árido do Estado do Ceará, assim como identificar as principais variáveis determinantes desta disposição. Os dados foram obtidos através da aplicação de 69 questionários junto aos chefes de família; sendo 40 no Município de Quixeramobim e 29 no Município de Canindé. Foram utilizados os modelos econométricos Probit e Tobit por serem, segundo a literatura especializada, os mais adequados para este tipo de análise. Pode-se constatar que a disposição média a pagar estimada foi de R\$7,85/m³ de água dessalinizada. Segundo os resultados, conclui-se que os principais determinantes da disposição a pagar por água dessalinizada para consumo humano é a renda familiar e a idade do chefe de família; e, a maior restrição ao consumo efetivo é principalmente o baixo nível de renda e o reduzido número de dessalinizadores disponíveis em funcionamento.

Palavras-Chave: Recursos ambientais, Disposição a pagar, Modelos Probit e Tobit.

INTRODUÇÃO

O sertão semi-árido do estado do Ceará tem seu clima caracterizado principalmente pela existência de uma estação chuvosa (fevereiro a maio) e uma estação seca (junho a janeiro).

Na estação chuvosa as chuvas são extremamente irregulares (tanto em termo de frequência quanto de intensidade) e insuficientes para compensar a intensa evapotranspiração de mais de 2100 mm anuais, resultando num déficit pluviométrico anual médio de cerca de 1400 mm, o que proporciona às culturas tradicionais de sequeiro um rendimento baixo e altamente aleatório, condicionado ao regime pluviométrico anual.

Em anos muitos secos, as precipitações são da ordem de 300mm; em anos com precipitações médias chove em torno de 750 mm; e em anos chuvosos as precipitações atingem valores superiores a 1000mm. Mesmo nos anos chuvosos, ocorre, freqüentemente, déficit de água para consumo humano, animal e para as lavouras durante a estação seca.

Durante as secas(ou estações secas), o acesso a água é parcialmente garantido pela escavação de cacimbas, geralmente dentro do leito de riachos, ou de poços amazonas, cuja construção é bastante dispendiosa, além de pequenos açudes e barragens que apenas os grandes fazendeiros tem acesso a essas fontes. No entanto, nem sempre essas fontes estão a disposição das famílias rurais quer seja porque as residências se encontram distantes ou em razão dos elevados investimentos necessários para torná-las disponíveis. Nestas condições, o poder público atua realizando o abastecimento através de carros-pipa. Esta forma de suprimento de água, porém, nem sempre é adequada para o consumo humano, por ser a água retirada de pequenos açudes que em sua grande maioria são utilizados para banho humano, animal e até mesmo para lavagem de roupas.

Para amenizar o problema de abastecimento de água potável o Governo do Estado do Ceará instalou vários dessalinizadores que têm a capacidade de fornecer água de excelente

qualidade. Mesmo assim, esses dessalinizadores não têm capacidade de atender às necessidades das comunidades, pois do total de água processada apenas 50% é adequada ao consumo humano, sendo o restante, que é altamente salinizada, destinada a poços e pequenos riachos, criando, assim um problema ambiental. Além do mais o custo de inversão e, principalmente, de manutenção desses aparelhos são bastante elevados e, como consequência, geralmente ocorrem interrupções em seu funcionamento.

Para que haja um funcionamento constante e permanente, faz-se necessário que a própria comunidade beneficiária assuma alguns compromissos, como a administração e manutenção destes dessalinizadores. Portanto, para que o sistema de dessalinização de água possa funcionar adequadamente torna-se indispensável saber se a comunidade está disposta a assumir alguns compromissos. Por isto é que esta pesquisa buscou estimar o quanto as comunidades rurais estão dispostas a pagar por uma água de boa qualidade (dessalinizada) para consumo humano.

HIPÓTESE

A disposição a pagar por água potável para consumo humano pelas comunidades rurais está diretamente relacionada ao nível de renda das famílias; ao nível de escolaridade do chefe de família; ao número de pessoas residentes no domicílio; ao número de cômodos do domicílio; idade do chefe de família, e a principal atividade econômica exercida pelo chefe da família.

OBJETIVO GERAL

Estimar a disposição a pagar por água dessalinizada no sertão semi-árido do estado do Ceará.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Estimar a disposição a pagar por água dessalinizada das comunidades rurais do Ceará;
- b) Identificar as principais variáveis que podem influenciar os produtores rurais a pagarem pelo consumo de água dessalinizada;
- c) Dar subsídio ao poder público na determinação de uma taxa adequada para o abastecimento de água potável para o consumo humano.

METODOLOGIA

Avaliação Contingente

A avaliação contingente é uma abordagem comumente empregada para estimar o valor econômico de bens e/ou serviços, geralmente bens públicos, os quais não se comercializam em mercados plenamente definidos em termos de relações e quantidades, ou dado à inexistência de mercado para os bens.

Esta metodologia consiste basicamente em medir a máxima disposição a pagar (DAP) por um bem ou serviço por parte dos beneficiários, com base em um cuidadoso processo de entrevistas. O mérito desta técnica é revelar as preferências dos indivíduos em respostas a perguntas hipotéticas, isto é, contingenciada a uma situação específica. Neste contexto, o objetivo da valoração contingente é o de estimar valores bastante semelhantes àqueles que seriam calculados, caso não houvesse falhas de mercado.

A base do enfoque é a aplicação de uma pesquisa cuidadosamente planejada, na qual, mediante simulação de um mercado hipotético, solicita-se ao entrevistado sua disposição a pagar pelo bem em referência.

MODELOS ECONOMÉTRICOS

a) Modelo Probit

A probabilidade de aceitação do uso da água dessalinizada por parte da comunidade residente foi estimada através do modelo probabilístico **Probit**, bastante empregado quando indivíduos tomam decisões de escolha entre duas ou mais alternativas. Evidentemente, a probabilidade de ocorrência de dada resposta qualitativa é função de um conjunto de atributos individuais e de variáveis relacionadas à decisão.

No modelo Probit é criado um índice (variável aleatória) Z_i , função linear dos atributos do i -ésimo indivíduo ou usuário (nível de renda, idade, sexo, estado civil, emprego etc.) e de um conjunto de variáveis associadas às características das alternativas da decisão expressos por um vetor X de variáveis, ou seja:

$$Z_i = X_i' \beta$$

Neste caso, o índice Z_i , que varia de $-\infty$ a $+\infty$, é, então, transformado para uma variável P_i , que expressa probabilidade, através da função de probabilidade normal cumulativa (**PINDYCK & RUBINFELD, 1981**)¹.

Adicionalmente, o modelo assume que associado a cada indivíduo existe um valor crítico do índice Z_i , designado Z_i^* , normalmente distribuído, de forma que é possível estabelecer o seguinte critério de decisão:

Se:

$$Z_i > Z_i^*, \quad \text{decisão sim}$$

$$Z_i \leq Z_i^*, \quad \text{decisão não.}$$

Desta forma, conforme **PINDYCK & RUBINFELD (1981)**, o modelo **Probit** pode ser, expresso como:

$$P_i(Y_i = 1) = P(Z_i > Z_i^*) = F(Z_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Z_i} \exp(-s^2 / 2) ds \quad \text{e} \quad Z_i = X_i' \beta$$

onde:

Y_i = variável aleatória que assume valor "1", se a alternativa sim for escolhida, e "0", em caso contrário;

P_i = probabilidade do i -ésimo indivíduo optar pela alternativa sim;

$F(.)$ = função de densidade normal cumulativa;

X_i = vetor de atributos individuais e variáveis associadas às alternativas de decisão.

Nesta pesquisa, a forma funcional da função geradora do índice Z_i será linear e, em princípio, função dos seguintes argumentos, conforme o tipo de usuário.

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 AC_i + \beta_2 AB_i + \beta_3 TR_i + \beta_4 NP_i + \beta_5 RM_i + \beta_6 CAD_i + \beta_7 RJ_i + \beta_8 RP_i + \beta_9 IC_i + \beta_{10} EC_i + \beta_{11} ACH_i + \beta_{12} NC_i + \beta_{13} DAP_i$$

¹ PINDYCK, R. and RUBINFELD, D. Econometric Models and Economic Forecasts. McGraw-Hill, New York, 1981.

onde:

AC_i = variável dummy que indica a origem da água consumida pela i -ésima família (cisterna/rede pública, valor 1; outra origem, valor 0);

AB_i = variável dummy que indica o uso de água dessalinizada pela i -ésima família (se usa, valor 1; se não usa, valor 0);

TR_i = tempo de residência no i -ésimo domicílio, em anos;

NP_i = número de pessoas que residem no i -ésimo domicílio;

RM_i = renda mensal média da i -ésima família, em reais;

CAD_i = consumo de água dessalinizada, $m^3/mês$;

RJ_i = variável dummy que indica o destino dos rejeitos dos dessalinizadores pela i -ésima família (plantações/capim/animal, valor 1; riacho, valor 0);

RP_i = variável dummy que indica a opinião do chefe da i -ésima família sobre se o uso dos dessalinizadores resolvem o problema do abastecimento de água potável (se a resposta é positiva, valor 1; se negativa, valor 0);

IC_i = idade do chefe da i -ésima família, anos completos;

EC_i = escolaridade do chefe da i -ésima família, nível educacional formal, anos de escola;

ACH_i = variável dummy que indica a atividade principal exercida pelo chefe da i -ésima família (se a atividade principal é a agricultura, o valor da variável dummy é 1; caso seja outra atividade, o valor é 0);

NC_i = número de cômodos do i -ésimo domicílio;

DAP_i = disposição a pagar pelo uso da água dessalinizada do i -ésimo chefe de família, em $R\$/m^3$.

O método de ajustamento a ser utilizado será o de máxima verossimilhança. Este método, conforme **JUDGE et al. (1985)²**, permite obter estimadores eficientes e consistentes.

b) Modelo Tobito

Conceitualmente, a máxima disposição a pagar por um novo bem ou serviço (ou pela conservação de um dado bem) é função de uma série de variáveis relativas às características do bem ou serviço e aos atributos pessoais do tomador de decisões, tais como renda, educação, posse de bens, localização e idade (**BRISCOE et al., 1990³**; **JUDGE, et al., 1988** e **PINDYCK & RUBINFELD, 1981**).

Assim, de forma conceitual, a máxima disposição a pagar pelos serviços de um determinado bem pode ser expressa, matematicamente como:

$$DAP_i = \beta_0 + \beta_1 AC_i + \beta_2 AB_i + \beta_3 TR_i + \beta_4 NP_i + \beta_5 RM_i + \beta_6 CAD_i + \beta_7 RJ_i + \beta_8 RP_i + \beta_9 IC_i + \beta_{10} EC_i + \beta_{11} ACH_i + \beta_{12} NC_i$$

Cujas variáveis foram definidas no modelo Probita descrito anteriormente.

Nesta pesquisa, dado que a variável dependente (DAP) é truncada, o procedimento de ajustamento econométrico recomendado é o modelo Tobito (**TOBIN, 1950**). Neste caso, isto é, de variáveis truncadas, o ajustamento através dos Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) resulta em estimativas viesadas e inconsistentes, conforme **JUDGE (1985, 1988)**.

² JUDGE, G.G. et al. *The Theory and Practice of Econometrics*, Wiley, New York, 1985.

³ BRISCOE, J. et al. *Toward Equitable and Sustainable Rural Water Supplies: A Contingent Evaluation Study in Brazil*. The World Bank Economic Review, Volume 4, number 2, May 1990.

No modelo Tobito, as observações são classificadas em dois grupos, conforme os valores da variável dependente. No primeiro ficam as observações para as quais a variável dependente é igual a um dado limite, geralmente zero; no segundo grupo ficam as observações em que os valores da variável dependente são maiores que o referido limite (**WHITE, 1993**)⁴. Em seguida, um índice I_i é criado, o qual é uma função linear das variáveis independentes, X_i , tal como definidas anteriormente, ou seja,

$$I_i = X_i' \alpha = X_i' (\beta / \sigma)$$

Ainda segundo **WHITE (1993)**, os parâmetros deste modelo são o vetor α , denominado vetor de coeficientes normalizados, e um parâmetro normalizante σ . O vetor de coeficiente α é transformado no vetor de coeficientes de regressão β multiplicando-se todos os elementos de α pela estimativa do erro padrão do parâmetro σ .

Através do uso das funções de distribuição normal e distribuição cumulativa normal, o índice I_i é transformado numa estimativa (previsão) da variável dependente truncada, ou seja⁵,

$$E(Y_i | I_i) = \sigma I_i F(I_i) + \sigma f(I_i)$$

$$E(Y_i | I_i, Y_i > 0) = \sigma I_i + \sigma f(I_i) / F(I_i),$$

onde $f(I_i)$ e $F(I_i)$ representam, respectivamente, a função de distribuição normal e a função de distribuição cumulativa normal.

Os Dados

Os dados foram obtidos através da aplicação de questionários juntos aos chefes de família dos municípios de Canindé e Quixeramobim; ambos inseridos na região Semi-árida do estado do Ceará. As perguntas foram formuladas de acordo com as recomendações do método da avaliação contingente, conforme **MITCHELL & CARSON (1989:3)**, citado por **FERREIRA (1998)**.

Os questionários foram elaborados de acordo com as recomendações do método da avaliação contingente e em pesquisas recentes realizadas sobre o assunto no Nordeste brasileiro⁶.

O mecanismo utilizado para a obtenção da DAP foi de perguntas fechadas (“closed-ended questions”), modelo “referendum” e a técnica “zig-zag”.

⁴ WHITE, K. SHAZAM User's Reference Manual Version 7.0. McGraw-Hill, 1993.

⁵ Na aplicação do modelo a variável dependente é definida como DAP, disposição a pagar, e não Y, com apresentado aqui de forma genérica.

⁶ Ver por exemplo, BISERRA, J. Valdeci e MESQUITA, T. Campos, “Disposição a Pagar pelo Serviço Público de Limpeza Urbana em Praias do Litoral Nordestino”, *Essentia*, Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ano I, n.2 – Junho/Novembro de 1999, Sobral, p. 41-49; FERREIRA, Ângela M. R., “Análise da Disposição a Pagar pela Preservação do Manguezal do Rio Ceará”, Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Departamento de Economia Agrícola, UFC, Fortaleza, 1998; GRASSO, M.et al., “Aplicação de Técnicas de Avaliação Econômica ao Ecossistema Manguezal” In.: MAY, Peter H., *Economia Ecológica: Aplicações no Brasil*: Rio de Janeiro, ed. Campus, 1995; GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE/SETUR, “Estudos Ambientais para Implantação da Infra-Estrutura da Praia de Ponto Negro”, EngeSoft – Engenharia e Consultoria Ltda, Toma II, Fortaleza, 1997 e NASCIMENTO, J. Candéa do, “Receptividade e Disposição a Pagar pela Energia Solar Fotovoltaica no Estado do Ceará”, Dissertação de Mestrado em Economia Rural, Departamento de Economia Agrícola, UFC, Fortaleza, 1997.

Foram aplicados 29 questionários no município de Canindé, e 40 no município de Quixeramobim; totalizando, portanto, 69 questionários na região Semi-árida do estado do Ceará.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados primários utilizados para esta pesquisa foram provenientes da aplicação de questionários, num total de 69, para a região semi-árida do sertão do Ceará, incluindo dois municípios: Quixeramobim e Canindé. Inicialmente foi feita uma inspeção nos dados, a fim de se detectar alguma incoerência nos mesmos.

A partir dos dados levantados pode-se observar que a disposição a pagar (DAP) por água dessalinizada pelos chefes de família residentes no semi-árido varia entre 0 (zero) e 20 reais por metro cúbico de água dessalinizada; sendo que a disposição média a pagar por família é de R\$8,16/m³. A DAP média para os municípios de Canindé e Quixeramobim é de R\$8,79/m³ e R\$7,65/m³, respectivamente.

A renda das famílias residentes no semi-árido varia entre R\$73,00 e R\$1.453,00, alcançando uma média por família de R\$350,12. A princípio, acredita-se que quanto maior a renda das pessoas maior tende a ser sua disposição a pagar por água dessalinizada. No entanto verificou-se uma correlação muito baixa entre a renda das famílias e a DAP, cujo valor é igual a 0,2396. Por outro lado, a correlação entre a renda e a idade do chefe de família é bem mais significativa, alcançando um valor de 0,5031. As correlações entre a DAP e as variáveis uso de água dessalinizada (AB), número de pessoas residentes no domicílio (NP), consumo de água dessalinizada (CAD), opinião do chefe de família sobre se os dessalinizadores resolvem o problema do abastecimento de água (RP) e atividade principal do chefe de família (ACH), foram todas negativas. Estas correlações podem ser explicadas, tendo em vista que, como a renda agrícola é, em média, muito baixa, o produtor rural, dado também seu nível de escolaridade, que é muito baixo, disponibiliza sua renda na obtenção dos gêneros de primeira necessidade, não priorizando, portanto, o uso de água potável.

Com relação ao número de pessoas residentes, a explicação é de certo modo semelhante, tendo em vista que quanto maior a família maior seria o consumo de água, e portanto maior seria a proporção da renda destinada à sua aquisição. Como a renda familiar é insuficiente, o chefe da família redireciona sua parca renda para outros fins que julga ser prioritários em relação ao uso de água potável dessalinizada.

Para se estudar a relação entre a DAP e a demais variáveis, para o semi-árido, utilizou-se o modelo Tobito, cujos ajustamentos encontram-se no Quadro 1 a seguir⁷. Foram realizados seis ajustamentos, sendo que inicialmente fez-se o ajustamento utilizando-se todas as variáveis disponíveis (ajustamento 1), e em seguida, após a análise dos parâmetros estimados, realizou-se outros ajustamentos, a fim de se obter um modelo que reflita mais fielmente a relação entre a DAP e as demais variáveis contidas no modelo.

O ajustamento 5 foi o mais significativo estatisticamente. Nota-se uma relação positiva entre a DAP e as variáveis: origem da água consumida (AC), renda média das famílias (RM), e o logaritmo da idade do chefe de família (LIC); cujos valores das estimativas dos parâmetros são, respectivamente, 1,96235, 0,00330 e 3,08200. Como podemos observar, quanto maior a idade do chefe da família maior será a sua Disposição a Pagar por água dessalinizada; isto mostra de certo modo o grau de conscientização das pessoas de idade mais avançada. A relação entre a DAP e renda das famílias é positiva; portanto, para que a população do semi-árido possa utilizar mais intensivamente água de boa

⁷ Os "output" relativos a todos os ajustamentos processados (modelos Tobito e Probit) encontram-se no Anexo B.

qualidade (dessalinizada), faz-se necessário a implementação de políticas públicas que priorize um aumento da renda disponível das famílias.

Utilizando-se a média das variáveis contidas neste ajustamento, concluímos que os chefes de família da região semi-árido do sertão do Ceará estão dispostos a pagar, em média, R\$7,85/m³ de água dessalinizada para consumo humano.

Os resultados dos ajustamentos do modelo Tobito para os municípios de Canindé e Quixeramobim encontram-se nos Quadros 2 e 3, a seguir, respectivamente. Para o município de Canindé foram realizados 6 ajustamentos, enquanto que para o município de Quixeramobim selecionou-se somente 5 ajustamentos. Diferentemente do que se observou para o semi-árido, estes ajustamentos não foram muito bons, isto se deve, principalmente, ao pequeno número de observações. Para o município de Canindé, o ajustamento selecionado para análise é o quarto; o qual apresenta uma relação positiva entre a DAP e as variáveis rejeitos (RJ) e o logaritmo da renda das famílias (LRM). As variáveis uso de água dessalinizada (AB), número de pessoas residentes no domicílio (NP), opinião do chefe de família sobre se o uso de dessalinizadores resolvem o problema de abastecimento de água (RP) e número de cômodos do domicílio estão negativamente relacionadas com a DAP.

Semelhantemente ao que se observou para o semi-árido, podemos notar que um aumento de renda das famílias ocasionará uma elevação na disposição das mesmas a pagar pela obtenção de água dessalinizada. Portanto, podemos concluir que a variável renda das famílias parece ser o fator mais importante quanto à decisão dos chefes de família em alocar parte de seus recursos financeiros para a obtenção de água potável. Utilizando-se os valores médios das variáveis contidas no ajustamento, verifica-se que a disposição média a pagar por água dessalinizada é de R\$9,12/m³.

QUADRO 1 – Ajustamento Modelo Tobito – Semi-Árido

Variáveis	Ajustamentos					
	1	2	3	4	5	6
CONSTANTE	4,17193	4,18556	4,20618	4,26046	4,40159	4,45022
AC	2,32347 (2,0295)	2,36363 (2,0812)	2,34415 (2,0796)	2,29927 (2,0290)	1,96235 (1,7009)	1,96152 (1,6817)
AB	-0,62454 (-0,4159)					
TR	-0,00659 (-0,1672)					
NP	-0,57064 (-1,7731)	-0,55471 (-1,7374)	-0,55678 (-1,8020)	-0,56480 (-1,8067)	-0,56361 (-1,7457)	-0,53721 (-1,6494)
RM	0,03344 (1,3044)	0,03318 (1,3111)	0,03541 (1,4483)	0,00563 (1,9664)	0,00330 (1,2154)	
CAD	0,01037 (0,30259)	0,00249 (0,0896)				
RJ	2,96333 (1,5980)	2,78420 (1,5302)	2,65762 (1,4809)	2,32038 (1,2895)		
RP	-2,67138 (-2,1658)	-2,67584 (-2,2965)	-2,64568 (-2,3157)	-2,69125 (-2,3396)	-2,30416 (-1,9734)	-2,38687 (-2,0255)
IC	-0,26829 (-1,5382)	-0,26989 (-1,5636)	-0,28970 (-1,7246)	-0,08022 (-1,5240)		
EC	0,01183 (0,0828)					
ACH	-2,57150 (-1,9330)	-2,61705 (-2,0414)	-2,56091 (-1,9963)	-2,17888 (-1,7240)	-2,39382 (-1,8752)	-2,85253 (-2,3131)
NC	0,24652 (0,7815)	0,23931 (0,7726)				
LRM	-5,79763 (-1,1854)	-5,75400 (-1,1812)	-6,33052 (-1,3368)			
LIC	12,58185 (1,6244)	12,4805 (1,6137)	13,7937 (1,8533)	3,87705 (4,2914)	3,08200 (5,0212)	3,44866 (6,3842)
RM2	-0,00002 (-1,0421)	-0,00002 (-1,0336)	-0,00001 (-1,0841)			

Fonte: Ajustamentos 1 ao 6, modelo Tobito, Semi-Árido

Definição das Variáveis:

AC_i = variável dummy que indica a origem da água consumida pela i -ésima família (cisterna/rede pública, valor 1; outra origem, valor 0);

AB_i = variável dummy que indica o uso de água dessalinizada pela i -ésima família (se usa, valor 1; se não usa, valor 0);

TR_i = tempo de residência no i -ésimo domicílio, em anos;

NP_i = número de pessoas que residem no i -ésimo domicílio;

RM_i = renda mensal média da i -ésima família, em reais;

CAD_i = consumo de água dessalinizada, $m^3/mês$;

RJ_i = variável dummy que indica o destino dos rejeitos dos dessalinizadores pela i -ésima família (plantações/capim/animal, valor 1; riacho, valor 0);

RP_i = opinião do chefe da i -ésima família sobre se o uso dos dessalinizadores resolvem o problema do abastecimento de água potável (positiva, valor 1; negativa, valor 0);

IC_i = idade do chefe da i -ésima família, anos completos;

EC_i = escolaridade do chefe da i -ésima família, nível educacional formal, anos de escola;

ACH_i = atividade principal do chefe da i -ésima família (agricultura, o valor da variável dummy é 1; outra atividade, o valor é 0);

NC_i = número de cômodos do i -ésimo domicílio;

LRM = logaritmo da renda média das famílias;

LIC = logaritmo da idade do chefe da i -ésima família;

$RM2$ = quadrado da renda média da família.

No que se refere ao município do Quixeramobim, pode-se observar, conforme consta do Quadro 3, ajustamento 4, que a Disposição a Pagar por água dessalinizada está diretamente relacionada com a origem da água consumida pelas famílias (AC), com o consumo de água dessalinizada (CAD), com o tempo de residência (TR), com o destino dos rejeitos (RJ), e com a idade do chefe da família (LIC). Para este município, a renda se apresentou inversamente relacionada com a DAP nos ajustamentos 2 e 3; no entanto os coeficientes estimados não foram estatisticamente significativos. A disposição média a pagar, considerando os valores médios das variáveis contidas no modelo, é de R\$8,25/m³; valor este acima do que efetivamente as famílias pagam por água fornecida por carros-pipa. Vale ressaltar que efetivamente o valor pago por esta água, pela população, é de R\$0,10/20litros; isto corresponde a R\$5,00 por metro cúbico. Este valor, apesar de ser significativamente mais baixo do que a DAP estimada, em termos reais, torna-se muito mais onerosa, uma vez que a água fornecida pelos carros-pipa é de péssima qualidade, não recomendada para o consumo humano; por ser originária de açudes e/ou poços altamente contaminados, não sendo submetida a nenhum tipo de tratamento, como também não existe nenhum controle sobre o uso dessa água.

QUADRO 2 – Ajustamento Modelo Tobito – Canindé

Variáveis	Ajustamentos					
	1	2	3	4	5	6
CONSTANTE	2,25430	2,31991	2,48295	2,75937	2,75270	2,90993
AC	0,23587 (0,1330)					
AB	-4,57090 (-2,6309)	-4,78967 (-4,3952)	-4,79536 (-4,1475)	-3,37006 (-0,9937)	-4,18018 (-3,3674)	-3,18645 (-2,6950)
TR	0,02548 (0,5329)					
NP	-1,15915 (-3,6877)	-1,16214 (-4,1657)	-1,01274 (-3,6952)	-0,85730 (-2,9423)	-1,03000 (-3,4238)	-0,88431 (-2,8817)
RM	-0,08576 (-1,6823)	-0,03937 (-2,0418)				
CAD	-0,01088 (-0,3130)					
RJ	2,09453 (1,7920)	2,10740 (2,3053)	1,84568 (1,9099)	1,91490 (1,8031)		
RP	-6,03749 (-4,9150)	-5,84123 (-5,3591)	-6,46337 (-5,7851)	-5,98345 (-5,0821)	-6,42505 (-5,5590)	-6,36682 (-5,2134)
IC	0,25102 (1,1711)	0,04768 (1,0261)				
EC	-0,31721 (-1,3101)	-0,29052 (-1,4136)	-0,29780 (-1,4447)			
ACH	-3,13884 (-2,1385)	-2,92324 (-2,2340)	-1,58434 (-1,3420)			
NC	-0,78535 (-2,1156)	-0,77333 (-2,4365)	-0,65964 (-2,1080)	-0,74695 (-2,2384)	-0,80949 (-2,4279)	-0,76930 (-2,1875)
LRM	12,3511 (1,9089)	6,05285 (7,2694)	4,84059 (8,3903)	3,96225 (7,7501)	4,49468 (8,2725)	
LIC	-9,06568 (-0,9638)					
RM2	0,00006 (1,6395)	0,00003 (1,5438)	-0,00001 (-2,2424)		-0,00001 (-1,8458)	4,18312 (7,9911)

Fonte: Ajustamentos 1 ao 6, modelo Tobito, Canindé

Definição das variáveis: Ver definições no Quadro 1.

QUADRO 3 – Ajustamento Modelo Tobito – Quixeramobim

Variáveis	Ajustamentos			
	1	2	3	4
CONSTANTE	3,52137	3,61617	3,67266	3,69363
AC	1,56190 (1,0334)	1,53778 (1,1608)	1,72625 (1,2942)	1,92714 (1,4742)
AB	-0,31304 (-0,1533)			
TR	0,10527 (2,1713)	0,10488 (2,5404)	0,09314 (2,3060)	0,08161 (2,2265)
NP	0,01026 (0,0265)			
RM	0,02607 (0,6697)	-0,00413 (-0,4056)	-0,00229 (-0,6654)	
CAD	0,04763 (1,0276)	0,06028 (1,9112)	0,05574 (1,8566)	0,05206 (1,7550)
RJ	5,53797 (3,2215)	5,61634 (3,2906)	5,56475 (3,2730)	5,15292 (3,2384)
RP	1,23479 (0,7608)			
IC	-0,19371 (-0,7684)	-0,06271 (-0,8443)		
EC	0,16957 (0,6640)			
ACH	-2,83548 (-1,6122)	-3,39542 (-2,1280)	-2,72409 (-1,8268)	-2,21880 (-1,7192)
NC	0,14936 (0,3953)			
LRM	-5,14393 (-0,7477)			
LIC	9,09526 (0,82996)	2,47442 (2,3288)	1,49008 (2,7217)	1,26569 (2,9119)
RM2	-0,00001 (-0,7689)	0,00001 (0,2224)		

Fonte: Ajustamentos 1 ao 4, modelo Tobito, Quixeramobim

Definição das variáveis: Ver definições no Quadro 1.

No ajustamento dos modelos Probitto utilizou-se como variável dependente a variável dummy AB, que indica a probabilidade máxima da decisão do uso de água dessalinizada pela i-ésima família. Foi atribuído a essa variável valor 1 no caso em que a família declarava ser consumidora de água dessalinizada, e valor 0 para aquelas famílias que declararam não ser consumidoras.

Vale lembrar que o modelo Probitto está relacionada com a distribuição de probabilidade normal padronizada, e é estimado através do método de Máxima Verossimilhança, o qual para grandes amostras, este estimador é distribuído normalmente, consistente, e é o melhor, já que nenhum estimador análogo tem menores variâncias⁸.

Como variáveis independentes considerou-se todas as demais variáveis levantadas na pesquisa. Para o semi-árido foram realizados oito ajustamentos; para o município de Canindé, somente dois, e para o município de Quixeramobim três, conforme consta nos Quadros 4, 5 e 6 a seguir, respectivamente.

Observa-se no quadro 4, ajustamento 5, que a probabilidade de as famílias usarem água potável dessalinizada está diretamente relacionada ao tempo de residência no domicílio, e ao hábito de já consumirem água dessalinizada; enquanto que se encontra inversamente

⁸ Hill, R. C.; Griffiths, W. E. e Judge, G. G. Econometria Editora Saraiva, São Paulo, 2ª ed. 2003, 471p.

relacionada a renda média familiar, resultado este não esperado. Comportamento semelhante é observado no município de Canindé (Quadro 5). Para o município de quixeramobim existe uma relação positiva entre a probabilidade de as famílias consumirem água potável dessalinizada e as variáveis tempo de residência no domicílio (TR) e o hábito do consumo de água dessalinizada. As estimativas dos parâmetros foram estatisticamente significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Finalmente podemos concluir que as famílias residentes no sertão semi-árido do Ceará reconhecem da importância do uso de água potável dessalinizada para consumo humano, apresentando portanto uma Disposição a Pagar, pelo consumo desta água, em torno de R\$7,85/m³; e que a maior restrição ao consumo é principalmente o baixo nível de renda e o reduzido número de dessalinizadores disponíveis em funcionamento.

QUADRO 4 – Ajustamento Modelo Probit – Semi-Árido

Variáveis	Ajustamentos					
	1	2	3	4	5	6
CONSTANTE	80,799	81,900	37,442	27,554	-8,83327	-1,4504
AC	-0,18785 (-0,2035)					
TR	0,12396 (2,0412)	0,11469 (2,2302)	0,06454 (2,2162)	0,05978 (2,0575)	0,05523 (2,3794)	0,03664 (2,1064)
NP	-0,14709 (-0,4991)					
RM	0,09889 (1,4414)	0,10218 (1,6268)	0,08044 (1,6991)	0,06139 (1,4441)	-0,00261 (-1,6083)	
CAD	0,14588 (2,8290)	0,13404 (3,5343)	0,09796 (3,7698)	0,08087 (4,0531)	0,07716 (4,1390)	0,07991 (4,3424)
RJ	1,98838 (1,5121)	1,9337 (2,0154)	1,0454 (1,6172)			
RP	0,47405 (0,6063)					
IC	0,29762 (1,3779)	0,25585 (1,4434)				
EC	0,05535 (0,3982)					
ACH	-0,70649 (-0,8135)	-0,98757 (-1,3456)				
NC	-0,31965 (-1,3882)	-0,31624 (-1,4670)				
DAP	-0,15383 (-1,4634)	-0,15811 (-1,8961)	-0,09952 (-1,5211)			
LRM	-12,916 (-1,4072)	-13,532 (-1,6574)	-9,8875 (-1,7207)	-7,4307 (-1,4239)		
LIC	-11,055 (-1,2690)	-10,130 (-1,3479)				
RM2	-0,00009 (-1,6995)	-0,00009 (1,7641)	-0,00007 (-1,7659)	-0,00005 (-1,5348)		

Fonte: Ajustamentos 1 ao 6, modelo Probit, Semi-Árido

QUADRO 5 – Ajustamento Modelo Probit – Canindé

Variáveis	Ajustamentos	
	1	2
CONSTANTE	8,2855	2,4807
RM	-0,00026 (-0,1506)	-0,00123 (-0,23701)
AC	-5,8513 (-0,0477)	
NC	-0,40751 (-1,9329)	-0,26914 (-1,6758)

Fonte: Ajustamentos 1 e 2, modelo Probit, Canindé.

Definição das Variáveis:

RM_i = renda mensal média da i-ésima família, em reais;

AC_i = variável dummy que indica a origem da água consumida pela i-ésima família (cisterna/rede pública, valor 1; outra origem, valor 0);

NC_i = número de cômodos do i-ésimo domicílio;

QUADRO 6 – Ajustamento Modelo Probit – Quixeramobim

Variáveis	Ajustamentos		
	1	2	3
CONSTANTE	-2,0049	-1,7713	-1,4487
TR	0,15585 (1,5905)	0,04688 (1,5124)	0,04597 (1,5780)
RM	0,00779 (-1,0957)		
CAD	0,11231 (1,2892)	0,07838 (3,3858)	0,07686 (3,4124)
DAP	0,13085 (1,2892)	0,04220 (0,6231)	
RM2	0,00002 (0,50307)		

Fonte: Ajustamentos 1 ao 3, modelo Probit, Quixeramobim

Definição das Variáveis:

TR_i = tempo de residência no i-ésimo domicílio, em anos;

RM_i = renda mensal média da i-ésima família, em reais;

CAD_i = consumo de água dessalinizada, m³/mês;

DAP = disposição a pagar por água dessalinizada;

RM2 = quadrado da renda média da família.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISERRA, J. Valdeci e MESQUITA, T. Campos. “Disposição a pagar pelo serviço público de limpeza urbana em praias do litoral nordestino”, **Essentia, Revista de Cultura**, Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, Ano I, n.2 – Junho/Novembro de 1999, Sobral, p. 41-49.
- BRICOE, J. et al. Toward Equitable and Sustainable Rural Water Supplies: A Contingent Evaluation Study in Brazil. **The World Bank Economic Review**, Volume 4, number 2, May 1990.
- CUMMINGS, R.G. et. al.. **Valuing environmental goods**: an assessment of the contingent valuation method: Rowman & Allanheld Publishers, 1986.
- FERREIRA, Ângela Maria Rodrigues. **Análise da disposição a pagar pela preservação do manguezal do Rio Ceará**. 1998, 96p. Dissertação(Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE/SETUR. **Estudos Ambientais para implantação da infra-estrutura da praia de Ponta Negra**. Fortaleza: EngeSoft – Engenharia e Consultoria Ltda, Tomo II, 1997.
- GRASSO, M.et al.. Aplicação de Técnicas de Avaliação Econômica ao Ecossistema Manguezal” In.: MAY, Peter H., **Economia ecológica**: aplicações no Brasil: Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- HILL, R. C.; GRIFFITS, W. E. e JUDGE, G. G. **Econometria**. 2ª ed., São Paulo: Saraiva, 2003, 471p.
- JUDGE, G.G. et al. **The theory and practice of econometrics**, Wiley, New York, 1985.
- NASCIMENTO, J. Candéa do. Receptividade e disposição a pagar pela energia solar fotovoltaica no Estado do Ceará. 1997, 83p. Dissertação(Mestrado em Economia Rural) - Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- PINDYCK, R. and RUBINFELD, D. **Econometric models and economic forecasts**. New York: McGraw-Hill, 1981.
- WHITE, K. **SHAZAM.User's Reference Manual Version 7.0**. New York: McGraw-Hill, 1993.