

# VALOR ECONOMICO DA ÁGUA EM PEQUENAS COMUNIDADES DO SERTÃO CEARENSE: UMA APLICAÇÃO DA TEORIA DE CARACTERISTICAS DE BENS <sup>1</sup>.

*Ismael Matos da Silva* <sup>2</sup>,

*José de Souza Neto* <sup>3</sup>

*Luiz Artur C. da Silva* <sup>4</sup>

*José Newton Pires Reis* <sup>4</sup>

**Resumo:** A presente pesquisa tem por objetivo determinar o valor econômico da água subterrânea proveniente de poços situados em pequenas comunidades rurais no Estado do Ceará, considerando-se as características de salinidade. As unidades de análise foram poços (143 poços usados em 133 comunidades) numa amostra de comunidade na região do sertão, no estado do Ceará, onde também os dados utilizados tiveram origem em uma pesquisa sobre fontes de abastecimento de água subterrânea. O modelo de análise empregado foi o de Características de Bens ou CGCM - Consumer Goods Characteristics Model. As equações estruturais foram estabelecidas visando refletir o valor econômico da água as estimativas foram feitas pelo método dos mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E). Os resultados serviram para mostrar que a salinidade afeta inversamente o valor da água. Os valores (R\$0,08/m<sup>3</sup> e R\$3,35/m<sup>3</sup>) aqui obtidos podem ser usados como tarifa mínima a ser cobrada uma vez que a população na região do sertão paga o preço por uma água de baixa qualidade; no entanto, eles poderão estar dispostos a pagar no mínimo o mesmo valor por uma água de melhor qualidade.

**Palavras-chave:** Água, salinidade, modelo de característica de bens, sertão, Estado do Ceará, econometria.

## INTRODUÇÃO

No nordeste brasileiro e, sobretudo no Estado do Ceará, tem-se desenvolvido pesquisas com o objetivo de se determinar o valor econômico da água para seus diferentes usos ressaltando-se, aí,

<sup>1</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal do Ceará - DEA/UFC, 2002.

<sup>2</sup> Professor DEA/UFC. E-mail: [imds21@yahoo.com](mailto:imds21@yahoo.com)

<sup>3</sup> Pesquisador Embrapa Agroindústria Tropical, CEP 60511-110, Fortaleza, CE. Fone: 299-1909  
E-mail: [jsneto@cnpat.embrapa.br](mailto:jsneto@cnpat.embrapa.br)

<sup>4</sup> Professores do DEA/UFC, Campus do Pici.

a disposição dos consumidores quanto ao seu pagamento. Dentre estas pesquisas, Campos et al. (1998), determinaram o custo da distribuição de água por meio de carros-pipa, como forma alternativa de suprimento de água para comunidades rurais em épocas críticas de escassez.

Fernandez e Menezes (2000) investigaram a disposição de se pagar por água como e estimaram a demanda por água potável na região da bacia hidrográfica de Subaré, na Bahia; já Pinheiro (1998), avaliou os critérios atuais de distribuição e fixação da tarifa d'água destinada à irrigação, com o objetivo de determinar as quantidades ótimas do recurso, em diferentes culturas irrigadas e, em 2000, ele estudou essa disposição de pagamento por água encanada na comunidade de Poço da Onça, em Tauá, com o objetivo de orientar a fixação de tarifas de cobrança pelo uso da água, de forma mais realista.

Em sua maior parte, entretanto, com essas pesquisas tem-se procurado determinar a demanda e a propensão ao pagamento de água (DAP), seja para consumo doméstico quanto para a irrigação, focalizando o recurso como fator escasso e que requer medidas urgentes e aplicáveis, para que desta forma, seu uso possa se dar de maneira eficiente; contudo, nenhum dos enfoques aqui considerados leva em conta a salinidade como uma característica decisiva na diferenciação do valor da água para as diferentes classes sociais, municípios e localidades do Estado.

Embora os pesquisadores tenham levado em conta a característica teor de sal na água de uso doméstico, o enfoque foi voltado para avaliar o seu impacto sobre o consumo sem, contudo, se considerar o efeito salinidade como diferenciador do valor da água; neste sentido, a presente pesquisa se propõe a preencher esta lacuna e conduzir uma discussão no sentido de responder qual o valor econômico da água sob diferentes níveis de teor de sal e, ainda, determinar as variáveis e atributos além do sal, caso existam, que concorrem para a formação de seu valor. A hipótese a ser aqui testada neste estudo é a de que na escala de preferência das pessoas, a água com menor teor de sal é preferível à de maior teor e, conseqüentemente, aquela possui maior valor para o consumidor. A pesquisa aborda uma situação *ex-post*, ou seja, determina o valor da água em seu estado natural, tal qual a mesma se encontra nas comunidades. A intenção deste trabalho é subsidiar decisões do

governo, no sentido de orientar programas e ações sobre o uso eficiente do recurso água que, porém, considere os aspectos intrínsecos e relevantes, dentre eles o sal, de cada localidade no ato da elaboração dos mesmos. O presente estudo tem por objetivo gerar indicadores de valor econômico para as reservas de águas subterrâneas do Estado do Ceará, determinando o valor da água de consumo doméstico sob diferentes concentrações de sais nas regiões de sertão, de forma a estabelecer um “rank” dos municípios e comunidades mais afetados pela salinidade das águas para uso doméstico.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo desta pesquisa compreende o sertão, o litoral e a região serrana do Estado do Ceará, localizado na região nordeste do Brasil com uma superfície de 148000 km<sup>2</sup>. O Estado encontra-se em sua totalidade inserido no *Polígono das Secas*, que se caracteriza por apresentar regime pluviométrico extremamente irregular com precipitação média de chuvas anual em torno de 775mm. Por essas razões, a água se constitui em um bem econômico de elevada importância para o desenvolvimento do Estado.

As unidades de análise são os poços existentes em algumas comunidades do sertão, no Estado do Ceará. No sertão são investigados 143 poços, em 133 comunidades, para os quais o teor médio de sal é de aproximadamente 1400 mg/l e a profundidade média dos poços é de 64 m. aqui, predominam os climas semi-árido e árido, com pluviometria anual média de 500 a 800mm, concentradas em fevereiro, março e abril. A temperatura média anual gira em torno de 26 a 27°C.

Os dados básicos utilizados na pesquisa originam-se do Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará, elaborado pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais. As informações dispostas em CD-Rom, contêm dados sobre os 13296 poços, dos quais, 11889 são tubulares e os demais se dividem em poços tipo amazonas e fontes naturais.

As informações pertinentes a custos de deslocamento da população e custos de construção, manutenção e operacionalização dos poços, foram obtidas a partir de pesquisas desenvolvidas por Pinheiro (2000, op. cit) e Barbosa (2000), respectivamente.

A partir das informações dos mais de 11000 poços tubulares e amazonas agregaram-se em princípio, todos os dados de uso doméstico e, posteriormente, fez-se nova agregação, levando-se em conta o caráter institucionalidade: públicos e privados. Neste aspecto, constatou-se ser vantajoso operacionalizar o modelo utilizando-se ambos, com o objetivo de se obter maior número de observações. Para isto, fez-se necessário impor que os poços incluídos na análise deveriam atender, no mínimo, a dez famílias, dado que somente neste aspecto, *a priori*, há diferença entre o poço público e o privado.

Os consumidores demandam produtos por causa da utilidade, ou satisfação, que estes oferecem e, por sua vez, a utilidade proveniente do consumo desses bens é função direta das características intrínsecas do próprio bem. Por isso, quanto maior for a quantidade de características do bem ou produto, maior será a satisfação dos indivíduos em consumi-los (Ladd e Suvannunt, 1976, op. cit.)

Partindo-se do pressuposto de que para cada produto consumido o preço pago pelo consumidor é igual à soma dos valores monetários marginais das características do produto, o valor monetário de cada característica é igual à quantidade de característica obtida de uma unidade marginal do produto consumido, multiplicado pelo preço implícito marginal de cada característica.

Assim, para um produto específico  $i$ , obtém-se:

$$\Gamma_i = \sum_{j=1}^m X_{ij}P_{ij} + u \quad (1)$$

donde:

$\Gamma_i$  - preço de mercado de diferentes quantidades do produto  $i$ ;

$X_{ij}$  - quantidade de característica  $j$  do produto  $i$ ;

$P_{ij}$  - preço hedônico estimado da característica  $j$  do produto  $i$

$u$  – termo de erro aleatório.

sendo que o preço implícito da característica  $j$  do produto  $i$  é constante, independentemente da quantidade de produto  $i$ .

Um sistema de equações recursivo se fez necessário, dado que a variável  $X_{ij}$  do modelo geral (Eq. 1) é função de outras variáveis que não estão diretamente relacionadas com a estimativa do valor da água mas influenciam a variável, que representa a quantidade de característica da água.

As equações estruturadas logaritimizadas para refletir o valor econômico da água são:

$$\ln Q_s = \alpha_0 + \alpha_1 \ln QAUD + \alpha_2 \ln AQUIF + u_t \quad (2)$$

$$\ln Va = \beta_0 + \beta_1 \ln Q_s + \beta_2 \ln DIST + \beta_3 \ln PROFP + e_t \quad (3)$$

em que :

**Qs** = quantidade de sal, kg/fam/dia;

**Va** = valor da água em R\$/m<sup>3</sup>. Este valor corresponde à soma dos custos de construção, depreciação dos equipamentos e construções, custos de operação (energia elétrica), custos de manutenção e custos de deslocamento;

**QAUD** = quantidade utilizada (consumida) de água para fins domésticos, em m<sup>3</sup>/fam. calculada a partir da vazão dos poços e do período de tempo de bombeamento.

**AQUIF** = tipo de aquífero, em que **AQUIF** = 1 para sedimento e **AQUIF** = 0 para outros

**DIST** = distância percorrida para coletar água, em km

**PROFP** = profundidade do poço, em m.

Em decorrência da recursividade do sistema de equações proposto, a Eq. 2 é independente da 3 e poderia ser estimada por mínimos quadrados ordinários (MQO) cujo procedimento consistiria em se obter estimativas de  $\ln Q_s$ , ou seja,  $\ln \hat{Q}_s$  e, posteriormente, substituir o valor estimado desta variável endógena, na segunda equação, como variável predeterminada, para assim se obter as estimativas do valor da água, ou seja,  $\ln \hat{Va}$ . O método de mínimos quadrados em dois

estágios<sup>4</sup> (MQ2E) foi utilizado não por apresentar vantagem estatística, mas, por praticidade dos *softwares* econométricos (Koutsoyiannis, 1981) .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estimando-se as Eq. 2 e 3, em dois estágios para determinação do valor da água, obtiveram-se os seguintes resultados:

$$\begin{aligned} \mathbf{LnQs} = \mathbf{0,198} + \mathbf{0,947lnQAUD} - \mathbf{1,452AQUIF} & \quad (4) \\ (2,148) \quad (-7,405) & \quad (18,318) \\ (0,033) \quad (1,12 \text{ e-}11) & \quad (5,35 \text{ e-}39) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{LnVa} = \mathbf{0,509} - \mathbf{0,436lnQs} + \mathbf{0,088lnDIST} - \mathbf{0,455lnPROFP} & \quad (5) \\ (0,547) \quad (-7,779) & \quad (1,742) \quad (-2,0,35) \\ (0,585) \quad (1,49 \text{ e-}12) & \quad (0,084) \quad (0,044) \end{aligned}$$

O valor do coeficiente estimado para a variável  $\ln Qs$  apresenta uma relação direta entre a quantidade de sal e a quantidade de água de uso doméstico das famílias, porém, se nota que existe uma relação de quase paridade entre  $\ln QAUD$  e a quantidade de sal presente na mesma, conforme indica o coeficiente de  $\ln QAUD$ , 0,9471, ou de outra forma, se o consumo (QAUD) de água das famílias aumentar em 1%, a quantidade de sal “consumida” também aumentará em 0,947%. Os valores entre parênteses representam os valores do teste t e o nível de significância dos coeficientes estimados.

A variável *dummy*  $AQUIF$ , assume valor 1 para aquífero de sedimento e 0 (zero) para os demais (cristalino, aluvionar etc.); assim, ainda na Eq. 4 e se fazendo  $AQUIF = 1$ , nota-se que  $\ln Qs$  será subtraído de 1,452, que corresponde ao coeficiente desta variável *dummy* e, no caso em que  $AQUIF=0$ , a equação contará apenas com os valores de intercepto e do  $\ln QAUD$ , que são ambos positivos. Portanto,  $\ln Qs$  para  $AQUIF=0$  será maior que no caso de  $AQUIF=1$ , o que satisfaz as

---

<sup>4</sup> Para maiores detalhes sobre MQ2E, consultar Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

expectativas teóricas, uma vez que em aquíferos de sedimento a quantidade de sal tende a ser, em geral, menor (Feitosa e Manoel Filho, 1997).

O teste de White para heteroscedasticidade, foi significativa a 5% para os valores estimados na Eq. 5, confirmando que os erros padrão estimados são viesados e inconsistentes; assim, estes foram corrigidos usando-se variâncias e erros-padrão consistentes em heteroscedasticidade, segundo White.<sup>5</sup>

Pela Eq. 5, observa-se uma relação direta entre  $Va$  (valor econômico da água) e  $DIST$  (distância à fonte) de modo que, para um aumento de 1% na distância, ocorre um aumento correspondente em  $Va$  de 0,088, isto é, pode-se interpretar que os consumidores preferem pagar R\$ 0,088 a mais pelo metro cúbico de água que percorrerem 1% a mais de km; resultado semelhante foi encontrado por Pinheiro (opcit, 2000). A importância da variável  $DIST$  para a análise reside no fato da mesma refletir o custo de oportunidade do tempo e, conseqüentemente, da renda, visto que as horas empregadas na coleta e no transporte da água poderiam ser utilizadas na produção de bens e serviços, proporcionando renda adicional para as famílias.

A análise do comportamento da variável PROFP na Eq. 5, cujo coeficiente apresenta sinal negativo, parece a princípio um contra-senso, pois o mais óbvio é esperar uma relação positiva entre profundidade dos poços e o valor econômico da água, porque o custo de captar água em aquíferos mais profundos deve ser maior; contudo estudos desenvolvidos no Rio Grande do Norte e na Paraíba (Feitosa e Manoel Filho, 1997), mostram que não existe correlação ( $R=0,285$ ) entre profundidade abaixo do nível estático e profundidade do poço em rochas cristalinas.

Ainda segundo esses autores, nos aquíferos sedimentares há espaços vazios entre as rochas os quais são ocupados por fluidos, o que pode com o passar dos anos, tornar possível a extração de água com elevada produção, razão pela qual, as vazões dos poços localizados em rochas sedimentares são, em geral, maiores que os perfurados no cristalino; desta forma, torna-se compreensível a presença do sinal negativo em PROFP, visto que, em muitos casos, faz-se

---

<sup>5</sup> Sobre heteroscedasticidade e medidas de correção consultar WHITE, 1980 e GREENE, 1997.

necessário, pela própria característica do embasamento sedimentar, perfurar maiores profundidades; porém, a elevada quantidade de água que pode ser obtida redundando em uma compensação nos custos de captação, o que pode reduzir o valor do produto final, ou seja, da água.

A variável de maior importância no contexto do estudo ( $\ln Q_s$ ), a qual expressa o valor implícito da característica da água, ou seja, o valor do sal, apresenta um valor estimado de  $-0,436439$ . Note-se que o sinal da variável na Eq. 5 é coerente com a teoria de característica de bens, a qual admite valores negativos de preço (Ladd e Suvannunt, 1976, op. cit. e Ladd e Martin, 1976, op. cit.). Este resultado negativo indica tão somente o quanto a variável quantidade de sal deprecia o valor da água.

Há que se considerar ainda um importante detalhe: a taxa marginal de substituição (TMS) entre distância da fonte (deslocamento) e a quantidade de sal (característica) é 4,94. Como as ações dos consumidores são consideradas suas preferências reveladas, esta taxa mostra que as famílias preferem andar longas distâncias à procura de água de melhor qualidade a beber água com valores extremos de sal, isto é, o “efeito salinidade” suplanta o “efeito deslocamento”, em aproximadamente quatro vezes.

O coeficiente de determinação para o segundo estágio foi de 26,85%, o que pode ser devido à ausência de variáveis que poderiam ser importantes para explicar o valor econômico da água, tal como a variável população, que não foi utilizada no modelo estimado, pelo fato de não haver informações estatísticas disponíveis para as comunidades pesquisadas.

A Tabela 1 apresenta a variação no valor da água quando se faz variar a concentração de sal, mantendo-se as demais variáveis constantes; observa-se com exatidão a hipótese central sustentada por esta pesquisa de que, em localidades onde a concentração de sais na água é mais elevada, o valor da mesma tende a ser menor.

O valor da água em Santana do Cariri, comunidade Latão Baixo, R\$0,88 é quase cinco vezes o valor observado em Cariré, comunidade Arariús, R\$0,18. Mantendo-se constante as outras variáveis que influenciam o valor da água, verifica-se que a mudança no mesmo é decorrente de

uma variação inversamente proporcional na quantidade de sal entre as duas comunidades, respectivamente, da ordem de 36 vezes.

Tabela 1. Variação do valor econômico da água em função da quantidade de sal no sertão cearense.

Municípios	Comunidades	Quant. De Sal <sup>1</sup> mg/l	Valor da Água R\$/m <sup>3</sup>
Cariré	Arariús (A)	1953	0,18
Parambu	Dist. Novo Assis	850	0,26
Santana do Acaraú	Pistola	625	0,30
Brejo Santo	Vila Feliz	421	0,35
Barreira	Areré II	260	0,38
Freicheirinha	Pvdo. Camp. Cima	220	0,47
Cariré	Arariús (B)	216	0,47
Milagres	Vila Padre Cícero	197	0,47
Boa Viagem	Madeira Cortada	166	0,52
Parambu	Sítio Açude	149	0,56
Milagres	Café da linha	96	0,62
Cariré	Cacimbas	86	0,73
Graça	Sede Graça	71	0,77
Tauá	Castelo	59	0,78
Santana do Cariri	Latão de Baixo	52	0,88

<sup>1</sup> Os dados da coluna 3 foram ordenados em função dos valores modais de DIST e PROFP

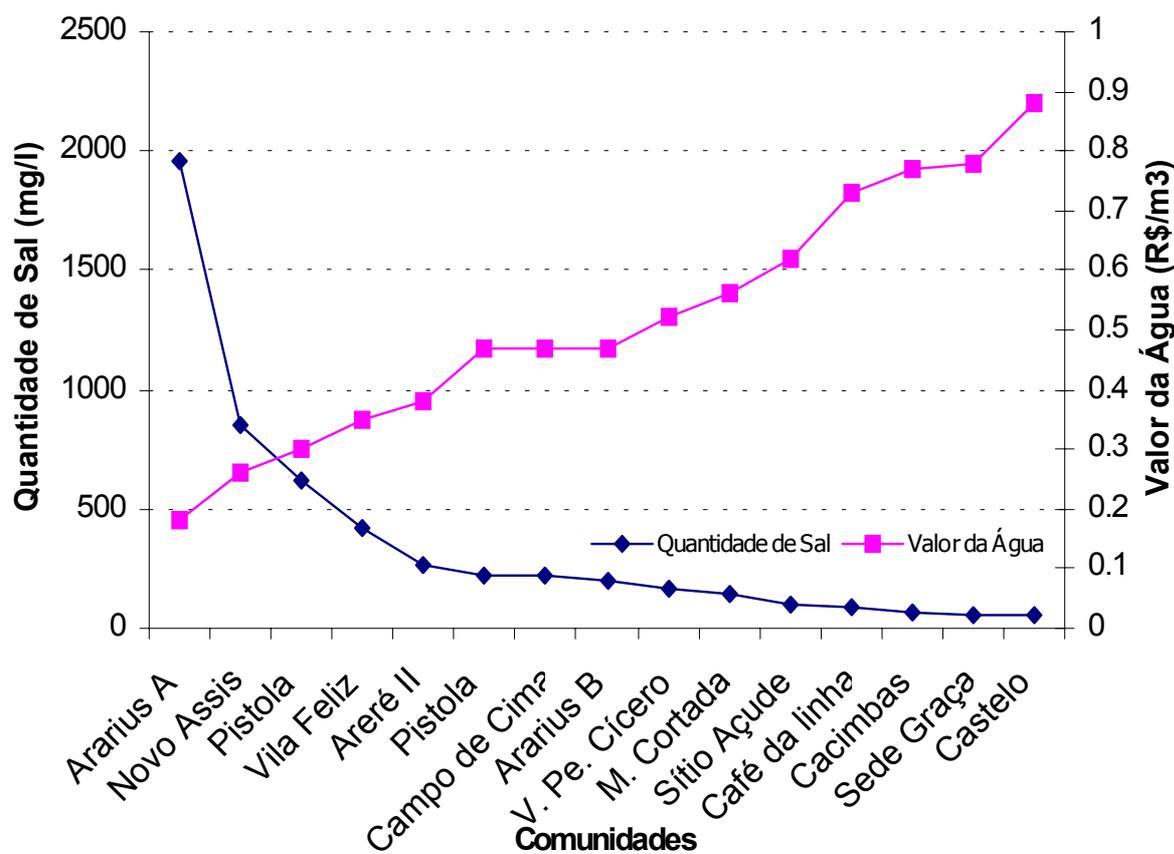
A diferença no valor da água pode ocorrer em um mesmo município e em uma mesma comunidade; como no caso do município de Cariré, comunidade Arariús, em que o preço variou de R\$0,18/m<sup>3</sup> em Arariús (A), para R\$0,47/m<sup>3</sup> em Arariús (B), quando a quantidade de sal mudou de 1953 mg/l para 216 mg/l, respectivamente, implicando em uma diferença de valor da ordem de 161,68%. Neste município ocorre ainda diferença no valor da água entre as comunidades Cacimbas e Arariús em que a diferença entre Cacimbas e Arariús (A), é de R\$0,26/m<sup>3</sup>, ou seja, 54,43%; entre Cacimbas e Arariús (B), esta diferença é ainda maior, R\$0,55/m<sup>3</sup>, o que representa 304,42%.

Analogamente, no município de Parambu, comunidade Sítio Açude, onde a concentração de sal na água é de 149mg/l, seu valor corresponde a R\$ 0,56/m<sup>3</sup>, enquanto em Distrito Novo Assis, a concentração é aproximadamente 500% superior (850 mg/l) e, por conseqüência, o valor da água é R\$0,26/m<sup>3</sup>, ou seja, 53,86% menor.

Todos esses resultados simplesmente ratificam as hipóteses básicas do modelo CGCM, de que a demanda por bens do consumidor é afetada por suas características; logo, assumindo-se que a água, na conjuntura atual, é também um bem econômico, suas características intrínsecas determinam o seu valor para o consumidor e conseqüentemente sua demanda; portanto, todos esses resultados podem ser úteis para subsidiar políticas tarifárias em novos projetos de abastecimentos, de água nesses municípios e comunidades como, também, para a ampliação de outros já existentes. Os valores ora estimados podem servir de parâmetros para as companhias de água, no caso da implantação de um sistema de abastecimento com água encanada, fixarem suas tarifas, visto que, os consumidores ‘pagam’ por um recurso de baixa qualidade ou, então, se deslocam grandes distâncias para obter água menos salgada; conseqüentemente, pode-se inferir que eles estarão dispostos a pagar no mínimo o mesmo preços por uma água tratada, de melhor qualidade, como em geral ocorre com aquela ofertada pelas companhias de abastecimento; assim, os valores obtidos podem ser vistos, a grosso modo, como “preços mínimos” a serem cobrados pelo uso da água. A Figura 1, proporciona uma visualização clara do comportamento do valor da água na medida em que a quantidade de sal decresce.

Os valores apresentados na Tabela 1 foram obtidos mantendo-se constantes as outras variáveis que compõem a Eq. 5. este artifício foi adotado com o objetivo de se verificar a variação no valor da água exclusivamente em função da concentração de sal, e para isso utilizou-se as modas de profundidade (60 metros) e distância (0,5 quilômetros).

As análises dos dados permitem ainda, com moderação, a obtenção de um *rank* de prioridades que pode ser útil na orientação da alocação dos recursos em políticas de abastecimento de água. Entretanto, ressalte-se que estabelecer critérios de prioridade não é tarefa simples. Por isso, existem na literatura especializada outros métodos que poderiam ser empregados para se estabelecer o *rank* das comunidades, entre os quais o método de análise fatorial.



**Figura 1** - Relação entre salinidade e valor da água no sertão cearense

As Tabelas 1A a 4A, no apêndice, apresentam a proposta de uma possível ordem de prioridade para abastecimento de água das comunidades, levando-se em conta a concentração de sal na água de uso doméstico das famílias, obedecendo-se à seguinte classificação:

1. Nível de sal ótimo (A): 0 – 500 mg/l (aceito pela OMS e ABNT)
2. Nível baixo (B): 501 – 1000 mg/l (tolerável pela OMS e ABNT)
3. Nível médio a alto (C): 1001 – 3000 mg/l (acima do nível recomendado pela ABNT)
4. Nível alto (D): > 3001 mg/l (acima do nível recomendado pela ABNT e OMS)

A hierarquia proposta para os municípios e comunidades do sertão enquadrados no nível A, seguem os resultados da Tabela 1A.

Em Crateús, comunidades de Queimadas, AABB e Barra dos Duitras, supondo-se haver quantidade limitada de recursos para investimentos em sistemas de abastecimento de água neste município, prioridade deveria ser dada à comunidade de Queimadas, onde os moradores se deslocam cerca de 18 km até a fonte; em seguida, AABB, com 12 km de distância à fonte e, posteriormente, Barra dos Duitras, com 3 km.

Analogamente, no município de Granja, comunidade Timonha (Pitimbu), os moradores se deslocam cerca de 3 km para se abastecerem com água, enquanto que na comunidade de Samambaia I, o percurso até a fonte é de apenas 250 m, ou seja, se houvesse recursos para investimentos, estes deveriam ser alocados em Timonha.

A segunda classe de hierarquização abrange as comunidades cuja água apresenta salinização entre 501 a 1000 mg/l (Tabela 2A). Para este grupo, o critério de prioridade para alocar recursos em serviços de abastecimento de água, também leva em conta a distância à fonte, visto que a quantidade de sal ainda é aceitável.

Assim, na comunidade de Nova Aldeota, em Tauá, os residentes se deslocam cerca de 18 km para obterem água e satisfazerem suas necessidades básicas, enquanto os que residem em Todos os Santos Marruás o fazem em 2 km quilômetros; desta forma e se mantendo a hipótese anterior de recurso limitado, no município de Tauá o atendimento à comunidade de Nova Aldeota deverá ser priorizado.

Outra significativa observação que se apreende da comparação estabelecida é que a disposição a pagar dos residentes de Nova Aldeota deve ser maior que aqueles da outra comunidade, porque as atitudes dos consumidores revelam suas preferências; assim, ao se deslocarem grandes distâncias evidenciam um esforço muito maior e há um custo mais elevado dos demais para obter água.

Com relação ao nível C de classificação, 1001 a 3000 mg/l, (Tabela 3A) a Vila da Cohab em Tauá apresenta o valor mais crítico e discrepante em relação à variável distância, 18 km. Assim, o atendimento a esta comunidade deve ser priorizado em relação às demais.

Vê-se que as comunidades inseridas neste nível de salinidade, se encontram fora dos padrões aceitáveis de potabilidade propostos pela OMS e ABNT e, portanto, a quantidade de sal da água também deve ser levada em conta no critério de classificação. Assim, por exemplo, no município de Milagres, comunidade de Varjota e Canto do Mel, verifica-se que na primeira se percorre-se 400 m para buscar água com 2153 mg/l de concentração de sal e, na segunda, caminha-se 250 m e, ainda qual a quantidade de sal é de 1693 mg/l. Portanto, recursos para investimentos em serviços de distribuição de água no município de Milagres, deveriam ser alocados na comunidade de Varjota.

Nos municípios e comunidades do sertão cearense, apresentados na Tabela 4A, a água apresenta concentração de sal superior a 3000 mg/l; de início, nota-se que em Ocara, a comunidade de Lajedo ocupa o primeiro lugar no *rank*, tanto pelo teor elevado de sal quanto pela distância percorrida.

Concentrando-se a análise no município de Tejuçuoca, observa-se que a ordem de prioridade das comunidades a serem atendidas por programas de abastecimento de água, utilizando-se somente o critério de salinidade, seria: Riacho das Pedras, Vertente, Alegria, Caldeirão e Ribeiro; por outro lado, levando-se em conta a distância percorrida como critério, a ordem seria: Riacho das Pedras, Ribeiro, Caldeirão, Vertente e Alegria; agora confrontando-se os dois resultados, verifica-se facilmente que Riacho das Pedras é, dentre todos os demais, o que deve ser priorizado em caso de investimentos em serviços de abastecimento de água, visto apresentar maior teor de sal e menor distância para obtenção de água; todavia, este exemplo evidencia uma limitação do método que por não permitir uma análise profunda requer a fixação de algumas variáveis enquanto se variam as demais.

## CONCLUSÕES

As análises e inferências desenvolvidas ao longo desta pesquisa, permitem gerar algumas conclusões:

1. A primeira e mais evidente ao longo de todo o desenvolvimento da teoria, é que o valor econômico da água sofre influência em proporção inversa da característica salinidade, de

- modo que, quanto maior a quantidade de sal menor deverá ser o valor da água de uso doméstico proveniente de poços, mantendo-se as outras variáveis constantes
2. No sertão, o valor da água está compreendido entre 0,08 a 3,25 reais por metro cúbico; em decorrência disto, os valores máximos e mínimos observados para quantidade de sal são 17194 mg/l e 3 mg/l, respectivamente.
  3. Verificou-se, ainda, que nesta região as pessoas se deslocam grandes distâncias, até 18 km, para satisfazerem suas necessidades por água.
  4. Este comportamento pode ser devido pelo menos, a dois fatores: à escassez de água ou, mesmo, havendo sua disponibilidade em local próximo, a concentração de sal é tão elevada que é preferível se deslocar até 18 km para obtê-la com menor presença de sal. Por conta disto, sugere-se que qualquer programa institucional sobre abastecimento e/ou dessalinização de água priorize o sertão cearense
  5. Esses resultados podem ser úteis para subsidiar políticas tarifárias não apenas a nível regional mas principalmente nas “células” menores: municípios e comunidades, uma vez que os valores obtidos para a água salinizada podem servir como “tarifa mínima” a ser cobrada, pois, se os consumidores dessas regiões pagam os respectivos preços por uma água que não é de boa qualidade, provavelmente estarão dispostos a pagar no mínimo esses mesmos valores, por uma água de melhor qualidade, encanada e tratada.

### **LITERATURA CITADA**

Barbosa, C.P. Avaliação dos custos de água subterrânea e de reuso de efluentes no Estado do Ceará. UFC: Fortaleza, 2000. 102p. (dissertação/mestrado)

Campos, J.N.B. et al. O custo do fornecimento da distribuição de água através de carro-pipa: um estudo de caso. Fortaleza: UFC. 199\_. 11p.

CPRM – Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará. Jul. 2000. (CD – ROM)

Feitosa, F.A. Manoel Filho, J. Hidrologia: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 389p.

Fernandez, C.J.; Menezes, W.F. A avaliação contingente e a estimativa da função de demanda por água potável. Revista Econômica do Nordeste, v. 31, n 1 p. 8 - 34, jan. - mar. 2000.

Greene. W.H. Econometric Analysis. 3<sup>a</sup> ed., Mavmilliam: New York, 1997.

Koutsoyiannis, A. Theory of Econometrics: An Introductory Exposition of Econometric Methods. 2 ed. THE MACMILLAN PRESS LTD. p. 384 – 395. 1981.

Ladd, G. W.; Martin, M. B. Prices and demands for input characteristics. American Journal of Agricultural Economics, 58 (1976):21 – 30.

Ladd, G. W. ; Suvannunt, V. A Model of Consumer Goods Characteristics. American Journal of Agricultural Economic. 1976. p. 504 – 510.

Pinheiro, J. C. V. Valor econômico da água destinada a irrigação no semi-árido cearense. São Paulo: USP/ESALQ, 1998. 195p. (Tese de doutorado).

Pinheiro, J. C. V. Demanda por sistema de suprimento de água para o consumo doméstico numa comunidade em Tauá-Ceará. Fortaleza, 2000. 20p.

White, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and direct test for heteroskedasticity. Econometrica, 48 (1980): 817 – 838.

## APENDICE

Tabela 1A - Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água segundo a faixa de consumo de sal das comunidades (0 – 500 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (Km)
Granja	Timonha (Pitimbu)	3,346	0,003	3,000
Graça	P. Extrema Santa Luzia	2,400	0,004	3,000
Granja	Sambaíba I	1,721	0,012	0,250
Ipueiras	Balseiro	1,162	0,020	0,100
Milagres	Barreiro	0,845	0,035	0,200
Itatira	Lagoa Do Mato	1,300	0,035	6,000
Crateús	Aabb	1,039	0,050	12,000
Santana do Acaraú	Latão de Baixo	0,878	0,052	0,500
Brejo Santo	Lagoa Do Mato	0,694	0,053	0,300
Catunda	Paraíso	0,889	0,053	1,000
Cedro	Lajedo	0,690	0,057	0,300
Tauá	Castelo	0,780	0,059	0,500
Graça	Fda. Barro Vermelho	0,863	0,063	1,000
Icó	Pedrinhas	0,937	0,070	2,000
Graça	Sede Graça	0,771	0,071	0,500
Paramoti	Bom Retiro	0,699	0,072	1,000
Porteiras	Abreus	0,652	0,077	2,000
Milagres	Limoeiro	0,657	0,080	0,200
Cariré	Cacimbas	0,732	0,086	0,500
Pires Ferreira	Passa Sede	0,786	0,088	4,000
L. Da Mangabeira	Sítio Livramento	1,006	0,092	15,000
Milagres	Café Da Linha	0,616	0,096	0,400
Milagres	Podimirim	0,700	0,097	0,800
Barreira	Corrego	0,630	0,101	0,300
Barreira	Carnaúba	0,504	0,103	0,050
Capistrano	Riacho Do Padre	0,689	0,105	1,000
Ipueiras	Vamos Ver	0,439	0,105	0,010
Barreira	Bom Sucesso	0,752	0,108	3,000
Caridade	Plácido Pinto (Sede)	0,912	0,116	12,000
Tauá	Poço Da Onça	0,758	0,118	2,000
Milagres	Sítio Taboca	0,541	0,122	0,600
Boa Viagem	Ipú	0,475	0,126	0,060
Barro	Bairro Jardim - Sede	0,492	0,129	0,060
Aurora	St. Terra Vermelha	0,680	0,130	0,300
Barreira	Lagoa Grande Ii	0,616	0,136	1,000
Parambu	Sítio Açude	0,557	0,149	0,500
Crateús	Barra Dos Dutras	0,637	0,152	3,000
Graça	Barro Vermelho	0,623	0,154	1,000
Frecheirinha	Fda. Campeste De Baixo	0,464	0,155	0,200
Abaicara	Café Da Linha	0,459	0,161	0,500
Boa Viagem	Madeira Cortada	0,524	0,166	0,500

FONTE: CPRM

(continuação).

Tabela 1A - Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água segundo a faixa de consumo de sal das comunidades (0 – 500 mg/l)

<b>Municípios</b>	<b>Comunidade</b>	<b>Valor da Água (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Quantidade de sal (mg/l)</b>	<b>Distância (Km)</b>
Hidrolândia	Conceição / Sede	0,461	0,166	0,100
Cariré	M. Melo / Alto Feliz	0,473	0,195	0,300
Milagres	Vila Padre Cícero	0,472	0,197	0,500
Milagres	Olho D'água	0,364	0,203	0,150
Russas	Boqueirão Do Cesário	0,370	0,204	0,100
Cariré	Arariús	0,474	0,216	0,500
Frecheirinha	P. Campeste De Cima	0,469	0,220	0,500
Graça	Povoado Campestre	0,354	0,241	0,100
Caridade	Caridade	0,644	0,246	12,000
Reriutaba	Sede Reriutaba	0,448	0,248	1,000
Hidrolândia	Riacho Do Mato	0,385	0,250	0,100
P. Ferreira	Sede Pires Ferreira	0,447	0,259	0,300
Abaíara	Cupim	0,315	0,259	0,100
Barreira	Araré Ii	0,380	0,260	0,300
Barreira	Araré-I	0,475	0,294	6,000
Frecheirinha	Sede Oiticica	0,464	0,300	3,000
Reriutaba	Sede Reriutaba	0,457	0,310	2,000
Penaforte	Juá	0,330	0,311	0,300
Crateús	Queimadas	0,659	0,320	18,000
Coreaú	F. Cangora	0,313	0,340	0,200
Barreira	João Dandão	0,488	0,359	6,000
S. Do Acaraú	Baixa Da Carnaúbas	0,445	0,373	6,000
Brejo Santo	Vila Feliz	0,354	0,421	0,500
Madalena	Muquém / Faz. M. Nova	0,287	0,426	0,050
Tauá	Vila Dos Inhamus	0,431	0,430	2,000
Madalena	Vaca Serrada	0,429	0,433	5,000
Quixeré	Queimada	0,523	0,458	0,010
Ararendá	Sede Santo Antônio	0,396	0,472	1,000
Apuiarés	R. Frederico Pontes	0,482	0,481	2,000
Quixeré	Vila Nova	0,527	0,489	0,020
Barreira	Lagoa Grande	0,317	0,491	0,200

Fonte: CPRM

Tabela 2A - Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água segundo a faixa de consumo de sal das comunidades (501 – 1000 mg/l).

<b>Municípios</b>	<b>Comunidades</b>	<b>Valor da Água (R\$)</b>	<b>Quantidade de sal (mg/l)</b>	<b>Distância (Km)</b>
Ocara	Vila Nova	0,379	0,518	3,000
G. Sampaio	Cachoeira	0,368	0,530	4,000
Barreira	Olho D'água	0,442	0,619	3,000
Ipauimirim	Vila São José -Sede	0,227	0,624	0,100
Santana. do Acaraú	Pistola	0,298	0,625	0,500
Barreira	Cajueiro	0,262	0,637	0,150
Tauá	T. Os Santos Marruas	0,316	0,655	2,000
Madalena	S. Gdo. I – C. Nova	0,277	0,664	0,300
Irauçuba	Boa Vista Caxitoré	0,254	0,668	0,300
Penaforte	Baixio Do Couro	0,235	0,673	0,400
Boa Viagem	Santa Terezinha	0,304	0,689	1,000
Ibicuitinga	Açude Dos Pinheiros	0,270	0,706	1,500
Ocara	Novo Horizonte	0,351	0,745	3,000
Cariré	Estaca Zero	0,363	0,756	12,000
Barro	Barreiro Branco	0,236	0,760	0,300
Frecheirinha	Fazenda Sanharão	0,269	0,772	1,000
Parambu	Dist. Novo Assis	0,257	0,850	0,500
G. Sampaio	Poço Da Pedra	0,238	0,864	0,200
Tauá	Nova Aldeota/Tauá	0,354	0,871	18,000
Várzea Alegre	Quexada	0,267	0,888	0,100
Crateús	Salgado	0,298	0,900	3,000
Nova Russas	Vila Peixe	0,219	0,916	0,100
Cariré	Muquém Velho	0,230	0,941	0,200
Barro	Distrito De Brejinho	0,214	0,962	0,100
Coreaú	Malhada Vermelha	0,270	0,968	1,000

Fonte: CPRM

Tabela 3A - Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água segundo a faixa de consumo de sal das comunidades (1001 – 3000 mg/l).

Municípios	Comunidades	Valor da Água (R\$/m3)	Quantidade de sal (mg/l)	Distância (Km)
Aracoiaba	Umari Do Córrego	0,269	1,042	2,000
Itatira	Lagoa Do Mato	0,260	1,050	6,000
Ocara	Novo Horizonte	0,271	1,118	3,000
Barreira	Miarim Iii	0,250	1,157	1,000
Santana do Acaraú	Chora	0,270	1,158	6,000
Paramoti	Ramalhete	0,259	1,198	1,000
Itapagé	Ação	0,241	1,246	3,000
Boa Viagem	Recreio	0,169	1,260	0,100
Crateús	Besouro	0,586	1,269	2,500
Tauá	Vila Da Cohab - Tauá	0,293	1,341	18,000
Barreira	Barreira - Sede	0,196	1,349	0,200
Aracoiaba	Bulandeira	0,192	1,356	0,200
Independência	Monte Sinai	0,225	1,362	1,000
General Sampaio	Poço Da Pedra	0,186	1,441	0,150
Cariré	Belém	0,194	1,505	0,300
Jaguaribe	Santa Fé	0,193	1,568	0,200
Acarape	Tamanduá	0,216	1,609	1,000
Barro	Fazenda Cumbe	0,151	1,692	0,100
Milagres	Canto Do Mel	0,123	1,693	0,250
Itapagé	Pipuca / Carão	0,152	1,826	0,050
Penaforte	Massapezinho	0,160	1,911	0,500
Cariré	Arariús	0,181	1,953	0,500
Milagres	Varjota	0,124	2,153	0,400
Ararendá	Fazenda Santana	0,138	2,227	0,500
Brejo Santo	Baixio Do Boi	0,075	2,354	0,050
Itatira	Lagoa Do Mato	0,203	2,490	6,000
Frecheirinha	Fazenda Penanduba	0,150	2,504	0,200
Aracoiaba	Caninhas	0,172	2,536	1,000
Russas	Pitombeira	0,305	2,758	0,160
Parambu	Tamboril	0,178	2,813	0,300
Independência	Fda. Santo Antônio	0,170	2,980	2,000

Fonte: CPRM

Tabela 4A - Hierarquização da ordem de prioridade para programas de abastecimento de água segundo a faixa de consumo de sal das comunidades (> 3001 mg/l).

<b>Municípios</b>	<b>Comunidades</b>	<b>Valor Da Água (R\$/M<sup>3</sup>)</b>	<b>Quantidade De Sal *(Mg/L)</b>	<b>Distância (Km)</b>
Morrinhos	Espinho Dos Lopes	0,167	3,128	2,000
Penaforte	Lagoa Preta	0,139	3,840	3,000
Cariré	Tabequary	0,148	4,028	0,800
Madalena	Castro/Ouro Preto	0,109	4,528	0,050
Barreira	Miarim Iii	0,164	4,740	4,000
Tejuçuoca	Ribeiro	0,139	4,775	2,000
Tauá	Fda. A.. Carrapateiros	0,121	4,788	0,200
G. Sampaio	Cajazeiras	0,111	5,460	0,300
Tejuçuoca	Caldeirão	0,117	5,855	2,000
G. Sampaio	Pedra D'água	0,107	9,126	2,500
Tejuçuoca	Alegria	0,077	11,23 2	0,300
Tejuçuoca	Vertente	0,095	11,450	2,000
Morada Nova	Castelo	0,093	12,968	0,500
Tejuçuoca	Riacho Das Pedras	0,089	14,274	3,000
Ocara	Lajedo	0,092	17,194	6,000

Fonte: CPRM