

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS NO CEARÁ

Maria Leiliane de Sousa Sales¹
Kilmer Coelho Campos²
Robério Telmo Campos³
José Wanderley Augusto Guimarães⁴

RESUMO

Os problemas decorrentes da escassez e má gestão dos recursos hídricos são de bastante preocupação para a sociedade como um todo, principalmente para quem se encontra em regiões semiáridas. Diante disso, foram avaliadas sob o ponto de vista econômico as ações de acesso à água (poços, dessalinizadores e cisternas de placas) implementadas no Estado do Ceará, fazendo uso da técnica de avaliação de investimentos e cálculo de indicadores de valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno, a partir de investimentos realizados no ano de 2015 para um horizonte de planejamento de 10 anos. As viabilidades sob o ponto de vista da sociedade das referidas ações de acesso à água foram confirmadas apenas para a construção de poços com taxa de desconto 12% ao ano e tarifa de R\$ 14,05/m³ de água. No entanto, quando se considerou a abordagem do Banco Mundial todos os investimentos apresentaram viabilidade sob o ponto de eficiência de uso dos recursos.

Palavras-chave: Análise de investimentos. Sistemas de abastecimento de água. Ceará.

ECONOMIC EVALUATION OF FUNDING OF ACTIONS, ACCUMULATION AND WATER SUPPLY IN RURAL COMMUNITIES IN CEARÁ STATE

ABSTRACT

The problems arising from the scarcity and mismanagement of water resources are of great concern to society as a whole, especially for those in semi-arid regions. Thus, were assessed from an economic point of view, access to water activities (wells, desalinators and plates cisterns) implemented in the State of Ceará, making use of investment appraisal technique and calculation of the net present value indicators, benefit -Cost and internal rate of return from investments made in 2015 for a planning horizon of 10 years. The viabilities from the point of view of society of such water access actions were confirmed only for the construction of wells with discount rate 12% per year and a rate of 14.05 / m³ of water. However, when considering the approach of the World Bank all investments in the feasibility showed use efficiency point of resources.

Keywords: Investment analysis. Water supply systems. Ceará.

JEL: O22; Q58

¹ Mestre em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: leilane_salles@yahoo.com.br

² Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC) e. E-mail: kilmer@ufc.br

³ Doutor em Economia pela Universidade Federal de Pernambuco. Professor do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará e. E-mail: roberio@ufc.br

⁴ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará. Engenheiro Agrônomo da Superintendência de Obras Hidráulicas/Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. E-mail: wanderley.guimaraes@sda.ce.gov.br



1 INTRODUÇÃO

O debate em torno dos recursos hídricos tem sido bastante frequente nos últimos anos, não só na região Nordeste, considerada historicamente problemática quanto ao acesso a este recurso, tendo em vista que a maioria de seus estados se encontra no semiárido brasileiro. Esse problema hídrico tem se difundido e, nos últimos anos, também se manifestou em outras partes do País, como no Sudeste, devido à redução de água dos principais reservatórios dessa Região.

A população rural do semiárido nordestino, que corresponde a 38,03%, tem sua vida limitada pelo acesso à água em termos de quantidade, qualidade e regularidade, já que está exposta a fatores como: ausência, escassez, irregularidade, má distribuição das precipitações pluviométricas no período chuvoso, intensa evaporação durante o período de estiagem e elevado escoamento superficial das águas, o que contribui para aumentar o problema hídrico (BRASIL, 2012).

De acordo com Medeiros, Neves e Silveira (2009), o acesso limitado à água compromete a segurança hídrica e a saúde das famílias, além de comprometer o próprio sustento por meio da produção de alimentos.

O Estado do Ceará com 150 de seus municípios inseridos na região semiárida, apresenta como um dos principais problemas a escassez de água para consumo humano nas comunidades rurais, sendo a distribuição espacial dessas comunidades um dos fatores relevantes para agravá-lo.

Nesse sentido, este trabalho se baseia na hipótese de que as ações que promovem o acesso à água no Estado do Ceará, tais como, poços, dessalinizadores e cisternas de placas apresentam viabilidade sob a óptica econômica ou de eficiência no uso dos recursos.

Diante disso, esse estudo tem como objetivo principal analisar, sob o ponto de vista de eficiência para a sociedade, se as ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará, tais como: poços, dessalinizadores e cisternas de placas apresentam-se viáveis. Especificamente, objetiva-se: elaborar a demonstração de fluxo de caixa para um horizonte de planejamento de 10 anos, a partir de investimentos feitos no ano de 2015; e calcular e analisar os indicadores de avaliação econômico-social, a exemplo do valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno.

2 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS

Dentre os aspectos a serem considerados na elaboração e avaliação de projetos cabe ressaltar: os sociais, os quais procuram considerar o impacto do projeto sobre a distribuição de renda, as oportunidades de criação de empregos, o crescimento em determinadas regiões, os efeitos das tecnologias propostas, a qualidade de vida e o meio ambiente. Por sua vez, os aspectos econômicos, que procuram identificar se a participação do projeto apresenta-se como significativa para o desenvolvimento da economia como um todo e se sua contribuição é suficiente para justificar a utilização de recursos escassos (IURMAN, 2009).

A avaliação econômica tem como objetivo identificar os impactos do programa ou projeto para a sociedade como um todo, sob o ponto de vista de eficiência do uso dos recursos (BUARQUE, 1991). Essa perspectiva de avaliação mede a rentabilidade de um projeto sob o ponto de vista da nação, cujo objetivo é maximizar o bem-estar econômico, ou seja, maximizar a eficiência na alocação dos recursos sociais, levando em conta a contribuição do projeto ao bem-estar econômico da sociedade em termos de crescimento do produto nacional, geração de emprego e formação de divisas.

Para avaliar os efeitos de um programa para a sociedade são construídos os fluxos de caixa nos quais os custos e benefícios devem ser avaliados a preços econômicos para que possam representar seu valor em termos da economia nacional ou local.

Alguns fatores devem ser considerados de forma diferente na análise econômica de investimentos vis-à-vis a financeira, ou seja, é necessário transformar o fluxo de recursos financeiros (custos e receitas) em um fluxo econômico por meio de três etapas:

a) Eliminação das Transferências

As transferências como os impostos diretos e indiretos, subsídios, taxas, reembolso de empréstimos e pagamentos de juros devem ser eliminados dos fluxos de custos e benefícios da avaliação econômica, pois não representam gastos nem benefícios para a sociedade, apenas representam uma troca do controle sobre esses recursos de um membro da sociedade a outros, sem acarretar mudança na renda nacional, portanto, não representam utilização direta dos recursos da economia (BUARQUE, 1991).

b) Inclusão das externalidades

Sob a óptica de análise econômica deve-se considerar nos fluxos de entrada e saída todos os custos e benefícios, aqueles internos e externos ao projeto, ou seja, as externalidades que são os efeitos criados a partir do projeto. Esses efeitos incluem os custos e benefícios tangíveis e intangíveis e os diretos e indiretos, assim como as necessidades meritórias (defesa nacional, limpeza ambiental, segurança urbana, qualidade na saúde, cultura, etc.).

c) Ajustes nos preços

Os preços econômicos são estabelecidos a partir dos preços de mercado após serem descontados todas as distorções de mercado por meio da aplicação de uma das metodologias propostas na literatura. A partir daí se passa a valorar os bens e serviços para a sociedade no melhor uso alternativo.

Há duas metodologias básicas que se diferenciam quanto à forma de definição do numerário, padrão de medida dos custos e benefícios. De maneira geral, o ajuste dos preços de mercado para preços econômicos se dá pelo cálculo dos preços econômicos, a partir da definição prévia do numerário.

Uma das metodologias tem origem no trabalho da ONUDI, de autoria de Dasgupta, Sen e Marglin (1972); a outra, de um estudo da OCDE, de Little e Mirrlees (1968), posteriormente desenvolvido por Squire e Van der Tak (1975) do Banco Mundial (juntamente com o BIRD) (BUARQUE, 1991).

O numerário trata-se de um padrão de medida com o qual são medidos os custos de oportunidades de cada transação econômica do ponto de vista da sociedade. O uso do numerário implica o uso de preços-sombras ou preços-de-conta, medido com base no numerário definido para indicar o custo de oportunidade econômico.

Os chamados preços-sombra indicam o valor de cada produto, insumo ou serviço, medido com base no numerário definido em correspondência aos custos econômicos de oportunidade desses bens e serviços (BUARQUE, 1991). Segundo a metodologia da OCDE e o Banco Mundial, é definido por meio de uma relação denominada de Fator de Conversão (FC), em que:

$$\text{Fator de conversão do bem } i = \frac{\text{Preço-sombra do bem } i}{\text{Preço de mercado do bem } i} \quad (1)$$

Ao se multiplicar o preço de mercado do bem (ou insumo) ou o valor registrado na avaliação financeira pelo fator de conversão, obtém-se o preço-sombra desse bem ou insumo.

$$PE = PF \times FC \quad (2)$$

Em que:

PE = preço econômico ou preço-sombra;

PF = preço financeiro;

FC = fator de conversão.

Os indicadores mais utilizados para a avaliação econômica são aqueles que consideram o valor do dinheiro no tempo, ou seja, que o dinheiro pode ter um retorno e esse valor depende do tempo que leva para ser recebido.

Adotando-se essa abordagem, calculam-se os seguintes indicadores:

a) Relação Benefício/Custo (RB/C): definido 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 projeto. Pode ser expresso como:

$$B/C = (\sum_{i=0}^n R_i / (1+r)^i) / (\sum_{i=0}^n C_i / (1+r)^i) \quad (3)$$

Em que:

B/C = Relação Benefício Custo;

R_i = benefícios no i -ésimo ano;

C_i = custos mais investimentos no i -ésimo ano;

r = taxa de desconto social real, no ano;

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

Um projeto é considerado viável, a partir desse indicador, caso os fluxos de caixa tenham sido atualizados a uma taxa de desconto social superior ou igual ao custo de oportunidade do capital e essa relação seja maior que um. A inviabilidade decorre da relação B/C ser menor que um. Assim, pode-se identificar se os benefícios superam os custos, além do retorno bruto e líquido para cada unidade monetária investida.

b) Valor Presente Líquido (VPL): é a soma atualizada para o presente de todos os benefícios, custos e inversões do projeto, atualizados a uma taxa de desconto social que deve corresponder ao custo de oportunidade do capital.

Nesse caso, a viabilidade econômica de um projeto é indicada pela diferença positiva entre os benefícios e todos os custos, diretos (inclusive investimentos) e indiretos, ambos atualizados a determinada taxa de desconto social (REZENDE; OLIVEIRA, 1993). Assim, pode-se dizer que o capital investido será recuperado, remunerado à taxa de desconto considerada e gerará um lucro extra na data zero, igual ao VPL (LAPPONI, 1996).

$$VPL = \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1 + r)^i = \sum_{i=0}^n R_i (1 + r)^i - \sum_{i=0}^n C_i (1 + r)^i \quad (4)$$

Em que:

VPL = Valor Presente Líquido;

R_i = benefícios no i -ésimo ano;

C_i = custos mais investimentos no i -ésimo ano;

r = taxa de desconto social real, no ano;

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

O critério de decisão utilizado para verificar a viabilidade, a partir desse indicador, é que ele seja maior que zero, isto é, seja positivo, sendo considerada a atualização dos fluxos por uma taxa de desconto maior ou igual ao custo de oportunidade social do capital; o projeto será inviável se o VPL for menor que zero e indiferente em aceitar ou não o projeto se o VPL for igual à zero.

c) Taxa Interna de Retorno (TIR): é definida como o valor da taxa de desconto (r) que torna o valor presente líquido igual à zero (NORONHA, 1987). É o percentual que expressa à rentabilidade anual do capital alocado no projeto durante todo o horizonte de planejamento.

Matematicamente, é a taxa de desconto (r) para a qual o VPL é nulo ou a relação $B/C=1$. Assim:

$$TIR=r^*, \text{ tal que } \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1 + r^*)^i = 0 \quad (5)$$

Assim, toma-se como critério de decisão:

$TIR > r$ (custo de oportunidade do capital), o projeto é considerado viável;

$TIR = r$ (custo de oportunidade do capital), o projeto é considerado indiferente;

$TIR < r$ (custo de oportunidade do capital), o projeto é considerado inviável.

A referida taxa encontrada expressa a rentabilidade do projeto em cada ano da vida útil do mesmo, variando somente com as variações nos fluxos de benefícios e custos. Quanto maior for a TIR, mais vantagens apresenta o projeto e ele torna-se mais atraente para o investidor.

d) Custo Médio (CMe): pode-se calcular o custo médio do m³ de água para cada uma das ações que promovem o abastecimento no Estado do Ceará. Para isso utiliza-se a definição de valor presente ou atual, o qual se refere ao valor no momento atual (zero) de uma soma monetária a ser paga ou recebida no futuro (CAMPOS, 2014). Esse valor é calculado multiplicando-se o referido montante por um fator de desconto, matematicamente tem-se:

$$FD = \frac{1}{(1+i)^j} \quad (6)$$

Em que:

FD = Fator de desconto;

i = Taxa de desconto social real por período, 12% ao ano;

j = Número de períodos entre o momento atual (zero) e o momento futuro (último período do projeto igual a 10).

O Custo médio será:

$$CMe = \frac{CTA}{YA} \quad (7)$$

Em que:

CMe = Custo médio do m³ da água;

CTA = Custos atualizados do sistema;

YA = Produção de água atualizada do sistema.

3 METODOLOGIA

3.1 Área geográfica de estudo

O Estado do Ceará pertencente à região Nordeste apresenta área total de 148.920,538 km² de extensão territorial. Com a nova delimitação do semiárido brasileiro, instituída em 2005, passou a apresentar 150 dos seus municípios na área semiárida, com uma extensão territorial equivalente a 129.178,779 km², o que representa 86,74% da área total do estado, colocando-o quase que inteiramente no

polígono das secas (BRASIL, 2012).

O Estado faz parte de duas províncias hidro geológicas: o escudo oriental e a província costeira, com cerca de 70% de sua área composta de embasamento cristalino, representando 21% do total do cristalino nordestino (500.000 Km²) (ARAÚJO *et al.*, 2007). A semiaridez presente no Estado é uma situação caracterizada pela irregularidade espacial e temporal das precipitações e pela ocorrência de chuvas concentradas durante alguns meses do ano.

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados utilizados neste trabalho são de natureza primária e secundária. Os dados primários foram coletados por meio de entrevistas e aplicação de oito questionários em duas comunidades de municípios do Ceará, Lagoinha em Ocara e Aroeira em Pentecoste. Os dados obtidos foram: a quantidade média de famílias por comunidade, a vazão média dos poços e dos dessalinizadores instalados nas comunidades visitadas e o horário de funcionamento dos mesmos.

Os dados de natureza secundária foram obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal, tais como: Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS - relatório de informações sociais).

As variáveis coletadas foram: a) valor dos investimentos aplicados em cada ação no ano de 2015; b) custos de operação e manutenção referente a cada das ações executadas; c) quantidade de cada ação de acesso à água, em estudo, executada no ano de 2015; d) tarifa cobrada pelo m³ da água dessalinizada, R\$ 25,00/m³, sendo R\$ 0,50 por 20 litros de água, valor adotado pela SRH; e) tarifa cobrada pelo m³ da água coletada por meio de carro-pipa: média de R\$ 14,05/m³ (CAMPOS, 2005); f) quantidade mínima de água por pessoa para o consumo humano a fim de atender as necessidades básicas, como beber, cozinhar e higiene pessoal: 20 litros de água por dia (ROSA, 2013).

Todos os valores monetários utilizados foram coletados durante o ano de 2015, expressos em Reais (R\$) e atualizados por meio do Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas para o período mais recente (dezembro de 2015).

3.3 Método de análise

Na análise econômica considerou-se os fluxos de receita e de custo dos investimentos utilizando o horizonte de planejamento de 10 anos com base na vida útil dos principais bens de capital do projeto.

Neste estudo, a taxa de desconto social utilizada foi de 12% ao ano, a qual está dentro dos parâmetros de vários estudos já realizados, como o de Araújo (2001) para esse tipo de avaliação e, também indicada pelo Banco Mundial.

Foi considerado para fins de ajustes dos preços de mercado para preços econômicos o numerário cuja metodologia foi desenvolvida pela OCDE e Banco Mundial, pela sua forma simplificada de transformação desses preços a partir dos fatores de conversão.

Os benefícios financeiros (BF) foram transformados em benefícios econômicos (BE) esperados para cada ano do horizonte de planejamento do projeto, em R\$/ano. (POMERANZ, 1988 *apud* CAMPOS, 2007).

Quantificação dos Benefícios Econômicos (BE):

$$BE = \sum_{i=1}^n P_{Fi} \times FC_i \times Q \quad (8)$$

Em que:

BE = benefício econômico;

P_{Fi} = preço financeiro ou de mercado do m³ de água;

FC_i = fator de conversão do i-ésimo item = 0,81,...,0,94;

Q_i = quantidade de água fornecida anualmente por m³: poços,

dessalinizadores e cisternas de placas.

Consideraram-se algumas tarifas representativas do preço do m³ da água para cada ação que promove o acesso à água: custo médio carro-pipa R\$ 14,05/m³ (CAMPOS, 2005) para poços e cisternas e a tarifa de água dessalinizada de R\$ 25,00/m³.

A quantidade de água disponibilizada anualmente por cada uma das ações foi determinada, no caso de poços, pela demanda efetiva em m³/ano, considerando o consumo mínimo de 20 litros/dia por pessoa (ROSA, 2013) em comunidades com, em média, 42 famílias, composta por 5 pessoas/família. No caso dos dessalinizadores foi considerada a vazão média de 800 litros/hora e o horário de funcionamento 4,5 hora/dia durante 5 dias na semana. Para as cisternas de placas utilizou-se a capacidade de armazenamento potencial de 16 m³/ano.

Quantificação dos Custos Econômicos (CE):

$$CE = \sum_{j=0}^n P_{Fj} \times FC_j \times S_j \quad (9)$$

Em que:

CE = custo econômico;

P_{Fj} = preço financeiro dos insumos j utilizados para a implantação de cada ação que viabiliza o acesso à água;

FC_j = fator de conversão do j -ésimo item = 0,81, ..., 0,94;

S_j = quantidade utilizada do insumo j utilizado para a implantação de cada ação que viabiliza o acesso à água.

Os investimentos foram classificados por tipo de itens, agrupados em: material de construção, equipamentos e mão de obra. Os custos operacionais são referentes a gastos com operação e manutenção e são aqueles que ocorrem mesmo quando o sistema está paralisado e aqueles que são proporcionais ao volume de água produzido (energia, produtos químicos e materiais de limpeza).

Os indicadores utilizados para a avaliação econômica dos retornos dos investimentos foram o valor presente líquido, a relação benefício-custo, a taxa interna de retorno e o custo médio do m^3 de água.

Os fatores de conversão que foram usados para a transformação dos preços financeiros em preços econômicos são os mesmos utilizados em avaliação de programas de beneficiamento de água e esgoto na região Nordeste pelo Banco Mundial: Mão de obra qualificada – 0,81; Mão de obra não qualificada – 0,46; Materiais nacionais ou importados – 0,88; Máquinas e equipamentos nacionais ou importados – 0,80; Produtos químicos – 0,83; Energia elétrica – 0,97; e, Fator de conversão padrão ou para blocos de produtos similares (FCP) – 0,94 (CAMPOS, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação econômica da construção de poços

No ano de 2015 foram construídos no Ceará 1.150 poços pela SOHIDRA, beneficiando 99 municípios, a maioria onde há predominância de rochas cristalinas. Em termos econômicos, os investimentos, por poço, correspondem a R\$ 18.635,70 a preços de dezembro de 2015 (Tabela 1).

Tabela 1 - Orçamento de custos para construção de um poço em rochas cristalinas a preços econômicos – Ceará, dez./2015

Discriminação	Valor (R\$)
Transporte perfuratriz ropneumática	1.833,00
Instalação da perfuratriz	256,00
Perfuração	
Perfuração em 10"	2.820,00
Perfuração em 6"	8.460,00
Revestimento	
Tubo de PVC aditivado, STD/DN 150	1.584,00
Filtro PVC aditivado, STD/DNN 150	176,00
Cap de alumínio/DN 150 (macho)	70,40
Pré-filtro	140,80
Cimentação anelar	404,80
Sapata de proteção sanitária	176,00
Complementação e obtenção de dados	
Teste de produção	1.297,20
Ensaio de recuperação	243,00
Relatório técnico	283,50
Estudo Geofísico	891,00
Total	18.635,70

Fonte: SOHIDRA (2015).

Os custos de operação e manutenção correspondem em média, em termos econômicos, a R\$ 4.565,50 por ano, referente aos serviços de limpeza (uma vez por ano), análise físico-química, solicitada a cada quatro meses ao ano e conserto de bomba (duas vezes ao ano), além do custo com energia, que é mensal, sendo este o maior custo operacional por ano.

Os benefícios por poço construído correspondem a R\$ 20.246,33 referente à quantidade de água disponibilizada.

Para o total de 1.150 poços que foram construídos no ano de 2015 os investimentos a preços econômicos corresponderam a R\$ 21.431.055,00 e os custos de operação e manutenção a R\$ 5.250.325,00. Nesse caso, os benefícios sociais em termos da quantidade de água disponibilizada foram de R\$ 23.283.280,65 (Tabela 2). A demonstração de fluxo de caixa para os investimentos a

preços econômicos pode ser vista no Apêndice 1, elaborado para um horizonte de planejamento de 10 anos.

Tabela 2 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos – poços - Ceará, dez./2015

Especificações	Resultados
1- Investimentos (R\$)	21.431.055,00
2- Custos de manutenção e operação (R\$)	5.250.325,00
3- Receitas (R\$)	23.283.280,65
4- RB/C (R\$)	2,57
5- VPL (R\$)	80.459.166,28
6- TIR (%)	83,95%

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

De acordo com o resultado dos indicadores econômicos, os investimentos feitos na construção de poços no Estado do Ceará, apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade. A relação benefício-custo mostrou que aos benefícios gerados pelo projeto são maiores do que os gastos, igual a 2,57 e o valor presente líquido maior que zero indicando que o capital aplicado foi recuperado. O indicador taxa interna de retorno mostrou-se maior que a taxa de desconto social, sendo assim, o projeto apresenta rentabilidade igual a 83,95% ao ano.

Cabe destacar que a tarifa para o m³ da água adotada é superior ao custo médio do m³ da água calculado, cujo resultado foi igual a R\$ 5,46/m³, sinalizando que essa tarifa pode ser reduzida sem implicar na viabilidade econômica do projeto.

O Banco Mundial sugere que, para projetos sociais a viabilidade econômica seja considerada se os benefícios do projeto forem suficientes para cobrir os custos operacionais. Sob essa análise, considerando-se apenas os gastos com custos operacionais e todos os benefícios gerados pelo projeto, pôde-se constatar que os referidos investimentos no Estado do Ceará apresentaram viabilidade sob a óptica da sociedade. Para uma demanda efetiva e tarifa de R\$ 14,05/m³ e taxa de desconto de 12% a.a, os indicadores de relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno foram iguais a 4,43, R\$ 101.890.221,28 e 34,86%, respectivamente (Apêndice 2).

4.2 Avaliação econômica de sistemas de dessalinização por osmose reversa

Os sistemas de dessalinização por osmose reversa do Programa Água Doce (PAD) foram implantados no Estado do Ceará pela SRH, com um total de 70 sistemas no ano de 2015, com vazões de 400, 800 e 1.200 l/h. Este trabalho faz referência aos sistemas com 800l/h, os quais totalizam em 26 sistemas, beneficiando 3.610 famílias em 19 municípios no ano de 2015.

O PAD incorpora preocupações com o impacto que pode gerar ao meio ambiente e com a responsabilidade social. Nesse sentido, a instalação dos referidos sistemas inclui o tanque para o rejeito salino (água altamente salobra resultante do processo de dessalinização), a fim de não prejudicar o solo, o monitoramento ambiental e a capacitação de pessoas da própria comunidade para a operação dos sistemas.

Na Tabela 3 apresenta-se o investimento por unidade que corresponde a R\$ 102.062,27 a preços econômicos de dezembro de 2015.

Os custos operacionais dos referidos sistemas diferem quanto ao uso, frequência de manutenção, qualidade de operação e grau do problema que surge. Geralmente são: *mensal* (manutenção de bomba e da tubulação, energia elétrica e salário do operador); *semestral* (limpeza química de membranas e anti-incrustante para membranas); *trimestral* (técnico) e; troca de membranas, que foi inserido como uma reinversão, já que é realizada a cada cinco anos, no valor de R\$ 12.492,23 por ano. Retirando o custo com a troca de membranas, todos esses gastos de operação e manutenção resultam em média R\$ 15.497,62/ano para um sistema.

Tabela 3 - Orçamento para instalação de Sistema de Dessalinização a preços econômicos: vazão 800 l/h – PAD – Ceará, dez./2015

Discriminação	Valor (R\$)
Fornecimento e instalação de dessalinizador	28.075,91
Capacitação de operadores	595,88
Realização do monitoramento ambiental	374,11
Transporte de materiais, equipamentos e placas	3.823,39
Instalação de sist. simplif. de abastecimento de água c/ dessalinizador	
Sistema de captação completo	4.699,69
Adutora	5.319,07
Reservatórios - 3 (água dessalinizada, água bruta e rejeito)	7.494,83

Abrigo p/ dessalinizador	16.803,52
Chafariz	6.967,67
Tanque para contenção do rejeito	18.326,14
Cercamento do tanque para contenção do rejeito	6.602,77
Cercamento do reserv. de fibra de vidro/chafariz com água do rejeito	1.092,17
Tanque bebedouro para dessedentação animal	1.887,11
Total	102.062,27

Fonte: SRH (2015).

A demonstração das despesas, receitas e indicadores pela instalação de um sistema de dessalinização no Estado pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos - sistemas de dessalinização por osmose reversa - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015

Especificações	Valor (R\$)
1- Investimentos	2.653.618,99
2- Custos de manutenção e operação	402.938,04
3- Receitas	527.904,00
4 - Relação benefício-custo (R\$)	0,58
5 - Valor presente líquido (R\$)	(2.131.832,59)
6 - Taxa interna de retorno (%)	(14,94 %)

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Os indicadores de viabilidade econômica mostram que não há viabilidade na instalação dos dessalinizadores para simulação com produção efetiva de água e tarifa de R\$25,00/m³ utilizando a taxa de desconto de 12% ao ano. De acordo com a relação benefício/custo igual a 0,58, os benefícios gerados pelo projeto não conseguiram superar os custos. O valor presente líquido mostra que o capital aplicado no projeto não pode ser recuperado, tendo um retorno insuficiente do ponto de vista da sociedade. A taxa interna de retorno (14,94%) mostrou-se menor que o custo de oportunidade do capital, indicando a inviabilidade dos investimentos (Apêndice 3).

Cabe ressaltar que não foram considerados na elaboração dos fluxos de benefícios o cálculo dos benefícios indiretos gerados a partir do projeto, tais como: qualidade na saúde por meio da redução de doenças geradas pelo consumo de

água não potável para o consumo humano, como as verminoses, que atacam principalmente as crianças e os idosos; redução com gastos no setor de saúde; redução da mortalidade infantil; redução dos impactos ambientais com a criação de tanques para a destinação do rejeito salino; e, nível de emprego e renda gerados pela contratação de operadores dos referidos sistemas de dessalinização.

A partir do cálculo do custo médio pôde-se identificar que, em média, o m³ da água captada por meio de dessalinizadores no Estado do Ceará deveria custar R\$ 42,87/m³. Dessa forma, o valor adotado no referido trabalho encontra-se bem abaixo que, por sua vez, impacta na magnitude dos benefícios possivelmente auferidos e, conseqüentemente, na viabilidade do projeto sob essa óptica. O horário de funcionamento também revela perdas de benefícios para a sociedade.

Sob a análise do Banco Mundial pôde-se identificar que há viabilidade sob o ponto de vista da sociedade para os investimentos aplicados na instalação dos sistemas de dessalinização do Programa Água Doce. Para uma produção efetiva e tarifa de R\$ 25,00/m³ (tipo: 800l/h) e taxa de desconto de 12% a.a, os indicadores de relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno foram iguais a 1,31, R\$ 706.085,53 e 34,86%, respectivamente (Apêndice 4).

4.3 Avaliação econômica de cisternas de placas

No ano de 2015 foram construídas no Ceará 222.237 cisternas de placas. Esse processo envolve o aspecto social, o qual compreende a mobilização de famílias para fins de seleção e cadastramento; a capacitação de pedreiros da própria comunidade, a capacitação das famílias em gerenciamento dos recursos hídricos (GRH) e manutenção das cisternas; a construção da infraestrutura incluindo o material de construção, a mão de obra e ajuda de custo de contribuição à família no período de construção da cisterna (5 dias), além da visita técnica.

Na Tabela 5 pode-se ver que o orçamento para a construção de uma cisterna de placas apresentou um custo de R\$ 4.790,78 valorados a preços econômicos de dezembro de 2015.

Tabela 5 - Orçamento para construção de uma cisterna de placas a preços econômicos – Ceará, dez./2015

Discriminação	Valor (R\$)
Seleção e Cadastramento	
Mobilização de Famílias	12,81
Capacitação	
Capacitação de GRH	59,27
Capacitação de Pedreiros	271,76
Construção de Cisternas de Placa	
Material de Construção	1.647,32
Contribuição à Família	211,50
Mão de obra	598,00
Acompanhamento e Supervisão Técnica	
Visita Técnica	1.990,14
Total	4.790,78

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Agrário (2015).

Os custos operacionais são gastos com limpeza (aplicação de cloro), pintura e mão de obra para executar o serviço, geralmente ocorre uma vez por ano antes do período das chuvas, a fim de preparar a cisterna para armazenar a água. São custos que totalizam, em média, R\$ 38,18 anualmente em termos econômicos.

A demonstração de fluxo de caixa foi construída com base no quantitativo de cisternas de placas no ano de 2015 (Apêndice 5) para que fosse possível medir os impactos do projeto para toda a sociedade.

O cálculo dos indicadores econômicos indica a não viabilidade do projeto em cisternas de placas no Estado do Ceará (Tabela 6). A relação benefício-custo apresentou-se menor do que um e o valor presente líquido menor do zero, os quais demonstram que os benefícios econômicos não conseguiram superar os custos (investimentos mais operação e manutenção) e o capital aplicado não pode ser recuperado à taxa de 12% ao ano. Segundo a taxa interna de retorno, a remuneração do investimento é menor do que o custo de oportunidade do capital.

Tabela 6 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos - cisterna de placas - Ceará, dez./2015

Especificações	Resultados
1- Investimentos (R\$)	1.064.689.312,02
2- Custos de manutenção e operação (R\$)	8.484.119,71
3- Receitas (R\$)	46.961.344,94
4. RB/C (R\$)	0,24
5. VPL (R\$)	(847.284.407,94)
6. TIR (%)	(15,22%)

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Vale ressaltar alguns benefícios sociais indiretos gerados por esse projeto, os quais não foram computados nesta análise: a redução das caminhadas feitas pelas mulheres e crianças em busca de água, já que são sobre elas que recai a tarefa de caminhar longas distâncias e perder várias horas do dia para buscar água; a redução de doenças causadas pela água, como episódios diarreicos, que podem impactar na redução da mortalidade infantil de acordo com o estudo de Luna (2011); redução da dependência de carros pipa; melhoria da convivência com o semiárido e conseqüentemente a fixação do homem no campo reduzindo assim o êxodo rural e a geração de renda para a mão de obra local envolvida na construção das cisternas.

O custo médio por m³ calculado, R\$ 58,91/m³, supera a tarifa utilizada para fins deste trabalho, ou seja, em média, R\$ 38,18/ano.

Considerando a abordagem do Banco Mundial os investimentos feitos no Estado para a construção de 222.237 cisternas de placas são viáveis sob o ponto de vista da sociedade. Para uma capacidade de armazenamento e tarifa de R\$ 14,05/m³ e taxa de desconto de 12% a.a, os indicadores de relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno foram iguais a 5,54, R\$ 207.404.904,08 e 34,86%, respectivamente (Apêndice 6).

Os benefícios diretos desse investimento são bastante expressivos, como a quantidade de água que os reservatórios construídos têm capacidade de captar e armazenar, 3.555.792m³ de água por ano, beneficiando 222.237 famílias com água em quantidade e qualidade adequadas.

5 CONCLUSÕES

Mediante a análise e avaliação dos resultados dos investimentos em poços, sistemas de dessalinização e cisternas de placas no Estado do Ceará, a viabilidade desses investimentos sob o ponto de vista da sociedade foi confirmada apenas para a construção de poços, tendo em vista os resultados alcançados pelos indicadores relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno.

A instalação dos sistemas de dessalinização do PAD mostrou-se inviável sob a análise econômica quando se utilizou a produção efetiva de água e a tarifa de R\$ 25,00/m³, atualizados a taxa de desconto de 12% ao ano. Os investimentos aplicados na construção de cisternas de placas não apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade com uso da tarifa de 14,05/m³ de água, cujos fluxos de benefícios e custos foram atualizados à taxa de desconto de 12% ao ano.

No entanto, quando se analisou cada uma das ações de acesso à água considerando a hipótese do Banco Mundial, todos os investimentos apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade.

Logo, rejeita-se a hipótese de que as ações que promovem o acesso à água no Estado do Ceará, tais como, poços, dessalinizadores e cisternas de placas apresentam viabilidade sob a óptica econômica ou de eficiência no uso dos recursos.

Alguns pontos podem ter influenciado a inviabilidade econômica dos projetos, tais como: a não inclusão dos benefícios indiretos gerados por cada um dos projetos, o custo do m³ da água utilizado e o horário de funcionamento das referidas formas de abastecimento.

Observou-se a subutilização de poços e sistemas de dessalinização nos municípios entrevistados. Assim, sugere-se maior controle e gerenciamento das referidas ações no Estado de forma a aumentar os benefícios econômicos diretos e indiretos gerados.

Novos estudos devem ser realizados com o objetivo de medir os impactos econômicos indiretos gerados pelos sistemas de captação e abastecimento de água no Estado do Ceará.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, O. **Avaliação econômica e social de projetos de irrigação: o caso do Nordeste brasileiro**. 2001. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, Agosto de 2001.

ARAÚJO, A. L.; SILVA, F. J. A.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnológica de Fortaleza**, v. 28, n. 2, p. 136-159, dez. 2007.

BUARQUE. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.

BRASIL. Instituto Nacional do Semiárido, INSA. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande – PB, 2012. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/censosab/publicacao/sinopse.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2015.

CAMPOS, R. T. Análise de custo de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 4, out-dez. 2005.

_____. Avaliação benefício-custo de sistemas de dessalinização de água em comunidades rurais cearenses. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 963-984, dez. 2007.

_____. **Elaboração e avaliação de projetos agropecuários**. Notas de aula. Fortaleza, Ceará, 2014.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, IPECE. **Perfil básico municipal**, 2015. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2015.html. Acesso em: 04 set. 2015.

IURMAN, D. **Diagnóstico y evaluación económica de alternativas tecnológicas para productores agropecuarios familiares de la zona de secano del Partido de Patagones**. 2009. Tesis (Magister en economía agraria y administración rural) – Universidad Nacional del Sur, 2009.

LUNA, C. F. **Avaliação do impacto do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) na saúde: ocorrência de diarreia no Agreste Central de Pernambuco**. 2011. 207 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Ageu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2011.

MEDEIROS, J. C. A.; NEVES, R. S.; SILVEIRA, S. M. B. **Água e cidadania no semiárido brasileiro: a experiência do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC) da ASA Brasil**, 2009.

NORONHA, J. F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2 ed. São Paulo, Atlas, 1987. 269p.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais**: matemática financeira, formulação de projetos, avaliação de projetos, localização de projetos, análise de custo-benefício. Viçosa: Ed. UFV, 1993.

ROSA, D. J. M. **Sistemas fotovoltaicos domiciliares de dessalinização de água para consumo humano**: um estudo de sua viabilidade e configurações. 2013. 117 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de pós-graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TURNER, O. Técnicas de análise de orçamento de capital: certeza, risco e alguns aprimoramentos. In: GITMAN, L. J. (Coord.). **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Hrbra, 2002. p. 324-376.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Demonstração de fluxo de caixa econômico – poços: tarifa carro-pipa - R\$ 14,05/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65
1- Receita		23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	21.431.055,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00
3- Investimentos	21.431.055,00						
4- Custos							
Operacionais		5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00
III - Benefício Líquido	-21.431.055,00	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

APÊNDICE 2 – Demonstração de fluxo de caixa econômico com abordagem do Banco Mundial – poços: tarifa carro-pipa - R\$ 14,05/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65
1- Receita		23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65	23.283.280,65
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas		5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00
3- Investimentos							
4- Custos							
Operacionais		5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00	5.250.325,00
III - Benefício Líquido		18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65	18.032.955,65

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

APÊNDICE 3 – Demonstração do fluxo de caixa econômico - sistemas de dessalinização: tarifa R\$ 25,00/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00
1- Receita		527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	2.653.618,99	402.938,04	402.938,04	727.736,07	402.938,04	402.938,04	402.938,04
3- Investimentos	2.653.618,99			324.798,03			
4- Custos Operacionais		402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04
III - Benefício Líquido	-2.653.618,99	124.965,96	124.965,96	-199.832,07	124.965,96	124.965,96	124.965,96

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

APÊNDICE 4 – Demonstração do fluxo de caixa econômico com abordagem do banco Mundial - sistemas de dessalinização: tarifa R\$ 25,00/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00
1- Receita		527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00	527.904,00
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas		402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04
3- Investimentos				0,00			
4- Custos Operacionais		402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04	402.938,04
III - Benefício Líquido		124.965,96	124.965,96	124.965,96	124.965,96	124.965,96	124.965,96

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

APÊNDICE 5 - Demonstração do fluxo de caixa econômico - cisterna de placas: tarifa carro-pipa - R\$ 14,05/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94
1- Receita		46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	1.064.689.312,02	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71
3- Investimentos	1.064.689.312,02						
4- Custos Operacionais		8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71
III - Benefício Líquido	-1.064.689.312,02	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

APÊNDICE 6 - Demonstração do fluxo de caixa econômico com abordagem do Banco Mundial - cisterna de placas: tarifa carro-pipa - R\$ 14,05/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94
1- Receita		46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94	46.961.344,94
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas		8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71
3- Investimentos							
4- Custos Operacionais		8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71	8.484.119,71
III - Benefício Líquido		38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23	38.477.225,23

Fonte: Dados da pesquisa (2015).