



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL

MARIA LEILIANE DE SOUSA SALES

**AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO,
ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ**

FORTALEZA

2016

MARIA LEILIANE DE SOUSA SALES

**AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO,
ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural

Orientador: Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos.

**FORTALEZA
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós-Graduação em Economia Agrícola

S155a Sales, Maria Leiliane de Sousa

Avaliação financeira e econômica das ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará./ Maria Leiliane de Sousa Sales. - 2016.

107 f.: il. color., enc.; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural. Fortaleza, 2016.

Área de Concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Orientação: Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos.

1. Recursos Hídricos. 2. Avaliação Financeira. 3. Avaliação Econômica. I. Campos, Kilmer Coelho orientação. II. Universidade Federal do Ceará. III. Título.

CDD: 627

MARIA LEILIANE DE SOUSA SALES

AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO,
ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Rural. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Robério Telmo Campos
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. José Wanderley Augusto Guimarães
Superintendência de Obras Hidráulicas/Secretaria de Recursos Hídricos

A Deus, pois me deste o dom da vida e me
concedeste realizações imagináveis.
Aos meus pais, Zélia e Francisco.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, pela força, coragem, sabedoria, amor e pela graça de concluir mais uma etapa de minha vida.

Agradeço a toda minha família pelo apoio, em especial aos meus pais Francisco e Zélia, que me ajudaram e me apoiaram de forma incondicional e a todas as pessoas, colegas, amigos, que torceram por mim.

Ao meu esposo, Marcelo, que esteve presente ao meu lado, soube entender os momentos de ausência e me deu forças nos momentos de tristeza e desânimo, pelo apoio e companhia durante a pesquisa de campo realizada.

Agradeço aos meus colegas de Mestrado, pela troca de conhecimentos ao longo desses dois anos e pelas amizades construídas que permanecerão.

Agradeço ao curso de Mestrado em Economia Rural composto por todos os professores e servidores pelo conhecimento e experiências adquiridas.

Ao meu Orientador, Professor Doutor Kilmer Coelho Campos, pelo apoio, orientações e compreensão na construção deste trabalho.

Aos membros da Banca, Prof. Dr. Robério Telmo Campos, por todas as suas orientações incansáveis e profundo conhecimento repassado. Ao Dr. José Wanderley Augusto Guimarães, Superintendente Adjunto da SOHIDRA/SRH, por ter sido importante no processo de obtenção dos dados secundários, por abrir realmente muitas portas para mim, e por me atender várias vezes. Sem sua contribuição, a obtenção dos dados teria sido muito difícil.

Enfim, agradeço a todos os órgãos do Estado do Ceará que cederam os dados necessários para este estudo: SOHIDRA, ao Dr. José Wanderley Augusto Guimarães e ao Sr. Mauricélio; SRH, ao Sr. Ricardo Marques e Joaquim Favela; à Coordenadoria Estadual de Defesa Civil; à Secretaria de Desenvolvimento Agrário, Neyara, Sidney e Olavo; Átila da CAGECE/Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR). Agradeço também ao Sr. Paulo Roberto do DNOCS.

RESUMO

Essa Dissertação é composta por três Capítulos. No Capítulo 1, foi apresentada uma contextualização das ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará, tais como: carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas. Para isso, utilizou-se o método estatístico descritivo, a fim de analisar as variáveis selecionadas. Fez-se uso de dados primários coletados por meio de entrevistas e aplicação de questionários, nas comunidades Lagoinha, em Ocara, e Aroeira, em Pentecoste; e secundários, obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal. Constatou-se que a utilização dessas ações tem apresentado participações expressivas, a fim de promover o acesso à água, principalmente para o consumo humano, sendo as tecnologias sociais de acesso à água, as cisternas, de maior atuação em termos quantitativos no Estado durante os anos de 2011 a 2015. Nos Capítulos 2 e 3, foram avaliadas as ações (Poços, Dessalinizadores e Cisternas de Placas) de acesso à água no Estado, sob o ponto de vista privado e econômico respectivamente, fazendo uso da técnica de avaliação de investimentos e cálculo dos indicadores valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno, a partir dos investimentos feitos no ano de 2015 para um horizonte de planejamento de 10 anos. As viabilidades financeira e econômica das ações de acesso à água foram confirmadas apenas para a construção de poços com taxas de desconto de 6% a 12% ao ano na primeira análise e 12% ao ano, sob o ponto de vista da sociedade e com tarifa de 14,05/m³ de água. Vale ressaltar que os benefícios indiretos não foram computados na análise econômica desses investimentos e as tarifas do m³ da água utilizadas considerando a captação por dessalinizadores e cisternas, não refletem o custo médio por m³ da água calculado. No entanto, quando se considerou a abordagem do Banco mundial para a avaliação econômica, todos os investimentos apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Avaliação Financeira. Avaliação Econômica.

ABSTRACT

This thesis is composed of three chapters. In Chapter 1, it presents a contextualization of the actions of abstraction, accumulation and water supply in the state of Ceará, such as: trucks, wells, dessalinizadores and tanks. To do this, we used the descriptive statistical method in order to analyze the variables selected. Was made use of primary data collected by means of interviews and questionnaires, in communities Lagoinha in Ocara and Aroeira at Pentecost and secondary obtained from the various organs of the State and Federal Government. It was found that the use of these actions has presented expressive shareholdings in order to promote access to water, especially for human consumption, being the social technologies of access to water, tanks, higher performance in quantitative terms in the state during the years 2011 to 2015. In Chapter 2 and 3, evaluate the actions (wells, Dessalinizadores and tanks of cards) access to water in the State under the private point of view and economic respectively, making use of the technique of evaluation of investments and calculation of indicators net present value, benefit-cost ratio and internal rate of return from the investment made in the year 2015 to a planning horizon of 10 years. The financial and economic feasibility of the actions of access to water were confirmed only for the construction of wells with discount rates of 6% to 12% per year in the first analysis and 12% a year from the point of view of society and with the rate of 14.05/m³ of water. It is worth mentioning that the indirect benefits have not been computed in the economical analysis of these investments and the tariffs of m³ of water used considering the acquisition by dessalinizadores and tanks, does not reflect the average cost per m³ of water calculated. However, when we considered the approach of the World Bank to the economic assessment all investments showed viability under the point of view of society.

Keywords: Water Resources. Financial Evaluation. Economic Assessment.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Operação carro-pipa realizada pela Defesa Civil Estadual – Ceará: 2012-2015. ...	33
Tabela 2 - Operação carro-pipa realizada pelo Exército e Defesa Civil Nacional – Ceará: 2015.	35
Tabela 3 - Poços construídos, profundidade média e vazão média - Ceará: 2010 a 2015.	36
Tabela 4 - Sistemas de dessalinização por osmose reversa implantados e municípios beneficiados – Ceará: 2010 a 2015.	37
Tabela 5 - Sistemas de dessalinização por osmose reversa implantados pelo PAD – Ceará: 2015.	38
Tabela 6 - Quantidade de cisternas construídas por tipo e municípios beneficiados – Ceará: 2011 a 2015.	39
Tabela 7 - Orçamento de custos para construção de poço em rocha cristalina – Ceará, dez./2015.	57
Tabela 8 - Demonstração das receitas e despesas – poços – Ceará, dez./2015.	58
Tabela 9 - Avaliação financeira da perfuração de poço no cristalino – Ceará, dez./2015.	59
Tabela 10 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros - poços, Ceará, dez./2015.	59
Tabela 11 - Orçamento para instalação de sistema de dessalinização: vazão 800 l/h – PAD – Ceará, dez./2015.	60
Tabela 12 - Demonstração das receitas e despesas – sistemas de dessalinização do PAD – Ceará, dez./2015.	61
Tabela 13 - Avaliação financeira de sistemas de dessalinização por osmose reversa - tipo: 800l/h – Ceará, 2015.	62
Tabela 14 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros – sistemas de dessalinização - Ceará, dez./2015.	62
Tabela 15 - Orçamento para construção de cisternas de placas – Ceará, dez./2015.	63
Tabela 16 - Demonstração das receitas e despesas - cisterna de placas – Ceará, dez./2015.	64
Tabela 17 - Avaliação financeira de cisternas de placas – Ceará, dez./2015.	65
Tabela 18 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros - cisterna de placas – Ceará, dez./2015.	65
Tabela 19 - Orçamento de custos para construção de um poço em rochas cristalinas a preços econômicos – Ceará, dez./2015.	83

Tabela 20 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos – poços - Ceará, dez./2015.....	84
Tabela 21 - Demonstração dos indicadores econômicos com abordagem do Banco Mundial – poços – Ceará, dez./2015	85
Tabela 22 - Orçamento para instalação de Sistema de Dessalinização a preços econômicos: vazão 800 l/h – PAD – Ceará, dez./2015.....	86
Tabela 23 - Demonstração das receitas e despesas - sistemas de dessalinização – Ceará, dez./2015.....	87
Tabela 24 - Avaliação econômica de sistemas de dessalinização por osmose reversa - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.	87
Tabela 25 - Avaliação econômica de sistemas de dessalinização por osmose reversa com abordagem do Banco Mundial - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.....	88
Tabela 26 - Orçamento para construção de uma cisterna de placas a preços econômicos – Ceará, dez./2015.	89
Tabela 27 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos - cisterna de placas - Ceará, dez./2015.	89
Tabela 28 - Avaliação econômica de cisternas de placas com abordagem do Banco Mundial - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.....	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Recomendação da destinação da água em litros.....	17
Quadro 2 - Índices multiplicadores por tipo de rodovia.....	18
Quadro 3 - Fatores de conversão utilizados pelo Banco Mundial.....	82

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	12
CAPÍTULO I	13
CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: CARROS-PIPA, POÇOS, DESSALINIZADORES E CISTERNAS	13
1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Contextualização das ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará.....	15
2.1.1 Abastecimento de água por carros-pipa	15
2.1.2 Captação de água por meio de poços	19
2.1.3 Instalação de dessalinizadores para suprimento de água potável	21
2.1.4 Captação e armazenamento de água por meio de Cisternas.....	24
3 METODOLOGIA	30
3.1 Área geográfica de estudo.....	30
3.2 Natureza e fonte dos dados	31
3.3 Método de análise	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Caracterização da operação carro-pipa no Estado do Ceará.....	33
4.2 Caracterização dos poços no Estado do Ceará	35
4.3 Caracterização dos sistemas de dessalinização no Estado do Ceará	37
4.4 Caracterização das cisternas de placas no Estado do Ceará.....	38
CAPÍTULO II.....	42
AVALIAÇÃO FINANCEIRA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ	42
1 INTRODUÇÃO	42
2 REFERENCIAL TEÓRICO	44
2.1 Avaliação financeira de investimentos.....	44
3 METODOLOGIA.....	51
3.1 Área geográfica de estudo.....	51
3.2 Natureza e fonte dos dados	52
3.3 Método de análise	53

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1	Avaliação financeira da construção de poços.....	57
4.2	Avaliação financeira dos sistemas de dessalinização por osmose reversa.....	60
4.3	Avaliação financeira de cisternas de placas no Estado do Ceará	63
5	CONCLUSÕES	66
	CAPÍTULO III	67
	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ.....	67
1	INTRODUÇÃO	67
2	REFERENCIAL TEÓRICO	69
2.1	Avaliação econômica de investimentos públicos.....	69
3	METODOLOGIA.....	77
3.1	Área geográfica de estudo	77
3.2	Natureza e fonte dos dados	78
3.3	Método de análise	79
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.1	Avaliação econômica dos investimentos aplicados na construção de poços.....	83
4.2	Avaliação econômica dos sistemas de dessalinização por osmose reversa	85
4.3	Avaliação econômica das cisternas de placas.....	89
5	CONCLUSÕES.....	91
	CONCLUSÃO GERAL	92
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE	99

INTRODUÇÃO GERAL

Os programas e projetos referentes às formas de abastecimento de água são criados e colocados em prática pelos órgãos públicos e pouco se sabe sobre avaliação dos recursos aplicados. Porém, como requerem elevados investimentos e altos custos fixos, além dos recursos públicos não serem ilimitados, os quais devem ser alocados de forma racional e eficiente, são necessárias avaliações sob as ópticas financeira e econômica.

Geralmente, sobretudo no Brasil, a implementação de programas e políticas é realizada sem o conhecimento necessário de como os mesmos funcionam e sem mensurar os retornos esperados, principalmente para a sociedade. Dessa forma, surge a importância do uso de técnicas de avaliação, pois impõe maior racionalidade técnica e gerencial na tomada de decisão. Consequentemente, orienta o uso dos recursos públicos fazendo com que os programas tenham maior efetividade, eficiência e eficácia. (STEPHANOU, 2005).

Os estudos que envolvem os recursos hídricos são fundamentais, tendo em vista que a água é essencial para a vida, sendo necessária para o consumo humano, para a agropecuária e a indústria, além de ser um bem limitado e com valor econômico. Diante disso, a pesquisa analisa algumas ações de acesso à água presentes no estado do Ceará (carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas) avaliando os investimentos realizados pelo Estado nas referidas ações e medindo os retornos financeiros e econômicos.

No Capítulo 1, apresenta-se uma caracterização das formas de captação, acumulação e suprimento de água no Ceará, tais como: carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas. Para isso, utilizou-se o método estatístico descritivo para analisar as variáveis selecionadas com utilização de dados primários e secundários. Os dados primários foram coletados, por meio de entrevistas e aplicação de questionários, nas comunidades Lagoinha em Ocara e Aroeira em Pentecoste. Os de natureza secundária foram obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal.

No Capítulo 2, avaliaram-se essas ações de acesso a água no Estado sob o ponto de vista privado, fazendo-se uso da técnica de avaliação de investimentos. Para isso, foram calculados os indicadores: valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno a partir dos investimentos feitos no ano de 2015 para um horizonte de planejamento de 10 anos.

No Capítulo 3, foi avaliado o retorno desses investimentos sob o ponto de vista da sociedade. Os indicadores econômicos e o horizonte de planejamento foram os mesmos da avaliação financeira.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ: CARROS-PIPA, POÇOS, DESSALINIZADORES E CISTERNAS

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 esse 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 da água dos principais reservatórios dessa Região.

Durante muitos anos a escassez de água na região Nordeste foi de grande preocupação, sendo estudada somente pelo lado de suas condições físico-climáticas. Atualmente, a adoção de medidas de longo prazo baseadas em tecnologias alternativas e estratégias de convivência com o semiárido nordestino está sendo cada vez mais priorizada em programas que visam ao desenvolvimento sustentável da 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, 2012a).

De acordo com Medeiros, Neves e Silveira (2009), o acesso limitado à água compromete a segurança hídrica e a saúde das famílias, principalmente daqueles se responsabilizam pela captação e gestão da água no meio rural, que são as mulheres e crianças, além de comprometer o próprio sustento por meio da produção de alimentos. Além disso, fere o exercício pleno da cidadania, pois alguns mecanismos tratam a água, que é um direito fundamental, como moeda de troca.

Diante disso, o acesso à água assim como o saneamento básico e as novas fontes de energias sustentáveis são considerados pilares para a promoção do desenvolvimento econômico

e social no mundo inteiro. No Brasil, o contexto das desigualdades regionais também inclui o acesso à água, principalmente entre as áreas urbanas e rurais.

Outros problemas também decorrem da falta de água, tais como: pobreza, desnutrição, mortalidade infantil, baixa expectativa de vida, êxodo rural e baixos índices de desenvolvimento socioeconômico. O Estado do Ceará, que tem 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.

Para encarar o problema da insegurança hídrica, o Estado tem atuado por meio de várias ações: eixão das águas, cinturão das águas, adutoras emergenciais, açudes, dentre outras. De acordo com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH (2015c), para minimizar os referidos problemas vêm sendo utilizadas diversas ações tais como, a perfuração de poços, alguns em combinação com o uso de dessalinizadores, a construção de cisternas, além do abastecimento por meio de carros-pipa em períodos emergenciais.

Este estudo assume a hipótese de que as várias ações que foram executadas no estado do Ceará promoveram o acesso à água em quantidades expressivas e, assim, amenizaram as más condições oriundas da escassez ou falta de água e, dessa forma, promoveram condições de convivência com o semiárido por meio do acesso à água.

Diante das ações executadas pelo Governo do Estado do Ceará frente à deficiência de água e seus desdobramentos, este capítulo têm como principal objetivo apresentar uma caracterização das formas de captação, acumulação e suprimento de água no estado do Ceará por meio de carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas, no período de 2010 a 2015. Para isso, utilizou-se o método estatístico descritivo para analisar as variáveis selecionadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se uma contextualização das ações de acesso à água (carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas) com o objetivo de conhecê-las sob os aspectos gerais de cada uma, envolvendo a atuação no Estado do Ceará.

2.1 Contextualização das ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará

Apresenta-se uma abordagem sobre algumas das estratégias elaboradas para captação, acumulação e suprimento de água no estado do Ceará, pois é necessário conhecer as diversas técnicas convencionais e opções de captação e armazenamento de água, para que as mesmas possam ser corretamente aplicadas, monitoradas e apoiadas pela população e pelo governo, de forma a garantir sua sustentabilidade.

De acordo com Furtado (1962), as opções viáveis para ir de encontro aos problemas do Semiárido precisam ser concebidas, programadas e executadas na perspectiva de promover o desenvolvimento e a convivência com a seca. Contudo, é extremamente importante considerar que a definição do tipo de sistema a ser implantado em cada município depende de vários fatores, tais como: condições locais; aspectos sociais das populações beneficiadas; existência de fontes hídricas; qualidade das águas; topografia; distribuição geográfica dos consumidores e; alcance das demandas solicitadas.

2.1.1 Abastecimento de água por carros-pipa

O abastecimento de água por meio de carros-pipa existe há anos e faz parte da operação que distribui água potável para a população que vive nas regiões afetadas pela seca ou estiagem, principalmente no semiárido brasileiro que inclui a maioria dos Estados nordestinos e o Norte de Minas Gerais.

Inicialmente, essa ação tinha caráter temporário, mas com o passar do tempo, verificou-se a necessidade de realizar a operação de forma contínua devido aos longos e frequentes períodos de seca e o crescente número de municípios atingidos. É fruto da parceria do Ministério da Integração por meio da Secretaria Nacional de Defesa Civil e Exército Brasileiro.

A responsabilidade da execução desse programa é do Comando de Operações Terrestres do Exército Brasileiro (COTER), o que inclui a contratação, seleção, fiscalização e pagamento das pessoas responsáveis para fazer toda essa operação. A contemplação do Estado por essa ação requer a solicitação à Secretaria Nacional de Defesa Civil do Ministério da Integração que, por sua vez, repassa para o Exército fazer uma avaliação técnica juntamente com cada prefeitura municipal a fim de verificar a referida demanda. (BRASIL, 2015a).

A operação carro-pipa era executada pela Defesa Civil, o que se estendeu até 2006. Por meio da Portaria Interministerial nº 7 de 10 de agosto de 2005, o Ministério da Defesa (MD) e o Ministério da Integração Nacional (MI) passaram ao Exército a responsabilidade de fornecer apoio às ações de distribuição emergencial de água na região do semiárido brasileiro. (CEARÁ, 2012a).

As prefeituras fazem a demanda por carros-pipa e o conselho municipal de Defesa Civil (COMDEC) realiza a avaliação dos desastres e danos solicitando a decretação de emergência do município em foco. A partir daí, a Coordenadoria Estadual da Defesa Civil (CEDEC) se responsabiliza pela verificação das informações e envia para o Ministério da Integração Nacional.

A decretação de emergência ou estado de calamidade pública do município significa a ocorrência de uma situação anormal em uma determinada área do município que, quando aprovada pelo Conselho Nacional de Defesa Civil, segue para o exército, a fim de serem executadas. Os municípios precisam estar com os mandados de situação de emergência vigentes pela seca e terem enviado solicitação à Coordenadoria de Defesa Civil Estadual, que é responsável pela articulação junto ao Ministério da Integração Nacional, para que possam ser contemplados com essa operação.

O cadastramento das famílias beneficiadas, a definição da periodicidade de abastecimento das casas, quantidade de litros de água por mês, local de colocação da água (geralmente cisternas em boas condições, não sendo autorizada a colocação em tanques), atestador (responsável na comunidade), além da administração e fiscalização da distribuição da água potável são responsabilidades do Exército, que também seleciona os donos dos carros-pipa (pipeiros), com suas respectivas fontes hídricas.

O controle de distribuição de água é feito por meio de senhas distribuídas a cada grupo de famílias, as quais devem ser entregues aos pipeiros, por ocasião do abastecimento. Quando esse tipo de fornecimento é feito de forma particular, as famílias pagam pela água, o que vai depender, geralmente, da distância da comunidade até a fonte da água. (CEARÁ, 2012a).

Durante a execução da distribuição da água há fiscalização. Os caminhões têm um equipamento que mostra o percurso do carro, a fim de evitar desvios. A água é captada em manancial credenciado e onde não há água potável, sendo que é recomendado a adição de cloro pelo pipeiro com a referida qualificação técnica. (BRASIL, 2015a).

Esse tipo de operação ocorre durante todo o ano, sendo mais frequente nos meses de outubro a fevereiro, antes das chuvas se intensificarem. Até os municípios serem decretados em estado de emergência, as pessoas geralmente usam outras fontes, como os barreiros, açudes de pequeno porte e os cacimbões.

Segundo a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (2014a), a quantidade de água distribuída por pessoa/dia na Operação Pipa é baseada nas orientações de institutos nacionais e organizações internacionais (Organização Mundial de Saúde – Domestic Water Quantity, Service level and health – 2003), sendo a quantidade média diária de 20 litros. O Quadro 1 descreve como a água deve ser utilizada:

Quadro 1 - Recomendação da destinação da água em litros.

Destinação	Quantidade (litros)
Consumo	3
Alimentos e cozinha	6
Lavagem de utensílios	6
Ablução diária	5
Total	20

Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Relatório de auditoria nº 201318217, 2014.

O valor pago ao pipeiro pelo serviço prestado é calculado a partir do critério denominado de Unidade de Medida de Transporte (UMT). Segundo a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (2014a), resulta do produto do volume transportado pelo pipeiro (V), da distância do manancial ao ponto de distribuição (D), da quantidade de viagens (carradas) realizadas (Q) e de um índice multiplicador (I) que tem por referência a condição do tipo de rodovia utilizado, conforme mostrado no Quadro 2:

Dessa forma, a UMT é obtida da seguinte maneira:

$$UMT = V \times D \times Q \times I \quad (1)$$

Quadro 2 - Índices multiplicadores por tipo de rodovia.

Tipo de rodovia	Índice multiplicador
Estrada 100% de asfalto	0,43
Estrada mista (mais asfalto do que chão)	0,45
Estrada mista (mais chão do que asfalto)	0,47
Estrada 100% sem asfalto (chão)	0,49
Trechos curtos e estradas de difícil acesso	0,75
Estrada que exige o uso de trator	0,93

Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Relatório de auditoria nº 201318217, 2014.

A utilização de carros-pipa está associada a diversos problemas, tendo como principal, a distribuição de água para as famílias rurais dispersas e carentes, as quais vivem em regiões cuja vulnerabilidade é grande em relação à seca. Em períodos de estiagem, no qual muitos municípios se encontram em situação de emergência, contribui ainda mais para a demanda por carros-pipa.

Durante os últimos cinco anos (2010 a 2015), o Estado do Ceará apresentou chuvas anuais variando de 400,1 a 700,0 mm abaixo do normal (804,9 mm) em quase todos esses anos (2010, 2014 e 2015), o que contribuiu para a redução de água dos reservatórios que serviram de apoio à operação carro-pipa. (CEARÁ, 2015b). Por isso, o uso dessa estratégia nos períodos prolongados de estiagem que despontam com reduções dos níveis de água dos reservatórios, encarece o preço da água, em decorrência de sua captação ser feita em locais mais distantes.

A dependência dos municípios em relação aos carros-pipa como forma de abastecimento de água torna ainda mais evidente o grande desafio para ampliar, distribuir e ofertar água de forma pontual para abastecer as populações rurais, o que se pode verificar, principalmente, no semiárido nordestino.

No Estado do Ceará, apesar da ampliação dos meios de acesso à água, durante os períodos mais longos de estiagem, as comunidades ainda recorrem ao abastecimento de água por meio dos carros-pipa, sujeitando-se a adquirir água sem garantia de ser potável, além dos riscos de contaminação por armazenar em reservatórios que contenham impurezas. As formas mais comuns de armazenamento são cisternas e pequenos depósitos. (CEARÁ, 2012a).

Ainda segundo esse estudo, os principais motivos que levam as comunidades a fazerem uso dos carros-pipa são: ausência de sistema de abastecimento e de reservatórios para armazenar água; a própria escassez de recursos hídricos em alguns meses do ano e a qualidade da água.

Juntamente com a Defesa Civil Estadual o Exército, por meio da 10ª Região Militar, comanda a operação carro-pipa no Ceará. Este atua nas zonas rurais, enquanto a Defesa Civil Estadual nas zonas urbanas. É uma alternativa imediatista para suprir a carência de água para consumo humano em períodos de seca.

2.1.2 Captação de água por meio de poços

A água é considerada potável quando pode ser consumida pelo homem sem prejudicar sua saúde e é de boa qualidade e tem sabor agradável. No Brasil, essas características podem ser observadas e relacionadas a padrões nas análises físico-químicas e bacteriológicas, as quais estão de acordo com a Portaria nº 2.914 de Dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

Em nosso planeta a maior parte das reservas de água não é encontrada em forma potável. Por isso, a utilização das águas subterrâneas mostra-se extremamente importante, principalmente para o consumo humano. A ação de perfuração por meio da qual se obtém água de um aquífero resulta na construção de um poço. Há dois tipos gerais de formações aquíferas, as quais influem no projeto e construção dos poços: rochas sedimentares e cristalinas. A instalação de poços tubulares envolve a perfuração, a completação, a limpeza e desenvolvimento, o bombeamento e a instalação do poço. (BRASIL, 1998).

A captação de água de poços em rochas cristalinas ocorre por meio de fraturas existentes nas rochas (exemplo: granito) do subsolo, as quais dispensam revestimento e têm profundidade média de 60 metros. Já em rochas sedimentares ocorre por meio da parte sedimentar do solo, que é composta por camada de grãos (exemplo: argila, areia). A água é captada por meio de filtros colocados nas zonas produtoras de água, o que exige revestimento, filtro e pré-filtro e a profundidade média pode atingir até 1.000 metros.

Nas rochas cristalinas, a produção das águas subterrâneas é muito baixa. Esse embasamento caracteriza-se por porosidade e permeabilidade primárias baixas, que proporciona pequena capacidade de armazenamento de água subterrânea e é constituído de rochas com minerais bem cristalizados. Esse tipo de solo dificulta a infiltração da água, que se acumula nas fraturas e fissuras da rocha formada pelos movimentos tectônicos da terra. Como consequência, as águas subterrâneas possuem altos teores salinos, assimilando os sais constituintes dessas rochas, o que as tornam impróprias para o consumo humano.

Dessa forma, a construção de um poço tubular é uma operação que envolve conhecimentos hidro geológico, de engenharia civil e sanitária, cuja execução parte de um projeto técnico, a fim de proporcionar a otimização da relação custo/benefício com o objetivo

de captar água subterrânea.

Alguns autores como Costa e Santos (2000), consideram que a exploração de água subterrânea acontece desde o desenvolvimento do homem na Terra. No Brasil projeta-se que o volume armazenado deste recurso seja de 112.000 km³. (BRASIL, 2001). O território nacional apresenta potencial dessa fonte, onde em algumas regiões há escassez (como nas rochas cristalinas no semiárido), e outras relativamente abundantes.

A maioria dos poços localizados no Semiárido apresenta variações em volume e quantidade de sais dissolvidos dependendo da região onde estão situados. As variações dos teores salinos limitam a forma de uso destas águas.

Segundo Rebouças (1997), as reservas de água doce subterrâneas nas bacias sedimentares do Nordeste brasileiro permitem a captação anual de vinte bilhões de metros cúbicos por ano, sem colocar em risco as reservas existentes. No entanto, vale ressaltar algumas especificidades dessas reservas: concentração espacial (no semiárido, Piauí e Bahia detêm os principais aquíferos); em muitos lençóis a profundidade encarece o custo de implantação e operação dos poços e; existe muita incerteza sobre os mecanismos de recarga dos aquíferos sedimentares do semiárido, assim como a dimensão dessa recarga.

Além disso, devido às formações cristalinas, a perfuração de poços está sujeita a algumas limitações, tais como: baixas vazões; teor de sais na grande maioria dos poços, superior ao recomendado para consumo humano e alto índice de poços secos, dadas as peculiaridades geológicas. (CIRILO, 2008). Diante disso, as águas subterrâneas presentes nas reservas sedimentares do semiárido nordestino devem ser usadas de preferência para o abastecimento humano e com bastante rigor.

Na região Nordeste, a perfuração de poços se acelerou, principalmente com a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas em 1909, a qual trouxe grandes avanços para o conhecimento geológico da região. (REBOUÇAS, 1998). Essa região é constituída por mais de 80% de rochas cristalinas o que contribui para a predominância de alto teor de sais nas águas captadas em poços de baixa vazão. (CIRILO, 2008). Porém, os poços representam uma das principais formas de abastecimento de água nessa região.

A principal fonte de água no Ceará são os recursos superficiais. No entanto, as águas subterrâneas vêm sendo exploradas de forma significativa. (SILVA; ALMEIDA; ARAUJO, 2001). A grande demanda por água frente sua limitada oferta, associada aos longos períodos de estiagem, impulsionam a exploração crescente de águas subterrâneas. Entretanto, é fundamental estimar o potencial desse recurso nessa área, tendo em vista a predominância no Estado de cristalino, o que é reconhecido, em geral, por ser uma região considerada inviável ou péssima

para se encontrar fontes de água subterrânea. Portanto, apresenta baixo potencial em recursos hídricos subterrâneos.

No Estado, a Superintendência de Obras Hidráulicas é responsável por estudos hidro geológicos, construção, instalação e revitalização de poços, implantação e manutenção. Outros órgãos também estão envolvidos, alguns só para perfuração outros instalação, como a Secretaria de Desenvolvimento Agrário, a Superintendência de Obras Hidráulicas, a Defesa Civil e o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.

Contudo, devido ao elevado grau de salinidade presente na região, a água encontrada em diversos locais precisa ser transformada para atingir sua potabilidade por meio da instalação de dessalinizadores.

2.1.3 Instalação de dessalinizadores para suprimento de água potável

Há muitos anos, a região Nordeste sofre com a escassez de água potável, o que ainda continua nos dias atuais. Esse problema decorre das baixas precipitações pluviométricas, das secas periódicas e, em algumas partes, com a ocorrência de altos níveis de salinização da água. Segundo Araújo (2013), a escassez de água surge a partir do impacto global da utilização da água, quando colide com o fornecimento ou com a qualidade da água, fazendo com que a procura não seja totalmente satisfeita.

A região Nordeste é constituída, em grande parte, de embasamento cristalino, caracterizado pelos rios temporários, possui pouca água no subsolo e apresenta baixo potencial hídrico. Isso porque há uma baixa taxa de infiltração e grande predominância de escoamento superficial no solo. Desta forma, as águas subterrâneas ocorrem principalmente em fraturas de rochas e próximas a rios e estas mineralizam-se comprometendo a qualidade da água. (SUASSUNA, 2005).

Diante desse problema, tem-se adotado o uso de dessalinizadores. É um equipamento eletrônico e hidráulico que realiza a retirada de sal da água e outros minerais por meio de um processo físico-químico chamando osmose reversa, produzindo água potável.

O processo de dessalinização consiste na separação de sais presentes na água recorrendo à utilização de membranas semipermeáveis, produzindo uma solução baixa em salinidade e um concentrado (rejeitado) de elevada salinidade. A dessalinização ocorre porque as moléculas de água difundem-se pela membrana mais rapidamente do que os sais e outros compostos com maior peso molecular. (SUIÇA, 2007).

As membranas constituem a principal inovação tecnológica nos processos de

tratamento de água. É um filme que separa duas fases atuando como uma barreira seletiva entre as mesmas. Dentre os processos de separação por membranas, destaca-se a dessalinização por osmose inversa. Esta apresenta como vantagens a qualidade da água tratada, a fácil operação que não requer mão de obra muito especializada, o custo e a assistência na manutenção e reparos, o baixo consumo de energia e a possibilidade de utilização de fontes de energia alternativas como eólica e solar.

A dessalinização por osmose reversa surgiu na década de 80 e tem se mostrado como um dos mais destacados no processo de dessalinização de água salobra subterrânea. (FERREIRA; SOUSA, 2015). Ocorre quando se exerce forte pressão em uma solução salina e a partir daí, a água atravessa uma membrana semipermeável, dotada de poros microscópicos, responsáveis por reter os sais, os micro-organismos e outras impurezas. Desta forma, o líquido puro se descola da solução salgada, ficando separado em outro local, sendo as membranas osmóticas sintéticas utilizadas atualmente nos processos de dessalinização. (SUIÇA, 2007).

Ferreira e Sousa (2015) consideram a presença de cinco elementos necessários para a realização do processo de dessalinização:

- a) captação da Água - estruturas utilizadas para extrair água da fonte e introduzindo-a no sistema;
- b) pré-tratamento - que efetua a remoção de sólidos em suspensão e permite controlar o crescimento biológico, preparando a água para processamento posterior;
- c) dessalinização - o processo de remoção dos sólidos dissolvidos, principalmente sais e outros constituintes inorgânicos;
- d) pós-tratamento - onde se efetua a adição de produtos químicos à água para evitar a corrosão das tubagens à jusante, bem como outros ajustes necessários de forma a tornar a água potável;
- e) gestão do concentrado e outros resíduos gerados - deposição ou reutilização dos subprodutos e outros resíduos resultantes do processo de dessalinização.

Os dessalinizadores vêm sendo instalados com maior atuação no Brasil, nos últimos anos, principalmente na região Nordeste, mostrando-se como uma opção para o problema de salinidade encontrado nas águas. (AMORIM *et al.*, 2004).

Essas experiências têm mostrado bastante êxito na maior parte dos municípios implantados e é um método simples com equipamento robusto de baixos custos de instalação e operação. (SOUZA, 2014). Isto contribui para reduzir o déficit hídrico pelo qual sofre a região

semiárida do Nordeste, uma vez que a quantidade de sais aceitável para o consumo humano é de 0,2% mg/l (200 ppm) para cada litro de água. (BRASIL, 2005).

Uma das vantagens desse equipamento é a capacidade de remover os microorganismos, retirando bactérias, vírus, pirogênicos e muitas das matérias orgânicas e coloidais presentes na água. (ARAÚJO *et al.*, 2005). Além dos impactos socioeconômicos, como a garantia de acesso à água potável, em quantidade e qualidade, para abastecimento das comunidades e, conseqüentemente, o bem-estar da sociedade através do desenvolvimento industrial, agrícola e turístico da região. (ARAÚJO, 2013).

É um procedimento eficiente, porém, gera um alto volume de rejeito salino que deve ser devidamente manejado. Então, vale ressaltar os riscos ambientais decorrentes do processo de dessalinização que, por sua vez, produz uma água altamente salobra de poder poluente elevado, denominada de rejeito salino ou salmoura, estimada em aproximadamente 60% da água bruta inicialmente tratada por osmose reversa, com concentração de sais superior à salinidade da água original. (SOUZA, 2014).

Algumas ideias têm sido introduzidas para a destinação do rejeito: uso de tanques com lâminas de água delgadas para incremento da velocidade de evaporação e a conseqüente deposição de sais; acumulação em tanques para a criação de peixes como tilápia rosa e o camarão marinho e; o cultivo de *Atriplex numulária* que é uma planta com grande capacidade de absorção de sais. (MONTENEGRO; MONTENEGRO, 2004).

No Estado do Ceará, o órgão pioneiro e responsável pela implantação de sistemas de dessalinização é a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), em convênio com órgãos federais. Há também a Secretaria de Recursos Hídricos atuando na instalação de sistemas de dessalinização inseridos no Programa Água Doce.

O Programa Água Doce (PAD), formulado em 2003, é uma ação do Governo Federal que compõe o Programa Água para Todos no âmbito do Plano Brasil sem Miséria, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com diversas instituições federais, estaduais, municipais e sociedade civil. Visa estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de qualidade para o consumo humano por meio do aproveitamento sustentável de águas subterrâneas, incorporando cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização. Busca atender, em escala de prioridade, localidades rurais difusas do Semiárido Brasileiro.

Contempla a região semiárida dos estados do Nordeste e de Minas Gerais. Suas ações contemplam municípios mais críticos em cada estado e em áreas mais suscetíveis ao processo de desertificação. Alguns critérios técnicos são considerados para atender os mais

necessitados, tais como: menores Índices de Desenvolvimento Humano (IDH), altos percentuais de mortalidade infantil, baixos índices pluviométricos e com dificuldade de acesso aos recursos hídricos. Então, foi desenvolvido o Índice de Condição de Acesso à Água do Semiárido (ICAA), a partir do cruzamento dos indicadores citados. (BRASIL, 2012b).

O Programa está estruturado em seis componentes: gestão, pesquisa, sistemas de dessalinização, sustentabilidade ambiental, mobilização social e sistemas de produção. O componente da gestão é responsável pela formação de recursos humanos, elaboração de diagnósticos técnicos e ambientais, manutenção e operacionalização dos sistemas, além de dar apoio ao gerenciamento e manutenção dos mesmos. No componente de sustentabilidade ambiental se insere o curso de operadores dos sistemas, o qual visa conscientizá-los e capacitá-los quanto aos procedimentos para manutenção da qualidade da água fornecida. Dessa forma, promove o uso sustentável da água, busca reduzir as vulnerabilidades, no que diz respeito ao acesso à água no Semiárido e contribui para o enfrentamento dos efeitos das mudanças climáticas.

O sistema de dessalinização é composto por um poço tubular, bomba do poço, reservatório de alimentação (água bruta), abrigo de alvenaria, dessalinizador, reservatório para o permeado (água doce), reservatório para o concentrado, chafariz, tanques para contenção do concentrado e tanque para água destinada à dessedentação animal.

O concentrado vem sendo armazenado em um reservatório para ser encaminhado aos tanques de contenção e evaporação. Em comunidades que atendam aos requisitos técnicos estabelecidos pelo PAD, esse concentrado pode ser utilizado no sistema produtivo integrado sustentável. A partir dos convênios celebrados em cada Estado a meta é instalar 1.345 sistemas de dessalinização do Programa Água Doce, a partir do diagnóstico realizado em 2.947 comunidades de 232 municípios brasileiros. (BRASIL, 2015c).

2.1.4 Captação e armazenamento de água por meio de Cisternas

As soluções para garantir maior disponibilidade, eficiência e valor social para a água disponível estão inseridos no contexto atual da gestão de recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. (PALMIER, 2003).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, a captação de água da chuva e seu armazenamento em cisternas é uma das alternativas cada vez mais utilizadas para reduzir o número de pessoas sem acesso à água para o consumo humano. No contexto internacional, são destacadas as experiências em países como China, Nova Zelândia e

Tailândia. (SUIÇA, 2009).

As primeiras experiências registradas no Brasil sobre a construção de cisternas de placas, remontam da década de 1970, construídas no Município de Simão Dias, em Sergipe, implementadas com o apoio do Centro Comunitário de Serviços de Pintadas da Bahia, do Movimento de Organização Comunitária e do Centro de Pesquisa Tecnológica do Semiárido. Há também alguns relatos de experiências anteriores e iniciativas governamentais de forma dispersa e difusa nos Estados do Maranhão, Pernambuco e Rio Grande do Norte. (ARTICULAÇÃO..., 2003).

A proposta de construção de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva, a fim de garantir acesso à água para consumo humano das pessoas localizadas na zonal rural do semiárido brasileiro, foi elaborada durante o encontro paralelo à Terceira Convenção de Combate à Desertificação e à Seca da Organização das Nações Unidas (ONU) ocorrido em Recife no ano de 1999, no qual foi elaborado um documento chamado “Declaração do Semiárido”, cujo objetivo é a sustentabilidade da vida no semiárido, e onde se fundou a Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA).

A ASA é uma rede formada, atualmente, por mais de 3 mil organizações da sociedade civil, que vem lutando pelo desenvolvimento social, econômico e cultural do Semiárido, a partir de uma proposta de convivência com a seca. Ela surgiu para mudar a visão sobre a região, ao apresentar uma crítica ao paradigma vigente de que o Semiárido não oferece condições de se viver com dignidade e, conseqüentemente, às políticas públicas a ele direcionadas. Além disso, apoia o argumento de que o problema do Semiárido não é a falta de chuva, mas sua concentração em alguns meses do ano. (FUNDAÇÃO..., 2014).

A construção das cisternas foi realizada inicialmente por meio de um convênio entre a ASA e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), ainda de forma dispersa em um projeto piloto, em 2000. A partir de então, foi articulado nacionalmente um projeto político para o Semiárido.

A partir de 2003, a construção de cisternas passou a fazer parte das ações do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) e incluída nas ações de Estratégia Fome Zero (à época referida como Programa Fome Zero), do então Ministério Extraordinário de Segurança Alimentar e Combate à Fome (MESA), que passou a integrar o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), a partir de 2004.

Desde então, o Programa Cisternas, como ficou denominado, vem se desenvolvendo de forma contínua, incorporado na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, com orçamento federal previsto no Plano Plurianual (PPA) e seguindo a metodologia proposta pela ASA.

Em 2003, surgiu o programa de mobilização e formação para a convivência com o semiárido, conhecido como o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). Quatro anos depois, em 2007, foi lançado o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) e atualmente trabalha com sete tipos: cisterna-calçadão, cisterna-enxurrada, barragem subterrânea, barreiro-trincheira, barraginha, tanque de pedra e bomba d'água popular. (ARTICULAÇÃO..., 2015).

Com o lançamento do Plano Brasil Sem Miséria em 2011 e, mais especificamente, o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água (Água Para Todos), o programa Cisternas ganhou outra dimensão, cujo objetivo é promover a universalização do acesso à água em territórios rurais.

O Programa Água Para Todos teve início no semiárido da região Nordeste e no Norte de Minas Gerais e tem priorizado essas áreas já que abrange a maior quantidade de famílias que vivem em situação de vulnerabilidade social, muitas delas não atendidas pelo serviço público ou que são atendidas por sistemas de abastecimentos deficitários, porém não deixa de atender outras partes do país. Tem atuado disponibilizando alguns tipos de tecnologias, tanto para consumo humano, quanto para a produção agrícola e alimentar: as cisternas de consumo e as cisternas de produção. Além disso, procura priorizar o atendimento às famílias que vivem em situação de pobreza e de extrema pobreza, inscritas no Cadastro Social Único (Cad Único) do Governo Federal ou não inscritas, mas que detenham tal perfil. (BRASIL, 2015b).

O Programa Cisternas compreende o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água da Chuva e Outras Tecnologias Sociais e foi institucionalizado em 2013, por meio dos artigos 11 a 16 da Lei nº 12.873 e regulamentado pelo Decreto nº 8.783, também em 2013. Sua execução parte do MDS desde 2003, inicialmente, em parceria com a ASA e, posteriormente, com estados, municípios e consórcios municipais. (BRASIL, 2014b).

Esse programa tem como objetivo implantar diferentes tecnologias sociais de acesso à água, especificamente para captar água da chuva, a fim de oferecer às famílias uma solução de armazenamento de água para o consumo humano e para produção de alimentos. Dessa forma, se insere em uma perspectiva de garantir a segurança alimentar e nutricional e a geração de renda para as famílias pobres situadas na zona rural, que sofrem com a dificuldade de acesso à água potável e com a escassez desse recurso fundamental para a vida.

As tecnologias sociais (TSs) são conhecidas como alternativas inovadoras para problemas estruturais das camadas mais excluídas da sociedade por meio de dois pontos principais: o envolvimento das pessoas e a sustentabilidade das soluções. Seu surgimento parte da sabedoria popular, do conhecimento científico ou da combinação de ambos. Nas TSs são

encontradas soluções efetivas para temas como educação, meio ambiente, energia, alimentação, habitação, água, trabalho e renda, saúde, entre outros. (FUNDAÇÃO..., 2014).

De acordo com a Fundação Banco do Brasil (2014), as tecnologias sociais e as políticas públicas possuem características bastante comuns. Ambas atendem as demandas da sociedade; resultam das interações sociais; envolvem atores públicos e privados; promovem o desenvolvimento e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental e; fortalecem e estimulam a organização com participação social e política, proporcionando a inclusão social por meio da geração de trabalho e renda.

Segundo Araújo *et al.* (2005), a construção de cisternas não abrange as grandes demandas por água, como irrigação e aglomerados urbanos, mas representa um instrumento para atender as demandas dispersas. De acordo com Arsky (2009), a implantação dessa tecnologia social abrange a dimensão social da sustentabilidade, já que promove a redução da desigualdade social e o aumento da coesão social, na medida em que garantem direitos fundamentais aos mais vulneráveis, o que facilita a fixação do homem na região, evitando assim, o êxodo rural, além de garantir às famílias novas formas para o desenvolvimento de uma agricultura rural sustentável. Já a sustentabilidade econômica é refletida pelo baixo valor unitário do investimento, na durabilidade e facilidade de manutenção do equipamento, e nos benefícios economicamente mensuráveis obtidos pelos beneficiários.

As cisternas de placas são reservatórios com capacidade para armazenar 16 mil litros de água, conectados ao telhado da casa por meio de um sistema de calhas. É uma tecnologia simples, de baixo custo e de fácil aplicação, onde toda a comunidade é mobilizada para sua implantação e gestão dos recursos hídricos acumulados (são capacitadas para a gestão da água e para o desenvolvimento de processos produtivos) e geralmente utiliza a mão de obra local.

É capaz de abastecer água para beber e cozinhar para uma família de até cinco pessoas durante um período de até oito meses. É um reservatório de água cilíndrico, coberto e semienterrado, onde a água escoar nos telhados das casas, através das calhas de zinco ou PVC. Dessa forma, ela permite o armazenamento de água para consumo humano em reservatório protegido da evaporação e de possíveis contaminações.

As cisternas para consumo humano são consideradas como ação de Primeira Água que, além de garantir o acesso à água, é uma forma de promover qualidade e quantidade suficientes para aumentar a segurança alimentar e nutricional, pois reduz a probabilidade de doenças, tanto em adultos, como em crianças. Esse tipo é representado pelas Cisternas de Placas e de Polietileno. As cisternas de polietileno são compradas já prontas para serem instaladas,

cujos objetivos abrange os mesmos da modalidade placas.

Segundo o Ministério do desenvolvimento social e combate à fome (2016) em 2015, foram construídas 125,7 mil cisternas para captar e armazenar água para o consumo humano. Desde 2003, mais de 1,2 milhão de cisternas com capacidade para armazenar 16 mil litros de água para o consumo humano foram construídas, o que representa uma capacidade de armazenamento de quase 20 bilhões de litros de água.

As cisternas para produção são consideradas ação Segunda Água e captam água da chuva em propriedades dos agricultores familiares do semiárido para a produção agropecuária, dentre estas, pode-se destacar:

- a) cisterna-enxurrada: é construída dentro da terra, ficando somente a cobertura de forma cônica acima da superfície e tem a capacidade de acumular 52 mil litros de água. O terreno é utilizado como área de captação. Quando chove, a água escorre pela terra e antes de cair para a cisterna passa por duas ou três pequenas caixas, uma seguida da outra, que são os decantadores. A instalação auxilia o percurso da água que escoar para dentro do reservatório. A retirada da água da cisterna-enxurrada é feita por meio de uma bomba de sucção manual. A água estocada serve para a criação de pequenos animais, cultivos de hortaliças e plantas medicinais e frutíferas;
- b) cisternas-calçadão: capta a água de chuva por meio de um calçadão de cimento de 200 m², construído sobre o solo. Com essa área do calçadão, 300 mm de chuva são suficientes para encher a cisterna, que tem capacidade para 52 mil litros. Por meio da instalação, a chuva que cai no calçadão escoar para a cisterna, construída na parte mais baixa do terreno e próxima à área de produção. O calçadão também é usado para secagem de alguns grãos como feijão e milho, raspa de mandioca, entre outros. A água captada é utilizada para irrigar quintais produtivos, plantar fruteiras, hortaliças e plantas medicinais, e para criação de animais.

Segundo Brito *et al.* (2010), se for feita uma boa gestão, esses dois tipos de cisternas são capazes de manter um pequeno pomar, com aproximadamente 30 fruteiras, e 2 a 4 canteiros de hortaliças, com em média, 12m² de área cultivada. Isso proporciona alimentos de boa qualidade ao produtor rural, nutritivos e isentos de agroquímicos, além de melhorar a qualidade de vida e geração de renda. Para que a família possa ser beneficiada é preciso que já tenha sido atendida pela cisterna primeira água.

Entre 2011 e 2015, foram entregues 158 mil tecnologias de captação e armazenagem de água para produção. No ano passado, o governo federal, em parceria com organizações da sociedade, entregou 53,5 mil tecnologias sociais de armazenamento de água da chuva para produção. (BRASIL, 2016).

As cisternas nas escolas surgiram em 2009, a partir de um debate sobre água nas escolas realizado pelo Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA). O projeto piloto ocorreu na Bahia, em 2009 e, desde 2010, a experiência foi ampliada para todos os estados do Semiárido sob a coordenação da ASA Nacional. A iniciativa está inserida dentro do PIMC, como parte das ações de captação de água para consumo humano. As cisternas dessa modalidade apresentam-se em dois tamanhos. Um tem capacidade para armazenar 52 mil litros, que segue o modelo que a ASA já vem implementando no P1+2, o outro armazena até 30 mil litros.

Em 2015 foram investidos R\$ 23 milhões no programa Cisternas nas Escolas em todo o Semiárido, onde foram construídas 1,7 mil cisternas nas escolas rurais do Semiárido. O estado do Ceará foi contemplado com 264 do total. (BRASIL, 2016).

A construção de cisternas no estado do Ceará tem se apresentado como uma importante forma de garantir o acesso à água para beber e cozinhar para as famílias que vivem em todo o Estado, principalmente àquelas cujos municípios faz parte do semiárido. A Secretaria de Desenvolvimento Agrário é a responsável por gerenciar essas ações, em parceria com o governo federal, através de programas como o Brasil Sem Miséria, Água Para Todos e o Projeto São José.

3 METODOLOGIA

Este é um estudo descritivo fazendo-se uso de dados primários e secundários, tendo como área de estudo o Estado do Ceará. Para fins específicos foram coletados dados primários em duas comunidades pertencentes aos municípios de Pentecoste e Ocara do referido Estado.

3.1 Área geográfica de estudo

O Estado do Ceará pertence à região Nordeste e apresenta área total de 148.920,538 km² de extensão territorial. Possui uma população de 8.452.381 habitantes, sendo 6.346.557 residentes na zona urbana e 2.105.824 na zona rural. (BRASIL, 2012a).

Com a nova delimitação do semiárido brasileiro, instituída em 2005, o estado do Ceará 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, 2012a).

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.

A bacia do Rio Jaguaribe é a de maior dimensão do território estadual, com área de 74.600 Km², equivalente a cerca de 50% do Estado do Ceará. A área do Médio/Baixo Jaguaribe corresponde às terras de diversas microrregiões geográficas, agregando as sub-bacias do Banabuiú, Salgado e Médio Jaguaribe. Nesta área se encontra a maior concentração de reservas hídricas superficiais do Nordeste, com aproveitamento pelos aglomerados humanos em atividades como pesca, agricultura irrigada, lazer e abastecimento. (SOUZA *et al.*, 2011).

Considerando a vulnerabilidade do Estado do Ceará quanto à garantia de oferta hídrica frente ao aumento da demanda, uma opção capaz de ampliar e garantir água em quantidade e qualidade é o fortalecimento do sistema de gestão. Dessa forma, é preciso verificar que o processo envolve três planos: gestão da oferta, gestão da demanda e gestão da qualidade da água.

Contudo, o problema de insegurança hídrica tem sido encarado por meio de várias ações: Eixão das águas, Cinturão das águas, Adutoras emergenciais, Programa Água Doce

(instalação de dessalinizadores), perfuração de Poços, Açudes, Cisternas e Carros-pipas em períodos emergenciais.

No município de Ocara, situado a 85 km da capital cearense, o acesso à água é feito por diversas formas, tais como: carros-pipa, poços, cisternas, dessalinizadores, e SISAR. O Sistema integrado de saneamento rural atende 25 localidades com água de manancial superficial e considerada doce.

Em 2010, 68,32% da população deste município residia na zona rural, sendo a população estimada para o ano de 2015 25.123 habitantes. Apresenta clima tropical quente semiárido e a principal forma de abastecimento de água, em 2010, era por meio da rede geral, apresentando 51,63% dos domicílios particulares permanentes, 2,27% por meio de poço ou nascente e 46,10% por outras formas de abastecimento. (CEARÁ, 2015a).

Pentecoste tem como posição geográfica o Norte do Estado do Ceará, apresenta 1.378,30 km² de extensão territorial e está distante da capital a 88 km. É um município com mais da metade da população residente na zona urbana, 60,44%, no ano de 2010 e apresenta climas tropical quente úmido, tropical quente sub-úmido, tropical quente semiárido brando e tropical quente semiárido. A maioria dos domicílios particulares permanentes tem acesso à água por meio da rede geral de abastecimento, sendo 2,52% com abastecimento via poço ou nascente. (CEARÁ, 2015a). Desses poços, alguns receberam dessalinizadores, sendo oito sistemas instalados pelo programa água doce, com capacidades de 400 e 800 l/h em 2015.

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados utilizados neste trabalho são de natureza primária e secundária. Os dados primários foram coletados, a fim de complementar os dados secundários, por meio de entrevistas e aplicação de oito questionários a uma amostra de famílias residentes em duas comunidades dos municípios do Ceará, Lagoinha em Ocara e Aroeira em Pentecoste. Essas comunidades possuem 50 e 35 famílias, respectivamente, e foram selecionadas por terem acesso à água por meio das diversas ações presentes neste estudo e, como critério principal através dos dessalinizadores do PAD, os quais foram instalados em período recente. Os de natureza secundária foram obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal.

Os dados primários são:

- a) período de abastecimento de carros-pipa nas comunidades; uso da água captada e; formas de armazenamento referente às diversas ações de acesso à água presentes neste estudo.

Os dados secundários referem-se a:

- a) número de operações carros-pipa; quantidade de municípios contemplados; quantidade de pessoas atendidas; quantidade de água disponibilizada por pessoa; fontes de captação - coletados junto à Secretaria de Defesa Civil do Estado;
- b) quantidade de poços construídos; quantidade de municípios beneficiados; vazão média (l/h); profundidade média - obtidos por meio dos órgãos: Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) e Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS);
- c) quantidade de sistemas de dessalinização de água instalados; quantidade de municípios atendidos; quantidade de famílias atendidas; vazão (l/h) - coletados junto à SOHIDRA e Secretaria de Recursos Hídricos (SRH);
- d) quantidade de cisternas entregues por tipo (placa, calçada e enxurrada); municípios atendidos – levantados pela SDA e MDS (relatório de informações sociais).

3.3 Método de análise

A estatística descritiva é uma técnica por meio da qual os dados são resumidos (FREUND; SIMON, 2000). É uma análise exploratória que foca somente em resumir, descrever ou apresentar os seus resultados. De acordo com Cervo (1983), a análise tabular associada à pesquisa descritiva permite descrever as características de uma população ou fenômeno específico sem manipulá-lo, ou seja, sem a interferência do pesquisador. Assim, procura descobrir a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação com outros, suas características e natureza.

Segundo Rúdio (1989), a pesquisa descritiva possibilita identificar e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los sem interferir no ambiente em estudo. Assim, o método utilizado para caracterizar as ações de captação, acumulação e suprimento de água, tais como: carros-pipa, poços, dessalinizadores e cisternas, foi o descritivo, por meio do qual as variáveis selecionadas foram analisadas e interpretadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de melhor compreensão, os resultados estão organizados segundo as ações de acesso à água no estado do Ceará presentes neste estudo: carros-pipa, poços, sistemas de dessalinização e cisternas (placas, calçadão e enxurrada).

4.1 Caracterização da operação carro-pipa no Estado do Ceará

Em períodos emergenciais, grande parte do estado do Ceará tem acesso à água potável por meio da Operação Carro-Pipa. Em áreas urbanas essa ação é executada pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) do Corpo de Bombeiros Militar, a fim de atender demandas emergenciais de municípios em situação de emergência por estiagem ou seca reconhecida pelo governo federal.

De acordo com a CEDEC, durante o período de 2012 a 2015 foram realizadas 551 operações pipas, atendendo 602.450 mil pessoas no Estado. Nas comunidades beneficiadas, cada pessoa tem o direito a 20 litros de água por dia, com disponibilidade por uma semana. Essas ações resultaram disponibilizando 4.048.464.000 bilhões de litros de água para consumo humano em municípios afetados pela seca, localizados na zona urbana do Estado com déficit hídrico. O menor percentual de municípios atendidos ocorreu em 2015, com 7% dos 184 municípios cearenses, e maior em 2014 com 19%, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Operação carro-pipa realizada pela Defesa Civil Estadual – Ceará: 2012-2015.

Anos	Operação Pipa	Municípios Atend.	Municípios Atend. (%)	Pessoas Atend.	Qtd. de água/ano (l)
2012	83	28	15%	105.131	760.480.320
2013	150	32	17%	215.214	1.446.238.080
2014	193	35	19%	210.192	1.412.490.240
2015*	125	13	7%	71.913	483.255.360
Total	551			602.450	4.048.464.000

Fonte: Dados da pesquisa. Defesa Civil Estadual – Ceará (2015).

*Dados atualizados em 14/12/2015.

As fontes de captação da água mais apresentadas durante o período analisado correspondente aos municípios atendidos foram: poços profundos, Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) e Estação de Tratamento de Água (ETA). Essas ações são realizadas da seguinte forma: os pipeiros (fornecedores de água) são selecionados de acordo com o edital de credenciamento (caminhão tanque com capacidade mínima de 7m³ de água,

com capacidade técnica comprovada por meio de atestado do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) da capacidade volumétrica do tanque, idoneidade econômico-financeira e regularidade jurídico-fiscal). Cada rota de abastecimento é executada por um único veículo cadastrado e decidida por meio de sorteio. O veículo cadastrado é vistoriado para verificação dos critérios exigidos e a operação é realizada deixando a água em cisternas cadastradas, como pontos de entrega, para fins de coleta pela comunidade beneficiada.

Os recursos destinados ao Fundo de Defesa Civil do Estado do Ceará e aplicados à operação carro-pipa são disponibilizados pelo Ministério da Integração Nacional. O serviço de cada operação é pago ao pipeiro contratado, o qual deve executar a ordem de serviço em até cinco dias corridos após o recebimento da mesma, ficando responsável pela execução de toda a operação, de acordo com os critérios estabelecidos referentes à estrutura física dos caminhões-tanque e às medidas higiênicas para evitar a contaminação da água tratada, sempre observando o disposto na Portaria do Ministério da Saúde.

O valor pago pelo serviço de uma operação é calculado multiplicando-se a capacidade do tanque do veículo, em metros cúbicos (que pode variar de 7 a 30 m³), pela distância percorrida (somente abastecido de água), em quilômetros; pelo número de viagens (somente abastecido de água); pelo valor do metro cúbico de água transportada, em reais. Este, por sua vez, é definido de acordo com o tipo de estrada a ser percorrida pelo veículo abastecido, ou seja, varia de acordo com o tipo de estrada: pavimentada, mista (terra com pavimento), estrada de terra e que exige o uso de trator ou reboque.

Outro critério utilizado para definição do valor do metro cúbico da água transportada é o valor médio praticado pela Operação Carro-Pipa executada nos Estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e pelo Exército Brasileiro, bem como o valor médio do metro cúbico da água adquirida no ETA (Estação de Tratamento de Água) do Ceará. Além desta operação de abastecimento de água potável, é executada nas áreas rurais do Ceará a Operação Carro Pipa pelo Exército Brasileiro, através da 10ª Região Militar, administrada pelo governo federal por meio dos Ministérios da Integração Nacional e Defesa.

Não foi possível a coleta de dados junto ao Exército Brasileiro - 10ª Região Militar referente à Operação Carro Pipa na zona rural do Estado. Diante disso, mediante pesquisa, foi encontrada, em reportagem do Jornal O Povo (2015), a execução de 1.384 operações pipa por parte da 10ª Região Militar no ano de 2015, atendendo 146 municípios do Estado. Com 79% dos municípios contemplados, 922.092 mil pessoas foram atendidas e beneficiadas com 6.196.458.240 bilhões de litros de água durante o referido ano (Tabela 2).

Tabela 2 - Operação carro-pipa realizada pelo Exército e Defesa Civil Nacional – Ceará: 2015.

Anos	Operação Pipa	Municípios Atend.	Municípios Atend. (%)	Pessoas Atend.	Qtd. de água/ano (l)
2015	1384	146	79%	922.092	6.196.458.240
Total	1384			922.092	6.196.458.240

Fonte: Dados da pesquisa. Jornal O povo (set./2015).

As expressivas ações de carro-pipa, a fim de disponibilizar água potável no meio rural e urbano devem-se à redução e irregularidade temporal e espacial das precipitações hídricas no Estado, principalmente nos anos de 2012 a 2015 considerados de grave seca.

Nas comunidades pesquisadas foi possível identificar que a operação carro-pipa tem atuação constante, praticamente a cada oito dias. As carradas (o número de pipas) são proporcionais à quantidade de pessoas na comunidade, a fim de beneficiá-las com 20 litros de água por dia, até a chegada da próxima operação. Como nas referidas comunidades o acesso à água se faz também por outras fontes, a água captada do carro-pipa é destinada geralmente para o banho, lavar roupas, para os animais, sendo que poucas pessoas utilizam para cozinhar. Além disso, a maioria das pessoas armazena a água em tambores ou baldes. No entanto, a potabilidade da água é discutível segundo as comunidades.

4.2 Caracterização dos poços no Estado do Ceará

A construção de Poços tem sido uma ação bastante frequente no Estado. De acordo com os órgãos Estaduais (Superintendência de Obras Hidráulicas e Secretaria de Desenvolvimento Agrário) e Federais (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) foram construídos 3.662 poços durante os anos de 2010 a 2015, alguns perfurados e instalados pela administração direta dos referidos órgãos e outros por empresas privadas por meio de licitação (Tabela 3).

A atuação da SDA teve início em 2013. A partir de 2014, essas ações começaram a ser executadas, o que tornou sua participação apenas nos anos de 2014 e 2015, com perfuração. A instalação fica por conta das prefeituras municipais, DNOCS e Defesa civil. O DNOCS e a SOHIDRA têm atuado com perfuração e com instalação. Foram constatadas outras instituições como responsável pela instalação nos municípios: CAGECE, SISAR, SAAE.

Na Tabela 3, pode-se ver que os poços construídos durante 2010 a 2015 apresentaram uma profundidade média de 56 metros e uma vazão média de 2.900 litros/hora.

A vazão média dos poços é muito importante para saber se consegue atender a demanda do Estado.

Tabela 3 - Poços construídos, profundidade média e vazão média - Ceará: 2010 a 2015.

Anos	Poços Construídos	Profundidade Média (m)	Vazão Média (l/h)
2010	319	39	2.528
2011	237	39	2.838
2012	306	42	2.521
2013	432	64	2.713
2014	882	75	3.302
2015	1.486	75	3.499
Total	3.662	56	2.900

Fonte: Dados da pesquisa. DNOCS, SOHIDRA, SDA – Ceará (2015).

No entanto, segundo os técnicos da SOHIDRA, o número de famílias atendidas vai depender bastante da vazão e da qualidade da água. Em média, pessoas em um raio de até 4 km se dispõem a captar água quando as mesmas não possuem qualquer outra fonte.

A quantidade de municípios beneficiados com a construção de poços apresentou variação durante o período estudado, sendo os anos de 2014 e 2015 aqueles com maiores percentuais, o que reflete a maior necessidade de água nos períodos de seca dos municípios cearenses, sendo a SOHIDRA o órgão do governo com maior atuação no Estado.

Na comunidade de Aroeira a água do poço existente é distribuída para as residências, sendo utilizada pela maioria das famílias para beber, cozinhar e higiene pessoal, algumas usam para lavar roupas e também para os animais, assim como em Lagoinha. No entanto, em Aroeira, o mesmo poço abastece as residências e também o dessalinizador presente na comunidade, o que torna o uso mais restrito, a fim de não prejudicar o acesso em ambos os sistemas.

Esse tipo de sistema de abastecimento é administrado pelo Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), o qual faz um trabalho similar à CAGECE no meio urbano, porém, adaptado à realidade rural com uso de uma gestão compartilhada, por meio da rede de abastecimento via manancial superficial ou subterrâneo. Atualmente existem oito SISAR no Estado que fazem a gestão da água juntamente com as associações presentes nas comunidades beneficiadas. Teve início em Sobral, em 1996, a partir de um modelo existente na Bahia e, atualmente, é referência para os estudos do Banco mundial, no que se refere ao saneamento no meio rural, como por exemplo, o Estudo de caso do sistema integrado de saneamento rural (SISAR) no Brasil.

4.3 Caracterização dos sistemas de dessalinização no Estado do Ceará

Diante dos problemas encontrados com a construção de poços, como por exemplo, à alta salinidade presente nas águas subterrâneas o estado do Ceará, tem sido feito uso de Dessalinizadores a fim de torná-la potável. Os órgãos do governo que estão à frente dessas ações são: SOHIDRA e SRH. A SOHIDRA implantou 171 dessalinizadores em diversos municípios cearenses durante o período de 2010 a 2015.

As ações da SRH estão inseridas no Programa Água Doce (PAD), cujo convênio foi celebrado em 2012 para atuar na região semiárida do Estado. No entanto, a instalação dos equipamentos iniciou em 2015, tendo em vista a fase de diagnóstico socioambiental e técnico realizado inicialmente (seleção das comunidades, processo de bombeamento, cálculo de vazão e análise físico química da água e do solo).

A meta do PAD no Ceará é instalar 277 sistemas de dessalinização em 45 municípios. Os critérios utilizados para selecionar as comunidades seguem a metodologia do programa, tais como: ter poço profundo com vazão média de 1.000m³/s; concentrar no mínimo 20 famílias em um raio de um quilômetro e; dispor de energia elétrica.

Até dezembro de 2015 foram implantados 70 dessalinizadores do PAD beneficiando comunidades de 19 municípios. No total, foram implantados 241 sistemas de dessalinização por osmose reversa pelos referidos órgãos durante o período de 2010 a 2015, o que reflete uma maior quantidade de pessoas que passam a ter acesso à água de boa qualidade para o consumo humano (Tabela 4).

Tabela 4 - Sistemas de dessalinização por osmose reversa implantados e municípios beneficiados – Ceará: 2010 a 2015.

Anos	Dessalinizadores Implantados	Municípios Beneficiados
2010	29	18
2011	49	26
2012	17	10
2013	0	0
2014	39	25
2015	107	38
Total	241	

Fonte: SOHIDRA, SRH – Ceará (2015).

Segundo a SOHIDRA, no ano de 2015 só foram instalados sistemas com vazões de 800 l/h. Na Tabela 5 pode-se ver a quantidade desses sistemas instalados, por vazão, de competência da SRH. Foram beneficiadas 3.610 famílias em 2015 com 34, 26 e 10 sistemas de dessalinização do PAD no Estado com vazões de 400, 800 e 1.200 respectivamente.

Tabela 5 - Sistemas de dessalinização por osmose reversa implantados pelo PAD – Ceará: 2015.

Quantidades					
Municípios Atendidos	Sistemas Instalados (vazão - l/h)			Total	Famílias. Benef.
19	400	800	1.200	70	3.610
	34	26	10		

Fonte: SRH – Ceará (2015).

O acesso à água por meio dos dessalinizadores ocorre mediante o pagamento de uma tarifa, a qual no ano de 2015 era no mínimo R\$ 0,50 por 20 litros de água, valor adotado pela SOHIDRA e SRH, ficando a critério da comunidade estabelecer uma tarifa conforme sua realidade. Segundo a SOHIDRA a receita gerada com a venda das fichas é utilizada para pagar o operador (percentual adotado em cada comunidade), custo com energia e eventuais manutenções. No caso do PAD são destinados 30% do valor das fichas vendidas para o operador, percentual adotado em praticamente 90% das comunidades.

Os dessalinizadores do PAD armazenam o concentrado em um reservatório para ser encaminhado aos tanques de contenção e evaporação. Em comunidades que atendam aos requisitos técnicos estabelecidos pelo programa, esse concentrado pode ser utilizado no sistema produtivo integrado sustentável, que foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido para se tornar uma alternativa de uso adequado para o efluente, minimizando impactos ambientais e contribuindo para a segurança alimentar.

Na comunidade de Lagoinha, o sistema de dessalinização com vazão de 800l/h funciona 4h/dia de segunda-feira a sábado. Cada 20 litros de água custa R\$ 0,50 sendo destinado mensalmente 30% das fichas vendidas para o pagamento do operador. Segundo a pesquisa, a água captada é destinada para beber e cozinhar em 100% dos entrevistados.

A realidade de Aroeira é um pouco diferente em alguns pontos, como o período e horário de funcionamento. As famílias têm acesso à água três dias por semana funcionando durante 5h devido à fonte de água ser o mesmo poço que abastece a comunidade via SISAR, o que se torna um problema. A tarifa paga por 20l de água varia entre R\$1,00 para moradores da comunidade e R\$ 1,50 para as demais comunidades.

4.4 Caracterização das cisternas de placas no Estado do Ceará

O Estado do Ceará vem atuando na construção de cisternas, por meio do Programa Cisternas, desde 2003 com Cisternas para consumo (Placas e Polietileno) e, a partir de 2008, com cisternas para produção (Enxurrada e Calçadão). Essas ações estão inseridas no P1MC e

no Programa Água para Todos, tendo como executores o governo estadual, consórcios de municípios e entidades.

Este trabalho faz referência às cisternas de Placas, enxurrada e calçadão. Não foi possível, de acordo com os dados coletados, computar as referidas cisternas de produção separadamente. A Tabela 6 mostra a quantidade de cisternas para consumo humano/primeira água e para produção/segunda água construídas e entregues no Estado durante o período de 2011 a 2015. No total foram 413.233 cisternas de placas entregues e 38.414 de enxurrada e calçadão. O número de municípios beneficiados foi bastante expressivo, sendo o ano de 2015 aquele com o maior número de municípios em ambas as tecnologias.

Tabela 6 - Quantidade de cisternas construídas por tipo e municípios beneficiados – Ceará: 2011 a 2015.

Ano	Placas	Munic. Benef.	Enxurrada e Calçadão	Munic. Benef.
2011	34.141	139	260	13
2012	32.575	121	2.294	56
2013	52.482	103	3.836	85
2014	71.798	128	8.922	121
2015	222.237	162	23.102	132
TOTAL	413.233		38.414	

Fonte: SDA e MDS (relatório de informações sociais) (2015).

Com a execução dessas ações, 413.233 famílias foram beneficiadas com água potável para beber, cozinhar e higiene pessoal durante o período de estiagem no Estado. Além disso, foram beneficiadas com as tecnologias de produção, as quais dão condições para algumas atividades produtivas, como a plantação de hortaliças. Dessa forma, durante os referidos anos foi possível criar uma capacidade de armazenamento de água para consumo humano equivalente a 6.611.728 m³ de água.

A partir dos dados coletados na pesquisa primária, em ambas as comunidades, a água armazenada e captada pela cisterna de placas é destinada para beber e cozinhar, apresentando 100% dos questionários aplicados. Dessa forma, sendo bem administrada, consegue atender a demanda das famílias durante um período de seis meses a um ano. No entanto, foi constatado que geralmente as famílias não utilizam a bomba manual para retirar a água, usando baldes ou outros recipientes, o que pode prejudicar a potabilidade da água.

Nas comunidades visitadas a cisterna de placas predomina o que tem levado muitos benefícios para as famílias, tais como, água de boa qualidade para beber praticamente o ano todo e disponibilidade de tempo para outras atividades (não perde tempo indo captar água em outra fonte). É também considerada uma das melhores formas de acesso à água, segundo um entrevistado em Lagoinha/Ocara “é uma bênção para minha casa”.

5 CONCLUSÕES

O Estado do Ceará tem enfrentado as situações às quais está exposto quanto ao acesso à água, principalmente, à água potável devido a inúmeros fatores, dentre eles a localização na região semiárida. Várias estratégias vêm sendo executadas, há anos, com diferentes formas de ações, gestão e tecnologias adotadas.

Considera-se ainda que as diversas ações de acesso à água presentes neste estudo representam instrumentos para atender as demandas por água para consumo humano em diversas partes do país, principalmente nas regiões semiáridas.

A partir da caracterização das ações analisadas nesta pesquisa pôde-se constatar que a utilização de carros-pipa, a construção de poços, a instalação de sistemas de dessalinização e a construção de cisternas têm apresentado participações expressivas promovendo o acesso à água, principalmente para o consumo humano, no Estado do Ceará, confirmando assim, a hipótese presente neste trabalho.

O abastecimento de água, tanto nas áreas urbanas como rurais, realizado pela operação carro-pipa ao longo dos anos de 2012 a 2015 tem atendido muitos municípios, atingindo 86% no ano de 2015, sendo a maior oferta no meio rural. Por se tratar de uma ação usada em caráter emergencial, a partir do número de municípios atendidos, revela-se que outras ações não têm conseguido atender a demanda da população, o que chama a atenção do setor público para verificar a demanda por água no Estado e executar ações permanentes para supri-la.

A construção de poços tem crescido a cada ano analisado o que resulta em mais pessoas com acesso à água. No entanto, há necessidade de se verificar a situação atual dos mesmos e o percentual que necessita da instalação de dessalinizadores a fim de tornar a água potável.

A instalação de dessalinizadores é uma ótima estratégia praticada, tendo em vista as condições de salinidade as quais estão expostas a água dos poços construídos no Estado. Considerando o número de poços perfurados no período analisado, esta ação ainda é reduzida.

Cabe ressaltar a importância dos sistemas de dessalinização do Programa Água Doce, os quais vêm introduzindo sustentabilidade ambiental, por meio da criação de tanques para o rejeito salino, além da esfera social envolvida a partir da capacitação de pessoas da própria comunidade na operação e gestão dos sistemas, levando maior responsabilidade social. Dessa forma, sugere-se a ampliação da instalação dos referidos sistemas por meio dos programas existentes ou criação de novos.

As tecnologias sociais de acesso à água, as cisternas, apresentaram-se dentre as ações analisadas a de maior atuação, em termos quantitativos, no Estado, durante os anos de 2011 a 2015. Esses reservatórios têm apresentado bastante aceitação, não só pela capacidade de acumulação de água, mas também pelo baixo custo de construção e manutenção, além de inserir a mobilização e capacitação social no processo de instalação. No entanto, não garante o acesso à água, pois depende das chuvas, realidade essa que deve ser estudada e elaboradas estratégias para assegurar o acesso à água por meio dessa tecnologia mesmo em períodos de seca.

Vale ressaltar que, nas comunidades visitadas, as ações as quais viabilizam o acesso à água, presentes neste estudo, têm atuado de forma satisfatória pelo fato das mesmas se complementarem fazendo com que as famílias ali não relatassem problemas com a escassez de água.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO FINANCEIRA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ

1 INTRODUÇÃO

A água doce existente no planeta apresenta distribuição territorial irregular. Há uma concentração nas regiões intertropicais e temperadas, restando apenas 2% do total para as zonas áridas e semiáridas. Cerca de 80% da população mundial vive em áreas com alto nível de ameaça ao acesso à água, sendo os casos mais graves nos países menos desenvolvidos. (FUNDAÇÃO..., 2014).

Diante disso, a distribuição de água de boa qualidade e em quantidades adequadas à população é essencial, uma vez que assegura a saúde e o bem-estar da sociedade. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), o Brasil apresentou desigualdades regionais na distribuição de água, principalmente entre as áreas urbanas e rurais onde o abastecimento de água nas zonas urbanas prevalece sobre as rurais. (IBGE, 2008).

Apesar da ampliação do serviço de abastecimento de água por rede, ainda há muitos municípios que recorrem a outras formas de abastecimento, como na Região Nordeste, a qual apresenta 30,1% do total de municípios do país nesta situação, sendo assim, a região com maior percentual. O Estado do Ceará apresenta 35,9% dos municípios da região Nordeste com essa característica. (IBGE, 2008).

A maioria dos países, sejam desenvolvidos ou não, usam água de origem subterrânea para diversos fins. (REBOUÇAS, 1999). No Brasil, assim como em outras partes do mundo, a utilização das águas subterrâneas tem aumentado de forma significativa e acelerada nas últimas décadas, seja para o abastecimento humano, irrigação, indústria ou lazer. No entanto, o problema de salinidade encontrado nas águas é recorrente, principalmente na região Nordeste, o que tem tornado a instalação de dessalinizadores uma ação com bastante atuação no Brasil nos últimos anos. A maioria das experiências tem mostrado êxito na maior parte dos municípios implantados, principalmente pelos baixos custos de instalação e operação. (SOUZA, 2014).

Uma opção considerada como das mais eficazes para o acesso à água, quando se refere às comunidades rurais do semiárido brasileiro, é o aproveitamento de água da chuva. Isso tem sido demonstrado por meio de vários estudos, os quais mostram que o aproveitamento de

água da chuva nessa região tem amenizado o efeito das secas, apresentando-se como uma tecnologia válida de convivência. (PEREIRA, 1997; GNADLINGER, SILVA, BRITO, 2007). Nesse contexto, se insere as cisternas de placas as quais têm a capacidade de armazenamento de 16 m³ de água.

Diante da necessidade que se há em promover o acesso à água, as organizações públicas defrontam-se com inúmeros desafios, dentre eles, o planejamento de investimentos em programas e projetos prioritários para atender as necessidades específicas de cada grupo social.

Os processos de avaliação geram informações, por meio das quais é possível identificar e incentivar os programas que funcionam com mais efetividade, eficiência e eficácia, além de aperfeiçoar aqueles com fraco desempenho. (FAGUNDES; MOURA, 2009).

As decisões de investimento de um determinado programa ou projeto, cujo objetivo é criar condições para o acesso à água, devem ser baseadas em uma análise de viabilidade econômico-financeira, como forma de instrumento e suporte ao planejamento do sistema a ser implantado; para subsidiar a gestão no estabelecimento de prioridades e; para determinação dos benefícios inerentes ao investimento.

Vale ressaltar o uso racional dos recursos financeiros que, independentemente do projeto, devem ser gastos segundo os objetivos previstos. Quando se trata dos recursos hídricos, cuja necessidade é extrema, devem ser alocados nos programas e projetos que realmente possam satisfazer a demanda da sociedade.

Embora seja de grande relevância a avaliação privada, os projetos elaborados para proporcionar o acesso à água ainda são pouco avaliados sob a óptica financeira. Nesse contexto, este tipo de análise pode contribuir para uma melhor gestão dos projetos públicos ora executados no Estado do Ceará.

Nesse sentido, a hipótese subjacente é de que as ações que promovem o acesso à água no Estado do Ceará, tais como, poços, dessalinizadores e cisternas de placas apresentam viabilidade financeira. Diante disso, o objetivo principal é analisar e avaliar sob o ponto de vista privado-financeiro as ações de captação, acumulação e suprimento de água no Estado do Ceará por meio de poços, dessalinizadores e cisternas de placas. Tem-se como objetivos específicos elaborar a demonstração do fluxo de caixa para um horizonte de planejamento de 10 anos, a partir dos investimentos feitos no ano de 2015 e, em seguida, calcular e analisar alguns indicadores financeiros, a exemplo do valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se uma abordagem teórica sobre a avaliação financeira de investimentos. São apresentados a definição, os objetivos e como é realizada a avaliação de projetos de investimentos sob o ponto de vista financeiro: a elaboração do fluxo de caixa, o que são considerados no cálculo das entradas (receitas/benefícios) e saídas (custos operacionais e investimento), a taxa de desconto, os preços de mercado, o horizonte de planejamento do projeto e os indicadores utilizados para aferir ou não a viabilidade de um projeto considerando os objetivos do investidor privado.

2.1 Avaliação financeira de investimentos

A análise de investimentos é uma abordagem sistemática para verificar a viabilidade financeira, econômica e social de um investimento em ativos de longo prazo. Nesse sentido, pode-se identificar algumas vantagens ao elaborar e avaliar os mais diversos tipos de projetos, tais como: programar os investimentos necessários, minimizar os riscos e identificar quais os investimentos com maior prioridade, além de verificar a possibilidade de execução do projeto e comparar projetos entre si.

Um projeto representa parte de um programa ou plano. De acordo com Mokate e Rodriguez (1987), ele compreende cinco fases: identificação (ou definição); elaboração do projeto; avaliação prévia (ou *ex-ante*); execução e supervisão e; avaliação *ex-post*.

Um projeto pode ser avaliado por diferentes critérios: sob os pontos de vista privado, econômico e social e todos buscam atingir a máxima eficiência dos recursos aplicados. De acordo com Buarque (1986), a avaliação financeira identifica o mérito de um programa ou projeto, sob o ponto de vista do investidor. A avaliação é realizada pela construção do fluxo de caixa que, por sua vez, possibilita a realização do cálculo dos indicadores utilizados. Por meio dessa avaliação procura-se conhecer se o projeto representa uma boa alternativa para os recursos utilizados.

O fluxo de caixa apresenta de forma sistemática as entradas (receitas ou benefícios) recebidas e as saídas, que são gastos (desembolsos) com investimentos e custos operacionais registrados em cada ano ao longo do horizonte de planejamento do projeto. Pode assumir duas formas: com ou sem financiamento. Com financiamento reflete a situação na qual o investidor utiliza recursos próprios e de terceiros para a execução do projeto. No segundo caso, a fonte de

financiamento é própria.

O fluxo de caixa é construído para toda a vida útil do projeto. O horizonte de planejamento ou vida útil do projeto refere-se ao período de tempo ao qual é levada a análise de viabilidade. Em geral, a vida útil de um projeto vai depender da vida útil econômica do projeto (a qual se define como o menor valor entre a vida útil técnica e o tempo que o bem leva para tornar-se economicamente obsoleto, período a partir do qual é conveniente substituir o ativo por outro) ou da vida útil técnica (período durante o qual o ativo mantém suas características técnicas) dos principais bens de capital. Em projetos nos quais a vida técnica das principais inversões pode ser muito longa, pode-se prever que sua vida útil econômica seja mais breve em razão de obsolescência tecnológica e, nesse caso, pode-se adotar este como parâmetro de decisão. (CAMPOS, 2014). Porém, fluxos acima de 25 anos não conseguem alterar o retorno do investimento, gerando, portanto, impacto mínimo ao projeto.

Os custos inseridos no fluxo de caixa são referentes aos custos de inversão, como os custos com investimentos feitos em capital fixo e em ativos nominais. Os custos de aquisição de ativos fixos podem se referir à compra de terrenos, construções, pagamento de obras civis, aquisição de equipamentos, maquinaria e pagamentos de serviços de instalação. Os custos com ativos nominais correspondem às inversões em ativos não tangíveis, ou seja, aqueles necessários ao funcionamento do projeto: tramitação de patentes e licenças; transferências de tecnologia e assistência técnica; gastos de constituição e organização; e, capacitação e treinamento. (MOKATE; RODRIGUEZ, 1987).

Esses custos são registrados no fluxo de caixa no primeiro período do projeto, os quais são desembolsados nesse período. No entanto, pode haver reinversões em capital fixo, ao longo do projeto, dependendo de sua vida útil em relação à do projeto. Os custos operacionais representam todos os dispêndios feitos ao longo do funcionamento do projeto para as atividades operacionais e de manutenção, tais como: matérias-primas e insumos; mão de obra; arrendamentos e aluguéis; juros sobre a dívida do projeto; e impostos. São registrados para cada período do fluxo.

Segundo Campos (2014), as saídas ou custos de um projeto compreendem gastos com investimentos (gastos com a aquisição de ativos ou capital fixo de longo prazo); com reposição desse ativo ou capital fixo (reinvestimentos); e com gastos operacionais (custos com os insumos e serviços necessários para colocar os investimentos em operação). Além desses custos, acrescentam-se os custos com financiamento (serviço da dívida) para projetos cujo capital exige financiamento.

Os benefícios do projeto são medidos em unidades monetárias e referem-se ao fluxo

anual de tudo que é produzido ou que contribui para obter os objetivos esperados. A avaliação financeira avalia a rentabilidade do investimento sob o ponto de vista do investidor, cujo objetivo é maximizar o lucro. Só envolve os custos e benefícios diretos, sem importar se há outras pessoas ou atividades que se beneficiam ou se prejudicam com esse projeto.

Em uma economia em que as forças de mercado funcionam livremente, podem ser utilizados os preços de mercado de todos os bens e fatores de produção envolvidos no projeto para valorar os custos e os benefícios. Neste tipo de avaliação, incluem-se taxas, impostos, subsídios e qualquer outro tipo de distorção que tenha ou que esteja sujeito o bem ou serviço. As taxas são tratadas como custos e os subsídios são tratados como benefícios ou retornos para determinados grupos da sociedade.

Diante disso, essa avaliação leva em conta as transferências internas entre setores da economia no cálculo dos custos e benefícios (impostos, subsídios, etc.); quase não se inclui os efeitos externos ou externalidades (contaminação ambiental, consumo de recursos escassos não renováveis, etc.); não se considera as necessidades meritórias (defesa nacional, limpeza ambiental, segurança urbana, boa saúde, nível cultural, paz, etc.); nunca se considera a redistribuição de renda; e, a taxa de juros utilizada é a taxa de juros de oportunidade do investidor privado. (CAMPOS, 2014).

A análise de viabilidade financeira, assim como a econômica, faz parte das ações da engenharia econômica, que tem como objetivo identificar quais são os benefícios esperados em um dado investimento, a fim de confrontar com os investimentos e custos associados ao mesmo e verificar a viabilidade de execução.

A viabilidade de um projeto sob o ponto de vista da iniciativa privada é determinada por meio da análise monetária que comprove que suas receitas esperadas serão maiores do que os seus custos de investimento e de operação. (BRANDÃO *et al.*, 2010). Para determinar a rentabilidade de um projeto, deve-se compará-lo às alternativas mais atrativas, ou seja, com o custo de oportunidade do capital. Os indicadores calculados a partir da abordagem do valor atual devem fazer sua relação com o custo de oportunidade do capital. Sob a óptica privada, considera-se esse custo como a média ponderada das taxas pelas quais se podem tomar recursos sob a forma de empréstimos e obter um retorno aceitável para as ações de capital.

Nessa análise, a taxa de desconto a ser utilizada deve ser aquela que expresse a rentabilidade alternativa dos investimentos que podem ser realizados no mercado. Segundo o Banco Mundial, as taxas praticadas na avaliação financeira devem refletir a projeção de risco do projeto *vis-à-vis* às taxas praticadas pelo mercado em geral. (WORLD BANK, 2005).

O cálculo financeiro é o ponto inicial a ser considerado para a aceitação ou não de

um projeto. Campos (2014) considera que os indicadores de rentabilidade, utilizados na avaliação financeira podem ser enquadrados em duas abordagens:

- I. abordagem dos valores não atualizados: não considera o valor do dinheiro no tempo, ou seja, não considera que os valores monetários variam ao longo do tempo. Nesta abordagem enquadram-se os seguintes indicadores: Ponto de Nivelamento, Capacidade de Pagamento e Prazo de Retorno Simples do Investimento. (Payback Clássico ou Simples);
- II. abordagem dos valores atualizados: considera o valor monetário no tempo, o que significa que o dinheiro pode ter um retorno e esse valor depende do tempo que leva para ser recebido. Assim, calculam-se os seguintes indicadores:

- a) Relação Benefício/Custo (B/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:

$$B/C = (\sum_{i=0}^n R_i / (1+r)^i) / (\sum_{i=0}^n C_i / (1+r)^i) \quad (2)$$

Em que:

B/C = Relação Benefício Custo;

R_i = benefícios ou receitas no i -ésimo ano;

C_i = custos mais investimentos no i -ésimo ano;

r = taxa de desconto real, no ano;

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

É um indicador muito utilizado e de interpretação relativamente fácil, comparado a outros indicadores. Um projeto é considerado viável a partir desse indicador, caso os fluxos de caixa tenham sido atualizados a uma taxa de desconto 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. Pode-se identificar se os benefícios superam os custos, além do retorno bruto e líquido para cada unidade monetária investida.

Normalmente é utilizado como instrumento de avaliação de projetos do setor público, principalmente os relacionados com recursos hídricos.

- 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 que deve corresponder ao custo de oportunidade do capital.

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

Em que:

VPL = Valor Presente Líquido

R_i = benefícios ou receitas no i -ésimo ano;

C_i = custos mais investimentos no i -ésimo ano;

r = taxa de desconto real, no ano;

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

O critério 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 do capital; inviável se for menor que zero; e indiferente em aceitar ou não o projeto se for igual à zero. Além disso, juntamente com a relação B/C são funções decrescentes da taxa de desconto utilizada.

O VPL indica se o capital investido mais os custos operacionais foram recuperados e acumulados a que taxa, além de identificar o resultado líquido gerado pelo projeto (o que fica para o investidor após a subtração de todos os gastos – custos e inversões). 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).

Dessa forma, é considerada uma medida da riqueza acumulada (resultado extraordinário, ou seja, o que normalmente se obtém de rendimento) pelo projeto, sendo superior à melhor alternativa de investimento que se apresenta ao investidor. Dessa forma, apresenta-se como medida de análise superior a relação B/C e a TIR, porém, estes critérios são bastante usados em decisões de investimentos por empresários.

- 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 a 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:

$$\text{TIR} = r^*, \text{ tal que } \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1 + r^*)^i = 0 \quad (4)$$

Se: $\text{TIR} > r$ (custo de oportunidade do capital), o projeto é considerado viável;

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

No cálculo da TIR não se deve incluir os gastos não efetivos como os juros, amortização e depreciação e incluir o valor residual. Quando o projeto é realizado por meio de financiamento é necessário considerar que este deve ser obtido a taxas de juros inferiores à taxa de retorno calculada, onde a diferença representa a rentabilidade adicional gerada pelo capital. (BUARQUE, 1991)

Algumas vantagens podem ser citadas em relação a esse indicador tais como, a independência da definição antecipada do custo de oportunidade do capital para sua obtenção. (AZEVEDO FILHO, 1988; NORONHA, 1987) e o fato de se poderem fazer comparações diretamente com o custo do capital ou com alternativas de aplicação de recursos no mercado financeiro, por representar uma taxa de juros sobre o investimento. (NORONHA, 1987).

Uma desvantagem quanto a sua utilização ocorre em casos de projetos de investimento do tipo não convencional, ou seja, quando ocorre mais de uma troca de sinal no fluxo líquido de caixa, o que pode ser encontrada mais de uma taxa de retorno. (BUARQUE, 1991).

A referida taxa encontrada expressa a rentabilidade média do projeto em cada ano de sua vida útil, variando somente com as variações nos fluxos de benefícios e custos. É um indicador utilizado, normalmente, na avaliação de projetos tanto públicos quanto privados, além de ser usado com bastante frequência por organismos creditícios internacionais e grandes corporações.

Essa taxa permite identificar se os resultados do projeto justificam o setor privado assumir o risco de executá-lo.

d) Prazo de Retorno Atualizado do Investimento (Payback Atualizado): é o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, o qual é indicado quando o fluxo de caixa passa do negativo para o positivo.

$$\text{PBA} = k, \text{ tal que } \sum_{i=0}^{k-1} FI_i / (1 + r)^i < 0 \text{ e } \sum_{i=0}^k \frac{FI_i}{(1+r)^i} \geq 0 \quad (5)$$

Em que:

FI_i = Fluxo líquido de caixa de cada período i ;

r = Taxa de desconto real, ao ano;

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

É um indicador que considera alguns fatores, como o risco e a liquidez do investimento, gerando bastante aceitação pelos investidores privados, os quais tendem a valorizar mais a liquidez do que a rentabilidade. No entanto, o payback prioriza projetos com horizontes de planejamentos mais curtos e resultados de curto prazo, em detrimento de projetos de vida longa. (SAUL, 1995).

3 METODOLOGIA

Inserese o campo de estudo, considerando a análise para o Estado do Ceará incluindo os municípios de Pentecoste e Ocara para fins da pesquisa primária. Nesta foram coletadas informações específicas dos sistemas de dessalinização e poços. Os dados secundários foram obtidos junto a diversos órgãos do governo Estadual. No método de análise apresenta-se como foram calculados as receitas/benefícios e custos financeiros para cada uma das ações de acesso à água presente neste estudo e mostra os indicadores financeiros utilizados.

3.1 Área geográfica de estudo

O Estado do Ceará é um dos nove Estados que compõem a Região Nordeste. Sua posição geográfica tem Latitude (Sul) de 2°47'00'' (Ponta de Jericoacoara) no extremo Norte e de 7°51'30'' (BR-116 – Penaforte) no extremo Sul e Longitude de 37° 15'11'' (Praia de Timbau – Icapuí) e 41°26'10'' (Área de litígio CE/PI) – Serra da Ibiapaba). (CEARÁ, 2015a).

Com área total de 148.920,538 km² possui 184 municípios e apresenta uma população de 8.452.381 habitantes, sendo 6.346.557 residentes na zona urbana e 2.105.824 na zona rural. (BRASIL, 2012a).

Dentre os estados do Nordeste, o Ceará é aquele que concentra a maior parte de seu território no semiárido, encontrando-se dentro do chamado “Polígono da Seca”. A forte predominância da formação geológica cristalina faz com que o Estado do Ceará tenha um dos maiores índices de evaporação do mundo, entre 1.500 e 2.000 milímetros, aspecto que dificulta bastante o armazenamento da água em açudes pequenos. (AMARAL, 2000).

O Estado do Ceará possui bacias hidrográficas que dependem primordialmente das águas oferecidas pelas chuvas. Como estas são irregulares e concentradas num período curto do ano (de quatro a cinco meses), a história dos recursos hídricos do Ceará foi marcada pela construção de açudes e barragens, a fim de armazenar as águas para atender as demandas nos períodos de falta de chuva e nos períodos de seca. O Estado está subdividido por 12 bacias hidrográficas, as quais agregam rios, riachos, lagoas e açudes, tendo como principais reservatórios de água os açudes Castanhão e Orós.

Ao longo dos anos várias ações vêm sendo desenvolvidas, a fim de encarar os problemas decorrentes da escassez de água no Estado, tais como: Eixão das águas, Cinturão das águas, Adutoras emergenciais, Programa Água Doce (instalação de dessalinizadores), perfuração de Poços, Açudes, Cisternas e Carros-pipas em períodos emergenciais.

O município de Ocara está entre os 150 municípios cearenses que estão situados na região semiárida do Estado, localizado a 85 km da capital cearense, com latitude 4° 29' 27'' e longitude 38° 35' 48''. Sua extensão territorial é de 765,412 km² e em 2015 sua população estimada era equivalente a 25.123 habitantes. (CEARÁ, 2015a).

O município de Pentecoste apresenta 1.378,30 km² de extensão territorial e uma população estimada em 2015 de 36.773 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). A maior parte da população vive na zona urbana e 39,56% da população ocupa a zona rural do município. Segundo as formas de abastecimento de água, no ano de 2010, 77,68% dos domicílios eram ligados à rede geral, sendo 2,52% com abastecimento via poço ou nascente. (CEARÁ, 2015a).

3.2 Natureza e fonte dos dados

Os dados utilizados neste trabalho são de natureza primária e secundária. Os dados primários foram coletados, a fim de complementar os dados secundários, por meio de entrevistas e aplicação de oito questionários a uma amostra de famílias residentes em duas comunidades dos municípios do Ceará, Lagoinha em Ocara e Aroeira em Pentecoste. Essas comunidades possuem 50 e 35 famílias respectivamente, e foram selecionadas por terem acesso à água por meio das diversas ações presentes neste estudo e, como critério principal através dos dessalinizadores do PAD, os quais foram instalados em período recente.

Os dados primários são:

- a) Vazão média dos poços e dos dessalinizadores instalados nas comunidades visitadas, assim como o horário de funcionamento dos mesmos.

Os de natureza secundária foram obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal e referem-se a:

- a) Valor dos investimentos aplicados em cada ação, no ano de 2015 fornecidos pelos órgãos: SOHIDRA, SDA e SRH:
 - construção de poços na região cristalina;
 - instalação de sistemas de dessalinizadores de 800 l/h a partir do PAD;
 - construção de cisternas de placas.
- b) Custos de operação e manutenção, coletados junto aos mesmos órgãos:
 - poços;
 - sistemas de dessalinização do PAD;

- cisternas de placas.

c) Dados adicionais:

- quantidade de cada ação de acesso de água em estudo executada no ano de 2015: SOHIDRA, SDA, SRH e MDS;
- vazão média dos poços construídos no Estado;
- custo do m³ da água dessalinizada – R\$ 25,00/m³: R\$ 0,50 por 20 litros de água, tarifa adotada pela SRH;
- custo do m³ da água coletada por meio de carro-pipa: média de R\$ 14,05/m³ (CAMPOS, 2005);
- quantidade mínima de água para consumo humano (para satisfazer as necessidades básicas: beber, cozinhar e higiene pessoal) *per capita* por dia: 20 litros de água (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

Para as avaliações de rentabilidade sob a óptica privada foram considerados os fluxos de receita ou entrada de caixa e de custo ou saída de caixa que se verificaram no horizonte de planejamento do projeto, o qual no presente estudo é de 10 anos, determinado com base na vida útil dos principais bens de capital.

Foram utilizadas diferentes taxas de atratividade para a avaliação financeira: 6%, 8%, 10% e 12% ao ano. A taxa de 6% ao ano tem seu uso incentivado pelo Banco Mundial, quando se refere a financiamentos de programas e projetos que envolvem recursos hídricos na região Nordeste. As demais são para simular diferentes resultados com diferentes alternativas de investimentos.

a) Quantificação dos Benefícios

O fluxo anual de benefícios ou receitas foi estimado multiplicando-se a quantidade de água ofertada anualmente em m³ por cada uma das ações de abastecimento de água em estudo pelos diferentes preços cobrados pelo m³ da água.

A quantidade de água ofertada anualmente por cada sistema foi calculada da seguinte forma: poços - com base no consumo médio efetivo para uma comunidade de em média 42 famílias com 5 pessoas cada e, ainda considerando o consumo mínimo diário *per capita* de 20 litros de água; dessalinizador – considerando a vazão média de 800l/h funcionando 4,5 h/dia durante cinco dias por semana; cisternas de placas – pela capacidade potencial de armazenamento, 16 m³ de água.

Para representar o custo do m³ da água foi utilizado o custo de oportunidade da água: o custo do m³ da água dessalinizada com base nos valores adotados pela SRH de R\$ 25,00/m³ e tarifa média cobrada pela água coletada por meio de carro-pipa no meio rural – R\$ 14,05/m³. (CAMPOS, 2005).

Matematicamente:

$$QB = \sum_{i=1}^n P_{Fi} \cdot Q_i \quad (6)$$

Em que:

QB = valor dos benefícios gerados;

P_{Fi} = preço financeiro ou de mercado do m³ da água cobrado por cada sistema i ;

Q_i = quantidade de água ofertada por cada sistema i , anualmente, em m³.

b) Quantificação dos Custos

Para quantificar os custos foram determinados os investimentos e os custos operacionais, com as respectivas quantidades dos itens inseridos, vidas úteis e preços de mercado para cada uma das ações executadas de acesso à água. Os investimentos foram classificados por tipo de itens, agrupados por: técnicos na área, material de construção, equipamentos e mão de obra.

Os custos operacionais são gastos com operação e manutenção e se referem aqueles que ocorrem mesmo quando o sistema está paralisado, isto é, independentem do volume de água produzido anualmente (mão de obra permanente, peças de reposições anuais, etc.) e aqueles que são proporcionais ao volume de água produzido (energia, produtos químicos e material de limpeza). Os custos financeiros para cada ano do horizonte de planejamento do projeto, em R\$/ano foram determinados da seguinte forma:

Matematicamente:

$$QC = \sum_{j=0}^n P_{Fj} \cdot Sj \quad (7)$$

Em que:

QC = valor dos custos de cada sistema;

P_{Fj} = preço financeiro do insumo j utilizado em cada sistema;

Sj = quantidade utilizada do insumo j em cada sistema.

Foi calculado o custo médio do m^3 da água para cada uma das ações que promovem o abastecimento de água no Estado do Ceará, analisados no presente estudo. Para isso utilizou-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:

$$FD = \frac{1}{(1+i)^j} \quad (8)$$

Em que:

FD = Fator de desconto;

i = Taxa de desconto social real por período, 6% 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:

$$CMe = \frac{CTA}{YA} \quad (9)$$

Em que:

CMe = Custo médio do m^3 da água;

CTA = Custos atualizados do sistema;

YA = Produção de água atualizada do sistema.

Os indicadores utilizados para a avaliação dos retornos dos investimentos sob o ponto de vista financeiro foram o valor presente líquido, a relação benefício-custo e a taxa interna de retorno, os quais são os melhores instrumentos para determinar o mérito privado de um projeto segundo Buarque (1991). São métodos que consideram o valor do dinheiro no tempo, o que os tornam técnicas sofisticadas de análise de orçamentos de investimento. (GITMAN, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fins de melhor compreensão os resultados estão distribuídos pela forma de ação empreendida pelo Estado para o acesso à água pelas comunidades rurais.

4.1 Avaliação financeira da construção de poços

No ano de 2015 foram construídos no Estado do Ceará 1.486 poços com atuação de diversos órgãos, alguns responsáveis pela perfuração, outros pela instalação e outros pelo serviço completo, dentre eles cabe destacar: SOHIDRA, SDA, DNOCS, Defesa Civil, CAGECE e prefeituras.

O orçamento para a construção de um poço pode variar, dentre outros fatores, de acordo com a região: cristalina, sedimentar ou mista. Como o Estado do Ceará apresenta 70% de seu território em rochas cristalinas, o orçamento elaborado neste estudo foi para construção de um poço em rochas cristalinas no ano de 2015 de competência da SOHIDRA, órgão com maior atuação no Estado.

A Tabela 7 mostra que, em média, o custo de construção de um poço em rochas cristalinas no Ceará corresponde a R\$ 20.300,00, a preços de dezembro de 2015. Esse total corresponde ao transporte de maquinário, perfuração, infraestrutura física e obtenção de dados para diagnósticos específicos.

Tabela 7 - Orçamento de custos para construção de poço em rocha cristalina - Ceará, dez./2015.

Discriminação	Valor (R\$)
Transporte Perfuratriz Ropneumática	1.950,00
Instalação da Perfuratriz	320,00
Perfuração	
Perfuração em 10"	3.000,00
Perfuração em 6"	9.000,00
Revestimento	
Tubo de PVC Aditivado, STD/DN 150	1.800,00
Filtro PVC Aditivado, STD/DNN 150	200,00
Cap de Alumínio/DN 150 (Macho)	80,00
Pré-Filtro	160,00
Cimentação Anelar	460,00
Sapata de Proteção Sanitária	200,00
Complementação e Obtenção de Dados	
Teste de Produção	1.380,00
Ensaio de Recuperação	300,00
Relatório Técnico	350,00
Estudo Geofísico	1.100,00
Total	20.300,00

Fonte: SOHIDRA (2015).

Os custos de operação e manutenção correspondem em média a R\$ 4.950,00 por ano referente aos serviços de análise físico-química, que pode ser demandado a cada quatro meses, o conserto da bomba, o qual pode ser realizado duas vezes ao ano, assim como o custo com energia elétrica, que é mensal e a limpeza que é realizada uma vez por ano.

Como não há cobrança pela água captada de um poço foi utilizada uma tarifa representando o custo de oportunidade da água, atualizada para dezembro de 2015, a qual foi de 14,05/m³ referente à água captada por meio de carro-pipa, fonte usualmente utilizada na maioria das comunidades rurais do Estado como alternativa para suprir a falta de água. (CAMPOS, 2005).

O cálculo do valor das receitas levou em conta esse custo do m³ da água, assim como a quantidade demandada de água em m³/ano considerando uma comunidade com, em média, 42 famílias com 5 pessoas cada família (dados coletados por meio da pesquisa primária), cujo consumo mínimo é de 20l/pessoa/dia para satisfazer as necessidades básicas. (ROSA, 2013).

A Tabela 8 mostra os custos (investimento e operação) e o valor das receitas para o referido projeto sob a óptica privada.

Tabela 8 - Demonstração das receitas e despesas – poços – Ceará, dez./2015.

Especificações	Valor (R\$)
1- Investimento	20.300,00
2- Custos de manutenção e operação	4.950,00
3- Receitas	21.538,65

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Diante dos custos (investimento mais manutenção e operação) e das receitas auferidas com o investimento na perfuração de um poço no ano de 2015, foi elaborada a demonstração do fluxo de caixa (Apêndice 1), a fim de analisar financeiramente esses investimentos para um horizonte de planejamento de 10 anos (considerado como sendo a vida útil média de um poço).

Segundo os resultados mostrados na Tabela 9, pode-se ver que o capital aplicado na perfuração de um poço no ano de 2015 no Estado do Ceará apresentou viabilidade financeira, quando os fluxos foram atualizados às taxas de desconto de 6% a 12% ao ano. As maiores magnitudes dos indicadores são apresentadas para a taxa de 6% ao ano. A relação benefício-custo mostrou-se maior que um, ou seja, igual a 2,79, indicando que os benefícios superam os

custos e para cada R\$ 1,00 gasto no projeto tem-se um retorno bruto de R\$ 2,79 e um retorno líquido de R\$ 1,79. O valor presente líquido igual a R\$ 101.793,91 mostra que o investidor privado está recuperando seu capital investido. A taxa interna de retorno indica que a rentabilidade do projeto é de 81,51%, ao longo do horizonte de planejamento do projeto, muito superior ao custo de oportunidade do capital (Tabela 9).

Tabela 9 - Avaliação financeira da perfuração de poço no cristalino – Ceará, dez./2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Demanda efetiva e tarifa carro-pipa: R\$ 14,05/m ³	6%	2,79	101.793,91	81,51%
	8%	2,70	91.011,19	
	10%	2,61	81.630,07	
	12%	2,52	73.429,57	

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Analisando o capital investido na construção de 1.150 poços, no ano de 2015, no Ceará, pela SOHIDRA (Tabela 10) tem-se um investimento total de R\$ 23.345.000,00, sendo R\$ 5.692.500,00 referente aos custos com manutenção e operação e R\$ 24.769.447,50 representando o valor das receitas auferidas. Nesse caso, os investimentos também apresentaram viabilidade financeira à taxa de desconto de 6% ao ano.

Tabela 10 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros - poços, Ceará, dez./2015.

Especificações	Resultados
1- Investimento (R\$)	23.345.000,00
2- Custos de manutenção e operação (R\$)	5.692.500,00
3- Receitas (R\$)	24.769.447,50
4. RB/C (R\$)	2,79
5. VPL (R\$)	117.062.994,28
6. TIR (%)	81,51%

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Calculou-se o custo médio do m³ da água captada por meio de um poço utilizando a quantidade de água demanda (1.533m³/ano) e os custos (investimento mais custo operacional) inerentes ao projeto, os quais foram atualizados à taxa de 6% ao ano. Foi encontrado o custo médio de R\$ 5,03/m³, mostrando que, se o investidor privado desejasse baixar o custo médio do m³ da água adotado, ele poderia cobrar até esse valor que, ainda assim, os investimentos teriam viabilidade sob essa óptica.

4.2 Avaliação financeira dos sistemas de dessalinização por osmose reversa

O Estado do Ceará tem atuado instalando sistemas de dessalinização, a fim de garantir o acesso à água de qualidade, tendo em vista os níveis elevados de salinidade presentes na água de muitos poços construídos no Estado. Esse trabalho vem sendo feito por dois órgãos, a SOHIDRA e a SRH, os quais têm implantados sistemas com vazões 400, 800 e 1.200 litros de água por hora, porém, com estruturas diferentes. Em 2015, a SOHIDRA instalou 37 sistemas e a SRH 70.

Este estudo faz referência aos 26 sistemas de dessalinização de vazão de 800l/h implantados pela SRH no ano de 2015, os quais fazem parte do Programa Água Doce (PAD) instituído pelo Governo Federal.

A Tabela 11 mostra o valor do investimento feito no Estado no ano de 2015 para a instalação de um sistema de dessalinização por osmose reversa com vazão de 800 litros de água potável por hora do PAD. Em termos financeiros, ou seja, a preços de mercado de dezembro de 2015, o orçamento para esse tipo de dessalinizador foi equivalente a R\$ 113.960,03, cujo valor se refere aos serviços de instalação do equipamento, transporte de materiais e construção da infraestrutura dos três reservatórios (água dessalinizada, água bruta e rejeito), além do tanque bebedouro para dessedentação animal.

Tabela 11 - Orçamento para instalação de sistema de dessalinização: vazão 800 l/h – PAD – Ceará, dez./2015.

Discriminação	Valor (R\$)
Fornecimento e instalação de dessalinizador de 800 l/h	29.867,99
Transporte de materiais, equipamentos e placas	4.067,44
Instalação de sistema simplif. de abastecimento de água c/ dessalinizador	
Sistema de captação completo	5.340,56
Adutora	6.648,84
Reservatórios - (água dessalinizada, água bruta e rejeito)	8.516,85
Abrigo p/ dessalinizador	19.094,91
Chafariz	8.709,59
Tanque para contenção do rejeito	20.825,16
Cercamento do tanque para contenção do rejeito	7.503,15
Cercamento do reserv. de fibra de vidro/chafariz com água do rejeito	1.241,10
Tanque bebedouro para dessedentação animal	2.144,44
Total	113.960,03

Fonte: SRH (2015).

Os custos de um sistema de dessalinização têm diminuído ao longo do tempo devido à evolução na tecnologia de membranas. Os custos de instalação dependem de muitas variáveis, tais como a salinidade da água, tamanho da planta e exigências de infraestrutura.

Os custos operacionais dos referidos sistemas variam quanto ao uso, frequência de manutenção, qualidade de operação e grau do problema que surge. Geralmente se compõem da seguinte forma: *mensais* (energia elétrica, salário do operador, manutenção da bomba e da tubulação); *semestrais* (anti-incrustante para membranas e limpeza química); *trimestrais* (técnico) e; troca de membranas, que foi inserida como uma reinversão, já que é realizada a cada cinco anos, no valor de R\$ 15.615,29 (sua vida útil depende muito da operação correta e manutenções realizadas). Retirando o custo com a troca de membranas, todos esses gastos de operação e manutenção resultam em média R\$ 18.603,50/ano.

O valor das receitas geradas pela instalação de sistemas de dessalinização no Estado pode ser visto na Tabela 12. O cálculo foi feito com base na produção efetiva de água (864m³/ano), de acordo com a vazão de 800l/h e o horário de funcionamento, o qual, segundo a pesquisa primária, corresponde em média 4,5h por dia durante 5 dias da semana. A tarifa utilizada como preço do m³ da água captada por meio do sistema de dessalinização foi de R\$ 25,00/m³, referente à R\$ 0,50 por cada 20 litros de água captada. Essa tarifa é o valor indicado pela SRH, cabendo ajustes segundo a realidade de cada comunidade.

Tabela 12 - Demonstração das receitas e despesas – sistemas de dessalinização do PAD – Ceará, dez./2015.

Especificações	Valor (R\$)
1- Investimento	113.960,03
2- Custos de manutenção e operação	18.603,50
3- Receitas	21.600,00

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Para o cálculo dos indicadores de avaliação financeira foram elaborados os fluxos de caixa para esse investimento com horizonte de planejamento de 10 anos, fazendo referência à vida útil dos principais bens de capital inseridos no projeto, no caso, o dessalinizador (Apêndice 3).

Os resultados dos cálculos dos indicadores de avaliação financeira estão apresentados na Tabela 13, os quais mostram que os investimentos aplicados na implantação de sistemas de dessalinização do PAD no Estado do Ceará não são viáveis sob a óptica do investidor privado segundo os indicadores utilizados e taxas de desconto de 6% a 12% ao ano.

A relação benefício-custo resultou em valores menores do que um, variando de 0,54 a 0,61, mostrando, por sua vez, que os custos privados são maiores do que os benefícios e o valor presente líquido mostrou-se menor que zero para todas as taxas de desconto utilizadas. A taxa interna de retorno não conseguiu superar o custo de oportunidade do capital aplicado no projeto.

Tabela 13 - Avaliação financeira de sistemas de dessalinização por osmose reversa - tipo: 800l/h – Ceará, 2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Produção efetiva e tarifa de R\$ 25,00/m ³ - SRH	6%	0,61	(103.574,18)	(23,54%)
	8%	0,58	(104.480,78)	
	10%	0,56	(105.243,70)	
	12%	0,54	(105.889,67)	

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Esses resultados refletem o horário de funcionamento que, por sua vez, acaba produzindo uma quantidade de água aquém da capacidade dos referidos sistemas de dessalinização. Outro ponto relevante é o preço cobrado do m³ da água, pois ambos influenciaram no valor das receitas impactando na inviabilidade do investimento.

Na Tabela 14 tem-se a análise para o total de dessalinizadores instalados no ano de 2015, um total de 26 sistemas de dessalinização, cujo custo de investimento foi de R\$ 2.962.960,78, com custo de operação e manutenção de R\$ 483.691,00 e receitas de R\$ 561.600,00. Pôde-se constatar que à taxa de 6% ao ano os investimentos aplicados também não são viáveis sob a óptica da avaliação privada e financeira (Apêndice 4).

Tabela 14 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros – sistemas de dessalinização - Ceará, dez./2015.

Especificações	Resultados
1- Investimento (R\$)	2.962.960,78
2- Custos de manutenção e operação (R\$)	483.691,00
3- Receitas (R\$)	561.600,00
4. RB/C (R\$)	0,61
5. VPL (R\$)	(2.692.928,74)
6. TIR (%)	(23,54%)

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

A não viabilidade do investimento para um sistema, assim como para todos os sistemas de dessalinização instalados no Estado, em 2015, pode resultar do nível de benefícios

privados gerados frente aos custos, principalmente os custos relativos com o investimento inicial.

Um aspecto relevante que influenciou o nível dos benefícios foi o preço do m³ da água de R\$ 25,00/m³, bem inferior ao custo médio do m³ da água equivalente a R\$ 41,29, calculado com base no somatório da quantidade de água potencial em m³/ano do sistema de dessalinização, funcionando 4,5h por dia durante 5 dias por semana (864m³/ano) e na soma dos custos iniciais (investimentos) mais os custos de operação e manutenção, todos atualizados à taxa de 6% ao ano.

4.3 Avaliação financeira de cisternas de placas no Estado do Ceará

Foram construídas 222.237 cisternas de placas no Estado do Ceará no ano de 2015, segundo a Secretaria de Desenvolvimento Agrário e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, com capacidade para armazenar 16 mil litros de água. Em termos financeiros, cada cisterna custou, em média, R\$ 3.171,95 a preços de dezembro de 2015. Estes valores se referem ao investimento inicial com material de construção e mão de obra (um pedreiro e dois serventes em cinco diárias) (Tabela 15).

Tabela 15 - Orçamento para construção de cisternas de placas – Ceará, dez./2015.

Discriminação	Valor (R\$)
Construção de Cisternas de Placas	
Material de Construção	1.871,95
Mão de obra	1.300,00
Total	3.171,95

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará (2015).

Os custos operacionais dessa tecnologia social se referem aos gastos com limpeza, tratamento da água (aplicação de cloro na água), pintura e mão de obra para executar o serviço. Geralmente ocorre uma vez por ano antes do início das chuvas, a fim preparar a cisterna para armazenar a água. Esses custos são baixos tendo em vista a simplicidade do trabalho e do material necessário, custam, em média, R\$ 77,20/ano.

As receitas foram calculadas com base na quantidade de água armazenada pela cisterna multiplicada pelo custo de oportunidade da água totalizando em R\$ 224,80 por ano (Tabela 16). Para isso utilizou-se a quantidade potencial de armazenamento de água anualmente pela cisterna de placas, a qual é 16 m³/ano e o preço médio por m³ de água captada pelo carro-pipa, o qual é a forma de abastecimento de água mais presente nas comunidades rurais do Estado

do Ceará, cujo preço é R\$ 14,05/m³, coletado a partir do trabalho de Campos (2005) e atualizado para dezembro de 2015, tendo em vista a falta de estudos mais recentes. Esse preço pode variar, dentre outros fatores, segundo a distância das comunidades para o local de captação da água, a qualidade da água em termos de sua potabilidade e em razão da presença ou não de outras fontes de água.

Tabela 16 - Demonstração das receitas e despesas - cisterna de placas – Ceará, dez./2015.

Especificações	Valor (R\$)
1- Investimento	3.171,95
2- Custos de manutenção e operação	77,20
3- Receitas	224,80

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Outras formas de abastecimento de água se fazem presentes nas comunidades rurais do Estado como os poços e os dessalinizadores, no entanto, cada uma dessas ações é executada de forma pontual não abrangendo a maioria das comunidades, o que leva as famílias terem acesso à água de forma mais contínua por meio dos carros-pipa, seja pela compra privada ou pelo abastecimento por meio do setor público (Exército Brasileiro).

A avaliação financeira de investimentos em cisternas de placas foi elaborada com base na inversão feita para uma unidade dessa tecnologia social no ano de 2015, segundo os técnicos da Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Ceará. A demonstração do fluxo de caixa desse investimento pode ser visto no Apêndice 5, para um horizonte de planejamento de 10 anos, com base na vida útil dos principais bens de capital do projeto, a cisterna.

Segundo a Tabela 17, o investimento feito para a construção de uma cisterna de placas, em 2015, no Estado do Ceará não apresentou viabilidade financeira, a partir dos diferentes indicadores de avaliação de investimentos privados e taxas de desconto de 6% a 12% ao ano. A relação benefício/custo mostrou que os benefícios financeiros não conseguiram superar os custos, cujos resultados foram menores do que um, variando de R\$ 0,35 a R\$ 0,45 conforme a taxas de desconto utilizadas. O indicador valor presente líquido mostrou que o projeto não conseguiu acumular riquezas após o pagamento de todos os custos, resultando em VPL's negativos (menores do que zero) com pior resultado para a taxa de desconto de 12% ao ano igual a R\$ (2.307,98). O retorno do investimento medido pela taxa interna de retorno (11,81%) em uma cisterna de placas foi menor do que as taxas de desconto utilizadas para remunerar o capital em seu melhor uso alternativo.

Tabela 17 - Avaliação financeira de cisternas de placas – Ceará, dez./2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Armazenamento potencial e tarifa carro-pipa: R\$ 14,05/m ³	6%	0,45	(2.055,60)	(11,81%)
	8%	0,41	(2.151,54)	
	10%	0,38	(2.235,01)	
	12%	0,35	(2.307,98)	

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Para os investimentos feitos no Estado do Ceará, no ano de 2015, em 222.237 cisternas de placas cujos investimentos totalizaram em R\$ 698.257.542,15 também não foi encontrada viabilidade financeira, segundo os indicadores relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno (Tabela 18).

Tabela 18 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores financeiros - cisterna de placas – Ceará, dez./2015.

Especificações	Resultados
1- Investimento (R\$)	698.257.542,15
2- Custos de manutenção e operação (R\$)	17.156.696,40
3- Receitas (R\$)	49.958.877,60
4. RB/C (R\$)	0,45
5. VPL (R\$)	(456.830.633,04)
6. TIR (%)	(11,81%)

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

A não viabilidade financeira desse investimento pode decorrer do baixo preço do m³ da água utilizado (R\$ 14,05/m³) que, por sua vez, geram baixos ou poucos benefícios sob o ponto de vista do investidor privado. O cálculo do custo médio do m³ da água contribui para essa afirmativa, pois, a partir de seu cálculo identificou-se que o custo médio pelo m³ da água captada por meio de cisterna de placas deve ser de R\$ 31,05/m³. Esse cálculo foi feito com base na soma dos custos (investimento + custo operacional) atualizados, dividida pela soma da quantidade de água disponibilizada pela cisterna de placas anualmente, também atualizada para uma taxa de desconto de 6% ao ano.

5 CONCLUSÕES

A viabilidade financeira dos investimentos aplicados nas ações que promovem o acesso à água no Estado do Ceará no ano de 2015 foi confirmada apenas para uma das ações presentes neste estudo. As demais ações apresentaram inviabilidade, sob a óptica privada, a partir dos indicadores utilizados relação benefício/custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno, considerando todas as simulações de preços do m³ da água e taxas de desconto de 6% a 12% ao ano.

Os investimentos feitos na construção de poços no Estado do Ceará, em 2015, mostraram-se viáveis sob o ponto de vista do investidor privado para todas as simulações de taxas de desconto e custo do m³ da água de 14,05/m³. Os maiores retornos financeiros correspondem à taxa de desconto de 6% ao ano, com RB/C igual a 2,79, VPL igual a R\$ 101.793,91 e TIR de 81,51% ao ano.

Os sistemas de dessalinização implantados no Estado não apresentaram viabilidade sob a óptica privada, quando se utilizou o custo médio do m³ da água de R\$ 25,00/m³, segundo o horário de funcionamento médio obtido por meio da pesquisa primária (4,5 h/dia, 5 dias por semana) e atualizados às taxas de desconto de 6% a 12% ao ano. A partir do cálculo do custo médio do m³ da água coletada por meio de sistemas de dessalinização, constatou-se que, em média, esse custo deveria ser de R\$ 41,29/m³ adotando esse período de funcionamento.

Diante disso, sugere-se a ampliação dos horários de funcionamento com melhorias em sua forma de gestão e a conscientização para o uso da água dessalinizada, a qual é potável e adequada para o consumo humano ou o aumento da tarifa do m³ da água, como formas de aumentar as receitas do projeto, a fim de gerar viabilidade financeira. Vale destacar a necessidade de realizar operações e manutenções periódicas ordinárias para aumentar o tempo de vida útil dos referidos sistemas e reduzir os custos com reinversões.

Os indicadores financeiros para os investimentos feitos em 2015 em cisternas de placas também não apresentaram viabilidade financeira. Embora as receitas superem os custos de manutenção e operação, ainda assim, os investimentos aplicados em 2015 não mostraram viabilidade sob o ponto de vista privado. Um elemento relevante que influenciou esse resultado foi o preço do m³ da água.

Contudo, sugerem-se estudos a fim de verificar a viabilidade financeira, considerando outras simulações para o preço do m³ da água para o consumo humano, de acordo com a realidade da maioria das comunidades do Estado do Ceará, cujo abastecimento é feito sob as diversas ações presentes neste estudo.

CAPÍTULO III

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DAS AÇÕES DE CAPTAÇÃO, ACUMULAÇÃO E SUPRIMENTO DE ÁGUA NO ESTADO DO CEARÁ

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água afeta quase todos os continentes e mais de 40% dos habitantes do mundo. Segundo as projeções da Organização de Nações Unidas (SUIÇA, 2013), até 2025 dois terços da população mundial viverá em locais que sofrem com algum tipo de problema relacionado à água.

O Brasil possui a maior reserva hídrica do planeta e quase 90% de seu território recebe chuvas abundantes durante o ano. Entretanto, essa oferta de água é distribuída de forma irregular, principalmente no semiárido, cujas condições geográficas, econômicas e sociais geram graves problemas de acesso à água para a população e onde 67% das famílias que vivem no campo não possuem acesso à rede geral de abastecimento de água, sendo que 43% utilizam poços ou nascentes, e 24% usam outras formas. (FUNDAÇÃO..., 2014).

O debate em torno dos recursos hídricos na região Nordeste sempre foi um assunto recorrente em função das secas. No Estado do Ceará, as ações governamentais se fizeram durante um longo processo de gestão dos recursos hídricos por meio da construção de açudes e barragens. Ações emergenciais como a operação carro-pipa são executadas na maioria dos municípios em períodos de estiagens; a perfuração de poços é uma ação bastante expressiva, assim como a instalação de dessalinizadores, a fim de transformar a água salina de muitos poços perfurados em condições potáveis. A introdução de tecnologias sociais, a exemplo das cisternas de placas, foi também executada como modelo de convivência com o semiárido.

A água é um dos elementos mais importantes por estar ligada diretamente à sobrevivência humana e à realização das mais diversas atividades, sendo sua escassez um entrave ao desenvolvimento da economia.

Em todo o mundo, a maior parte dos projetos hídricos é financiada pelos recursos públicos e, por isso, surge à necessidade de avaliação social, a fim de justificar os benefícios para área ou grupo em foco, seja um município, estado, região, país, ao público beneficiado e à sociedade como um todo. Segundo a Organização Mundial da Saúde para cada dólar investido em água e saneamento, são economizados 4,3 dólares em custos de saúde no mundo. (SUIÇA, 2014).

O setor responsável para atender a demanda por água nas diversas regiões toma grande responsabilidade, tendo em vista que a água é uma necessidade básica e imediata das pessoas. Diante disso, torna-se extremamente importante a criação de programas e projetos, a fim de atender essa demanda, principalmente em áreas cuja carência é maior, como nas zonas rurais. Todavia, mesmo nessas áreas é necessário que projetos sejam elaborados e acompanhados por algum tipo de avaliação, sobretudo, pela avaliação social que tem como objetivo mensurar os impactos para a sociedade como um todo.

No caso de programas que visam atender a demanda por água em regiões áridas e semiáridas, pode-se ressaltar os impactos que possivelmente serão identificados como acesso à água para as necessidades básicas (beber, cozinhar, higiene pessoal) e melhoria na saúde da população, além de aumentar a produtividade das lavouras para subsistência, tendo, portanto, impactos socioeconômicos desejáveis.

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 social sob a óptica econômica ou de eficiência no uso dos recursos.

Diante disso, esse estudo tem como objetivo principal analisar e avaliar, 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 apresentam-se viáveis sob essa óptica de avaliação. Para a obtenção desse resultado, é necessário definir e averiguar os seguintes objetivos específicos: elaborar a demonstração do fluxo de caixa para um horizonte de planejamento de 10 anos, a partir dos investimentos feitos no ano de 2015; calcular e analisar os indicadores de avaliação econômico-social, a exemplo do valor presente líquido, relação benefício-custo e taxa interna de retorno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segue a apresentação teórica da avaliação econômica de investimentos sob o ponto da sociedade como um todo, abordando as etapas para a realização desse tipo de avaliação e os critérios que a diferenciam da avaliação financeira de investimentos, assim como os indicadores que podem ser utilizados para medir a viabilidade sob a óptica econômica.

2.1 Avaliação econômica de investimentos públicos

A avaliação de políticas públicas tornou-se instrumento gerencial importante para gestão pública, uma vez que produz informações relevantes para o aprimoramento das ações governamentais, o que torna parte essencial do processo decisório institucional.

O uso adequado de instrumentos de avaliação de programas por parte das instituições públicas pode conduzir a uma direção mais qualitativa quanto ao uso dos recursos públicos. Isso porque proporciona o conhecimento dos programas por dentro, suas dificuldades, os obstáculos de execução, seus fatores gerenciais e operacionais e, ainda, como estes realmente produzem efeitos esperados e não esperados, conduzindo assim, para a melhoria do desempenho das organizações públicas, principalmente para aquelas que adotam uma gestão por resultados. (FAGUNDES; MOURA, 2009).

Projeto é definido por Garcia (1997) como um instrumento para alcançar os objetivos de um programa, que envolve diversas operações as quais resulta em um produto de expansão ou de aperfeiçoamento das ações governamentais. 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.

A viabilidade econômica de um projeto ou programa depende da sustentabilidade dos seus efeitos. Para que ele possa ser sustentável, seus benefícios líquidos devem permanecer conforme o esperado ao longo do seu horizonte de planejamento. No entanto, como o desenvolvimento sustentável está bastante ligado às questões de distribuição é de fundamental importância verificar como, em que abrangência e quem estão se beneficiando com a distribuição dos efeitos ou resultados do projeto. (FUNDO ..., 2013).

Nessa perspectiva, os benefícios futuros abrangem, não só a geração de receitas, mas outros fatores como a contribuição para o desenvolvimento econômico de determinado setor, melhoria na qualidade de vida, como saúde e geração de renda. Dessa forma, incorpora as consequências do projeto para o conjunto da sociedade em sua totalidade e, assim, define o retorno econômico do projeto.

É uma análise similar à análise financeira, pois ambas avaliam o lucro de um investimento. Porém, o lucro financeiro difere do lucro econômico, este mede o efeito do projeto sobre a economia como o todo, enquanto aquele procura determinar o lucro para a entidade que está executando.

Para avaliar os efeitos de um programa para a sociedade, assim como na avaliação financeira, 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.

Sabe-se que, no mercado, há obstáculos que impedem o livre ajustamento da oferta e da demanda, tais como: as políticas protecionistas exageradas, as restrições às importações, as taxas de câmbio artificiais, os controles oficiais de preços, as taxas de juros sobre avaliadas, as pressões dos monopólios oficiais e privados sobre a oferta e os preços, as condições estabelecidas pelos monopsonios no mercado de insumos, os salários mínimos que excedem o custo real do trabalho em razão do poder dos sindicatos, as cobranças tributárias injustas, a pouca mobilidade dos fatores de produção, a capacidade ociosa dos recursos, a injusta distribuição de renda, as deseconomias internas, os subsídios que favorecem a determinados setores, dentre outros. (CAMPOS; CAMPOS, 2015).

Diante disso, os preços de mercado não sinalizam adequadamente o custo de oportunidade dos insumos, bens ou serviços. Conseqüentemente, há necessidade de identificar valores diferentes daqueles obtidos no mercado que permitam valorar os verdadeiros custos de oportunidade dos recursos, esses são os chamados “preços-sombra”, “preços de conta” ou

“preços econômicos” que são utilizados na análise econômica.

Para a sociedade em geral, o custo de oportunidade do capital é a rentabilidade do último montante de inversão (ou seja, da inversão marginal) que se poderia obter, se todo capital disponível fosse investido totalmente na forma mais rentável possível. É o sacrifício pelo qual se sujeita a economia pelo uso dos recursos no projeto. Nesse caso, considera-se que ela assume valores entre 8% a 15% na maioria dos países em desenvolvimento. (CAMPOS, 2014).

De acordo com Brandão *et al.* (2010), para esse tipo de avaliação, o Banco Mundial recomenda o uso de uma taxa de desconto de 12% a.a. Embora seja considerada alta para valorar economicamente os recursos utilizados, justifica-se por estar utilizando recursos escassos, o que se faz necessário para priorizar os projetos que oferecem maior rentabilidade.

No entanto, o Banco Mundial ressalta que podem ser usadas taxas que reflitam o custo marginal de investimento no país, ou seja, a remuneração pela qual os poupadores abrem mão para consumir no futuro ou o custo de oportunidade do capital. (WORLD BANK, 2005).

Além dos pontos discutidos, 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).

As taxas e os impostos são benefícios do projeto que são pagos pela sociedade e, conseqüentemente, transferidos ao governo. Já os subsídios são custos que já foram pagos pela sociedade. Dessa forma, não influenciam no benefício líquido que o projeto gera para a sociedade.

b) Inclusão das externalidades

A execução de projetos tem a capacidade de gerar custos para a sociedade assim como benefícios.

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

Na avaliação financeira utilizam-se os preços financeiros, os quais são observados no mercado e que não refletem o verdadeiro custo de oportunidade dos bens e serviços utilizados e, portanto, não se prestam para fins de análise econômica.

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.

Diante do exposto, o ajuste nos preços depende da metodologia utilizada que serve de base para o cálculo do custo de oportunidade. 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. O numerário consiste na renda adicionada ou diminuída por cada ação econômica, ou seja, é o padrão de medida das atividades econômicas.

Para a ONUDI, a definição do numerário, parte do princípio de que o valor econômico de cada insumo ou produto de um projeto deve ser medido em termos de seu efeito sobre o nível de consumo da sociedade como todo. O custo de um insumo deve ser medido pela

redução no consumo devido ao uso deste no projeto, assim como o benefício líquido que deve ser medido pela sua contribuição ao aumento da oferta de bens para o consumo da sociedade. Segundo a OCDE e o Banco Mundial, para fins de avaliação de eficiência, o custo de oportunidade de qualquer atividade econômica dentro de um país é dado pelo ganho ou perda dessa economia em relação ao exterior, em razão da produção ou do uso de insumos no projeto, ou seja, consiste na disponibilidade líquida de divisas decorrentes do projeto. Para aferir os custos econômicos de oportunidade basta transformar os preços de mercado em preços-sombra. (BUARQUE, 1991).

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:

$$\text{Fator de conversão do bem } i = \frac{\text{Preço-sombra do bem } i}{\text{Preço de mercado do bem } i} \quad (10)$$

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.

$$PE = PF \times FC \quad (11)$$

Em que:

PE = preço econômico ou preço-sombra;

PF = preço financeiro;

FC = fator de conversão.

Quanto aos indicadores utilizados para a avaliação econômica, os mais utilizados 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:

$$B/C = (\sum_{i=0}^n R_i / (1+r)^i) / (\sum_{i=0}^n C_i / (1+r)^i) \quad (12)$$

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.

Este indicador é normalmente utilizado como instrumento de avaliação de projetos do setor público, principalmente os relacionados com recursos hídricos.

- 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.

A viabilidade econômica de um projeto, quando analisada pelo método do valor presente líquido, é indicada pela diferença entre os benefícios e todos os custos, diretos (inclusive investimentos) e indiretos, ambos atualizados a determinada taxa de desconto social, sendo aceito se esta diferença for positiva. (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).

$$VPL = \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1+r)^i = \sum_{i=0}^n R_i / (1+r)^i - \sum_{i=0}^n C_i / (1+r)^i \quad (13)$$

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.

O VPL apresenta-se como uma medida de análise superior a relação B/C e a TIR, porém, estes critérios são bastante usados em decisões de investimentos por empresários.

- 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 a 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:

$$\text{TIR} = r^*, \text{ tal que } \sum_{i=0}^n (R_i - C_i) / (1 + r^*)^i = 0 \quad (14)$$

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. É um indicador utilizado, normalmente, na avaliação de projetos tanto públicos quanto privados, além de ser usado com bastante frequência por organismos creditícios internacionais e grandes corporações.

- d) Prazo de Retorno Atualizado do Investimento (Payback Atualizado): é o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, o qual é indicado quando o fluxo de caixa passa do negativo para o positivo.

$$\text{PBE} = k, \text{ tal que } \sum_{i=0}^{k-1} \text{FI}_i / (1+r)^i < 0 \text{ e } \sum_{i=0}^k \frac{\text{FI}_i}{(1+r)^i} \geq 0 \quad (15)$$

Em que:

FI_i = Fluxo líquido de caixa de cada período i ;

r = Taxa de desconto real, ao ano;

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

Segundo Turner (2002), o payback por ser visto como uma medida de risco, tendo em vista o tempo de retorno do capital investido. Quanto mais longo for esse tempo, maior a possibilidade de perdas para o investidor.

3 METODOLOGIA

Apresenta-se a área de estudo, os dados primários e secundários obtidos e o cálculo dos benefícios e custos econômicos, assim como os indicadores utilizados para calcular a viabilidade sob a óptica da sociedade referente aos investimentos feitos no Estado do Ceará no ano de 2015 em ações a fim de promover o acesso à água.

3.1 Área geográfica de estudo

O Estado do Ceará está entre os nove Estados da região Nordeste que tem sua localização quase que inteiramente no polígono das secas. Com a nova delimitação do semiárido brasileiro, instituída em 2005, o Estado passou a apresentar 150 dos seus municípios nessa região, cuja extensão territorial é equivalente a 129.178,779 km², o que representa 86,74% da área total do estado. (BRASIL, 2012a).

Sua área total é de 148.920,538 km² e população de 8.904.459 habitantes (estimativa no ano de 2015). Em 2012, representava cerca de 15% da população nordestina e 4,4% dos habitantes brasileiros. (CEARÁ, 2015a). Segundo os indicadores sociais do Estado, em 2012, a proporção de domicílios com abastecimento de água adequada representava 78,2%, percentual abaixo da proporção apresentada no Nordeste e no Brasil. (CEARÁ, 2012a).

A vulnerabilidade do Estado quanto à oferta de água se dá em grande parte pelos fatores climáticos (irregularidade espacial e temporal das precipitações e ocorrência de chuvas concentradas em determinado período do ano) e pela gestão da água (oferta e demanda).

Nos municípios de Ocara e Pentecoste, segundo os dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, a principal forma de abastecimento de água é por meio da rede geral de abastecimento, apresentando os mesmos outras fontes pelas quais têm acesso à água, como os poços, dessalinizadores, cisternas e carros-pipa, sendo este, muito demandado em períodos de seca. (CEARÁ, 2015a).

Ocara apresenta clima tropical quente semiárido e está situada a 85 km do Estado, com latitude 4° 29' 27'' e longitude 38° 35' 48'' apresenta 25.123 habitantes, sendo a maior parte residente na zona rural, 68,32%. (IBGE, 2015). Nesse sentido, aumenta ainda mais a necessidade de prover água para as famílias carentes e em comunidades dispersas.

Já Pentecoste tem uma extensão territorial de 1.378,30 km², com posição geográfica ao norte do Estado e distante da capital a 88 km. É um município cuja população vive em maioria na zona urbana e apresenta climas variando de tropical quente úmido, tropical quente

subúmido, tropical quente semiárido brando e tropical quente semiárido. (CEARÁ, 2015a).

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 a uma amostra de famílias residentes em duas comunidades dos municípios do Ceará, Lagoinha em Ocara e Aroeira em Pentecoste. Essas comunidades possuem 50 e 35 famílias respectivamente, e foram selecionadas por terem acesso à água por meio das diversas ações presentes neste estudo e, como critério principal através dos dessalinizadores do PAD, os quais foram instalados em período recente.

Por meio da pesquisa de campo foi possível coletar a vazão média dos poços e dos dessalinizadores instalados nas comunidades visitadas, assim como o horário de funcionamento dos mesmos.

Os dados de natureza secundária foram obtidos junto a diversos órgãos do Governo Estadual e Federal, tais como: SOHIDRA, SDA e SRH:

- a) valor dos investimentos aplicados em cada ação no ano de 2015: construção de poços em região cristalina; instalação de sistemas de dessalinização de 800 l/h do Programa Água Doce; e, construção de cisternas de placas;
- b) custos de operação e manutenção referente a cada uma dessas 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 l 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 (dez. 2015).

3.3 Método de análise

Assim como na avaliação de rentabilidade sob a óptica privada, a análise econômica considerou 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.

Devido às imperfeições de mercado e à falta de mecanismos de regulação, recorrente na maioria dos países em desenvolvimento, que geram desequilíbrios, em particular em relação à disponibilização e utilização dos fatores e às dificuldades de controle e internalização das externalidades, os preços incorporam as ineficiências de mercado e, portanto, devem-se fazer ajustes para evitar alocações ineficientes.

Se não houvesse essas imperfeições no mercado, os preços alocariam eficientemente os recursos. Assim, os preços dos insumos e dos produtos seriam bons indicadores dos custos de oportunidade.

As distorções nos preços de mercado foram corrigidas por meio da utilização de preços-sombra. Nesse caso, os valores dos benefícios foram corrigidos por meio destes. O mesmo procedimento foi aplicado para os custos dos itens de capital, nacionais ou importados, mão de obra e custos operacionais (insumos e mão de obra), excluindo-se impostos, subsídios, juros de financiamentos, depreciações, aluguéis e preço do terreno do local da instalação dos referidos projetos de acesso à água, todos considerados como meras transferências.

Dessa forma, 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):

$$BE = \sum_{i=1}^n P_{Fi} \times FC_i \times Q \quad (16)$$

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 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 em comunidades com, em média, 42 famílias (dados da pesquisa primária), composta por 5 pessoas/família. (ROSA, 2013). No caso dos dessalinizadores foi considerado 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.

Os custos financeiros também foram transformados em custos econômicos (CE) para cada ano do horizonte de planejamento do projeto, em R\$/ano.

Quantificação dos Custos Econômicos (CE):

$$CE = \sum_{j=0}^n P_{Fj} \times FC_j \times S_j \quad (17)$$

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.

Para quantificar os custos foram determinados os investimentos e os custos operacionais, com as respectivas quantidades dos itens inseridos, vidas úteis e preços de mercado para cada uma das ações executadas de acesso à água. Os investimentos foram classificados por tipo de itens, agrupados segundo os técnicos da área pesquisada, 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, isto é, independem do volume de água produzido anualmente (mão de obra permanente, peças de reposições anuais, etc.) e aqueles que são proporcionais ao volume de água produzido (energia, produtos químicos e materiais de limpeza).

Para se obter o valor total dos custos econômicos, foram aplicados os respectivos fatores de conversão para todos os itens de custos que compõem cada sistema de suprimento de água.

Foi calculado o custo médio do m³ da água para cada uma das ações que promovem o abastecimento de água no Estado do Ceará, analisados no presente estudo. Para isso utilizou-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:

$$FD = \frac{1}{(1+i)^j} \quad (18)$$

Em que:

FD = Fator de desconto;

i = Taxa de desconto social real por período, 6% 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:

$$CMe = \frac{CTA}{YA} \quad (19)$$

Em que:

CMe = Custo médio do m³ da água;

CTA = Custos atualizados do sistema;

YA = Produção de água atualizada do sistema.

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

O Quadro 3 mostra os fatores de conversão que foram usados para a transformação dos preços financeiros em preços econômicos, os quais são os mesmos utilizados em avaliação de programas de beneficiamento de água e esgoto na região Nordeste pelo Banco Mundial.

Quadro 3 - Fatores de conversão utilizados 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
Fator de conversão padrão ou para blocos de produtos similares (FCP)	0,94

Fonte: Campos (2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa estão dispostos em tópicos para fins de melhor compreensão, organizados por tipo de ação que viabiliza o acesso à água no Estado do Ceará.

4.1 Avaliação econômica dos investimentos aplicados na construção de poços

No ano de 2015 foram construídos no Ceará 1.486 poços de competência de diferentes órgãos, alguns com participação na perfuração, na instalação e/ou na obra completa, tais como: SOHIDRA, SDA, DNOCS, Defesa Civil e CAGECE. Foi considerada, para este estudo, a construção de poços pela SOHIDRA, a qual totalizou em 1.150 poços em 2015, a maioria em municípios onde há predominância de rochas cristalinas.

Em termos econômicos, o investimento para a construção de um poço em rochas cristalinas no Ceará corresponde a R\$ 18.635,70, a preços de dezembro de 2015 (Tabela 19). Esse total corresponde ao transporte de maquinário, perfuração, infraestrutura física e obtenção de dados para diagnósticos específicos.

Tabela 19 - 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 da 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, segundo a demanda da comunidade com, em média, 42 famílias, compostas por 5 pessoas cada família, considerando o consumo mínimo de 20 litros de água por pessoa/dia (1.533 m³/ano de água). Foi utilizada a tarifa de R\$ 14,05/m³ de água, para o custo de oportunidade da água referente à captação por meio de carros-pipa.

Para o total de 1.150 poços que foram construídos no ano de 2015 pela SOHIDRA beneficiando 99 municípios. Os investimentos a preços econômicos corresponderam a R\$ 25.050.105,00 e os custos de operação e manutenção a R\$ 5.762.650,00. Nesse caso, os benefícios sociais em termos da quantidade de água disponibilizada foram de R\$ 21.431.055,00 (Tabela 20). A demonstração do fluxo de caixa para os investimentos apresentados a preços econômicos pode ser vista no Apêndice 7, elaborado para um horizonte de planejamento de 10 anos.

Tabela 20 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos – poços - Ceará, dez./2015.

Especificações	Resultados
1- Investimento (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, o capital aplicado na construção de 1.150 poços no Estado do Ceará, apresentou 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 indicado que o investimento feito foi recuperado. O indicador taxa interna de retorno mostrou-se maior que a taxa de desconto social (custo de oportunidade do capital = 12% ao ano), 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.

Os benefícios gerados pela construção de poços no Estado podem ser diretos e indiretos. Os diretos correspondem à quantidade de água disponibilizada para as comunidades, equivalente à 1.762.950 m³/ano. Já os indiretos não foram computados neste estudo, porém, podem ser vistos pela qualidade dos indicadores de saúde e possibilidade de convivência no meio rural.

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 (R\$ 5.250.325,00) e todos os benefícios gerados pelo projeto (R\$ 23.283.280,65) pôde-se constatar que os referidos investimentos no Estado do Ceará apresentam viabilidade sob a óptica da sociedade, confirmada a partir do cálculo dos indicadores econômicos (Tabela 21).

Tabela 21 - Demonstração dos indicadores econômicos com abordagem do Banco Mundial – poços – Ceará, dez./2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Demanda efetiva e tarifa de R\$ 14,05/m ³	12%	4,43	101.890.221,28	34,86%

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

4.2 Avaliação econômica dos sistemas de dessalinização por osmose reversa

Os sistemas de dessalinização por osmose reversa têm sido instalados no Estado pela SOHIDRA e SRH. Ao todo foram implantados 105 sistemas no ano de 2015, sendo 37 de competência da SOHIDRA e 70 da SRH. A Superintendência de recursos hídricos tem atuado instalando os sistemas de dessalinização do Programa Água Doce com vazões de 400, 800 e 1.200 l/h.

Além do objetivo de ofertar água potável para o consumo humano, esse programa incorpora outras preocupações, como o impacto que pode gerar ao meio ambiente e com a responsabilidade social. Nesse sentido, a instalação dos referidos sistemas apresentam uma estrutura diferente, incluindo 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 22 apresentam-se os investimentos para a instalação de 26 sistemas de dessalinização do PAD com vazão de 800l/h, com capacidade de beneficiar 3.610 famílias em

19 municípios, relativo ao ano de 2015. Observa-se que o investimento por unidade corresponde a R\$ 102.062,27 a preços econômicos de dezembro de 2015.

Tabela 22 - 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).

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.

O cálculo das receitas geradas pela instalação de um sistema de dessalinização no Estado pode ser visto na Tabela 23. Foi elaborado com base na produção efetiva de água 864m³/ano, considerando a vazão de 800l/h e o funcionando de 4,5h/dia durante 5 dias da semana de acordo os dados coletados na pesquisa primária. O custo do m³ da água utilizado segue o valor da tarifa indicada pela SRH, adotada na maioria dos municípios, equivalente a R\$ 25,00/m³ de água, levando em conta o valor de R\$ 0,50, por cada 20 litros de água captada dos sistemas de dessalinização.

Tabela 23 - Demonstração das receitas e despesas - sistemas de dessalinização – Ceará, dez./2015.

Especificações	Valor (R\$)
1- Investimento	2.653.618,99
2- Custos de manutenção e operação	402.938,04
3- Receitas	527.904,00

Fonte: Dados da pesquisa (2015).

Para fins de avaliação econômica dos investimentos feitos em sistemas de dessalinização no Ceará, os fluxos de caixa (Apêndice 9) foram elaborados com base na quantidade de sistemas instalados com o objetivo de se avaliar os benefícios gerados para a sociedade como o todo.

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 (Tabela 24). 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 (12% ao ano) indicando a inviabilidade dos investimentos.

Tabela 24 - Avaliação econômica de sistemas de dessalinização por osmose reversa - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.

Discriminação	Resultados
1 - Relação benefício-custo (R\$)	0,58
2 - Valor presente líquido (R\$)	(2.131.832,59)
3 - Taxa interna de retorno (%)	(14,94 %)

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Cabe ressaltar que, na elaboração dos fluxos de benefícios, só foi considerada a quantidade de água que os sistemas de dessalinização implantados têm capacidade de gerar para as comunidades, o que pode estar contribuindo para a não viabilidade econômica dos investimentos aplicados. Dessa forma, ficou fora desse cálculo os 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.

Outro aspecto relevante para a obtenção destes resultados é a tarifa utilizada para o preço do m³ da água. Segundo o 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, estando o valor adotado bem abaixo que, por sua vez, impacta nos benefícios possivelmente auferidos e, conseqüentemente, na viabilidade do projeto sob essa óptica. O horário de funcionamento também revela perdas de benefícios para a sociedade.

Segundo o Banco Mundial, projetos executados para beneficiar famílias carentes e dispersas devem ser considerados viáveis, sob o ponto de vista econômico, se seus benefícios conseguirem cobrir, no mínimo, os custos com operação e manutenção. Nesse caso, pode-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, considerando-se no fluxo de entradas e saídas apenas os benefícios gerados e os custos com operação e manutenção, respectivamente (Tabela 25).

Tabela 25 - Avaliação econômica de sistemas de dessalinização por osmose reversa com abordagem do Banco Mundial - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Produção efetiva e tarifa de R\$ 25,00/m ³	12%	1,31	706.085,53	34,86%

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

4.3 Avaliação econômica das 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.

Todos esses aspectos geram custos para a sociedade, sendo, portanto, incluídos no orçamento econômico para a construção de uma cisterna de placas. Na Tabela 26 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 26 - 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 dessa tecnologia social 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 baixos, em média, R\$ 38,18 anualmente em termos econômicos.

As receitas foram calculadas com base na quantidade potencial de armazenamento de água anualmente pela cisterna de placas, a qual é 16 m³/ano. Utilizou-se a tarifa média representativa do custo de oportunidade da água referente ao carro-pipa R\$ 14,05/m³.

A demonstração dos fluxos de caixa foi construída com base no quantitativo de cisternas de placas no ano de 2015 (Apêndices 11) 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 27).

Tabela 27 - Demonstração das receitas, despesas e indicadores econômicos - cisterna de placas - Ceará, dez./2015.

Especificações	Resultados
1- Investimento (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).

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.

Vale ressaltar que alguns pontos podem estar contribuindo para esses resultados, como os benefícios sociais indiretos que as cisternas proporcionam, 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.

Além disso, foi utilizada uma tarifa do m³ da água bem abaixo do custo médio do m³ calculado, R\$ 58,91/m³, cujos fluxos foram atualizados pela taxa de 12% ao ano.

A abordagem do Banco Mundial para avaliação de projetos sociais indica que a viabilidade econômica desse ser confirmada se as receitas provenientes do projeto forem suficientes para cobrir pelo menos os custos de operação e manutenção. Analisando sob essa vertente, ou seja, considerando somente os custos operacionais e benefícios para a elaboração dos fluxos de caixa, os investimentos feitos no Estado para a construção de 222.237 cisternas de placas são viáveis sob o ponto de vista da sociedade (Tabela 28).

Tabela 28 - Avaliação econômica de cisternas de placas com abordagem do Banco Mundial - tipo: 800l/h – Ceará, dez./2015.

Simulações	Taxa de Desconto	RB/C	VPL	TIR
Capacidade de armazenamento e tarifa de R\$ 14,05/m ³	12%	5,54	207.404.904,08	34,86%

Fonte: Resultados da pesquisa (2015).

Os benefícios diretos desse investimento são bastante expressivos, como a quantidade de água que o reservatório tem 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.

Os investimentos aplicados na construção de poços à taxa de 12% mostraram-se viáveis sob a análise econômica, considerando a tarifa de 14,05/m³ e a demanda de 1.533m³/ano de água por poço construído. Essa tarifa pode ser reduzida, custando até R\$ 5,46/m³ de água que, ainda assim, os benefícios econômicos do projeto continuam superando os custos.

A instalação dos sistemas de dessalinização do PAD mostrou-se inviável sob a análise econômica quando se analisou a produção efetiva de água e tarifa de R\$ 25,00/m³ segundo a taxa de desconto de 12% ao ano. Vale ressaltar o valor econômico gerado por essa ação, tendo em vista o caráter social e ambiental inseridos a fim gerar mais sustentabilidade na instalação dos mesmos.

No caso dos investimentos aplicados na construção de cisternas de placas, também não apresentaram viabilidade sob essa óptica, com preço do m³ da água de 14,05/m³ e os fluxos de benefícios e custos atualizados à taxa de desconto de 12% ao ano.

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

No entanto, quando se analisou cada uma das ações estudadas considerando a hipótese do Banco Mundial de que os benefícios devem superar pelo menos os custos operacionais, os investimentos apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade.

Contudo, sugere-se uma melhor gestão de poços e sistemas de dessalinização, a fim reduzir a subutilização das referidas ações no Estado e aumentar os benefícios econômicos diretos e indiretos gerados, assim como a possibilidade de reajuste nas tarifas cobradas pelo m³ da água, considerando a realidade de cada comunidade beneficiada com as referidas ações de acesso à água. Além de estudos com o objetivo de medir os impactos econômicos gerados a partir da realidade das comunidades.

CONCLUSÃO GERAL

Cada uma das ações executadas no Estado do Ceará presentes neste estudo tende a apresentar melhores resultados quando executadas conforme a realidade das comunidades beneficiadas.

As viabilidades financeira e econômica das ações de acesso à água foram confirmadas apenas para a construção de poços com taxas de desconto de 6% e 12% ao ano, respectivamente. Vale ressaltar que os benefícios indiretos não foram computados na análise econômica desses investimentos e as tarifas do m³ da água utilizadas, considerando a captação por dessalinizadores e cisternas, não refletem o custo médio por m³ da água calculado. No entanto, quando considerou a abordagem do Banco Mundial, todos os investimentos apresentaram viabilidade sob o ponto de vista da sociedade.

Os resultados tendem a corroborar com as políticas públicas executadas pelo Governo do Estado, considerando as especificidades de cada uma das ações de acesso à água e das comunidades, a fim de uma melhor gestão e de gerar viabilidade sob o ponto de vista financeiro e econômico dos investimentos aplicados. Isso, tendo em vista a capacidade de gerar benefícios diretos essenciais como o suprimento de água de boa qualidade, embora em quantidades limitadas, além dos benefícios indiretos de grande importância, como a redução da mortalidade infantil e do êxodo rural, embora não computados neste trabalho.

Nesse sentido, pode contribuir para minimizar a pobreza do Estado cujos pilares se pautam, dentre outras ações, em superar as dificuldades de acesso à água, principalmente daqueles que vivem na região semiárida. Isto porque a qualidade de vida das populações depende do acesso aos bens necessários como água potável e o saneamento básico.

Contudo, sugerem-se melhorias nas formas de gestão das referidas ações que viabilizam o acesso à água presentes neste estudo, a fim de promover o uso racional, além de estudos que mensurem os benefícios econômicos indiretos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. **Desenvolvimento local e descentralização na América Latina: o caso do estado do Ceará**, Brasil, 2000.

AMORIM, M. C. C. *et al.* Diagnóstico de sistemas de dessalinização de água salobra subterrânea em municípios do estado da Paraíba – Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, 13., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo, 2004.

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. C. *et al.* **Avaliação dos sistemas de dessalinização de águas no semiárido no Rio Grande do Norte**. ABES - Associação brasileira de engenharia sanitária e ambiental, 2005.

ARAÚJO, J. C. *et al.* Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 2, abr./jun. 2005.

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.

ARAÚJO, A. S. P. A. **Contribuição para o estudo da viabilidade/sustentabilidade da dessalinização enquanto técnica de tratamento de água**. 2013. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2013.

ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Ações: P1MC e P1+2**, 2015. Disponível em: <<http://www.asabrazil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 28 de mar. 2015.

_____. **Programa de formação e mobilização social para a convivência com o semiárido: um milhão de Cisternas Rurais P1MC**. Sumário Executivo, Recife, 2003, 46p.

ARSKY, Igor. A sustentabilidade dos programas e políticas públicas de captação e manejo de água de chuva para a garantia da soberania e segurança alimentar no semiárido brasileiro. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA*, 7., 2009, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco, 2009. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/7simp_arsky_asustentabilidade.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2015.

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

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos: uma apresentação didática**. Rio de Janeiro: Campos, 2 ed. 1986.

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

BRANDÃO, L. *et al.* Avaliação econômica de projetos de transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 1, p. 87-117, jan./fev. 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357/2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de efluentes, e dá outras providências, 2005.

_____. Controladoria Geral da União, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC/MI). **Auditoria integrada de acompanhamento na operação carro pipa**, Jul. 2014a.

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

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informativo sobre a estiagem no nordeste - nº 84**, 2015a. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Informativo%20estiagem%20NE%20n%C2%BA%2084.pdf>. Acesso em: 15 de maio 2015.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Programa água para todos**, 2015b. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/guest/entenda-o-programa>>. Acesso em: 25 maio 2015.

_____. Ministério de Minas e Energia. CPRM. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Ações emergenciais de combate aos efeitos das secas. **Noções básicas sobre poços tubulares**: cartilha informativa, 1998.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **MMA em números: programa água doce**, 2015c. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/mma-em-numeros/programa-agua-doce>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de águas subterrâneas**. Brasília, DF. 2001. 21 p. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/aguassub.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Programa água doce**: Documento base. Brasília, 2012b.

_____. Ministério do desenvolvimento social e combate à fome. **Programa cisternas**, 2016. Disponível em: <<http://mds.gov.br/>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

_____. Ministério do desenvolvimento social e combate à fome. O Programa Água Para Todos: ferramenta poderosa contra a pobreza. *In*: CAMPELLO, T. *et al.* (org.) **O Brasil sem miséria**, Brasília, 2014b. 725 p.

BRITO, L. T. *et al.* **Água de chuva armazenada em cisterna para produção de frutas e hortaliças**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 30p.

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. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 45, n. 4, p. 963-984, dez. 2007.

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

CAMPOS, R. T; CAMPOS, K. C. **Elaboração e avaliação de projetos agropecuários**. Notas de aula. Fortaleza, Ceará, 2015.

CEARÁ. Instituto Agropolos do Ceará. **O caminho das águas nas rotas dos carros-pipa**, 2012a. Disponível em: <http://www.institutoagropolos.org.br/img/uploads/arquivos/estudo_car_080520121955059733.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2015.

_____. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, IPECE. **Indicadores sociais do Ceará**, 2012b. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/Indicadores_Sociais_2012.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2015.

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

_____. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **Portal hidrológico do Ceará**, 2015b. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun 2015.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **Semana da água: conheça as 7 principais ações do Governo para garantir a segurança hídrica no Ceará**, 2015c. Disponível em: <<http://www.BRASIL.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/12219-semana-da-agua-conheca-as-7-principais-acoes-do-governo-para-garantir-a-seguranca-hidrica-no-ceara>>. Acesso em: 25 março 2015.

CERVO, A. L. **Metodologia científica**. São Paulo: MacGraw- Hill, 1983.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, 2008.

COSTA, A. C. M.; SANTOS, M. A. A gestão dos recursos hídricos no Brasil e a questão da água subterrânea. *In*: CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 1, Fortaleza, 2000. **Anais...** Fortaleza: ABES, 2000.

FAGUNDES, H.; MOURA, A. B.. Avaliação de programas e políticas públicas (Evaluation of programs and public policies). **Revista Textos & Contextos Porto Alegre** v. 8, n. 1, p. 89-103. jan./jun. 2009.

FERREIRA, E. G; SOUSA, Y. M. Tecnologia para tratamento de água salobra: estudo do caso de Santa Inês-PB. **Revista Ambiental**, Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), v. 1, n. 1, p. 82-92, Jan./Mar., 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Cisterna de placas: tecnologia social como política pública para o semiárido brasileiro.** Org. Jeter Gomes. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2014.

FUNDO BRASILEIRO PARA A BIODIVERSIDADE. **Diretrizes para análises econômicas e financeiras de projetos.** PO-10/2013 Unidade Responsável: PMO – Ponto Focal, 2013

FURTADO, C. **A pré-revolução brasileira.** Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1962.

FREUND, J. E.; SIMON, G. A. **Estatística aplicada.** 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

GARCIA, R. C. **Avaliação de ações governamentais: pontos para um começo de conversa.** Brasília, IPEA/CENDEC, out. 1997.

GITMAN, L. **Princípios de administração financeira.** 7. ed. São Paulo: Harbra, 2002.

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L. (2007). P1+2: Programa uma terra e duas águas para um semiárido sustentável. *In:* BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no Semiárido Brasileiro.** Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2007. 181 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico,** 2008. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/>>. Acesso em: 01 maio 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades,** 2015. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>/>. Acesso em: 07 fev 2015.

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

LAPPONI, J. C. **Avaliação de projetos de investimento: modelos em Excel.** São Paulo: Laponi Treinamento, 1996. 264 p.

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.

MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A. Aproveitamento sustentável de aquíferos aluviais no semiárido. *In:* CABRAL, J. J. S. P. *et al.* **Água subterrânea: aquíferos costeiros e aluviões, vulnerabilidade e aproveitamento.** Recife: UFPE, 2004.

MOKATE, K. M., RODRIGUEZ, R. C. **A avaliação financeira de projetos de inversão.** Bogotá: Universidade de Los Andes, 1987. 112 p.

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

PALMIER, L. R. Técnicas de captação de água de chuva: definição, causas de falhas e perspectivas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 15., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003.

PEREIRA, S. Experiência de gerenciamento de programas de cisternas no município de Campo Alegre de Lourdes – BA. *In: 1º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva*, **Anais...** Petrolina, PE, 1997.

REBOUÇAS, A. C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-54, 1997.

_____. Desenvolvimento das águas subterrâneas no Brasil. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS*, 10., 1998. ABAS. **Anais...** São Paulo, 1998.

_____. Águas subterrâneas. *In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 117-151.

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.

RÚDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes, 1989.

SAUL, N. **Análise de investimentos: critérios de decisão de desempenho nas maiores empresas do Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Ortiz, 1995. 238 p.

SILVA, F. J. A.; ALMEIDA, M. M.; ARAÚJO, L. F. P. Indicadores hidro químicos obtidos a partir da condutividade elétrica em alguns poços do Ceará. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 10., 2001, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 2001.

STEPHANOU, M. C. Análise comparativa das metodologias de avaliação das agências de fomento internacionais BID e BIRD em financiamentos de projetos sociais no Brasil. **Civitas, Revista de Ciências Sociais**, v. 5. n. 1, Porto Alegre, jan.-jun. 2005.

SOUZA, A. C. M. **Manejo integrado do rejeito da dessalinização da água salobra na agricultura**, 2014. 47 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo e Água) – Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

SOUZA, M. J. N. *et al.* Prognóstico da gestão ambiental da área de influência direta do açude Castanhão. *In: CRUZ, M. L. B. (Org.). Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades.* Fortaleza: IPECE, 2011, p. 11-37.

SUASSUNA, J. Potencialidades hídricas do nordeste brasileiro. **Parcerias estratégicas**, n. 20, p. 119-144, 2005.

SUIÇA. Organização das Nações Unidas, ONU. **Alertando para escassez de água doce**, 2013. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/alertando-para-escassez-de-agua-doce-onu-pedeeforc-os-globais-ara-proteger-recursos-naturais/>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

_____. World Health Organization. **Desalination for safe water supply, guidance for the health and environmental aspects applicable to desalination.** Genebra, 2007. Disponível em: <http://www.pacinst.org/reports/desalination/desalination_report.pdf>. Acesso em: 17 maio 2015.

_____. World Health Organization. **UN-water global analysis and assessment of sanitation and drinking-water (GLAAS) 2014 – report: Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities.** 2014. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/glaas_report_2014/en/>. Acesso em: 14 set. 2015.

_____. United Nations Environment Programme, UNEP. **Rainwater harvesting: a lifeline for human wellbeing.** A report prepared for UNEP by Stockholm Environment Institute, Genebra, 2009. 69 p.

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.

WORLD BANK. TRN-5. Transport Notes. **A framework for the economic evaluation of transport projects.** 2005. Disponível em: <web.worldbank.org/wbsite/external/topics/exttransport/exttes/0,contentmdk:20464962~iscurl:Y~menuPK:1165113~pagepk:148956~pipk:216618~thesitepk:338532,00.html>. Acesso em: 15 abr. 2015.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – Demonstração do fluxo de caixa financeiro para um poço: tarifa carro-pipa - R\$ 14,05/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65
1- Receita		21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65	21.538,65
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	20.300,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00
3- Investimentos	20.300,00						
4- Custos Operacionais		4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00	4.950,00
III - Benefício Líquido	-20.300,00	16.588,65	16.588,65	16.588,65	16.588,65	16.588,65	16.588,65

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 2 – Demonstração do fluxo de caixa financeiro para o total de 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		24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50
1- Receita		24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50	24.769.447,50
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	23.345.000,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00
3- Investimentos	23.345.000,00						
4- Custos Operacionais		5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00	5.692.500,00
III - Benefício Líquido	-23.345.000,00	19.076.947,50	19.076.947,50	19.076.947,50	19.076.947,50	19.076.947,50	19.076.947,50

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 3 – Demonstração do fluxo de caixa financeiro para um sistema de dessalinização por osmose reversa: tarifa R\$ 25,00/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00
1- Receita		21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00	21.600,00
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	113.960,03	18.603,50	18.603,50	34.218,79	18.603,50	18.603,50	18.603,50
3- Investimentos	113.960,03			15.615,29			
4- Custos Operacionais		18.603,50	18.603,50	18.603,50	18.603,50	18.603,50	18.603,50
III - Benefício Líquido	-113.960,03	2.996,50	2.996,50	-12.618,79	2.996,50	2.996,50	2.996,50

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 4 – Demonstração do fluxo de caixa financeiro para o total de sistemas de dessalinização por osmose reversa: tarifa R\$ 25,00/m³, Ceará, dez./2015

Especificações	2015	2016	2017-2019	2020	2021	2022-2024	2025
I - Total de Entradas		561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00
1- Receita		561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00	561.600,00
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	2.962.960,78	483.691,00	483.691,00	889.688,54	483.691,00	483.691,00	483.691,00
3- Investimentos	2.962.960,78			405.997,54			
4- Custos Operacionais		483.691,00	483.691,00	483.691,00	483.691,00	483.691,00	483.691,00
III - Benefício Líquido	-2.962.960,78	77.909,00	77.909,00	-328.088,54	77.909,00	77.909,00	77.909,00

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 5 - Demonstração do fluxo de caixa financeiro para uma 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		224,80	224,80	224,80	224,80	224,80	224,80
1- Receita		224,80	224,80	224,80	224,80	224,80	224,80
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	3.141,95	77,20	77,20	77,20	77,20	77,20	77,20
3- Investimentos	3.141,95						
4- Custos Operacionais		77,20	77,20	77,20	77,20	77,20	77,20
III - Benefício Líquido	-3.141,95	147,60	147,60	147,60	147,60	147,60	147,60

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 6 - Demonstração do fluxo de caixa financeiro para o total de cisternas 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		49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60
1- Receita		49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60	49.958.877,60
2- Desinvestimento							
II - Total de Saídas	698.257.542,15	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40
3- Investimentos	698.257.542,15						
4- Custos Operacionais		17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40	17.156.696,40
III - Benefício Líquido	-698.257.542,15	32.802.181,20	32.802.181,20	32.802.181,20	32.802.181,20	32.802.181,20	32.802.181,20

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE 7 – Demonstração do 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 8 – Demonstração do 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 9 – 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 10 – 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 11 - 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 12 - 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)