

## **AVALIAÇÃO DO APORTE DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE CRATEÚS – CE, EM ANOS SUCESSIVOS DE SECA**

Fabrcia de Melo Bonfim<sup>1</sup>, George Satander Sá Freire<sup>2</sup>, Diolande Ferreira Gomes<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará, [fabriciademelobon@hotmail.com](mailto:fabriciademelobon@hotmail.com);

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, [satanderfreire@ufc.br](mailto:satanderfreire@ufc.br) e [diolande@ufc.br](mailto:diolande@ufc.br)

### **RESUMO**

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica dos Sertões de Crateús, localizada no semiárido nordestino. O estudo objetivou-se em avaliar o aporte de água no município de Crateús – Ceará, abordando a dinâmica climática, a manutenção do abastecimento em anos de intensa estiagem, a importância e qualidade da água subterrânea. A metodologia adotada consistiu na pesquisa bibliográfica, no trabalho de campo e na coleta de água subterrânea para análises físico-químicas. Os resultados obtidos demonstram que é possível observar na região ciclos de secas e cheias, uma característica própria do semiárido; para manter a segurança hídrica nos seis anos de estiagem se fez uso de adutoras, de todos os mananciais da região, de carros pipas e da água subterrânea; os poços da região apresentam água salobra, sendo assim alguns poços fazem uso de dessalinizador, que se mostrou ser uma tecnologia eficiente no tratamento da água, apesar do rejeito gerado. Neste sentido, as situações verificadas nos setores da bacia remetem à necessidade de uma intervenção planejada que privilegie práticas adequadas ao desenvolvimento sustentável e a educação ambiental, voltado para a escassez hídrica.

Palavras-chaves: Segurança Hídrica, Sustentabilidade, Semiárido.

### **ABSTRACT**

The study area comprises the hydrographic basin of the outback of Crateús, located in the Northeast semiarid. The study objective was evaluate the water aport in Crateús - CE. Addressing climate dynamics, the water supply maintenance along the years of intense drought, the importance and quality of subterranean water. The used methodology consists of bibliographic analysis, the field work, and collecting subterranean water for physicochemical analysis. The obtained results show that, in the region, is possible to observe dry and full cycles, that is a own characteristic of semiarid; To keep the hidrical security in the six years of drought were used water pipelines of all fountains of the region, water tank trucks and subterranean water; The region wells contain brackish water, therefore, some wells use desalination, that proved to be an efficient technology in water treatment, although residues are generated in the process. Thus, the verified situations in the basin sectors remit to the need of a planned intervention, that privilegie the appropriate practices for sustainable development and environment education, turned to hidrical shortages.

Key-words: Hidrical Security, Sustainability, Semiarid.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a água tem sido gradativamente reconhecida como um recurso escasso em escala mundial. Entretanto, deve-se fazer a distinção entre as causas de sua escassez, sejam essas causas referentes às limitações qualitativas no uso da água, em detrimento da poluição, ou referente às limitações quantitativas devido às condições climáticas, ou à demanda crescente ligada ao aumento populacional, ao desenvolvimento econômico e ao seu uso ineficiente (CEARÁ, 2011a).

A importância da água para a vida, os riscos crescentes de conflitos pelo seu uso e os impactos da sua escassez refletem-se no grande interesse pelo tema, principalmente na região semiárida. Fatores ambientais, econômicos, sociais e gerenciais contribuem para o quadro de uma crise de abrangência mundial, que exige abordagens contemporâneas, sistêmicas e multidisciplinares (TUNDISI J. E TUNDISI T., 2011).

Vários são os critérios que poderiam caracterizar a região semiárida em termos eminentemente científicos. No entanto, a noção pragmática de semiárido tem sido a de região onde incidem as secas prolongadas. A ideia de seca, por sua vez, vai desde a falta de precipitação, deficiência de umidade no solo agrícola, quebra de produção agropecuária até impactos sociais e econômicos (CEARÁ, 2008).

A região Nordeste do Brasil é castigada pelas secas que trazem inúmeras desvantagens do ponto de vista econômico e social para os estados que a compõem. Partindo desse raciocínio, procurar alternativas que amenizem tal fato é deveras necessário, e a construção de grandes reservatórios de água no sertão semiárido certamente é uma delas, por favorecer a sobrevivência da população de uma região inóspita, como também motivar o desenvolvimento sustentável e uma melhoria no setor econômico (LIMA, 2012).

Monte (2014) destaca que, o Ceará é o estado do Nordeste que possui a maior extensão territorial no semiárido, com cerca de 92% da sua área inserida no polígono das secas. O estado investe, ao longo dos anos na construção de uma infraestrutura hídrica, voltada ao abastecimento humano, fazendo uso de açudagem, dado que em função da intermitência de seus rios surgiu a necessidade de armazenar água em períodos de elevadas concentrações pluviométricas para utilização na escassez hídrica.

O estado do Ceará é composto por 12 bacias hidrográficas, sendo abordada nesse estudo a Bacia dos Sertões de Crateús, onde a maioria dos municípios dessa região sofre com a problemática das secas, e em anos de período chuvoso irregular toda a população sofre com a falta de água dos mananciais superficiais, uma alternativa para a região é a água subterrânea, apesar da dificuldade de escoamento dessa água, devido o terreno cristalino que cobre boa parte da região.

Considerando o exposto, este artigo tem como objetivo criar um diálogo pertinente acerca do aporte de água na cidade de Crateús, destacando a relevância da temática, dentro da perspectiva ambiental, abordando a dinâmica climática, a manutenção do abastecimento em anos de intensa estiagem, a importância e qualidade da água subterrânea. Com isso, torna-se oportuno entender os efeitos da seca no contexto histórico da região, pois essa problemática afeta os cidadãos crateuenses e cria entraves para o desenvolvimento sustentável do município.

Portanto, os recursos hídricos apresentam uma importância inestimável para a população local, pois proporcionam uma qualidade de vida para todos e promovem o crescimento das cidades. A educação ambiental surge nesse contexto como uma ferramenta essencial para a valorização da água, um bem tão escasso no sertão.

## **2 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada baseou-se no desenvolvimento de uma análise integrada e sistêmica do ambiente natural com as implicações da ação antrópica, levando em consideração as complexidades da intensa estiagem registrada na região e as inter-relações do ambiente natural, que está inserido na área urbana e sofre com a falta de água.

Inicialmente foi feita uma caracterização da área de estudo, em seguida o roteiro metodológico foi desenvolvido, com base numa pesquisa bibliográfica e no trabalho de campo, permitindo assim a realização de uma síntese da realidade ambiental, destacando os principais problemas e potencialidades dos recursos hídricos na bacia dos Sertões de Crateús – CE.

A partir da análise da temática foram elencados os principais eixos norteadores teórico-metodológicos: como a dinâmica climática, observando ciclos de secas e de cheias; a manutenção a todo custo do abastecimento de água na cidade de Crateús em tempos de escassez, com a utilização de boa parte dos mananciais superficiais da região; a importância das águas subterrâneas como alternativa de abastecimento e a realização de análises físico-químicas dessa água, para verificar a sua qualidade.

Os procedimentos e métodos empregados nas análises estão descritos no Standard Methods (APHA, 2012). O Quadro 1 apresenta, resumidamente, a metodologia empregada na determinação de cada parâmetro analisado para as amostras de água subterrânea.

Quadro 1 – Metodologia de análises dos parâmetros físico-químicos.

<b>PARÂMETRO</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<b>Alcalinidade</b>	Titrimetria Ácido-Base
<b>Bicarbonato</b>	Titrimetria Ácido-Base
<b>Cálcio</b>	Titrimetria/Complexometria com EDTA
<b>Cloreto</b>	Titrimetria/Argentometria
<b>Condutividade Elétrica</b>	Condutimetria.
<b>Dureza Total</b>	Titrimetria/Complexometria com EDTA
<b>Ferro</b>	Espectrofotometria/Ortofenantrolina.
<b>Fluoreto</b>	Método do eletrodo de íon seletivo.

<b>Magnésio</b>	Medida indireta.
<b>Nitrato</b>	Espectrofotometria/Coluna Redutora de Cádmio.
<b>Nitrito</b>	Espectrofotometria/Diazotação.
<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	Método Fenato.
<b>pH</b>	Potenciometria/ISE
<b>Sílica</b>	Método Molibdosilicato.
<b>Sódio e Potássio</b>	Fotometria de chama
<b>Sólidos Totais Dissolvidos (STD)</b>	Condutimetria.
<b>Sulfato</b>	Espectrofotometria.
<b>Turbidez</b>	Nefelometria.

Fonte: elaborado pela autora, 2019.

### **Caracterização da Área de Estudo**

A cidade de Crateús está situada no extremo oeste do estado do Ceará, a 354 km de distância da capital, Fortaleza. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município ocupa uma área de 2.985 km<sup>2</sup> com população em torno de 73.000 habitantes, desse total, em média 53.000 pessoas residem na área urbana e 20.000 na área rural. A taxa de crescimento é de 2,08% e a densidade demográfica é de 24,37 hab/ km<sup>2</sup> (IBGE, 2019).

A área de estudo faz parte da bacia hidrográfica dos Sertões de Crateús com uma área de 10.821,35 km<sup>2</sup>, compreendendo a rede de drenagem do rio Poti, uma das mais importantes sub-bacias do rio Parnaíba. Suas nascentes localizam-se na Serra dos Cariris Novos, no município de Quiterianópolis, percorrendo 192,5 quilômetros dentro do Estado do Ceará, desaguando no estado do Piauí, onde se encontra ao Rio Parnaíba (CEARÁ, 2011b).

Sobre o aspecto geológico o município apresenta um quadro relativamente simples, observando-se um predomínio de rochas do embasamento

cristalino de idade pré-cambriana, representadas por gnaisses, quartzitos e migmatitos diversos. No domínio hidrogeológico de rochas cristalinas a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão (BRASIL, 1998).

Com relação aos aspectos geomorfológicos, as formas de relevo a leste e maior porção do território de Crateús, são suaves e pouco dissecadas da depressão sertaneja, produto da superfície de aplainamento em atuação no Cenozóico. A oeste estabelece-se o planalto cuneteiforme da Ibiapaba, com altitudes próximas dos 700 m (BRASIL, 1998).

Já os aspectos pedológicos apresentam um mosaico de solos com grande variedade de associações, sendo comum a ocorrência de solos rasos, como o planossolo, onde ocorrem afloramentos rochosos e chãos pedregosos, extensivamente recobertos por caatingas que ostentam grandes variedades de padrões fisionômicos e florísticos com diferentes níveis de degradação (CEARÁ, 2009).

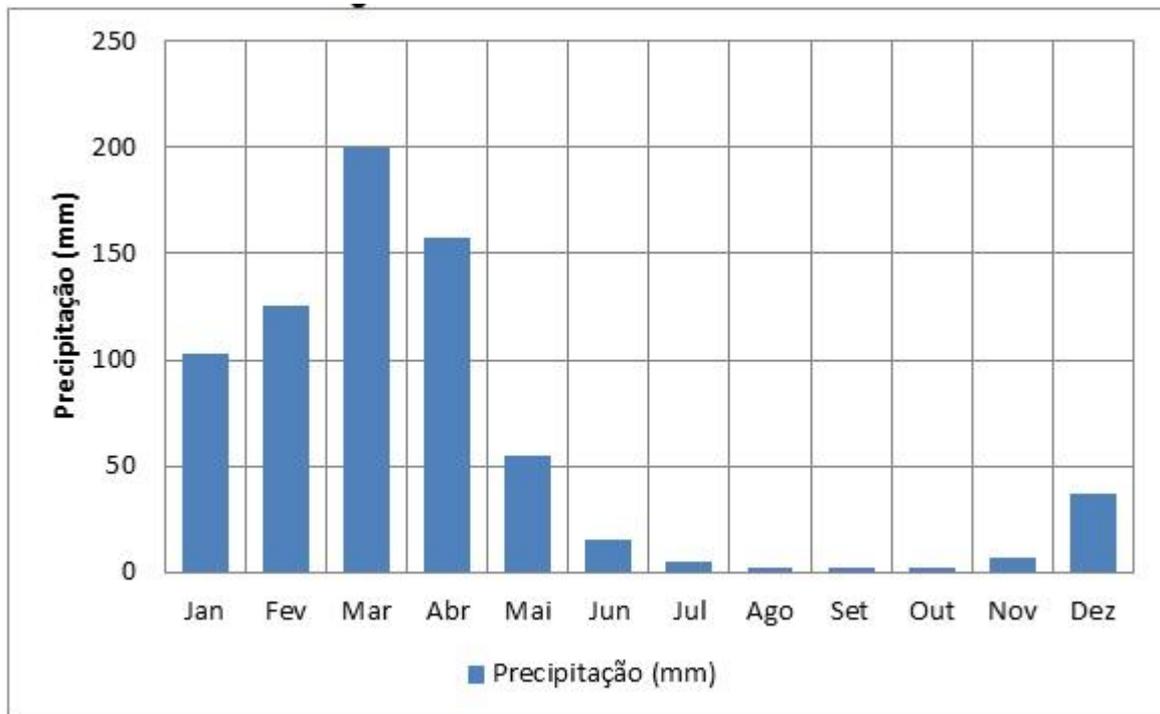
Os aspectos ecológicos destacam que no semiárido nordestino a maior parte de seu território é ocupada por uma vegetação xerófila, de flora e fisionomia variada, denominada Caatinga. O xerofilismo da Caatinga expressa uma condição de sobrevivência ligada a um ambiente seco, ecologicamente com deficiência hídrica, onde a água disponível às plantas procede unicamente do curto período da estação chuvosa, já que seus solos apresentam pouca capacidade de acumular água (FERNANDES, 2006).

Do ponto de vista climático, o município de Crateús – CE é classificado como tropical quente semiárido, com temperaturas entre os extremos de 22 °C, no inverno, e 35 °C, no verão, com precipitação pluviométrica média anual em torno de 700 mm (BRASIL, 1998).

Na região, as chuvas se concentram principalmente nos meses de fevereiro/março/abril, quando o estado do Ceará e conseqüentemente a cidade de Crateús fica sob a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), causador da precipitação. Na maior parte do ano, o Ceará fica sob a ação do Anticiclone do Atlântico-Sul, responsável pela estabilidade do tempo, o que resulta num período de estiagem prolongado (ZANELLA, 2005).

O gráfico 1 retrata bem a influência da ZCIT no município de Crateús, onde os meses mais chuvosos se concentram no início do ano, esse fenômeno se configura em ano de quadra chuvosa regular.

Gráfico 1 – Média de precipitação nos 12 meses do ano em Crateús, em ano de chuvas regulares.



Fonte: CEARÁ, 2019.

Segundo Ferreira e Mello (2005), a ZCIT pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre, formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul, em baixos níveis (o choque entre eles faz com que o ar quente e úmido ascenda e provoque a formação das nuvens), baixas pressões, altas temperaturas da superfície do mar, intensa atividade convectiva e precipitação.

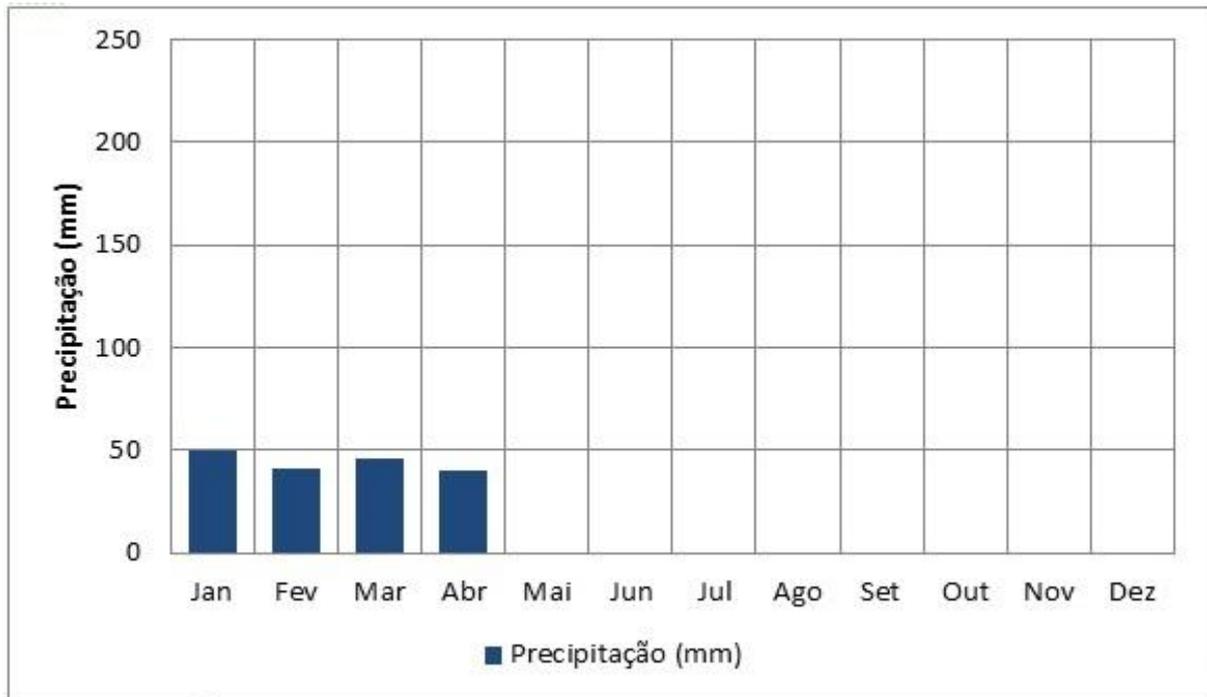
A ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no Nordeste do Brasil. Os anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos no Ceará, se devem a descida da ZCIT e ao fenômeno *La Niña* (resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico) associado ao dipolo negativo do Atlântico, que favorece as chuvas na região.

Zanella (2005) destaca que o fenômeno *El Niño* é um dos sistemas responsáveis pela ocorrência de índices pluviométricos baixos no Ceará, sucedendo em intervalos de aproximadamente três a cinco anos. O fenômeno *El Niño* é a combinação entre o aquecimento anormal do Oceano Pacífico, conjugado com o enfraquecimento dos ventos alísios (que sopram de leste para oeste) na região equatorial.

De acordo com Ferreira e Mello (2005), no fenômeno *El Niño* dependendo da intensidade e período do ano em que ocorre, é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito secos, podendo ocasionar a inibição da formação de

nuvens e descida da ZCIT e, conseqüentemente, podendo haver deficiência das chuvas na região nordeste.

Gráfico 2 – Média de precipitação nos 12 meses do ano em Crateús, em ano de seca.



Fonte: CEARÁ (2019).

O gráfico 2 retrata bem a influência do *El Niño* no município de Crateús, pois devido a esse fenômeno o município sofre com a baixa pluviosidade, onde é possível registrar um volume de chuvas de no máximo 50mm, um índice muito abaixo da média, ocasionando assim intensa estiagem na região.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Dinâmica Climática em Ciclos de Secas e Cheias em Crateús – CE

No Brasil a água está distribuída de maneira irregular devido a uma grande variedade de processos climatológicos. Com precipitação média de 3.000 mm/ano, a região Norte detém 68% da água doce do país. O Nordeste, com

precipitação média de 500 mm/ano, detém apenas 3%. Nessas condições, o Nordeste se encontra em situação de escassez que, segundo a ONU, isso ocorre quando há uma disponibilidade inferior a 500 m<sup>3</sup>/hab./ano. Com as mudanças climáticas, provocadas pelo aquecimento global, o ciclo hidrológico está sendo afetado podendo alterar os eventos de precipitação e seca (SILVA E NOBRE, 2016).

A avaliação do aporte de água no município de Crateús se dá principalmente, com uma análise da dinâmica climática, que caracteriza anos de secas e cheia na cidade de Crateús. Para esse estudo foram obtidos dados pluviométricos junto a FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), com esses dados foi possível apresentar séries históricas de precipitação de 40 anos, compreendendo os anos de 1979 a 2018 (CEARÁ, 2019).

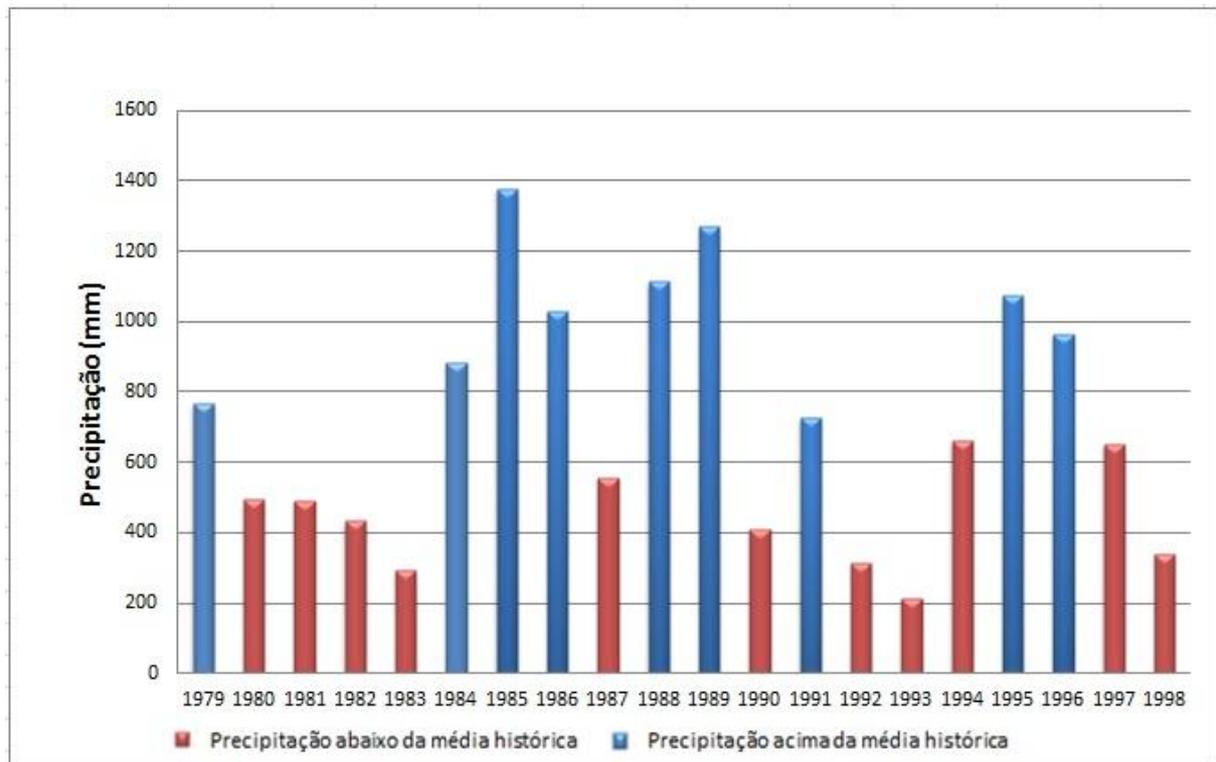
Na caracterização pluviométrica, a média de chuva de todos os anos estudados foi de 666,1 mm, com um volume mínimo de 177 mm.ano<sup>-1</sup> para o ano de 2012 e um volume máximo de 1377,5 mm.ano<sup>-1</sup> para o ano de 1985, esses valores podem ser observados nos gráficos 3 e 4. Nos gráficos é possível observar pontos em azul e pontos em vermelho, os anos que apresentaram média de precipitação abaixo da média dos anos estudados (666,1 mm) estão em vermelho, já os anos com precipitação acima dessa média estão em azul.

Na série histórica estudada constam registros de precipitações acima de 1000 mm.ano<sup>-1</sup> nos anos de 1985, 1986, 1988, 1989, 1995, 2004 e 2009, proporcionando anos de chuvas excepcionais, ocasionando muitas vezes enchente na cidade, devido às construções as margens do rio Poti.

Dentre os dados estudados também foram observados anos com médias de chuva inferiores a 500 mm.ano<sup>-1</sup>, considerado um baixo índice pluviométrico. Nos anos de 1983, 1992, 1993, 1998, 2010, 2012 e 2013 a precipitação foi inferior a 400 mm.ano<sup>-1</sup>, representando anos de seca mais rigorosa na cidade. Tal rigor se atribui ao fenômeno *El Niño*, que dificulta a formação de chuvas.

O gráfico 3 apresenta a média de precipitações de 1979 a 1998, caracterizando bem anos de *El Niño* e *La Niña*, onde é possível visualizar anos de cheias, como 1985, onde a cidade sofreu com enchentes e o ano de 1993, que registrou menos de 300 mm de precipitação.

Gráfico 3 – Média de precipitação em Crateús – CE de 1979 a 1998.



Fonte: Ceará (2019).

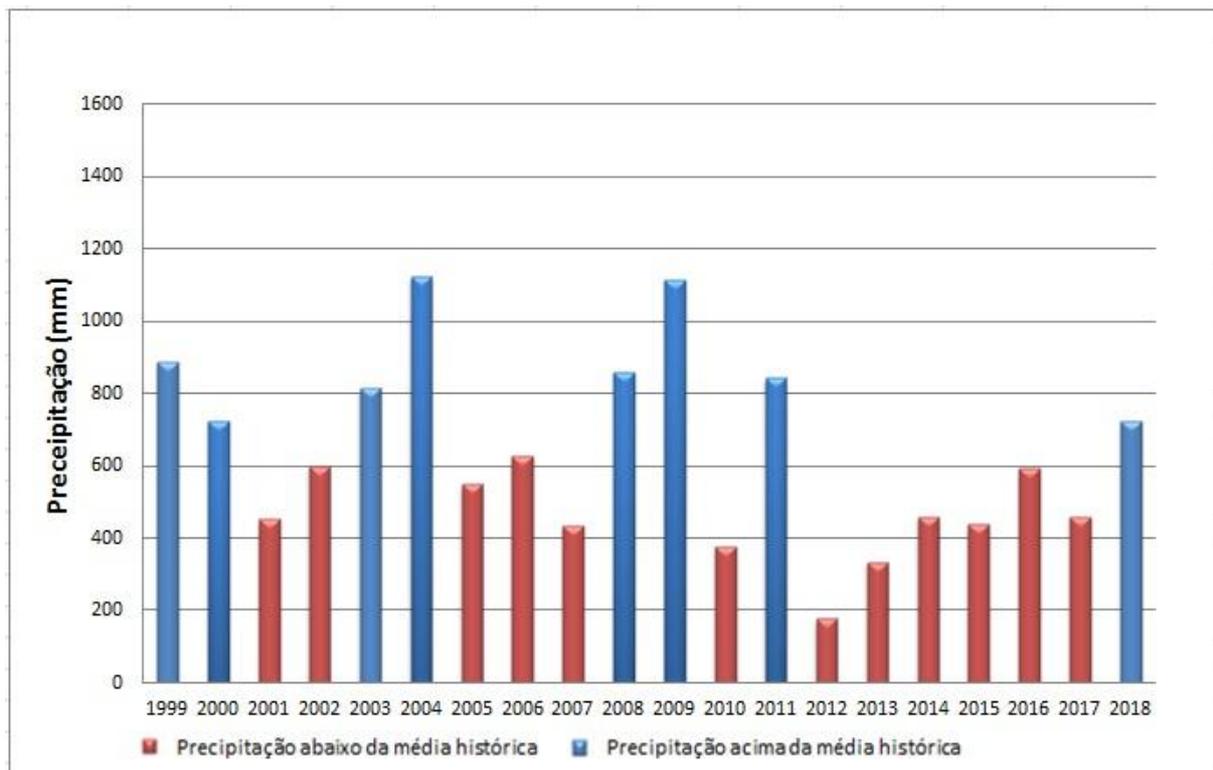
Monte (2014) destaca que na região de Crateús é possível notar picos de precipitações diárias acima de 100 mm em anos de chuvas excepcionais, enfatizando que altas precipitações no início do período chuvoso, apresentam pouco rendimento para áreas de captação, sendo mais interessante após a saturação dos canais fluviais pela absorção de água das primeiras chuvas, pois estes, a princípio, apresentam larga capacitação de absorção pelos seus leitos que estão secos durante um período relativamente extenso do ano.

O gráfico 4 apresenta a média de precipitações de 1999 a 2018, caracterizando bem anos de *El Niño* e *La Niña*, onde é possível visualizar anos de cheias, como 2008, onde a cidade sofreu com enchentes e o ano de 2012, que registrou menos de 200 mm de precipitação, dando início ao intenso período de estiagem que assolou a região até o ano de 2017. No ano de 2018, foi registrado um volume de chuvas acima de 700 mm, um quantitativo bom de água, mas não o suficiente para reestabelecer o sertão castigado pela seca.

Segundo Silva e Nobre (2016), o atual período de estiagem é fruto de um ciclo natural, característica própria do semiárido. O fenômeno tem se intensificado com o aquecimento global, mas a escolha do modelo de desenvolvimento e da gestão de água é que tem transformado esse fenômeno natural em tragédia social. Isso mostra que o poder público já deveria estar preparado as situações de escassez de água.

Essa irregularidade pluviométrica, constatada nas séries históricas analisadas para a área de estudo, tem marcado ao longo do tempo, um povo que aprendeu a conviver com a escassez de água, e que busca melhoria contínua para a sua cidade, para que possam driblar a seca com esperança. Uma alternativa eficaz para essa problemática é utilizar as ferramentas da educação ambiental, mostrando a importância de se economizar água e principalmente valorizar esse bem natural.

Gráfico 4 – Média de precipitação em Crateús – CE de 1999 a 2018.



Fonte: Ceará (2019).

Como descrito acima, a intensa estiagem registrada em todo o estado do Ceará nesses seis anos seguidos (2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017), fez com que boa parte dos mananciais superficiais secasse ou ficasse com a sua capacidade de suporte bem reduzida, chegando muitas vezes ao volume morto, esses fatores comprometeram o abastecimento de água na maioria das cidades da região, principalmente na cidade de Crateús.

### 3.2 Manutenção do Abastecimento de Água na cidade de Crateús – CE.

Nos últimos anos o Nordeste vem sendo impactado por uma grande estiagem. No Ceará, um dos estados com maior porção territorial inserido no chamado polígono das secas, a situação vem se agravando. O governo estadual

decretou situação de emergência em Crateús nesses seis anos de estiagem, de 2012 a 2017.

A decretação de situação de emergência estabelece uma situação jurídica especial para a execução das ações de assistência à população (operação carro-pipa, por exemplo) e de restabelecimento do abastecimento de água (obras e serviços como a instalação de sistemas simplificados de abastecimento e a montagem de adutoras de engate rápido, por exemplo).

Os estudos de Silva e Nobre (2016) enfatizam que as ações de caráter emergencial e assistencialista aliviaram parcialmente a vida dos sertanejos. Mas não houve políticas estruturantes de médio e longo prazo. Na década de 1990 o Ceará inicia um processo de modernização de gerenciamento dos recursos hídricos. O estado se tornou pioneiro na criação de políticas de gestão de águas. O moderno caminho das águas foi sendo desenhado atrelado ao tradicional discurso de combate à seca. Apesar da ocorrência cíclica de períodos com baixa pluviometria, as tentativas de combate ao fenômeno quase sempre apresentaram propostas de curto prazo inapropriadas ao comportamento ambiental da região. A descrição acima foi evidenciada no Ceará nesses seis anos de seca.

Em anos de chuvas regulares, a cidade de Crateús é abastecida pelo açude Carnaubal, que foi construído no ano de 1990 pelo governo do estado do Ceará, com capacidade de armazenamento de 87.690.000 m<sup>3</sup>, com média de evaporação variando de 3,11 a 12,85 mm/dia. Com a intensa seca registrada na região em anos sucessivos, o açude Carnaubal secou, comprometendo o abastecimento de água na cidade de Crateús, que em muitos locais está sendo abastecida por carros pipas e por poços de água subterrânea.

No ano de 2012, a média de precipitação foi de menos de 200 mm, com o isso o açude Carnaubal registrou apenas 3,35% da sua capacidade de armazenamento. Em 2013, a estiagem se prolongava e o açude apresentava um volume inferior a 3%. Mesmo nessas condições, continuava abastecendo a população crateuense, conforme o ano de 2013 se passava, a situação foi se agravando e o açude chegou a apresentar um volume inferior a 1%.

Nesse mesmo ano, o plano de convivência com a seca, desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará, buscou como alternativa para o abastecimento do município, a liberação de água de outro açude, localizado no município vizinho, Novo Oriente. Esse é um açude de grande porte, conhecido como Flor do Campo, e apresentava na época um volume de 12,34%, um percentual considerado baixo, mas que garantiu água para ambos os municípios durante o ano de 2013 e todo o ano de 2014 (CEARÁ, 2018).

No ano de 2015, boa parte dos açudes da região de Crateús estavam secos, e os que ainda eram utilizados estavam com volume morto. Com isso, a alternativa encontrada para manter o abastecimento local nos próximos anos, foi instalar uma adutora de 160 km de extensão, uma obra de engenharia sem precedentes na região Nordeste, no modelo de AMR (adutora de montagem rápida). Com esse sistema, a unidade capta água de um açude e transfere para sistemas de tratamento e distribuição de outros municípios.

Com essa medida emergencial o açude conhecido como Araras, e que na época estava com apenas 5% do seu volume total, passou a ser responsável por abastecer muitas localidades, sendo uma delas Crateús. A alta demanda de água e a intensa evaporação na região, fez com que o açude Araras reduzisse muito o seu volume no ano de 2015. As poucas chuvas registradas no ano de 2016 não foram suficientes para reabastecer o açude Araras, que terminou esse referido ano com menos de 3,5% da sua capacidade, comprometendo mais ainda o abastecimento nessas cidades (CEARÁ, 2018).

Com o volume de água do açude Araras baixo e os problemas no transporte dessa água, como vazamentos na adutora, todas essas problemáticas acabavam por comprometer o sistema de abastecimento do município de Crateús. Para amenizar a inconstância no abastecimento público, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece, buscou ações de injeção de pequenos açudes que se encontram em assentamentos rurais ou em propriedades particulares. Os referidos açudes: Palmares, Farias de Sousa, Belmonte, Punga, Linhares e São Francisco, apresentavam um pouco de água das chuvas de 2016 e foram utilizados no segundo semestre do referido ano, proporcionando a diminuição dessas intermitências de abastecimento (SERTÕES DE CRATEÚS, 2017).

Os sistemas de transferência de água dentro de uma bacia ou entre bacias são uma forma de solucionar o déficit hídrico e tornam o processo de gestão da água complexo em virtude das diferentes realidades socioeconômicas e ambientais, bem como das distintas considerações políticas. Esses sistemas podem ainda implicar, positivamente ou negativamente, impactos sociais, culturais e econômicos aos usuários das bacias doadoras e receptoras e que se localizam ao longo do traçado do caminho que ligará as duas bacias, a depender das metas a serem alcançadas e das alternativas escolhidas (BANCO MUNDIAL, 2005).

Em tempos de escassez a transferência de água é uma questão social, que acaba por gerar problemas entre as comunidades, pois todos querem esse bem tão escasso, essas problemáticas foram observadas na região, atritos entre as populações dos municípios afetados.

Além das alternativas citadas, outras medidas adotadas pelo governo cearense para minimizar essa problemática na região de Crateús, foi construir novas

cisternas, propor o projeto de criação de uma nova barragem, aplicar multas para quem consumisse água acima da média estabelecida e perfurar mais poços de água subterrânea.

### 3.3 Importância e Qualidade da Água Subterrânea

Os recursos hídricos subterrâneos representam fontes estratégicas de grande valia e servidão, com forte alcance social para sobrevivência e fixação do homem diante da atuação do fenômeno das secas.

Dentro deste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços na região Nordeste são pequenas e a água, em função da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem (BRASIL, 1998).

A difícil realidade da escassez de água enfrentada pela população no interior do Ceará faz com que se busquem métodos alternativos para superar essas dificuldades. Na vivência com a seca, os poços surgem como uma estratégia de sobrevivência na cidade de Crateús, onde foram construídos 35 poços na área urbana da cidade, entre os anos de 2013 a 2017. Essa é uma ação de enfrentamento à seca, na tentativa de minimizar o sofrimento da falta de água, suprimindo assim as necessidades da população, já que o principal reservatório que abastece a cidade secou e os demais reservatórios utilizados apresentavam inconstância no abastecimento da cidade.

Os poços de água subterrânea garantem água para a população nos períodos de abastecimento irregular. Um agravante para o uso da água subterrânea na região seria a grande presença de sais, devido ao terreno cristalino, e para resolver essa problemática foram instalados dessalinizadores em alguns poços.

Na atualidade, tem 16 poços em uso na área urbana de Crateús, desse total, 9 apresentam dessalinizador, os demais são utilizados sem essa tecnologia. Nos referidos poços utilizados na cidade de Crateús, foram realizadas análises físico-químicas, que têm por objetivo fornecer informações da qualidade da água subterrânea local, os resultados encontrados foram comparados com a Portaria de Consolidação nº 5, anexo XX, que estabelece um valor máximo permitido (VMP) para parâmetros de qualidade para consumo humano (BRASIL, 2017).

Os resultados revelam que os 9 poços que fazem uso do dessalinizador apresentam em sua maioria, valores dentro dos padrões de potabilidade como estabelece o Ministério da Saúde, pois dentre os parâmetros analisados apenas 2 amostras estavam em desacordo, com valores de pH ácido. Valores semelhantes de pH foram encontrados por Neves *et al.* (2017) em poços do município de Pentecoste - CE, que também fazem uso de dessalinizador, pois dentre os 4 poços analisados, 75% apresentam pH ácido.

Os demais parâmetros analisados estavam abaixo do VMP estabelecido na legislação. Com isso é possível destacar que o dessalinizador se mostra eficaz para o seu uso, pois a tecnologia utilizada remove partículas bem pequenas. A água captada nos poços com dessalinizador é usada pela população local para beber e para as atividades domésticas. A tecnologia do dessalinizador utiliza-se de osmose reversa, que consegue remover bem os sais dissolvidos na água, revelando-se como um bom tratamento da água. Uma das problemáticas dessa tecnologia é a produção de rejeito salino, que pode ser aproveitado ou descartado no ambiente.

De acordo com Zoby (2008), a osmose reversa tem sido o processo mais utilizado para a remoção dos sais, mas muitas dificuldades, entretanto, estão presentes na implantação dos equipamentos de dessalinização e incluem a falta de operação e manutenção adequadas, que causam a paralisação dos mesmos, e a produção de rejeito, que normalmente é despejado no solo sem qualquer critério, provocando a erosão e a salinização do solo. Algumas alternativas para a questão da disposição do rejeito são a cristalização seletiva de sais, cultivo de tilápia rosa (*Oreochromis sp*) e irrigação da erva sal (*Atriplex nummularia*).

Bezerra *et al.* (2016) destaca, que o processo de osmose reversa implica na geração de rejeito, uma água residuária que tem concentração salina muito maior que a água salobra submetida ao tratamento e, por conseguinte, possui alto risco de contaminação ambiental. Neste sentido, apesar de ser uma técnica de grande aplicabilidade e com resultado satisfatório, proporcionando melhores condições para a população semiárida, está também possui seus riscos, que podem gerar impactos negativos de grande significância para o meio ambiente, como também para as pessoas.

Segundo Neves *et al.* (2017) a produção do rejeito proveniente da dessalinização da água pode contaminar o lençol freático e gerar sérios impactos ambientais no solo, que futuramente pode gerar erosão. Diante dessa problemática é importante salientar a importância do dessalinizador e da busca por alternativas de uso do rejeito gerado. Em Pentecoste – CE, algumas localidades fazem uso do dessalinizador, e dentre as famílias beneficiadas por essa tecnologia, muitas utilizam a água dessalinizada para consumo direto, para beber, assim como o que ocorre em Crateús.

O Ministério do Meio Ambiente sugere que, dependendo do teor e dos tipos de sais e da presença de determinadas substâncias químicas nesse concentrado, o rejeito poderá ser utilizado para diversos usos, como: dessedentação animal; no uso doméstico, como exemplo em descargas sanitárias, lavagem de louça, higiene pessoal e limpeza em geral; irrigação em plantações (plantas halófitas, capim elefante entre outras); e criação de peixes (BRASIL, 2015). Essas alternativas são de grande valia para minimizar os efeitos do rejeito gerado nos dessalinizadores, pois a água produzida com essa tecnologia é essencial para a população que vive no semiárido.

Os dessalinizadores da cidade de Crateús são monitorados pela prefeitura do município, que cuida da sua operação e manutenção. Nos poços que utilizam essa tecnologia, encontra-se também um tanque de contenção do rejeito gerado pelo processo de dessalinização, com o objetivo de armazená-lo de forma a evitar que se disperse no ambiente. Quando o tanque chega ao seu limite de armazenamento, em alguns poços esse rejeito vai para a rede de esgoto, em outros é disposto no solo sem nenhum tratamento ou aproveitamento. Entretanto, algumas comunidades fazem o aproveitamento desse concentrado para uso doméstico e dessedentação animal, como recomenda o Ministério do Meio Ambiente.

Os estudos realizados por Lopes *et al.* (2008) também sugerem para as águas subterrâneas do município de Ocara – CE, que apresenta as mesmas condições de solo, comparado com Crateús, que essas águas necessitam passar por um processo de remoção de sais, sendo a osmose reversa o processo mais usado para dessalinização no Ceará. Nesse mesmo estudo, também foram realizadas análises em amostras que já havia passado pelo dessalinizador, onde se observou que o processo de dessalinização (osmose reversa), reduziu cerca de 90% a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD).

Dos poços analisados, 7 deles não fazem uso de dessalinizador, e são utilizados pela população para usos múltiplos. A água bruta analisada nesses poços apresentou cinco parâmetros em desacordo com a legislação, são eles, cloreto, dureza, nitrato, sódio e STD. Esses resultados demonstram a importância do dessalinizador, com relação ao atendimento a legislação.

A concentração de cloreto nas amostras variou de 74 a 457 mg/L. Das amostras analisadas, 3 apresentaram resultado acima do valor estabelecido na legislação que é de 250 mg/L. Altas concentrações de cloreto na água subterrânea também foram apresentados no trabalho de Lopes *et al.* (2008). Maiores concentrações de cloretos conferem sabor salino à água de consumo e maior índice de rejeição por parte da população abastecida, sendo prejudiciais às plantas. Essas águas são corrosivas e atacam estruturas e recipientes metálicos. (LIBÂNIO, 2008).

Segundo Esteves (2011), o somatório das concentrações de cálcio e magnésio constitui um importante parâmetro, conhecido como dureza. A dureza da

água mede o grau de impedimento da ação do sabão e pode ser uma água altamente corrosiva para metais. Os resultados para o parâmetro dureza mostram que, quanto ao valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde (500 mg/L), 4 amostras atenderam ao padrão de potabilidade, com resultados que variavam entre 66 e 476 mg/L. Os demais poços apresentaram resultados superiores a 600 mg/L.

Na classificação das águas quanto ao grau de dureza, as amostras que apresentam resultados acima de 300 mg/L, são classificadas como sendo uma água muito dura (ESTEVES, 2011). Diante desse cenário e com exceção de 1 poço, as águas da região de Crateús são classificadas em muito duras, pois apresentam valores de dureza acima de 300, o que limita o seu uso. A presença da dureza na água subterrânea também foi evidenciada nos resultados de Lopes *et al.* (2008), para as águas do município de Ocara – CE, que apresenta terreno cristalino, como o encontrado na região de Crateús.

Nos poços analisados e que não fazem uso do dessalinizador, os valores de nitrato variaram de 1,7 a 47,0 mg/L. Os menores valores registrados se fizeram presente em 3 poços. Os demais poços apresentaram concentrações superiores a 10 mg/L, o valor limite estabelecido pela legislação brasileira, ou seja 4 poços não atendem ao VMP. No sertão da Paraíba, Bezerra *et al.* (2016) também encontrou valores semelhantes de nitrato na água bruta analisada nos poços da região. A contaminação por nitrato, provavelmente é oriunda da infiltração de esgotos domésticos de fossas e de resíduos de animais, sendo facilmente disseminada através das fissuras das rochas.

A quantidade de nitrogênio na água pode indicar uma poluição recente ou remota, assim águas com predominância de nitrogênio orgânico e amoniacal são poluídas por descargas de esgotos próximos, já águas com concentrações de nitrato indicam uma poluição remota, porque os íons nitratos são produtos finais de oxidação do nitrogênio (BRASIL, 2007).

O teor de sódio nas águas subterrâneas de Crateús variou de 59 a 346 mg/L, com 1 poço registrando resultado acima do VMP, que é 200 mg/L, os demais apresentaram concentrações de sódio inferiores ao permitido para águas potáveis, na legislação brasileira.

Dentre os poços pesquisados, um dos parâmetros analisados foi sólidos totais dissolvidos. Em 3 deles, os valores de STD variaram de 1.027 a 1.602 mg/L, apresentando resultados acima do VMP estabelecido na legislação, que é 1.000 mg/L. E outros 2 poços apresentaram resultados bem próximo do VMP, os demais apresentaram resultados satisfatórios para esse parâmetro.

Valores semelhantes de STD foram encontrados por Gomes *et al.* (2010) em poços do município de Morada Nova, que também capta água do terreno

cristalino, dentre os 18 poços analisados, 42% captam águas salobras, ou seja, com teor em STD > 500 mg/L, e entre as salobras existem três poços com STD > 1000 mg/L, como o que ocorre em Crateús. Ribeiro *et al.* (2010) também analisou STD na região do litoral e em um dos pontos também encontrou valor acima do permitido pela legislação. Esses resultados mostram que esse é um fato recorrente nas águas subterrâneas do Ceará.

Diante dos resultados se observa que as águas subterrâneas apresentam alguns parâmetros em desacordo com a legislação, mas que não inviabilizam o seu uso na cidade de Crateús. Pois, segundo Colin e Cann (2011), águas subterrâneas foram tradicionalmente consideradas como sendo uma forma “pura” de água. Por causa da filtração através do solo e seu longo tempo de residência no subterrâneo, ela contém muito menos matéria orgânica e microrganismos causadores de doenças do que águas de lagos ou rios. Algumas águas subterrâneas são naturalmente muito salgadas e ácidas para o consumo humano ou para uso em irrigação, e podem conter quantidades excessivas de íons sódio, sulfeto, ou ferro que inviabilizam o seu uso em muitas outras atividades.

Portanto, os dados apresentados são muito significativos para a região de Crateús, que está sofrendo com a seca, e a água subterrânea está contribuindo para minimizar os efeitos dessa estiagem prolongada. Em épocas críticas os poços que captam água salobra, também podem contribuir com a oferta de água e uma alternativa para melhorar a qualidade dessas águas foi à instalação de dessalinizadores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a discussão dos resultados pode-se observar que as situações verificadas nos setores da bacia dos Sertões de Crateús – CE podem remeter à necessidade de uma intervenção planejada que privilegie práticas adequadas ao desenvolvimento sustentável, como o planejamento ambiental, voltado para a escassez hídrica na região e a qualidade da água.

Sob esse prisma, as estratégias para o enfrentamento das secas recorrentes geralmente buscaram garantir a oferta de água por meio de ações que envolveram a construção de açudes e a perfuração de poços. As medidas adotadas, no entanto, transformaram o semiárido em uma das regiões com maior capacidade de armazenamento de água do mundo, mas não resolveram o problema da escassez de água. Nota-se que os impactos das secas foram atenuados, mas a insegurança hídrica persiste (FAUSTINO *et al.*, 2016).

Em suma, a gestão dos recursos hídricos deve considerar as peculiaridades locais, já que os sistemas socioambientais diferem de uma região para outra. Sendo interessante observar a dinâmica climática de secas e cheias, que seguem o ciclo natural do clima da região, para que assim possam estar preparados para o próximo ciclo de estiagem. Cada região necessita avaliar as implicações concretas de suas políticas, enfocando, no entanto, objetivos comuns como a qualidade de vida e ambiental.

A manutenção do equilíbrio ambiental é fundamental para o desenvolvimento sustentável, pois respeitar a capacidade de suporte do ambiente fornece subsídio para o crescimento socioeconômico e para a conservação dos recursos naturais. Os recursos hídricos são bens indispensáveis à humanidade, pois a escassez de água acaba por condicionar entraves ao desenvolvimento econômico, que acaba limitando o desenvolvimento social de regiões semiáridas do país, como o que está ocorrendo no sertão cearense, pois em tempos de crise hídrica a população da cidade de Crateús sofria com a busca por fontes de água, sendo os mais humildes os mais afetados com essa crise.

A pesquisa realizada neste trabalho sobre a qualidade da água subterrânea demonstrou que o uso de dessalinizador é uma tecnologia eficiente, pois quase todos os parâmetros analisados nas amostras que se utilizam dessa ferramenta encontram-se dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Uma problemática dessa tecnologia é o rejeito gerado, podendo esse concentrado salino ser utilizado por exemplo, na atividade de piscicultura com espécies de Tilápia, essa pode ser uma alternativa viável na região de Crateús para a destinação do rejeito proveniente do processo de dessalinização.

Já a água subterrânea que não utiliza dessalinizador, apresenta alguns parâmetros em desacordo com a legislação, mas esses parâmetros não limitam o seu uso, sendo, portanto uma ótima alternativa de fonte hídrica na região. As características químicas das águas subterrâneas podem ser influenciadas pela natureza e composição mineralógica da rocha, composição química do solo, condições climáticas, composição química da água de recarga, tempo de permanência no aquífero e permeabilidade. Além disso, as atividades humanas também podem ocasionar mudanças na composição química da água subterrânea.

Apesar da relevância da água subterrânea para o desenvolvimento socioeconômico, o Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos e da qualidade das suas águas. Os estudos regionais são poucos e encontram-se defasados. A maior parte dos estudos de qualidade da água subterrânea publicados mais recentemente tem caráter mais localizado.

Para tanto, deve-se priorizar medidas que visem o desenvolvimento sustentável e a educação ambiental, tais como, ampliação do sistema de esgotamento sanitário, desenvolver uma infraestrutura mínima para o sistema de monitoramento e previsão de secas, o armazenamento adequado da água da chuva em reservatórios familiares ou comunitários, a implantação de uma política de reúso da água, a hierarquização do uso, a redução e prioridade ao consumo humano e a melhoria da sua qualidade.

## 7 REFERÊNCIAS

APHA - American Public Health Association. **Standard Methods** for the examination of water and wastewater. 22. ed. 2012.

BANCO MUNDIAL. **Transferência de água entre bacias hidrográficas** - 1ª Edição – 1ª Reimpressão – Brasília – 2005. 93p.

BEZERRA, E. B. N. *et al.* Impactos da Destinação do Rejeito da Dessalinização de Água Subterrânea em uma Comunidade de Juazeirinho – PB. **I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido - CONIDIS**. Campina Grande – PB, 2016.

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 5. **Anexo XX Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade**. Brasília, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Água Doce: orientações técnicas dos componentes do programa água doce para implantação dos sistemas de dessalinização**. Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_. CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais e Universidade Federal do Ceará. Comportamento das bacias sedimentares da região semiárida do Nordeste brasileiro. **Hidrogeologia da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira**. 2007.

\_\_\_\_\_. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Ceará: diagnóstico do município de Crateús**. Fortaleza, 1998.

CEARÁ. FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Séries históricas.** Disponível em: <<http://www.funceme.br/areas/monitoramento/> download-de-serieshistoricas>. Acesso em: 05 de janeiro de 2019. 2019.

\_\_\_\_\_. COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Portal hidrológico do Ceará – Nível dos açudes.** Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>. Acesso em: 08 de abril de 2018. 2018.

\_\_\_\_\_. SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos. COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Inventário Ambiental – Açude Carnaubal.** 2011a.

\_\_\_\_\_. COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Justificativa para a necessidade de divisão da Bacia do Parnaíba em duas, resultando na criação da Bacia da Serra da Ibiapaba e da Bacia dos Sertões de Crateús.** Crateús, 2011b.

\_\_\_\_\_. FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Elaboração da Base Cartográfica de parte da Mesorregião dos Sertões Cearenses.** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, 2009.

\_\_\_\_\_. Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. **Cenário Atual dos recursos hídricos do Ceará/** Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2008. 174p. : il. – (Coleção Pacto das Águas).

COLIN B.; CANN M. **Química ambiental** . 4. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2011.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FAUSTINO, J. C. dos S. *et al.* Convivência com a escassez de água: a importância do capital social nas áreas susceptíveis à desertificação no Semiárido. **Revista Sustentabilidade em Debate** – Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 114-135, dez/2016.

FERREIRA, A. G. MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005.

FERNANDES, A. **Fitogeografia Brasileira: províncias florísticas.** Realce. Fortaleza, 2006. 202p.

GOMES, D. F. *et al.* Estudo Hidroquímico e Isotópico (<sup>18</sup>O) do Aquífero Aluvião do Rio Banabuiú – Trecho Morada Nova – Ceará. **Revista de Geologia**, v. 23, n. 1, p. 32 – 48, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: **Censo Demográfico de 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 jun. 2019.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. Campinas – SP: ed. Átomo, 2ª edição, 2008.

LIMA, E. C. **Planejamento Ambiental como subsídio para Gestão Ambiental da Bacia de Drenagem do Açude Paulo Sarasate Varjota – Ceará**. 2012. 201 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

LOPES, M. F. de O. *et al.* Avaliação da qualidade das águas subterrâneas no município de Ocara – CE. **Revista de Geologia**, v. 21, n. 1, p. 35 – 48, 2008.

MONTE, A. M. de S. **A planície fluvial do Rio Poti nos municípios de Novo Oriente e Crateús – CE: os barramentos e suas repercussões socioambientais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

NEVES, A. L. R. *et al.* Aspectos Socioambientais e Qualidade da Água de Dessalinizadores nas Comunidades Rurais de Pentecoste – CE. **Revista Ambiente e Água**. Taubaté, v. 12, n. 1, p. 124 – 135, 2017.

RIBEIRO, J. A. P. *et al.* Características Hidroquímicas da Faixa Costeira Leste da Região Metropolitana de Fortaleza – Ceará. **XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Luís – MA, 2010.

SERTÕES DE CRATEÚS. Disponível em: <<http://sertoesdecrateus.com.br/2017/06/22/oitavo-ano-seguido-de-seca/>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2017. 2017.

SILVA, J. F. da; NOBRE, F. W. O discurso da seca e da crise hídrica: uma análise do Cinturão das Águas do Ceará. **Revista Sustentabilidade em Debate** – Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 22-37, dez/2016.

TUNDISI, J. G. e TUNDISI, T. M. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. in: (org.). SILVA, J. B. *et al.* **Ceará: um novo olhar geográfico**. Edições Demócrito Rocha, Fortaleza, 2005. 480p.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **XV Congresso Internacional das Águas Subterrâneas no Brasil**. Natal – RN, 2008.

