

Maria Dasdores Gonçalo Costa
Juan Carlos Alvarado Alcócer
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Dessalinização de águas

uma alternativa sustentável às comunidades



Dessalinização de águas

uma alternativa sustentável
às comunidades

Dessalinização de águas

uma alternativa sustentável
às comunidades

Maria Dasdores Gonçalo Costa
Juan Carlos Alvarado Alcócer
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto

Copyright © 2021 Edições Cultura & Informação.
Todos os direitos reservados reservados.

Editor-chefe: Esdras Renan Farias Dantas
Diagramação: Diagramador da Edições Cultura & Informação.
Capa: Serviço de terceiros.

ISBN: 978-65-993052-0-7

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Responsável: Esdras Renan Farias Dantas
Bibliotecário CRB15-670

C837d

Costa, Maria Dasdores Gonçalves.

Dessalinização de águas : uma alternativa sustentável às comunidades / Maria Dasdores Gonçalves Costa, Juan Carlos Alvarado Alcócer, Olienai de Ribeiro de Oliveira Pinto. – Fortaleza, CE : Edições Cultura & Informação, 2021.

p. : il. ; 22 cm.

ISBN: 978-65-993052-0-7

1. Recursos hídricos. 2. Dessalinizador. 3. Sustentabilidade.
I. Título. II. Alcócer, Juan Carlos Alvarado. III. Pinto, Olienai de
Ribeiro de Oliveira.

21. ed. CDD: 333.910

Foi efetuado o depósito legal conforme Lei 10.994 de 14/12/2004.

Fica proibida a reprodução.

www.edicoesci.com.br

CONSELHO CIENTÍFICO

Dra. Débora Adriano Sampaio	Ciência da Informação
Me. Esdras Renan Farias Dantas	Biblioteconomia
Dra. Joana Coeli Ribeiro Garcia	Ciências Huamanoas
Dra. José Mauro Matheus Loureiro	Museologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	SUSTENTABILIDADE HÍDRICO-AMBIENTAL	7
2.1	Água pra que te quero!	15
2.2	Política das águas: um modelo de gerenciamento em construção	19
2.3	A questão da sustentabilidade hídrico-ambiental	28
3	CONTEXTOS E APLICAÇÕES: OS USOS DOS DESSALINIZADORES NO BRASIL E NO MUNDO (MULTILOCALIZADOS)	39
3.1	Aspectos históricos da dessalinização	40
3.2	Os modelos de equipamentos de dessalinização	40
3.3	Reflexões possíveis sobre um modelo de sistema integrado nas abordagens de Boef e Thijssen	42
3.4	Caracterização do município de Barreira	44
4	MATERIAL E MÉTODOS	49
4.1	Caracterização da pesquisa	51
4.2	O território e sua caracterização	52
4.3	Período de estudo e comunidades visitadas	53
4	Procedimentos de coleta e análise de dados	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
5.1	Cenário atual dos sistemas de dessalinização e sua estrutura organizacional de funcionamento	58
5.2	A efetividade dos sistemas de dessalinização em Barreira	59

5.3	O modelo de DRP	63
5.3.1	Descrição do modelo	66
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXO 1 – UTM DE LOCALIZAÇÃO E DISCRETIZAÇÃO DAS UNIDADES DESSALINIZADORAS EM BARREIRA - CE	

PREFÁCIO

O livro “Dessalinização de águas: uma alternativa sustentável às comunidades”, de Maria Dasdores Gonçalo Costa, Juan Carlos Alvarado Alcócer e Olienaiide Ribeiro de Oliveira Pinto, vem contribuir para a comunidade científica em torno do Meio Ambiente e Ciências Agrárias com o propósito de colaborar para a compreensão de como é concebível favorecer a sociedade a partir da elaboração e utilização de tecnologias sociais sem dispensar do cuidado e consciência com a sustentabilidade ambiental.

Destaco algo oportuno de grande relevância em todo o teor desta obra: o caráter acadêmico-científico e didático-pedagógico, o leitor deste livro poderá perceber que as autoras e o autor descreveram detalhadamente todo o processo descritivo de dessalinização de águas com a utilização do dessalinizador. Neste sentido, o livro se inicia com os aspectos conceituais, teóricos e gerais da dessalinização de águas como alternativas para comunidades que vivem em regiões com solos salinos. Em seguida os autores apresentam o dessalinizador como um equipamento indispensável para a minimização dos impactos ambientais causados pela destinação incorreta dos resíduos oriundo da dessalinização da água salobra ou salgada.

Em segunda, os autores mostram detalhadamente o conteúdo necessário para o devido funcionamento de um dessalinizador. Salienta-se que a técnica de dessalinização é muito utilizada em regiões com poucos recursos hídricos, garantindo o abastecimento mesmo em condições pouco favoráveis. Na região semiárida do Nordeste do brasileiro, é bastante comum encontrar água salobra nos poços perfurados, sendo imprópria para consumo humano devido ao alto grau de salinidade.

Ressaltando o processo didático-pedagógico o livro relata a política das águas e um modelo de gerenciamento em construção abordando a questão da sustentabilidade hídrico-ambiental. Além disso, aborda aspectos históricos da dessalinização e os modelos de equipamentos de dessalinização de águas salobras ou água com níveis de sal elevado em comunidades onde não tem acesso a outro tipo de água para consumir. Convidamos o leitor desta obra para um deleite profícuo e reflexivo não somente sobre a teoria que engloba a dessalinização de águas, mas de todo o conteúdo abordado no livro.

Dra. Olienaiide Ribeiro de Oliveira Pinto
Engenheira Agrônoma

1

INTRODUÇÃO

A estiagem/seca como fenômeno que ocorre naturalmente traz consigo escassez de água doce no mundo. Essa ocorrência limita a disponibilidade hídrica e deixa à margem parte da população do planeta que vive em áreas onde a fonte de água disponível é de difícil acesso e/ou de baixa qualidade para atender as atividades humanas fundamentais. Em função disso, surgem tecnologias com fundamentos de sustentabilidade como alternativa capazes de minimizar o problema da escassez de água doce e melhorar as condições de vida da população (SILVEIRA et al., 2015).

Dentro desse cenário, a dessalinização de águas salobras ou salinas se torna viável em inúmeras regiões do planeta onde a disponibilidade hídrica é baixa, acarretando o aumento no uso de águas subterrâneas para o abastecimento humano e animal, bem como a irrigação agrícola, pois se estima que, nas três últimas décadas, 300 milhões de poços foram perfurados no mundo com o desígnio de atender aos países desenvolvidos ou não (NEVES, et al., 2016). A questão crucial concerne a padrões de qualidade, visto que as águas naturais contêm gases e sólidos como impurezas dissolvidas (MESTRINHO, 2013). Há, portanto, considerável restrição quando estas apresentam elevados teores de sais dissolvidos.

A demanda de água doce é um dos maiores desafios enfrentados na atualidade pelo conjunto da sociedade. Destacam-se,

entre as causas diretas dessa realidade, um sistema eminentemente capitalista conduzido pelo processo de globalização neoliberal em detrimento das necessidades básicas das diferentes formas de vida no planeta e a ineficiência de investimentos em políticas de convivência com a seca em regiões mais suscetíveis, como a do Nordeste brasileiro (LEMOS et al., 2012; SCHISTEK, 2013).

O crescimento da população nessas áreas tem requerido enormes volumes de água, com relação à escassez para a produção de alimentos e para o abastecimento. Nessa região, onde cerca de 50% dos solos é formado por rochas do embasamento cristalino (granitos, gnaisses, xistos, etc.), agrava-se ainda mais, dado que o solo da depressão sertaneja é raso, pedregoso e com pouca drenagem, afetando a quantidade e a qualidade da água subterrânea (PINHEIRO et al., 2018). E o contato duradouro com esse tipo de rochas resulta numa água com alto grau de salinidade.

Assim, o aproveitamento dessas águas ocorre com os processos de dessalinização que podem ser naturalmente, por meio do ciclo hidrológico, e mecânicos, através dos sistemas implantados conforme a especificidade de cada área. Estes últimos, por sua vez, apresenta vários tipos de dessalinizadores disponíveis no mercado. Contudo, tem-se em comum a transformação em água potável, mas para ser considerada potável deve atender aos padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

A importância de adotar a tecnologia de separar o sal da água consiste na considerável disponibilidade hídrica salobra e salina, a fim de garantir principalmente o acesso à água com qualidade para fins de abastecimento humano à população do semiárido. Unindo-se a essa questão, é significativo conhecer a classificação das águas naturais que consta no art. 2º da Resolução Conama nº 357, como água doce aquela com menos de 0,5 g/L de sais, enquanto a água salobra possui entre 0,5 e 30 g/L, ao passo que a água salina concentra mais de 30 g/L (CONAMA, 2005).

Diante dessa circunstância, tem-se adotado o uso de dessalinizadores com finalidade de dispor água com padrões de qualidade requerida. O processo de dessalinização consiste na separação de sais presentes na água, produzindo uma solução baixa em salinidade e um concentrado (rejeito) de elevada salinidade. Uma das tecnologias recorre à utilização de membranas semipermeáveis, trata-se de 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. Em comunidades que possuem este sistema, a água produzida apresenta reduzidos o teor de sais e os contaminantes microbiológicos prejudiciais à saúde humana (PINHEIRO et al., 2018).

A dessalinização por osmose reversa surgiu na década de 80 e tem se destacado no processo de dessalinização de água salobra subterrânea em municípios nas regiões semiáridas. Essa alternativa visa atender comunidades em condições de desabastecimento hídrico e seu desafio está no aproveitamento sustentável das reservas hídricas subterrâneas, congregando práticas ambientais e sociais inovadoras na gestão de sistemas de dessalinização, o que demanda cuidados e estudos, considerando que determinados fatores podem aumentar a concentração de sais no solo e na água.

Dessa forma, este trabalho foi efetivado no município de Barreira, Maciço de Baturité, Ceará, em 16 localidades entre rurais e urbanas que consomem água subterrânea captada por meio da perfuração de poços tubulares e dispõem de equipamentos de dessalinização, são elas: Angicos, Arerê, Batalha, Caiana, Croatá, Córrego, Cruz, Exu II, Grossos, Lagoa do Barro, Lagoa do Canto, Lagoa do Meio, Mearim I, Pascoalzinho, Torre de Aço e Uruá. Uma característica marcante nas comunidades em estudo é a concentração de sais na água dos poços, daí que o equipamento de dessalinização pode constituir-se em uma ferramenta concreta de desenvolvimento local, sendo fundamental que se acelere a implantação dessas tecnologias, de forma sistêmica e participativa.

Assim posto, a definição se deu a partir da necessidade de conhecer o cenário atual dos sistemas de dessalinização instalados no município de Barreira para compreender até que ponto funcionam sustentavelmente. É diferenciada pelo seu pioneirismo neste município, ao envolver as comunidades situadas em áreas de insegurança hídrica, pois discute pressupostos teóricos e investigativos com a pretensão de aprofundar novos conhecimentos, contribuindo na busca de um modelo de gestão inclusiva para a efetividade dos sistemas de dessalinização.

Portanto, o objetivo geral foi compreender a efetividade dos sistemas de dessalinização de águas a partir dos olhares dos atores sociais operantes dos equipamentos, e como objetivos específicos, foram estabelecidos: identificar quais circunstâncias encontram os

sistemas de dessalinização para a efetividade de atendimento às comunidades em situação de vulnerabilidade; verificar os desafios e as potencialidades de aproveitamento do potencial hídrico local; e, propor um modelo inovador de Diagnóstico Rápido Participativo – DRA que instigue uma outra realidade, embasada no processo democrático participativo.

2

ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

2.1 Água pra que te quero!¹

Ao considerar o contexto interdisciplinar desta pesquisa em que aflora o caráter ambiental, torna-se indispensável, em meio ao período mais prolongado de seca na história do Brasil nos últimos cem anos, circunscrever o elemento água fortemente integrado à nossa vida. A água é uma substância presente naturalmente no ambiente e pode ser encontrada em todas as partes e em estados variados, que passam por processos de transformação com a mudança de temperatura. Ao levar-se em conta a dinâmica da água no planeta a partir do ciclo hidrológico, é possível afirmar que a quantidade disponível é a mesma desde a origem da Terra, a questão está na sua distribuição desigual.

É comum encontrar na literatura a quantidade de água sobre o planeta. Parece simples. Porém, quando se analisa os números e compreende-se a complexidade de se ter 1,384 sextilhão (106) de litros, distribuídos nos oceanos (97,5%), nas geleiras (1,8%), nas camadas subterrâneas (0,6%), nos lagos e rios (0,015%), tendo 0,005% de umidade do solo, 0,0009% em forma de vapor na

¹ Título do caderno de viagem do projeto “Água pra que te quero!”, de Nívea Uchôa. Fortaleza, 2010. Este documentário reúne a realidade do povo cearense, em três bacias hidrográficas, retratando a relação do homem com a água.

atmosfera e 0,00004% na matéria viva (MOURA *et al*, 2008)², gera-se forte impacto social. Isso graças ao grau assimétrico na composição e distribuição espaço-temporal da água. Tal situação configura um cenário em que 2,5% é água doce, e deste, menos de 1% do total encontra-se disponível para o consumo humano, visto que a maioria está em aquíferos subterrâneos. Consequentemente, o problema reside no fato de que a sua maior parte está impossibilitada para consumo, provocando restrição ao acesso humano.

Essa realidade proporciona, por um lado, abundância de água em algumas regiões do mundo, enquanto em outras é insuficiente para atender à população. O Brasil, por exemplo, detém cerca de 12% da água doce do planeta, e é considerado o país com maior disponibilidade de água potável. Todavia, é tido como uma país de contraste, pelo fato de sua distribuição natural ser irregular, haja vista a região Norte concentrar cerca de 80% da quantidade de água doce disponível para atender 5% da população, enquanto as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população com menos de 3% da reserva hídrica do país (ANA, 2018). Nessas áreas mais populosas é perceptível a escassez de água doce bruta de qualidade e o mal-uso tem agravado consideravelmente a situação, “sendo o semiárido brasileiro um dos mais habitados do mundo” (BARACUHY; FURTADO; FRANCISCO, 2017, p. 9).

O Nordeste brasileiro é caracterizado pelo clima semiárido, em que altas temperaturas, elevados índices de evaporação e baixos índices pluviométricos tornam a água escassa. Em 2017, essa região ganhou nova configuração, considerando a precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; o índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; e o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, incluindo todos os dias do ano (SUDENE, 2018). De acordo com dados da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), mais de 73 municípios foram incorporados à região do semiárido Brasileiro, atualmente composto por 1.262 municípios dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, com área atualizada de 1.128.697 km² e uma população de 27.870.241

² O autor chama atenção para distribuição desigual da água e aponta alternativas de convivência com essa realidade. Ver em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23343>.

habitantes (2017)³. No estado do Ceará, novos 5 municípios integram essa região: Bela Cruz, Camocim, Chaval, Cruz e Itarema.

Então, torna-se desafiador garantir água em qualidade e quantidade satisfatórias aos múltiplos usos, principalmente consumo humano, devido aos longos períodos de secas associado à grande quantidade de reservatórios subterrâneos de água. Com base em Rebouças e Palma (2013), essas águas subterrâneas contribuem com 97% do volume existente no país e correspondem a 60% do consumo de água potável. Embora um percentual considerável, dois pontos merecem destaque: o primeiro está relacionado à presença de sais na água e o segundo corresponde à forma de captação, fatores que limitam o uso em diversas atividades.

Muito tem-se estudado sobre os efeitos da seca, pois a região semiárida sempre foi marcada por eventos extremos de seca ou cheia. Data-se do ano 1587 o primeiro relato sobre o fenômeno da seca no semiárido brasileiro (MMA, 2012). Para Silva (2014), “Estiagem é o fator natural, mas a Seca é Sociocultural e Política”, estando elas, então, intrinsicamente ligadas por um viés que se configurou historicamente a partir da relação do ser humano com o meio em que vive, portanto, marcada pela prática desarmônica entre os homens e de estes com a natureza.

Coaduna com a fala de Uilma Silva, o panorama mencionado por Barbalho (2018), quando aponta que as crises hídricas no Brasil tiveram a seca como fator de segregação social, trajetória assim conhecida como “As viúvas da seca”. Em resumo, resgata-se que, no ano de 1877, diversos famintos ocuparam as ruas de Fortaleza. Durante a Guerra de Canudos (1896/97), mais de 25 mil mortos foram identificados. Em 1915, com medo que a situação fosse semelhante ao ano de 1887, os currais do governo surgiram para conter os retirantes. Estima-se que, no mínimo, 73 mil pessoas passaram pelos campos de concentração no Nordeste; nos anos 1950, acontece a migração de pessoas para construir Brasília e obras estruturantes e para o Sudeste, com o avanço da industrialização. Havia cerca de 10 milhões de flagelados dispersos pelo Nordeste nos anos 1980. Registra-se a circunstância em que os homens deixam o

³ De acordo com a Resolução CONDEL (CONSELHO DELIBERATIVO DA SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE) nº 107, de 27/07/2017 e nº 115, de 23/11/2017.

convívio familiar, aproximadamente 5 milhões, enquanto as mulheres cuidavam da família. Com isso, mais de 1,5 milhão estavam inscritos nas frentes de trabalho...e outras fases sucederam, inclusive com viés organizativo de superação e convivência com a situação.

No sentido que a seca se apresenta e se apresentava, traz consigo efeitos sociais, econômicos e ambientais desastrosos que se intensificam sobremaneira frente à falta de ações efetivas capazes de minimizar seus impactos. Estudiosos acreditam que o problema não se restringe exclusivamente à seca, mas envolve um conjunto de fatores associados à gestão ineficiente da água.

Texeira (2004) trata essa gestão como a busca por equacionar e resolver as questões de escassez hídrica. De modo complementar, Grigg (1996 apud Texeira, 2004) a define como “o emprego de medidas estruturais e não estruturais para fins de monitoramento dos sistemas hídricos, naturais e artificiais, em benefício humano e ambiental”. Essas noções agrupam, ainda, desde a década de 1960, a necessidade de uma gestão integrada que vem se firmando em todo mundo. Efetivamente, a gestão hídrica tem um papel determinante no processo de transição para o paradigma da sustentabilidade.

Campos (1999) afirma que gerenciar a água remete ao seu uso com sabedoria e justiça social e presume que se conheça toda a estrutura circundante. O fato é que essa visão destacada pelo autor requer notoriedade, em especial quando fortalece em uma de suas obras um modelo institucional que forneça subsídios para o uso racional e justo da água pelo conjunto da sociedade (Campos, 1999). Esse aspecto precisa garantir maior capacidade de aplicação prática.

2.2 Política das águas: um modelo de gerenciamento em construção

Apresenta-se uma síntese com alguns elementos epistemológicos do campo⁴ das águas, a fim de posicionar o conjunto de pensamentos que transcorreu para um modelo de gestão pautado em princípios participativos. Tales de Mileto (cerca de 625 a.C. – 558 a.C.), considerado o “Pai da Ciência”, o primeiro filósofo a explicar as questões do homem e da natureza, acreditava que a água

⁴ Compreende-se neste trabalho o campo das Águas como algo dinâmico e em constante mudança, principiado pelos “filósofos da natureza” Tales de Mileto, Homero, Sócrates e Platão, que buscaram explicar os fenômenos naturais.

seria responsável pela origem do universo, e que, sem água, não existiria vida.

A partir de sua teoria, diversos filósofos pré-socráticos buscaram seus próprios caminhos para explicar a *physis*. Tales, Anaximandro e Anaxímenes formaram o trio da chamada Escola de Mileto e ficaram conhecidos como os *physiologoi* (estudiosos da *physis*). Era o início da filosofia e do esforço humano em compreender o espetáculo da existência a partir da racionalidade (FRANCISCO, 2019).

O que se sabe deste pensador é baseado na tradição oral, porque ele não deixou escrito. Essa única vertente defendida por Tales era discordada por outros filósofos e discípulos. Anos mais tarde, Aristóteles (348 a.C. – 322 a.C.) buscou contemplar a racionalidade de Tales, ao mencionar que a água era uma tentativa de procurar a causa material do mundo (CELETI, 2019). Nesse ponto, a análise de Aristóteles tenderia ao mundo metafísico (onde encontra a origem de todas as coisas), ainda que para o filósofo existia outro mundo, o sensível. Logo, essa teoria de Aristóteles sobre o pensamento do primeiro filósofo passa a não ser consentida entre estudiosos e críticos da filosofia.

No entendimento do intelectual alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900), existem três pontos fundamentais que levam a considerar a ideia de Tales: a origem, que ainda o deixa próximo dos religiosos; a ausência de fábulas, que o configura como cientista da natureza; e a evidência de que tudo se origina a partir de um elemento, assim o faz ser o primeiro filósofo⁵. Os olhares direcionados na natureza e as concepções variadas de cosmologia dentro das ciências, buscando respostas à questão do fundamento das coisas, se deram a partir das contribuições também de Pitágoras, Parmênides de Eleia e Heráclito de Éfeso, Anaxágoras, Empédocles, Leucipo e Demócrito.

Nesse contexto, não se objetiva historicizar todo o percurso filosófico até os dias atuais, e sim retratar, de forma objetiva, as raízes que sucederam esse campo, haja vista as lacunas deixadas, que aos olhos científicos de hoje são nítidas: respostas que não foram dadas devido a paradigmas heterogêneos e conflitantes da época.

⁵ Informações complementares podem ser verificadas por meio do endereço eletrônico:

<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/filosofia/tales-mileto.htm>.

Embora reconheça as limitações e as consequências sobre a forma de pensar na contemporaneidade, o debate epistemológico anuncia que a ciência não é um corpo único com princípios essencialmente vedados; existe outra forma de se pensar e fazer ciência, que tende à inversão da situação, aproximando as (novas) ciências da natureza às ciências sociais (GIANELLA, 2012, p. 121). Essa aproximação entre as ciências sociais e naturais é mencionada pelo sociólogo Boaventura de Sousa Santo quando a chama de “ecologia de saberes”, baseando-se na reconhecimento da pluralidade do conhecimento e do pensamento propositivo (SANTOS, 2006, 2011-2012). Logo, a resultância das relações entre a Natureza e as Sociedades pode ser compreendido como “Ambiente”, espaço complexo de interação entre os sistemas globalizantes.

Estabelecido o campo de reflexão – Águas, Tonso (2011) menciona que questões “ambientais” são “socioambientais” e que “Nossa relação com a Água é conflituosa”, acredita-se que essa frase remete a um sentimento de posse, ou seja, “donos da água”. Baseado nessa vertente são destacados três pontos distintos, apesar de interligados: a degradação da água por meio da relação de uso; a desigualdade na disponibilidade hídrica e no acesso entre grupos sociais; e a distinção do valor da água em diferentes culturas e grupos humanos. A esse respeito o autor cita:

Água como: “recurso”, que é pago, portanto, usado como quiser; “elemento natural”, desenvolvendo inúmeras funções nos ecossistemas naturais e antropizados; “bem para fruição” ligado ao lazer; “recurso econômico” que define e é definido pela sua apropriação e pelas relações de poder econômico e água como “elemento cultural”, religioso e espiritual, ligado aos valores e origens de diversos povos (TONSO, 2011, p. 30. Grifos do autor).

Esta visão genérica concebe o conceito e/ou entendimento da Água de forma mais diversificada, discussão que envolve desde a água como patrimônio natural a recurso hídrico como mercadoria, portanto não é surpresa que haja incontáveis regras para o seu uso acompanhado pelo Estado ou pelas comunidades em geral, em qualquer ponto do universo. Legislações gerais e específicas,

percorrendo lendas, mitos, funções religiosas e recreativas (GIAMPÁ; GONÇALES, 2013), têm exercido influência sobre a mente humana que se empenha em entender a realidade atual – no processo de “aculturação” – com mudança nos padrões culturais, podendo ocorrer em nível individual ou coletivo.

Contudo, há uma mudança adaptativa, a qual inicia fragmentando a ideologia de que a água dada por Deus não tem nenhum valor. No município do Crato, Ceará, por exemplo, suas águas foram divididas cartorialmente no ano de 1854, para minimizar os conflitos entre os usuários irrigantes. Após a Constituição Federal de 1988, quando a água passou a ser um bem público, os usuários “possuidores” da água com registro em cartório mostraram resistência para solicitar outorga e reconhecer a autoridade do Estado nas negociações (SOUZA; COSTA; GONÇALVES, 2013).

Para estabelecer uma relação entre a dessalinização e o meio ambiente, é imprescindível conhecer o caminho percorrido e compreender os critérios e normas para a utilização da água enquanto bem público por meio das políticas públicas de recursos hídricos. Buriti e Barbosa (2018) e MMA (2011) salientam que essas políticas e as de desenvolvimento sustentável foram idealizadas em um contexto mundial, tendo como marco histórico a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD ou ECO-92), realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

Nessa ocasião, adotou-se a “Agenda 21”, um diagrama com ações que foi além das questões ambientais, tendo a pobreza e a dívida externa dos países em desenvolvimento contempladas (ONU, 2018), resultado de duas décadas de trabalho que se iniciou em Estocolmo em 1972. Com efeito, desde a década de 1970, a atuação de ambientalistas possibilitou antecipar ações de gerenciamento dos recursos hídricos, devido a sua valorização política (POMPEU; BARTH, 2013).

Esse período é responsável no Brasil por características arraigadas nas questões de desenvolvimento seguro e sustentável nas regiões semiáridas até hoje, como a primeira Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Áridas, ocorrida no ano de 1992, em Fortaleza, para planejar a Rio 92. A segunda Conferência Internacional sobre Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas – ICID 2010 também aconteceu em Fortaleza, com o propósito de inserir nas agendas nacionais e internacionais as questões relativas aos

efeitos do aquecimento global em regiões áridas e semiáridas. E também o Rio+20 ou Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), realizada em diversas partes da cidade do Rio de Janeiro, no ano de 2012, discutindo principalmente desenvolvimento sustentável, pobreza, economia verde e inclusão social. Foram eventos que teve a água intrinsicamente imbricada aos temas abordados.

Ressalta-se que, mesmo diante de poucos avanços, foi na Conferência em Johannesburg, África do Sul, evento conhecido por Rio+10, considerando dez anos após a Rio-92, o acordo assumido pelos países de reduzir pela metade o número de pessoas que não têm acesso à água potável⁶, passando a incorporar também aspectos sociais. O Brasil, em conjunto com os demais países, firma compromisso de

“elaborar planos de gestão integrada dos recursos hídricos e aproveitamento eficiente da água até 2005”. Nesse sentido, em janeiro de 2006, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou, por meio da Resolução nº 58, o Plano Nacional de Recursos (PNRH), também conhecido como Plano de Águas do Brasil (BRASIL, 2011, p. 5).

O direito humano à água e ao saneamento é reconhecido formalmente através da Resolução da ONU, nº 64/292, aprovada em Assembleia Geral das Nações Unidas, em 28 de julho de 2010. É neste sentido que vem o apelo aos Estados e às organizações internacionais que dotem de recursos financeiros para o desenvolvimento de tecnologias capazes de assegurar água potável segura, limpa, acessível, a custos razoáveis e saneamento para todos⁷.

Segundo relatório da Organização Mundial de Saúde

⁶ No Brasil, o artigo 4º, inciso I da Portaria do Ministério da Saúde nº 1.469 de 2000 define água potável como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”.

⁷ Disponível em:

http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf> Acesso em: 15 de jan. 2019.

(WHO/UNICEF, 2017), cerca de 844 milhões de pessoas não têm acesso à água tratada, ainda que cada pessoa necessite, por dia, entre 50 a 100 litros de água para assegurar as necessidades mais básicas e a redução dos problemas de saúde.

No Brasil, essa garantia é prevista em lei, pode-se observar nas palavras de Silva (2013), que o processo aconteceu gradativamente. Ou seja,

As primeiras preocupações significativas com a gestão das águas no Brasil são descritas no Código de Águas de 1934, que poderia ser interpretado também como uma mudança na estratégia de governança hídrica na sua época. Pequenas mudanças foram acrescentadas ao Código de 1934 ao longo dos anos e as preocupações ambientais no ordenamento jurídico brasileiro só foram expressas na Constituição de 1988, que simboliza a transição do regime militar para o sistema de democracia representativa contemporâneo. A Constituição brasileira (1988) reconhece a importância da preservação dos recursos naturais e da restauração de ambientes danificados pela atividade humana (artigos 20-24, 170 e 225) e estabelece limites para a gestão das águas: os recursos hídricos completamente localizados dentro do território de um estado estão sob o domínio e controle deste estado, enquanto águas que atravessam mais de uma unidade administrativa ficam sob domínio do governo federal. (SILVA, 2013, p. 241)

Em meio a essa conjuntura, a Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997⁸, conhecida como Lei das Águas, teve como principal referência a experiência francesa, que apresenta um modelo de gestão descentralizado por bacias hidrográficas, como unidade básica de gestão.

Assim, a mudança de paradigma na última década do século XX é marcada pela definição no modo de gerenciamento dos recursos hídricos, tratado por Pompeu e Barth (2013, p.430) como “uma decisão de natureza política associada às condições físicas, climáticas, econômicas, sociais, culturais e ambientais de cada país, região ou bacia hidrográfica”. É nesse entendimento que os estados brasileiros passam a dialogar e instituir suas leis para a gestão dos recursos hídricos, fundamentando-se nos princípios de que: a água é um bem público dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão deve atender o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é unidade de planejamento e gestão; e a gestão deve ser descentralizada, integrada e participativa (BRASIL, 1997).

Fica claro que essa legislação concebe um progresso jurídico e institucional no que concerne a disciplinamento nos múltiplos usos da água com aplicação dos instrumentos gestão e a participação da sociedade no processo decisório. Entretanto, há de se considerar a heterogeneidade do Brasil diante das questões climática, socioeconômica, política e cultural, sendo necessário rearranjo na estruturação dos modelos institucionais para o êxito na gestão de recursos hídricos, como o caso do Nordeste brasileiro (ANA, 2012). Por essa razão, requer alinhamento com maior nível de conhecimento, pois um dos instrumentos das políticas de gestão é o enquadramento dos corpos de águas. Para melhor compreensão desse ponto, surge então o questionamento: como enquadrar os rios

⁸ O então presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), assinou a Lei Federal nº 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, modificando a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em:

<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/alocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/legislacao-sobre-escassez-hidrica/uniao/lei-no-9433-1997-pnrh/view>.

da Região Nordeste se a maioria são intermitentes? Daí os ajustes importantes para adequar a realidade de cada recorte do país.

Texeira (2004) diz que os modelos de gestão dos estados brasileiros diferem quanto às orgânicas institucionais existentes ou propostas, porém convergem no tocante “aos fundamentos, aos objetivos, às diretrizes gerais, aos instrumentos da gestão e aos organismos consultivos (conselhos estaduais e comitês de bacias hidrográficas) previstos nas suas legislações” (TEXEIRA, 2004, p.39). O mesmo autor atribui essa semelhança à influência do modelo francês sobre os modelos estaduais mais antigos (São Paulo, de 1991 e Ceará, de 1992) e sobre o modelo nacional (Lei 9.433, de 1997).

Assinala-se que a experiência do Estado do Ceará antecedeu a Política Nacional de Recursos Hídricos, pois teve início com a Lei 11.996, de 24 de julho de 1992⁹, e esta evoluiu com a reformulação para a Lei Nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Destaca-se, nesse sentido, a fiscalização de recursos hídricos, que até então não era contemplada. Recebem atenção também às águas subterrâneas (Capítulo VI) e o reuso das águas (Capítulo VII) com a nova lei (SRH, 2010).

No Ceará, as características físicas e socioeconômicas foram determinantes para a adoção dessa política: o clima semiárido; a geologia, onde predomina cerca de 75% do território o embasamento cristalino coberto por solos rasos; o elevado percentual de população rural distribuída de forma difusa no território, que apresenta precariedade na forma de abastecimento (Ibid.). Posto isso, percebe-se a influência dessas características na qualidade da água quando apresenta teores de sais elevados.

Diante desse quadro, a gestão participativa das águas no Ceará é destaque, fato atribuído à existência dos comitês de bacias hidrográficas (colegiados compostos por usuários, sociedade civil e poder público) e das comissões gestoras de sistemas hídricos que operam isolados e/ou em sistemas estratégicos naturais ou artificiais, visando a regularização do uso da água. Ressalta-se que a primeira comissão gestora de fonte criada no Brasil foi a da Fonte Batateira, localizada na Região do Cariri cearense (COGERH, 2009).

⁹ Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2018/07/Lei-N%C2%B0-11.996-de-24-de-Julho-de-1992.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2019.

Dada a complexidade no gerenciamento integrado, descentralizado e participativo das águas e os desafios da governabilidade, fica claro que dotar os usuários de água de informações técnicas se faz oportuno. Contudo, reconhecê-los como atores políticos pensando na sustentabilidade hídrico-ambiental tem sido determinante para a racionalidade socioambiental.

2.3 A questão da sustentabilidade hídrico-ambiental

No âmbito conceitual da sustentabilidade, diversos pesquisadores se deparam com diferentes abordagens para o termo. Em uma reflexão etimológica, a palavra sustentabilidade remete ao adjetivo sustentável e origina-se do latim *sustentabile*, que significa algo que pode se sustentar, capacidade de se manter. De forma conexas, sustentabilidade vem da expressão sustentável que, por sua vez, vem do latim *sustentare*, que significa sustentar, ou seja, fornecer ou garantir o necessário para continuar a existir e evitar a regressão.

Essa definição, por ser ampla, engloba todas as áreas do saber, correntes de pensamentos e estudos que se fizeram surgir, dotados de interpretações com um olhar específico ligado a cada campo de atuação (administração, direito, ecologia, engenharia, economia, educação, etc. Ou seja, o termo “sustentabilidade” ultrapassa o ambiente da Universidade e das Ciências Naturais e passa a ser uso recorrente nas mais variadas esferas (BACCHIEGGA, 2013). Em pouco tempo, a palavra sustentabilidade passou a ser expressa indistintamente por diferentes sujeitos (GONÇALVES-DIAS, 2014), apresentando muita polêmica e ambiguidade juntamente entre os termos sustentável e desenvolvimento sustentável.

O recorte para esta discussão consiste no estabelecimento da sustentabilidade ambiental, essencialmente a hídrica. Mas antes de expormos sobre este eixo principal, não se pode deixar de caracterizar o contexto de interligação entre os termos Sustentável, Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável (DS).

Nesse contexto, Sartori; Latrônico; Campos (2014) apresentam duas versões diferentes para definir DS e Sustentabilidade: na primeira versão, “o DS é o caminho para se alcançar a sustentabilidade, isto é, a sustentabilidade é o objetivo final, de longo prazo”; enquanto na segunda, “o DS é objetivo a ser

alcançado e a sustentabilidade é o processo para atingir o DS”. Efetivamente, não há consenso na definição, porém há indícios de que um precisa do outro para atingir o esperado.

A partir dessa lógica, Feil e Schreiber (2017) revelam que,

“sustentável” tem a incumbência pelas soluções à deterioração do sistema ambiental humano com auxílio da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável. A sustentabilidade mensura o nível da qualidade deste sistema com intuito de avaliar o seu grau de distância em relação ao sustentável. O desenvolvimento sustentável atua com estratégias para aproximar o nível de sustentabilidade ao sistema ambiental humano (FEIL E SCHREIBER, 2017, p. 667).

Com base em debates intensos, os autores discutem a necessidade de um conceito axiomático, visto as exposições descaracterizadas e mal interpretadas acerca da temática (GUERREIRO RAMOS, 1981; DOVERS; HANDMER, 1992), e apresentam uma síntese dos principais atributos das estratégias mencionadas de sustentável, das propriedades da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, melhor identificados no Quadro 1.

Quadro 1 – Atributos de sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

ESTRATÉGIAS	ATRIBUTOS
Sustentável	Solução à escassez de recursos naturais vinculados a questões energéticas e recursos naturais Originou-se da deterioração entre ecologia global e o desenvolvimento econômico Abrange a sustentabilidade e desenvolvimento sustentável Preocupação com o futuro dos recursos naturais e da vida humana
Sustentabilidade	Qualidade e propriedade do sistema global humano ambiental Considera as evoluções dinâmicas temporais Abrange os aspectos ambiental, econômico e

	social Equilíbrio mútuo Avaliação com indicadores e índices
Desenvolvimento Sustentável	Objetiva o crescimento econômico sem agressão ambiental humana Visão de longo prazo em relação às gerações futuras Abrange o ambiental, o econômico e o social em equilíbrio mútuo Propõe mudança no comportamento da humanidade Materializado por meio de estratégias Envolve processos e práticas

Fonte: Adaptado de Feil e Schreiber (2017).

Esses atributos representam o pensamento evolutivo dos conceitos à implementação, que na contemporaneidade podem ressignificar a estratégia como estas tendem a funcionar. Reconhece-se que a maneira de ver e dar sentido ao mundo sustentável é necessário e praticamente impossível, visto ser parte ainda de um discurso descomprometido com a dimensão ambiental, social e econômica¹⁰. Para Rosa e Staffen (2012) que a dimensão não é tríplice, mas quádrupla, porque existe a dimensão tecnológica – sem esta há o risco de não se operacionalizar a sustentabilidade.

Já Sachs (2009) apresenta oito critérios de sustentabilidade, envolvendo questões social, cultura, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política (nacional) e política (internacional). Com esse olhar abrangente, Sachs apresenta elementos relevantes e indissociáveis ao ambiente, destacando a preservação para produção de recursos renováveis e a limitação do uso dos não renováveis; o respeito à capacidade de recuperação dos ecossistemas naturais; investimentos urbanos e rurais proporcionais e estratégias de desenvolvimento ambientalmente resolutas para áreas frágeis ecologicamente.

Constata-se que muitas são as discussões e, portanto, existem múltiplas acepções devido ao contexto variado que é utilizado.

¹⁰ “Nessa linha de pensamento, a gestão estratégica para a sustentabilidade consiste na adoção de políticas e ações que atendam às necessidades empresariais (dimensão econômica), aos públicos envolvidos com o empreendimento (dimensão social) e aos recursos naturais usufruídos pela organização (dimensão ambiental)” (REZENDE *et al.*, 2012, p. 6).

Assim, parte-se do princípio que o conceito de sustentabilidade foi pautado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (United Nations Conference on the Human Environment – UNCHE), realizada em Estocolmo em 1972, e ressaltado pela norueguesa Gro Harlem Brundtland no Relatório “Nosso Futuro Comum” (Our Common Future), em 1987. Esse relatório é um dos principais marcos da trajetória que levou para o discurso público o conceito de desenvolvimento sustentável, que até então era tratado como ecodesenvolvimento. O documento passou a propor o “desenvolvimento sustentável” como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”¹¹.

Com efeito, o Relatório promoveu reflexos na Constituição Federal (1988), pois referencia em vários dispositivos constitucionais sobre o desenvolvimento sustentável, tendo inclusive consagrado a inédita existência de um bem, “o ambiental” (PEREIRA, 2014, p. 119). O art. 225 rege que: “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Mesmo implícito, o princípio da sustentabilidade aparece quando impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente. De acordo com essa definição, o uso sustentável dos recursos naturais deve suprir a geração presente sem prejudicar as sucessoras com responsabilidades compartilhadas (BRASIL, 1998).

Diante desse contexto variado, é importante ressaltar, a observação feita pela norueguesa Gro Harlem Brundtland em entrevista concedida ao jornal Folha de São Paulo, em 22 de março de 2012, quando trata de esclarecer os distintos significados de “desenvolvimento sustentável” e “sustentabilidade” e chama atenção para pô-los em prática.

A expressão é “desenvolvimento sustentável” e não “sustentabilidade”, este último termo usado na última década como forma alternativa, com significados distintos. Diz que “necessitamos de sustentabilidade em diversas áreas, mas também de

¹¹ Cf. ONU, 2018.

desenvolvimento sustentável”, e que “o desenvolvimento sustentável ainda não foi implementado”. Considerou que o termo sustentabilidade não deve ser abandonado, mesmo com a sua apropriação por empresas que não apresentam práticas sustentáveis, mas que querem fazer o “greenwash” (dar aparência verde). Existem abusos com a palavra “sustentabilidade”, introduzida posteriormente à ECO-92, como se representasse o que o desenvolvimento sustentável significa. Seria necessário observar cada empreendimento ou empresa para saber se estão adotando a “sustentabilidade” ou a “responsabilidade social corporativa”, já que palavras sempre podem ser mal utilizadas. (IGUTI; MONTEIRO, 2014, p. 72)

Dentro deste conjunto de aparatos, observa-se na contemporaneidade que apesar de alguns avanços com as disposições previstas em legislação, muitas incompreensões do sentido subjetivo conceitual persistem.

Sendo assim, encaminha-se no campo científico, em que a sustentabilidade provém da biologia e da ecologia e o discurso como expressão dominante envolve as questões de meio ambiente e de desenvolvimento social em sentido amplo (LIMA, 2003; MIKHAILOVA, 2004; BOFF, 2010), porém, seu uso indiscriminado e acrítico faz com que sua adoção não se aproxime da sua definição original (SILVA; REIS; AMÂNCIO, 2014, p.3).

Nesse bojo, surge a capacidade de suporte em ecologia e, depois, o conceito de sustentabilidade, na intenção de congruar o crescimento populacional humano com a preservação da natureza, para “reapropriação subjetiva pela população de um mundo em reconstrução” (LEFF 2000, 2001).

Para Pereira (2014, p.134), a sustentabilidade deve ser um projeto de integração: meio ambiente, sociedade (inclusão social), mercado e Estado, com perspectiva no todo. Na mesma linha de pensamento, Bodnar e Freitas e Silva (2016, p. 63-64) explicitam:

É a partir de 2002 que passa a ser adequado utilizar a expressão ‘sustentabilidade’, ao

invés de desenvolvimento com o qualificativo ‘sustentável’. Isso porque, a partir desse ano, consolida-se a ideia de que nenhum dos elementos (ecológico, social, espacial e econômico) deve ser hierarquicamente superior ou compreendido como variável de segunda categoria. Todos são complementares, dependentes e só quando implementados sinergicamente é que poderão garantir um futuro mais promissor.

Ainda segundo os mesmos autores, com a teorização da sustentabilidade, o meio ambiente passa a ser um direito humano independente e indivisível dos demais direitos fundamentais, em concordância com o pensamento da ecologia integral (fenômenos interligados). Esse conceito de sustentabilidade é complexo e sempre será uma obra inacabada, porque atende as circunstâncias de cada caso (BODNAR; FREITAS; SILVA, 2016).

Sob esse viés, a sustentabilidade contempla níveis de organização variados, desde o local até o universo, aplica-se do micro ao macro, em um empreendimento, uma pequena comunidade ou até no planeta como um todo. Assim, a adoção dos princípios da sustentabilidade tende a um processo transitório de mudança da relação com o meio.

As perspectivas para a sustentabilidade aparecem para amenizar a crise ambiental impulsionada pelo processo de industrialização e desenvolvimento, produzida pela ascensão da economia capitalista no Brasil (CUNHA et al., 2014), marcada pelo uso excessivo dos recursos naturais devido a padrões de produção e consumo gerador de uma série de problemas ambientais graves. Entretanto, ao longo do século XX, “registra-se a implementação de regulamentos e normas de caráter ambiental que ainda hoje regem e/ou influenciam as políticas que controlam o direito de uso dos recursos naturais pela sociedade” (BURITI E BARBOSA, 2018).

Em relação à normatividade da sustentabilidade hídrico-ambiental, seja ela como um processo ou um objetivo final (SARTORI; LATRÔNICO; CAMPOS, 2014), tem-se impulsionado mudança de postura mais preocupada em conciliar o desenvolvimento econômico e social com a proteção ambiental.

Nesse ínterim, buscou-se continuar a historiar a tutela ambiental, trazendo ainda menção à Lei 6.938/81 da Política

Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que dispõe de mecanismos e instrumentos legais de proteção ao meio ambiente. Identifica-se como objetivo no artigo 2º a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Os seguintes princípios são atendidos: equilíbrio ecológico; racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; proteção dos ecossistemas; controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras; acompanhamento do estado da qualidade ambiental; recuperação de áreas degradadas; proteção de áreas ameaçadas de degradação e educação ambiental em todos os níveis de ensino¹².

Há que se considerar, em se tratando de atividades lesivas ao meio ambiente, a Lei 9.605/98 dos Crimes Ambientais, que prevê pena de detenção de seis meses a um ano e multa, para quem age para a diminuição de águas naturais, a erosão do solo ou a modificação do regime climático. Nesse contexto, a Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997, dispõe sobre licenciamento ambiental, de competência da União, Estados e Municípios, como instrumento de gestão ambiental, visando o desenvolvimento em prol de modelos sustentáveis e sua melhoria contínua (BRASIL, 1997).

Logo, é imprescindível apontar que o Novo Código Florestal Brasileiro revoga o Código de 1965, dentre suas atribuições delimita-se as Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal com fins de proteger os cursos d'água natural ou artificial, cujo viés assenta nos princípios da sustentabilidade assegurar o bem-estar das populações humanas e a proteção dos recursos naturais. Por outro lado, existe uma imensa discussão sobre um retrocesso com o Novo Código Florestal em relação à perda dos cuidados com a natureza, questão que não convém adentrar em seu mérito, nesse momento.

A sustentabilidade foi reportada no art. 2º, incisos I e II, como objetivo persuasivo da Lei 9.433/97. O primeiro inciso prevê a garantia na disponibilidade de água, em padrões de qualidade

¹² Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008050406.pdf.

adequados aos usos; e, no segundo, a sustentabilidade dos usos da água, de modo racional e integral. A sustentabilidade foi entendida como sinônimo de racionalidade ou razoabilidade, contudo a decisão não esclarece o que seria esse uso racional da água (MORAIS; LOSS, 2019). Em ambos os incisos, a sustentabilidade condiz com um sistema integral de múltiplas dimensões, enquadrando, assim, os sistemas de dessalinização de água.

De forma complementar, declara-se que além das leis, decretos, resoluções e atos normativos compõem o Direito Ambiental do Brasil. Dessa forma, é possível depreender que a sustentabilidade, em seu sentido político-ideológico, permeia a sociedade e não possui significado homogêneo, abrange assim múltiplas dimensões em concordância com o contexto específico em que se apresenta.

Nos anos recentes, pode-se afirmar que a discussão sobre sustentabilidade em níveis globais tem fomentado reflexões severas em torno da intervenção humana no ambiente e que a perquisição por alternativas mitigadoras tem deixado de ser modismo, passando a ser essencialmente necessária para um novo modo de viver.

3

CONTEXTOS E APLICAÇÕES: OS USOS DOS DESSALINIZADORES NO BRASIL E NO MUNDO (MULTILOCALIZADOS)

3.1 Aspectos históricos da dessalinização

A dessalinização de águas para fins de atender às necessidades humanas é considerada o principal eixo das discussões no mundo atualmente. Preocupa a informação de que, das 2,1 bilhões de pessoas que não possuem água gerenciada de forma segura, 844 milhões são totalmente desprovidas do serviço básico de água potável (WHO/UNICEF, 2017), seja pela indisponibilidade de água doce e/ou por falta de estrutura adequada para viabilizar o acesso. Diante dessa realidade, a quantidade de água salgada disponível nos oceanos e salobras em poços tem provocado a crescente utilização da tecnologia de dessalinização como forma de reverter essa situação.

A dessalinização, ou “dessal”, como atualmente é chamada, refere-se a um conjunto de processos físico-químicos para retirada do sal da água mediante a utilização de diferentes tecnologias, tais como: osmose reversa, destilação por multiestágios, e destilação térmica, o processo mais antigo conhecido para a dessalinização (TARANTO, 2015).

Silveira *et al* (2015) dão conta que o uso da dessalinização para obtenção da água potável por meio da evaporação da água do mar é bastante remoto, visto que os gregos antigos já sinalizavam nesse sentido. Uma das primeiras referências foi relatada por Aristóteles

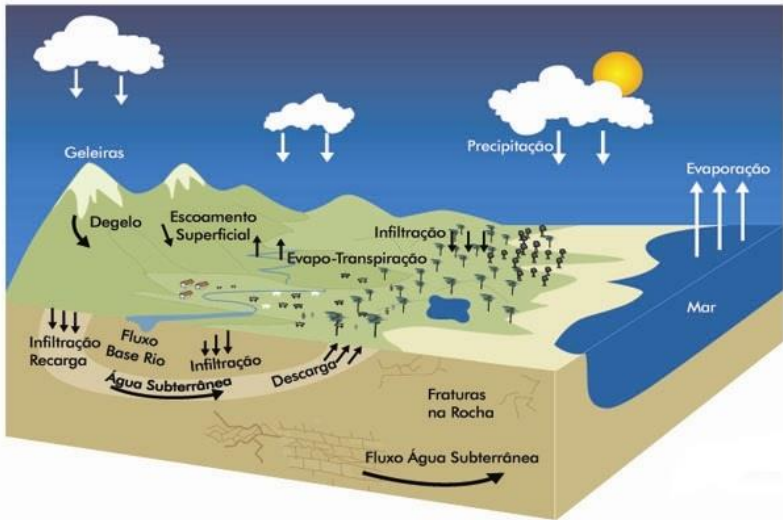
em 2300 a.C.: dizia sobre a dessalinização da água salina com uso de energia solar, para transformá-la em água potável (LUNA, 2016).

O ato de coletar o vapor oriundo de águas salgadas e resfriá-lo para saciar a sede é provavelmente tão antigo quanto a Humanidade. É também um fenômeno natural que faz parte do ciclo hidrológico, uma vez que a água doce presente no planeta, em seu maior percentual, tem origem na evaporação da água salgada dos mares e oceanos, que depois cai sobre toda a Terra na forma de reposição atmosférica – chuva, neve, granizo etc. – e é responsável pela reposição da água doce nos rios, lagos e aquíferos subterrâneos. (SILVEIRA *et al.*, 2015, p. 38 – 39)

O ciclo hidrológico, ou ciclo da água, configura um ciclo interligado entre oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e atmosfera, movido pela força da gravidade e pela energia solar, resultando em mudança de condição (MMA, 2019). Sua qualidade está relacionada ao tipo de solo e o seu uso e ocupação dentro de uma bacia hidrográfica (especialmente), bem como ao regime hidrológico decorrente da distribuição das chuvas (temporalmente)¹³ (PAULINO; TEXEIRA, 2012). Esse entendimento de interligação do “ciclo hidrológico” se aproxima do entendimento moderno de gestão integrada da água com os outros aspectos associados porque o desafio está em considerar todas as fases, conforme exprime a Figura 1.

¹³ Para mais informações, consultar a publicação “A Questão da Água no Nordeste” do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos da Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012.

Figura 1 – Ciclo Hidrológico Global



Fonte: MMA (2019).

Com base nesse emaranhado de interligação, sobretudo indissociando água subterrânea e água superficial, reitera-se aqui os desafios de aproveitamento na busca de métodos de dessalinização para fins potáveis. Assim, é conveniente vermos as principais ocorrências que marcam historicamente a implantação dos equipamentos de dessalinização multilocalizados, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Principais ocorrências da dessalinização

OCORRÊNCIAS	ANO
Instalada em Curaçao uma estação dessalinizadora pelo processo da destilação artificial, com uma produção diária de 50m ³ de água potável.	1928
As primeiras iniciativas para o aproveitamento da água do mar nos Estados Unidos , quando o Congresso aprovou a Lei Pública nº. 448, para elaborar meios que reduzissem o custo da dessalinização da água do mar	1952
O Chile construiu seu primeiro destilador, sendo um dos países pioneiros na utilização da destilação solar.	1961
Entrou em funcionamento o dessalinizador solar de Syni , ilha grega do Mar Egeu , considerado o maior da época,	1964

destinado a abastecer de água potável a sua população de 30.000 habitantes.	
A Grã-Bretanha já produzia 74% de água doce por dessalinização no mundo, aproximadamente um volume de 190.000 m ³ por dia.	1965
No Brasil , as primeiras experiências com destilação solar foram realizadas sob os auspícios do ITA-Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA).	1970
Ampliação das instalações de Curaçao para produzir 20.000 m ³ por dia	1971
A Petrobrás iniciou o seu programa de dessalinização de água do mar para atender às suas plataformas marítimas por meio do processo da osmose reversa. No Brasil, esse processo foi pioneiro, em terras baianas, para dessalinizar água salobra nos povoados de Olho D'Água das Moças, no município de Feira de Santana, e Malhador, no município de Ipiara. Destaca-se que o método de dessalinização utilizado foi o de osmose reversa.	1987

Fonte: Adaptado de AMBIENTEBRASIL (1999).

Numa análise cronológica dos acontecimentos, pode-se dizer que houve evolução no uso de técnicas de dessalinização no final do século 20, embora haja registro de que, no século anterior, datada em 1861, a primeira planta de dessalinização nos Estados Unidos foi instalada para transformar a água do mar em água potável, em Fort Zachary Taylor, em Key West, na Flórida (FWR, 2015).

Ainda conforme a FWR¹⁴, em 1914, a primeira usina de dessalinização no Kuwait foi providenciada. Esse país tem 75% de toda a água potável consumida da dessalinização ou importação¹⁵. Em 1945, uma planta de destilação foi instalada no HMS Vanguard (navio guerreiro britânico), “e ao longo das décadas de 1950 e 1960 um grande número de usinas de dessalinização, principalmente térmicas, foram instaladas em todo o mundo para irrigação e

¹⁴ A Fundação para Pesquisa em Água – FWR, realiza esta retomada diante de uma série de revisões do conhecimento atual produzidas nas áreas correlatas. Acesse: <http://www.fwr.org/desal.pdf>.

¹⁵ Kuwait e Arábia Saudita estão entre os dez países do mundo mais atingidos com a falta d'água, ver Barbosa (2016), em <https://exame.abril.com.br/economia/10-paises-em-risco-extremo-de-seca/>.

abastecimento de água potável, principalmente por empresas britânicas” (FWR, 2015, p. 18, tradução nossa).

De acordo com a Associação Internacional de Dessalinização, o número total de plantas de dessalinização em todo o mundo corresponde a 19.744, distribuídas em 150 países para atender mais de 300 milhões de pessoas, que dependem dessa água para atender suas necessidades diárias (IDA, 2018). Destacam-se Austrália, Estados Unidos, Espanha, Japão, China, Índia, Israel e outros países europeus, Chile, norte da África, Oriente Médio, dentre outros (TORRI, 2015).

A dessalinização, antes restrita aos países ricos, como os pertencentes à Organização dos Países Produtores de Petróleo (OPEP), EUA e Europa, já começa a ser utilizada em outras regiões (FILHO; ROCHA; OLIVEIRA, 2014). No Brasil, a dessalinização se tornou política pública nacional em 2003, com o Programa Água Doce (PAD), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com instituições federais, estaduais, municipais e da sociedade civil. Assim, assume-se um compromisso de garantir o acesso à água potável para as comunidades em situação de desabastecimento hídrico, visando garantir “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” (MMA, 2012, p. 35).

Esse programa propõe um modelo de funcionamento dos dessalinizadores baseado num sistema desenvolvido pela Embrapa, de forma que atenda às comunidades difusas do semiárido (Figura 2).

Figura 2 – Desenho esquemático do sistema integrado de dessalinização, esquema desenvolvido pela Embrapa Semiárido



Fonte: MMA (2012).

Atualmente o PAD conta com cerca de 200 instituições envolvidas, 540 sistemas funcionando, 3.635 comunidades diagnosticadas e 216 mil pessoas atendidas nos estados de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Ressalte-se os estados com maior número de sistemas de dessalinização, Bahia e Ceará.

No estado do Ceará, são 313 dessalinizadores em situações diversas – funcionando, desativado, remanejado, parado e sem informação (SRH, 2017). O PAD aponta um total de 239 sistemas de dessalinização com obras finalizadas e sistemas funcionando. No acordo que o programa firma com os parceiros para a gestão dos sistemas é previsto o acesso mínimo de 10 litros de água potável por pessoa/dia nas localidades beneficiadas (MMA, 2019)¹⁶

Atente-se às fases comuns ao programa de execução dos sistemas (diagnósticos técnicos, sociais e ambientais; recuperação e implantação; e monitoramento e manutenção dos sistemas de dessalinização implantados ou recuperados), que assentam numa abordagem integradora comprometida em eliminar a pobreza extrema e caminhar no sentido do uso sustentável da água.

Nesse sentido, o grande desafio parece ser o conhecimento

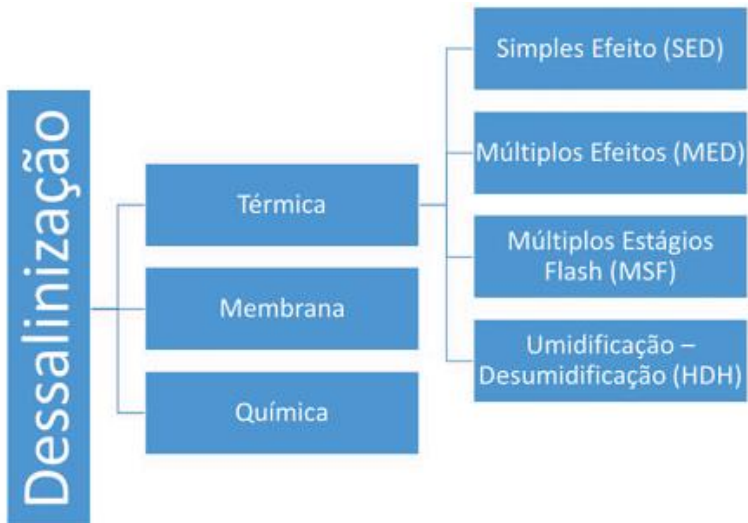
¹⁶ Disponível em: www.mma.gov.br/agua/agua-doce/sistema-de-dessalinizacao.html.

das informações *in loco* ou dos dados isolados, se são insuficientes ou não para promover uma gestão compartilhada dos bens comuns em razão da sustentabilidade dos sistemas e fortalecimento das comunidades atendidas, na busca pela sua autonomia.

3.2 Os modelos de equipamentos de dessalinização

Para a dessalinização de água acontecer, existem processos variados divididos essencialmente em três grandes grupos: térmico, membrana e químico. Youssef; Al-Dadaha; Mahmouda (2014) e Dutra (2016) classificam os principais métodos de conversão da água salgada em doce, conforme exposto na Figura 3.

Figura 3 – Classificação dos processos de dessalinização



Fonte: Dutra (2016).

As tecnologias caracterizam-se **termicamente** quando a evaporação e a condensação são os principais processos usados para separar os sais da água; por **membrana**, quando se aplica uma pressão sobre a água salgada que deixa sais por meio de uma membrana; e por métodos de dessalinização **quimicamente** ativados (YOUSSET; AL-DADAHA; MAHMOUDA, 2014). De uma maneira geral, esses processos resultam na separação do componente ou substâncias de uma mistura líquida.

A dessalinização térmica acontece com o uso de energia na forma de calor, esse calor provém de fontes plurais, como: queima de combustíveis fósseis, aquecimento por resistência elétrica, energia solar e reações químicas exotérmicas (DUTRA, 2016). O autor acrescenta ainda a possibilidade desses sistemas serem híbridos, isto é, empregarem duas ou mais fontes de energia térmica. Baseado nesse método, é possível observar, na Figura 3, a divisão em quatro principais processos: Dessalinização por Simples Efeito (SED), Dessalinização por Múltiplos Efeitos (MED), Dessalinização por Múltiplos Estágios Flash (MSF) e Dessalinização por Umidificação e Desumidificação (HDH).

A dessalinização por membranas representa na atualidade a principal inovação tecnológica nos processos de tratamento de água. Essas membranas retêm as partículas salinas quando utilizam a pressão hidráulica para pressionar a passagem da água por filtros compostos de várias camadas de membranas, de forma que o produto final seja a água dessalinizada (DUTRA, 2016).

A dessalinização química inclui os sistemas de dessalinização por troca iônica (transferência de íons), a extração líquido-líquido (separação de compostos) e o hidrato gasoso (composto de gases e água) ou outros esquemas de precipitação (YOUSSET; AL-DADAHA; MAHMOUDA, 2014). Um exemplo deste processo é a Dessalinização por Eletrodialise (ED), “onde eletrodos ligados a uma fonte de corrente contínua forçam a retirada dos íons dissolvidos na água através da passagem por membranas, formando soluções com alta e baixa concentração de íons” (DUTRA, 2016, p. 32).

As tecnologias mais utilizadas nos processos térmicos são: Destilação por Multiestágio Flash (MEF), Destilação Múltiplos Efeitos (DME), Destilação por Compressão de Vapor (DCV); e nos processos de membranas, a Eletrodialise (ED) e a Osmose Reversa (OR) ou Osmose Inversa (OI). Os tipos de dessalinizadores disponíveis no mercado diferenciam pelo tipo de material empregado, a tecnologia de produção, o grau e automação agregados, o conhecimento do fabricante e o tipo de membrana utilizada (MOURA *et al.*, 2008).

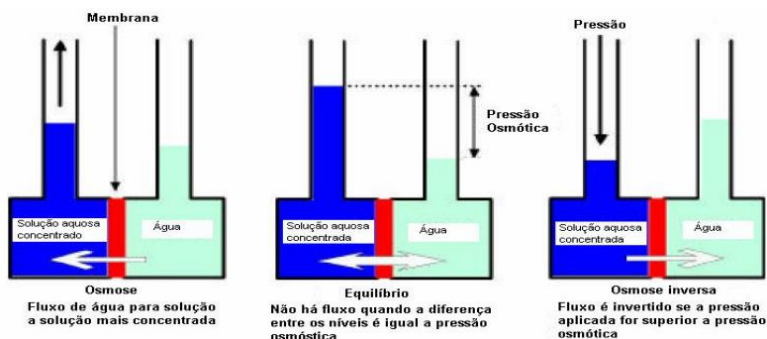
No processo **MEF**, a destilação acontece numa sequência de reatores onde a evaporação da água salina acontece por meio da pressão aplicada e não da troca de calor. A água é aquecida até chegar ao primeiro reator, onde ocorre o primeiro flash (ou evaporação

súbita). O vapor gerado e condensado durante o processo de transferência de calor entre os estágios é recolhido sob a forma de destilado. A água remanescente ou concentrada passa etapa por etapa, com temperatura da operação inferior à anterior, em decorrência da diferença de pressão entre fases sequenciais.

A **DEM** opera em uma série de fases e difere do **MEF** pelo fato do vapor obtido na fase anterior aquecer a fase seguinte e assim sucessivamente, para ser usado como fonte de calor, até que o vapor da última fase possa ser condensado no condensador principal. A água produzida é estocada e os gases não condensáveis são removidos. A destilação por **DCV** assemelha-se ao processo **DME**, porém difere quando da compressão realizada no próprio vapor gerado pela água evaporada na unidade, a altas pressões. Dois métodos são aplicados para condensar vapor e produzir calor no evaporador, podendo ser mecanicamente, por meio de um compressor mecânico do vapor (DCMV), ou termicamente, por termocompressão do vapor (DTCV) (SILVEIRA *et al.*, 2015).

A **ED**, é uma das categorias de processo de dessalinização industrial que não envolve mudança de fase como nos modelos já descritos, contudo incorpora as membranas semipermeáveis. Seu funcionamento acontece com a utilização de um campo elétrico DC (corrente contínua) para remover íons de sal da água salobra (KALOGIROU, 2016). Acrescenta o mesmo autor que os sais dissolvidos estão como partículas ionizadas carregadas positivamente ou negativamente; movendo-se em direção oposta, os íons positivos (cátions) vão para o eletrodo negativo (cátodo) e os negativos (ânions) para o eletrodo positivo (ânodo).

A **OR** ou **OI** concerne à tecnologia que também depende dos atributos da semipermeabilidade das membranas, com intento de reduzir a quantidade de sais presentes na água num processo induzido com uso da pressão hidráulica em uma solução salina ou salobra, gerando dois fluxos e uma solução mais concentrada, fazendo com que ocorra um fluxo no sentido da solução de menor concentração. A Figura 4 mostra, de forma simplificada, o princípio desse processo (CRUZ, 2012).

Figura 4 – Processo de dessalinização por Osmose Reversa

Fonte: Cruz (2012).

É viável perceber, na Figura 4, dois parâmetros importantes que podem afetar o desempenho das membranas, o fluxo de água e a passagem de sais. O primeiro diz respeito ao coeficiente de transporte do solvente (água), sendo proporcional à pressão aplicada. Enquanto o segundo deriva do coeficiente de transporte do soluto (sais), sendo função do material da membrana. O fluxo é a taxa em que o solvente percorre por meio de uma unidade de área da membrana, expressa em $L/m^2.h$ (litros por metro quadrado e por hora), sendo que a passagem de sais concatena-se à qualidade da água produzida por um íon específico ou pela quantidade de matérias suspensas (SILVEIRA *et al.*, 2015). Em suma, duas expressões reproduzem a passagem do solvente e do soluto numa membrana descrita pelos mesmos autores. A representação da Equação (1) do solvente é:

$$QA = \frac{KA . (\Delta PH - \Delta PO) . Am}{EM} \quad (1)$$

Onde, Q_A : fluxo de água por meio da membrana; K_A : coeficiente de permeabilidade da membrana; ΔP_H : gradiente de pressão hidráulica por meio da membrana; ΔP_O : gradiente de pressão osmótica por meio da membrana. A_m : área superficial ativa da membrana; E_M : espessura da membrana.

Logo, tem-se a Equação (2) do soluto:

$$Q_S = \frac{K_S \cdot \Delta C_S \cdot A_m}{E_M} \quad (2)$$

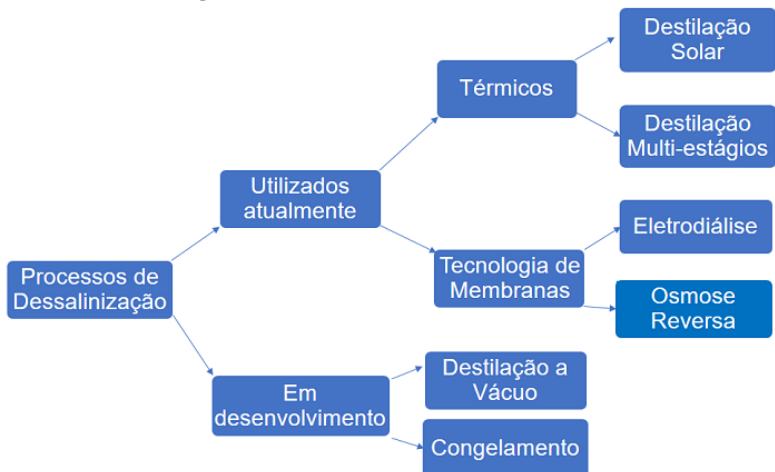
Onde, Q_S : fluxo de sal por meio da membrana; K_S : coeficiente de permeabilidade da membrana; ΔC_S : diferença de concentração do sal por meio da membrana. A_m : área superficial ativa da membrana; E_M : espessura da membrana.

A pressão efetuada é um ponto crucial que requer notável atenção nesse contexto. Na primeira equação, essa força está presente e possibilita o fluxo da água com maior ou menor intensidade, dependendo da pressão efetiva. Contudo, a sua ausência na segunda equação faz com que a passagem do soluto seja constante, decorrendo na produção de uma água de melhor qualidade.

Assim, a predominância no uso desse tipo de dessalinização deve-se à simplicidade e à potência do equipamento, aos custos diminutos de instalação e operação, aliado à competência de tratar volumes baixos ou moderados de água bruta (CELLI, 2017).

De forma complementar, o autor apresenta os processos de dessalinização em duas vertentes, os métodos utilizados atualmente e os em desenvolvimento, consoante retratado na Figura 5.

Figura 5 – Sistemas de dessalinização



Fonte: Adaptado de Celli (2017).

Em atenção ao fluxograma, pode-se inferir que cada processo dispõe de uma tipologia com especificidades próprias, as quais seguem descritas:

- ✓ Destilação solar: faz uso da energia solar onde a água passa a vapor e se torna doce depois que se condensa, momento em que separa a água dos sais.
- ✓ Destilação multiestágios: a água é aquecida em alta temperatura até o estado de vapor e através de um sistema de resfriamento é realizada a condensação da mesma sem os sais.
- ✓ Eletrodiálise: é separado os sais da água por meio de um sistema de cátodo e ânodo, chamado de pilha de membranas, e não demanda mudança de fases.
- ✓ Osmose reversa: ocorre quando exerce forte pressão da água sobre uma membrana polimérica, através da qual a solução mais diluída irá passar e os sais ficarão retidos;
- ✓ Destilação a vácuo: a água salgada, quando submetida ao vácuo, tem sua temperatura de ebulição diminuída, por isso a água evapora a uma baixa temperatura, condensando-a sem a presença dos sais;
- ✓ Congelamento: congelando-se a água do mar ou salobra, formam-se os cristais de gelo e estes são separados da salmoura; quando descongelados, obtêm-se a doce.

Todos estes processos, cada qual com suas especificidades e instalados em contextos específicos em resposta a situações também específicas, apresentam vantagens e desvantagens. Na perspectiva de Silveira et al., (2015), deve-se avaliar individualmente cada processo de dessalinização com relação à sua localização, ao seu projeto e às condições ambientais locais. Nesse sentido, Mocock, Pessoa e Rabbani (2018) apresentam as principais vantagens e desvantagens dos tipos de dessalinização, fundamentados em bases de dados nacionais e internacionais. Elas se encontram descritas no Quadro 3, com as citações dos autores pesquisados.

Quadro 3 – Vantagens e desvantagens dos processos de dessalinização

Processos	Vantagens	Desvantagens
Destilação de múltiplos estágios	Maior pureza da água (DASTGERDI; WHITTAKER; CHUA, 2016).	Processo mais caro (DASTGERDI; WHITTAKER; CHUA, 2016).
Destilação de múltiplos efeitos	Opera em altas temperaturas (BANDI; UPPALURI; KUMAR, 2016).	Necessita de área de transferência de calor adicional (BANDI; UPPALURI; KUMAR, 2016)
Compressão o a vapor	Utiliza o princípio de redução da temperatura do ponto de ebulição através da redução de pressão (SAMPAIO, 2016).	É operado com energia elétrica (SAMPAIO, 2016).
Osmose reversa	As vantagens são possuir baixo custo de investimento; baixo consumo energético; ocupa área muito reduzida para instalação; aproveitamento dos efluentes; qualidade constante da água produzida; processo contínuo; possui flexibilidade para futuras instalações; o processo consegue tratar 99,4% do volume de água encaminhado ao dessalinizador (MOURA ET AL, 2008).	A principal desvantagem do processo de osmose reversa é gerar líquidos de rejeito com elevadas concentrações de sais minerais (RIBEIRO; SACHES-PAGLIARUSSI; RIBEIRO, 2016).
Eletrólise	Trata-se de uma tecnologia de separação que, em geral, não envolve mudança de fase, o que significa uma economia no consumo de energia, principalmente se comparado aos processos tradicionais (SILVA; MELO; FRANÇA, 2010).	Desperdício de energia provocado pelo aquecimento das próprias membranas, altos níveis de energia necessárias para a prática da eletrodialise (SOUZA, 2002).

Fonte: Mocock e Pessoa e Rabbani (2018).

Do universo estudado, o método predominante no Brasil é o de osmose reversa, dotado de características que viabilizam a sua implantação, desde a facilidade de operar o equipamento até a capacidade de ser usado em conjunto com outros processos (OR E ED); entretanto, possui desvantagens como a calcificação e incrustação, consumo elevado de energia devido ao uso de bombas de alta pressão, bem como a dificuldade de manutenção (RUOTOLO; TEJEDOR-TEJEDOR; ANDERSON, 2014). Implica ainda no rendimento teórico que se aproxima de 75%, ou seja, cerca de 25% da água bruta se transforma em rejeito salino (MENEZES; CAMPOS; COSTA, 2012), enquanto Fernandes et. al. (2015) citam que o rejeito chega a ser 60% do volume original. Assim, minimizar os elementos desfavoráveis com medidas apropriadas significa ganhos ambientais e sociais com menos sistemas desativados.

3.3 Reflexões possíveis sobre um modelo de sistema integrado nas abordagens de Boef e Thijssen

Aqui, surge a ideia de um possível modelo integrado com adoção de Diagnóstico Rápido Participativo – DRP a partir das comunidades com sistemas de dessalinização, de modo a instigar outra realidade embasada no processo democrático participativo.

Nesse pensar considera-se as informações identificadas que levam a uma postura de previsão de possíveis óbices quanto à gestão dos sistemas, propondo antecipadamente o envolvimento dos usuários de água em todas as etapas de implantação do sistema, do pré ao pós, numa construção coletiva de conhecimentos e habilidades. Desse modo, um novo espaço de possibilidade surge com o DRP, contraponto aos métodos tradicionais de diagnóstico e de pesquisa considerados longos e cansativos.

O DRP como elemento gerador de mudanças teve origem na década de 70, na África e Ásia, por organizações europeias, que trabalhavam em projetos de desenvolvimento rural (PEREIRA, 2001). Surgiu do Rapid Rural Appraisal (RRA), que significa Avaliação Rural Rápida, desenvolvido por Robert Chambers nos Estados Unidos, e tem sido utilizado por diversas entidades e organizações em processos de diagnóstico e planejamento socioeconômico (SOUZA, 2009).

Na década de 1980, surgiram críticas relacionadas aos resultados imediatos com esse tipo de abordagem, considerando ainda a moderada experiência e, com isso, os técnicos e pesquisadores das agências de desenvolvimento passaram a dar enfoque a participação. Logo, nos anos 90, esse método de diagnóstico passou a ser chamado de "Diagnóstico Rural Participativo" (PEREIRA, 2001).

É nesse sentido que Verdejo (2010, p. 12) define o DRP (Diagnóstico Rápido/Rural Participativo) como “um conjunto de técnicas e ferramentas que permite que as comunidades façam o seu próprio diagnóstico e a partir daí comecem a autogerenciar o seu planejamento e desenvolvimento”. Assim posto, o DRP tem ganhado formas variadas e moldado em espaços plurais, atendendo campos distintos de atuação que incluem: saúde, social, ambiental, econômico e, em especial, os projetos de extensão universitária, dentre outros.

Nos últimos anos, o DRP surge como uma valiosa ferramenta participativa no mundo contemporâneo para o desenvolvimento local sustentável, embasado no aprendizado em processos participativos, associado a uma mudança na atitude que não redundará exclusivamente em soluções técnicas (BOEF; THIJSSEN, 2007).

Com efeito, cria-se uma sinergia entre a comunidade e os atores sociais externos que atuam de forma conjunta, gerando conhecimentos e descobertas que permitirão uma nova visão coletiva do meio socioambiental, tendendo à transformação da realidade. Essa perspectiva não nega ser um desenvolvimento gradativo, porém fundamental para romper preconceitos e agregar o conhecimento científico com o conhecimento local dos envolvidos (abordagem coletiva de aprendizagem), contribuindo com alternativas para enfrentamento futuro.

Para Chambers, as mudanças começaram em modos de aprendizagem. A mudança distancia de questionários de pesquisa extrativa anteriormente apropriados por pessoas de fora, pelo contrário, para novas abordagens e métodos participativos e análise. São as pessoas rurais ou urbanas locais que detêm conhecimento sobre a vida e as condições. ”A questão agora é quanto potencial essas abordagens e métodos têm para tornar a participação **mais prática** e a **retórica mais real**” (CHAMBERS, 1994, p. 953, tradução nossa).

É importante entender que a abordagem participativa¹⁷, estabelece uma maior aproximação entre o conjunto da sociedade, criando novo cenário com espaços públicos de discussão e implementação de políticas públicas. A aplicabilidade de ferramentas metodológicas busca garantir a formulação de uma visão compartilhada e deve ser considerada como indicador eficiente de melhoria da qualidade de vida (VERDEJO, 2010).

Assim, a formulação das estratégias na busca de estudar a relação do núcleo populacional com o ambiente, considerando suas competências e recursos, é uma abordagem interdisciplinar que gera conhecimentos nos seus espaços de desenvolvimento. Espera-se que a comunidade, empoderada¹⁸ e confiante em si, possa transformar a sua realidade. Por isso, convém mencionar que estudos dão conta que um dos motivos do insucesso dos sistemas de dessalinização atribui-se ao despreparo das comunidades para gerir o sistema e a falta de percepção do seu valor (PINHEIRO; CALLADO, 2005). Refletir, nesse sentido, traz o entendimento de que é preciso rever o atual contexto e abordar novos enfoques.

A partir desse ponto, Boef e Thijssen (2007) mostram, em seus programas de treinamentos, um conjunto diversificado de ferramentas desenvolvidas para o aprendizado e ação participativa adaptadas aos seus contextos específicos. E citam que a seleção das ferramentas é inspirada em experiências reais durante cursos e testadas em projetos locais, por exemplo, no Brasil, Colômbia, Peru, Equador, Gana, Nigéria, Etiópia, Nepal, Índia e Irã.

Métodos aplicativos e adaptativos no diagnóstico de núcleos populacionais são desenvolvidos por autores como: Elma Dias Ruas e Walter Simon de Boef. O **primeiro** teoriza o resgate histórico delineando quatro períodos classificados a partir do modelo de desenvolvimento rural proposto: Do tradicional ao moderno (1948/1963) - “a técnica da demonstração”; Modernização do

¹⁷ O ideário participativo construído desde a década de 1960 apresenta significados diversos; adota-se, nesse sentido, como um caminho a seguir. Ver a obra de Adrián Gurza Lavalle (Participação: valor, utilidade, efeitos e causa).

¹⁸ Fundamenta-se na definição do educador Paulo Freire quando menciona que empoderada é aquela pessoa, grupo ou instituição que realiza, por si mesma, as mudanças e ações que a levam a evoluir e se fortalecer (VALOURA, 2006).

campo (1964/1979) - “o difusionismo”; A profissionalização do campo (1980/1989) - “a organização comunitária X especialização tecnológica”; e Urbanização do espaço rural (1990/2005) - “a metodologia participativa”. É um avanço através da metodologia participativa definida na Política Nacional de ATER, que privilegia os processos participativos de promoção do desenvolvimento rural apoiados em conceitos como desenvolvimento sustentável, agroecologia, equidade social, participação, educação popular, empoderamento, gênero, geração e etnia (RUAS, 2006).

O **segundo** aborda aspectos teóricos e aplica ferramentas que impulsionam as comunidades a assumirem, de forma participativa, a responsabilidade sobre a agrobiodiversidade em um contexto de desenvolvimento sustentável (BOEF, 2007).

Segundo Furtado (2002), a abordagem do Desenvolvimento Local Sustentável, que enfatiza a dimensão territorial do desenvolvimento, considera as pessoas e as instituições – envolvidas em certos segmentos de reprodução social – como atores sociais. Propõe que o desenvolvimento atue no espaço rural, delimitado por um território que pode ser o município, uma comunidade, uma microrregião ou um assentamento rural. Considera ainda que as comunidades devem explorar características e potencialidades próprias, na busca de especialização que lhes traga vantagens comparativas de natureza econômica, social, política e tecnológica, aumentando a renda e as formas de riqueza, respeitando a preservação dos recursos naturais renováveis.

Para ratificar a colocação dos autores, a pesquisa propõe o aprendizado em processo participativo e na mudança de atitude, que poderão culminar no empoderamento cidadão. Isso se dará a partir da construção conjunta, considerando os aspectos social, cultural, político, geográfico e econômico.

Ou seja, é a aplicação de metodologias participativas com princípios de educação defendidos por Paulo Freire, na medida que reconhece no aprender o significado de construir novos conhecimentos, descobrir novos significados, sem desprezar os saberes existentes. A partir de então, adotam-se estratégias de articulações e interações entre os atores sociais internos e externos da comunidade, consolidando o que chamamos de parcerias, indispensáveis a um processo de construção coletiva.

Torna-se, portanto, um desafio buscar experiências inovadoras de promoção do desenvolvimento local sustentável,

frente à necessidade de um desempenho mais sistemático e qualificado dos profissionais, com vistas a se construir uma atuação adequada à realidade, contribuindo de forma significativa com comunidades orientadas na aprendizagem social e ação participativa.

Dessa forma, diagnosticar através da aplicação de ferramentas participativas, com estratégias orientadas à luz da aprendizagem social e da construção futura, fundamentadas em ações voltadas à promoção do desenvolvimento local sustentável, é fundamental na definição de mudanças, as quais podem melhorar a situação e motivar os partícipes a aplicar lições aprendidas em ações futuristas.

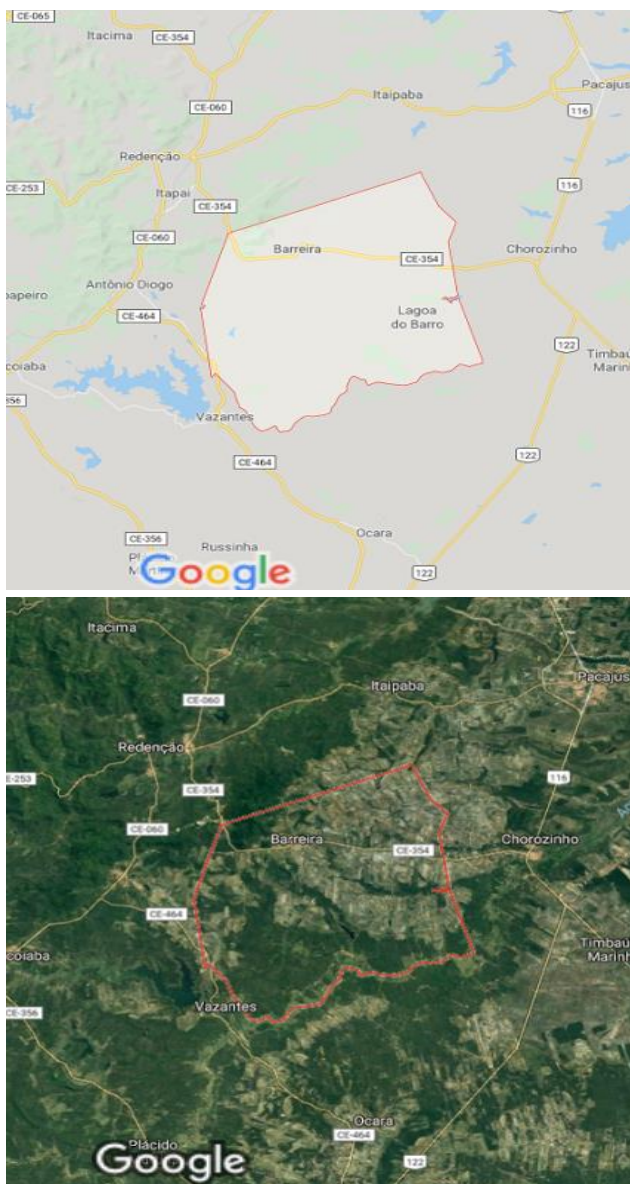
Esse processo inovador não redundando somente em soluções técnicas; o fator de aprendizado social-capacidade das comunidades em resolver problemas comuns torna-se o resultado principal.

3.4 Caracterização do município de Barreira

Barreira é originário do município de Redenção, a princípio chamava-se “Barreira Vermelha” na categoria de distrito, o nome faz referência ao solo da região¹⁹. Com as seguintes coordenadas: 4° 17’ 13” Sul, 38°38’35” Oeste e 83,5 m (altitude da sede), possui área territorial de 245,805 km² (Figura 6) e dista aproximadamente 63 km (em linha reta) da capital do estado do Ceará, Fortaleza. O clima é tropical, quente semiárido, com pluviosidade média de 1.061,9 mm. A estação chuvosa ocorre no período de fevereiro a abril e a temperatura média anual varia de 26° a 28°C (IPECE, 2017).

¹⁹ Informação retirada do portal do IBGE: Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/ceara/barreira.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.

Figura 6 – Mosaico com fotos aéreas de abrangência do estudo



Fonte: Adaptado de Google Maps (2018).

O relevo é característico da depressão sertaneja (maciço residual), com solos aluviais, areais quartzosos distróficos, planossolo solódico, podzólico vermelho-amarelo. A vegetação predominante é de caatinga arbustiva densa, floresta subcaducifólia tropical pluvial (IPECE, 2017).

A população estimada em 2018 foi de 22.362 habitantes, os dados obtidos no último censo de 2010 revelam que a população municipal era de 19.573 habitantes, sendo que a maioria reside em áreas rurais com 11.446 (58,48%) e os residentes em áreas urbanas correspondem a 9.736 (41,52%). O número de domicílios ocupados na área urbana é de 2.363, enquanto na zona rural é de 3.182. A razão de gênero (população masculina/população feminina) difere com 0,52% a mais para a segunda²⁰

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita, em 2016, foi de R\$ 6.965,50, dos quais cerca de 80% provenientes do setor de serviços, seguidos da agropecuária e indústria, respectivamente. Em comparação a outros municípios, Barreira ocupa a 100ª posição no ranking estadual, e na microrregião de Chorozinho coloca-se na 2ª, entre os municípios de Ocara e Chorozinho. Isto reflete o baixo potencial econômico, em que a população depende na sua maioria de atividades ligadas à administração pública e pode configurar dependência com reduzido grau de desenvolvimento, que se manifesta pela distribuição equitativa das atividades realizadas por toda a sociedade.

Em 2010, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDM) era de 0,616 e, em 2016, o de Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM)²¹ era de 25,60, fazendo Barreira ocupar, respectivamente, a 83ª e a 90ª colocação estadual (IBGE, 2019). O IDM é uma adaptação do IDH com o intento de retratar as diferentes realidades dos municípios brasileiros (SOUZA, 2014). O percentual da população considerada extremamente pobre é de 23,30%, valor acima do verificado no Estado (17,78%). Isso reflete a baixa renda no espectro social, em que 52,1% da população tem renda per capita familiar $\leq \frac{1}{2}$ salário mínimo.

Com relação ao saneamento básico, que está relacionado às condições de vida da população, recebe destaque o esgotamento sanitário com apenas 12,9% de serviço adequado, o que compromete

²⁰ Cf. IPECE, 2017.

²¹ *Id.*, 2017.

o lançamento desses efluentes nos corpos hídricos e no solo, considerando que no município existem 112 registros de poços para fins de abastecimento humano, os quais ficam susceptíveis a contaminantes.

4

MATERIAL E MÉTODOS**4.1 Caracterização da pesquisa**

O estudo foi realizado conforme Gil (2010), no qual, classifica a pesquisa de natureza aplicada característico de um levantamento de dados acerca de uma determinada realidade com abordagem qualitativa. Quanto aos objetivos, classifica-se como exploratório e descritivo, por tornar o pesquisador mais próximo da realidade e, ao mesmo tempo, identificar melhor as circunstâncias dos fenômenos observados.

A abordagem qualitativa se justifica pela técnica da análise descritiva. Por outro lado, há também o uso do levantamento estatístico, além de procedimentos adotados como: bibliográficos, quando se é necessário recorrer aos autores para entender a temática; e de campo, quando foram realizadas visitas e observação direta no intuito de compreender a importância e a utilização da tecnologia do dessalinizador pelos usuários dos sistemas de dessalinização em 16 localidades no município de Barreira, podendo ser classificada como de natureza aplicada, por gerar conhecimentos possíveis de serem aplicados na prática.

A investigação do trabalho teve como base a pesquisa de campo e a coleta de dados foi realizada junto as pessoas das comunidades, além disso, realizou-se também a pesquisa bibliográfica e documental.

Assim, a fonte primária de informações foi elaborada no decurso do contato inicial com as comunidades a partir do diálogo e

da observação direta. Como instrumento para coleta de dados, foi utilizado entrevista semiestruturada com o intento de deixar os informantes mais à vontade para colocações complementares. O roteiro das perguntas foi norteado com base nas questões socioambientais vivenciadas pelas comunidades para saber o que pensam e qual a compreensão dos atores sociais operantes dos equipamentos, estes são membros das famílias beneficiadas pela água do dessalinizador, visto ser o foco crucial da pesquisa.

4.2 O território e sua caracterização

O trabalho foi realizado no município de Barreira, Maciço de Baturité, Ceará. O Maciço de Baturité é uma formação geológica localizada no sertão central cearense, distribuída pelo território de treze municípios Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção.

A escolha do universo da pesquisa empírica foi Barreira, considerado um dos municípios que sofre com a escassez de água potável. De acordo com informações cedidas pela prefeitura local, o PAD destinou 18 dessalinizadores para o município. No sistema implantando pelo programa é cobrado, através de uma ficha, um valor de R\$ 1,00 por cada 20 litros de água doce. Trata-se de um instrumento de controle da distribuição da água.

Este município compõe as Bacias Metropolitanas, dentre os 31 municípios da Região Hidrográfica formada por 16 bacias independentes (COGERH, 2019). Este município tem como divisão político-administrativa a sede (Barreira) e os distritos de Córrego, Cajueiro, Lagoa Grande e Lagoa do Barro. A macrorregião de planejamento é o Maciço de Baturité, faz parte da mesorregião do Norte Cearense e da microrregião do Chorozinho.

4.3 Período de estudo e comunidades visitadas

O primeiro passo da pesquisa consistiu em visitas realizadas às comunidades que dispõem de dessalinizadores, no período de 17 de outubro de 2017 a 21 de agosto de 2018. Esta fase teve como propósito estabelecer o primeiro contato com as comunidades e identificar as circunstâncias de funcionamento dos sistemas de dessalinização.

Foram visitadas 16 localidades entre rurais e urbanas: Angicos, Arerê, Batalha, Caiana, Croatá, Córrego, Cruz, Exu II, Grossos, Lagoa do Barro, Lagoa do Canto, Lagoa do Meio, Mearim I, Pascoalzinho, Torre de aço e Uruá, sendo analisados 18 equipamentos nestas localidades.

4.4 Procedimentos de coleta e análise de dados

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico com bases de dados impressos, bem como material disponibilizado na internet para obtenção de um panorama sobre a situação atual do tema/problema pesquisado, descrito como pesquisa documental.

A coleta de dados na etapa posterior se deu com uma investigação em campo para averiguar, o funcionamento dos sistemas ativos e inativos e o percentual. Para tanto, o levantamento de dados com aplicação de entrevistas junto às comunidades foi respondido individualmente pelos operadores de cada comunidade responsável pelo sistema de dessalinização. No critério de escolha foi considerado os sujeitos residentes na localidade, usuários do sistema e encarregados da gestão cotidiana do equipamento.

O roteiro da entrevista semiestruturada (Quadro 4), com perguntas abertas para o registro de dados, constou essencialmente de informações sobre o entrevistado, o equipamento de dessalinização e os principais usos e organização social, conforme ficha de campo utilizada na coleta dos dados.

Quadro 4 – Roteiro de entrevista semiestruturada

ASSUNTO	PERGUNTAS
Sobre o INFORMANTE	Nome Profissão Naturalidade Instrução Tempo que reside no local
Sobre o DESSALINIZADOR	Ano da obra Ano de Funcionamento Fonte de captação Vazão de bombeamento Fonte de Energia Operante do sistema Etapas do processo Destinação dos rejeitos

Sobre o USO	Principais usos da água dessalinizada Famílias atendidas Organização social e o seu nome
Observações	

Fonte: Autora (2019).

Logo, esse conjunto de informações coletadas em campo, à luz do referencial teórico, foi organizado e submetido à análise descritiva e estatística, sendo possível a sistematização de ideias e a interpretação dos resultados, com sínteses apresentadas em forma de Tabela.

A frequência percentual (%) dos dessalinizadores foi calculada pela seguinte Equação 3:

$$Fpi(\%) = \left(\frac{fi}{n} \right) \times 100 \quad (3)$$

onde Fpi: frequência percentual, fi: frequência absoluta e n: número de dessalinizadores.

No processo de análise, os dados estabelecem comparações de funcionamento dos dessalinizadores na atual situação e como deveria funcionar de acordo com a proposta do PAD, que trata de um sistema integrado de dessalinização. Assim, essa pesquisa considerou a interdependência dos quatro subsistemas para análise, conforme cada etapa abaixo:

1. Sistema de dessalinização que torna a água potável;
2. O concentrado, solução salobra ou salina, é destinado para tanques de criação de peixes;
3. O efluente (concentrado) dessa criação, enriquecido em matéria orgânica, é aproveitado para a irrigação da Erva-Sal (*Atriplex nummularia*) que, por sua vez, é utilizada na produção de feno;
4. A forragem, com teor proteico entre 14 e 18%, é utilizada para a engorda de caprinos, ovinos e/ou bovinos da região, fechando o sistema de produção integrado.

Considerando o último objetivo, foi proposto um modelo com abordagens participativas empregando o DRP, dada a

relevância do cenário vivenciado pelas comunidades, permitindo pensar em estratégias inovadoras, como ações que visassem à promoção do desenvolvimento local sustentável.

Além disso, foram desenvolvidos mapas a partir do software ArcGIS versão 10.3 considerando as coordenadas geográficas dos poços localizados nas comunidades que têm os sistemas de dessalinização instalados.

5

DESSALINIZAÇÃO DE ÁGUAS

5.1 Cenário atual dos sistemas de dessalinização e sua estrutura organizacional de funcionamento

Diante da construção do cenário atual de funcionamento dos sistemas de dessalinização implantados em comunidades no município de Barreira, por meio do Programa Água Doce em parceria com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará e a Prefeitura Municipal, constatou-se que, do total de 18 equipamentos, 8 encontram-se ativos e 10 estão inativos. A Tabela 1 ilustra a situação de funcionamento:

Tabela 1 – Situação dos dessalinizadores em comunidades rurais e urbanas no município de Barreira, Ceará.

Comunidades	Sistema Ativo	Sistema desativado
Angicos	-	Desde 2017
Arerê	-	Desde 2012
Batalha	-	Desde 2009
Caiana	-	Não funciona
Croatá	-	Desde 2016
Córrego	-	Ainda não funcionou
Cruz	Ativo	-
Exu II	-	Desde 2014
Grossos	Ativo	-

Lagoa do Barro	Ativo	-
Lagoa do Canto	Ativo	-
Lagoa do Meio	Ativo	-
Mearim I	Ativo	-
Pascoalzinho (3)	1 sistema*	2 sistemas**
Torre de Aço	-	Não funciona
Uruá	Ativo	-
Total	8	10
Frequência percentual (%)	44,44	55,55

* Sistema funcionando parcialmente

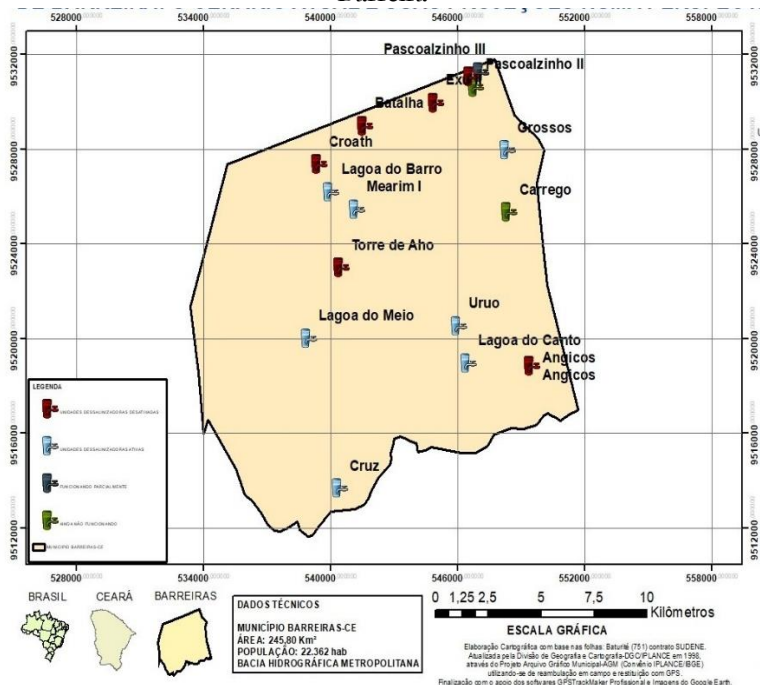
** Sistemas desativados

Ao analisar a Tabela 1, foi possível constatar que a comunidade de Córrego possui um sistema instalado que ainda não funcionou. A comunidade de Pascoalzinho possui três dessalinizadores, no entanto, um funciona o sistema de dessalinização, e quanto aos outros dois sistemas, um ainda não foi colocado para funcionar e o outro está desativado. Já nas comunidades de Cruz, Lagoa do Barro, Uruá, Lagoa do Canto, Mearim I, Grossos e Lagoa do Meio os sistemas de dessalinização estão funcionando. E nas comunidades Angicos, Batalha, Croatá, Exu, Arerê, Caiana e Torre de Aço os sistemas de dessalinização estão desativados.

Observou-se que 44,44% dos 18 equipamentos de dessalinização estão ativos, enquanto os sistemas desativados equivalem a 55,55%, sendo que dois deles estão instalados, porém ainda não foi possível ativá-los devido à falta de energia elétrica que permite o seu funcionamento. Os outros oito sistemas estão desativados por falta de manutenção. Todos eles estão identificados nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Identificação de pontos de sistemas instalados em

Barreira



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O desenvolvimento desses mapas a partir do software ArcGIS versão 10.3 considerou as coordenadas geográficas dos poços localizados nas comunidades que têm os sistemas de dessalinização instalados, tendo como fonte secundária o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Dois pontos de dessalinizadores não aparecem nos mapas acima, uma vez que Arerê não foi identificado na área territorial do município e Caiana não está disponível nas coordenadas no sistema.

Na Tabela 2, consta o ano de implantação de cada equipamento e um aspecto situacional que remete à atual realidade, dada a importância do processo, visto tratar de eventos que possibilitam em parte sua ativação, dentre outros pontos que serão também expostos a seguir.

Tabela 2 – Caracterização dos dessalinizadores ativos

Comunidades	Ano de implantação	Aspecto situacional
Cruz	2009	Funcionou pela última vez em março de 2017, em decorrência das precipitações ocorridas no primeiro semestre e cisternas cheias.
Grossos	2014	Das 48 famílias que deveriam ser beneficiadas, 16 optam em não pegar água porque não concordam com a taxa de R\$ 1,00.
Lagoa do Barro	2005	Sem funcionar desde 2011 porque não atende à demanda das 46 famílias beneficiadas.
Lagoa do Canto	2015	Famílias pagam R\$ 20,00 mensal e as

		de outras localidades paga R\$ 1,00 por ficha para cada 20 litros de água.
Lagoa do Meio	2015	Famílias adquirem a ficha por R\$ 1,00 para cada 20 litros de água.
Mearim I	2016	Cada usuário adquire a ficha por R\$1,00 para cada 20 litros de água.
Pascoalzinho	2000	Somente a escola recebe água doce do sistema.
Uruá	2010	Busca-se a água doce diretamente no chafariz através de recipiente (balde), exceto a escola, que recebe água doce encanada.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Verifica-se que os sistemas das comunidades Grossos, Lagoa do Canto, Lagoa do Meio e Mearim I foram os últimos implantados e que estão funcionando com a cobrança de uma taxa, mesmo que assimetricamente, num contexto geral.

No caso da comunidade Grossos, uma forma de viabilizar as despesas com o sistema foi adotar valores variados de cinco, três, dois e um real para cada 200, 100, 50 e 20 litros de água doce, respectivamente. Mas ficou nítida a resistência de alguns usuários em relação à taxa simbólica por consumo de água, optando eles por abastecerem-se de comunidades vizinhas, comprometendo a gestão do equipamento local. O recurso advindo dessas fichas seria destinado 30% para o operador e a energia custeada pela comunidade.

Enquanto isso, na comunidade Lagoa do Canto, uma questão perceptível foi o nível de organização quanto à cobrança pela água, configurando assim um certo grau de autonomia na operação do

sistema. É importante ressaltar uma sintonia percebida entre esta comunidade com a de Uruá, no que se refere à participação da comunidade Lagoa do Canto na Associação Comunitária do Uruá e ao uso da água do poço da Lagoa do Canto quando da indisponibilidade do Uruá, com isso garantindo a disponibilidade hídrica.

Já o sistema Lagoa do Meio, devido ao equipamento ainda encontrar-se na garantia, está recebendo manutenção da empresa responsável pela implantação. A análise de água foi realizada duas vezes no ano 2017. O equipamento de água doce funciona com ficha sem média de quantas fichas são distribuídas por dia. Sabe-se que no primeiro semestre do ano é bem menos, porque as cisternas têm água armazenada da chuva. O recurso advindo dessas fichas é destinado 40% para o operador e a energia é custeada pela Associação Lagoa do Meio.

Como informação complementar mencionada sobre o sistema Mearim I, estima-se que 70 (setenta) fichas são vendidas na segunda-feira e, em dia “fraco”, como a quinta-feira por exemplo, umas 25 (vinte e cinco), tendo uma média semanal de 200 fichas.

Analisando o aspecto situacional nessas comunidades, vê-se que existe sistema centralizado em uma única família, dando uma conotação de ser privado (Mearim I), fato observado no diálogo e na condição que é dada à gestão, não extinguindo uma outra realidade, interferência política (Exu II). Foi visto que o modelo do acordo apresentado pelo programa para os sistemas de dessalinização, que rege normas de funcionamento de direitos de acesso e uso à água doce e resolução de conflitos pela própria comunidade não é praticamente seguido, quando comparado com o fato encontrado em campo.

Na Tabela 3 identifica-se o ano que o equipamento passou a não funcionar e situações que foram determinantes para tal evento. A maioria dos problemas identificados condiz com a conjunção da gestão²², aliada ao envolvimento da sociedade.

²² Nesse sentido, a palavra gestão, adjetivada pelo vocábulo social, possui significado que poderia ser compreendido como processo de tomada de decisão compartilhado (TENÓRIO, 2014).

Tabela 3 – Caracterização dos dessalinizadores inativos

Comunidades	Ano de desativação	Aspecto situacional
Angicos	2017	Constatou-se que o sistema demanda reparo geral.
Arerê	2012	Não funciona porque a bomba queimou.
Batalha	2009	Só existe a estrutura física sem o equipamento
Caiana	Não funciona	Está sem funcionar porque a comunidade passou a ser abastecida pela Cagece.
Croatá	2016	Alta concentração de sais, que se agravou com o rebaixamento do nível da água do poço.
Córrego	Ainda não funcionou	Aguarda o início do seu funcionamento para atender 250 famílias.
Exu II	2014	Falta de manutenção.
Pascoalzinho (2)	2 sistemas	Um por ineficiência do sistema operativo e o outro devido à falta de energia elétrica.
Torre de Aço	Não funciona	Desde quando a Cagece passou a atender a comunidade

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O cenário vivenciado por essas comunidades explica questões que determinam a sua situação na sociedade, é nesse sentido que urge o estabelecimento de alternativas sustentáveis promotoras do bem viver. Consoante esse pensamento, Feil e Schreiber (2017) declaram que o termo sustentável “abrange a ideia de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, preocupando-se com a existência futura de recursos naturais para viabilizar a continuação da vida humana”. Isso posto, reflete diretamente na necessidade da água como um recurso indispensável à vida, um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei 9.433/97.

Por ser uma tecnologia substancial à produção de água potável, a dessalinização tem sido aplicada em algumas comunidades do Estado do Ceará. Porém, os resultados esperados em relação ao funcionamento, em especial à etapa de aproveitamento dos rejeitos não foram efetivados, como é o caso do município de Barreira, que não dispõe de alternativas de tratamento e destinação adequada dos resíduos gerados pelas unidades de dessalinizadores instaladas no município.

Nas comunidades estudadas, a água para consumo humano é fornecida por um dessalinizador de osmose reversa, este recebe água de poços tubulares. No entanto, os rejeitos oriundos dessa atividade geraram poluição do solo, ocasionando problemas para a população e órgãos ambientais.

Parte desse estudo refere-se às questões de ordens sociais e ambientais frente à fragilidade e aos desafios da conjuntura política brasileira. Portanto, é importante destacar dois fatos intrinsecamente relacionados com a circunstância: os cinco anos consecutivos de chuvas abaixo da média anual, que afetam a maior parte da população, e a crise econômica que tem acometido o funcionamento dos programas. Essa relação pôde ser percebida no decurso dessa ação por meio do contato direto com a realidade dos sistemas de dessalinização instalados nas comunidades do município de Barreira.

A seguir, são apresentados os sujeitos participantes da pesquisa em cada comunidade²³, o grau de instrução, se houve algum tipo de gratificação pelo trabalho e quem é o responsável pelo pagamento dessa gratificação (Tabela 4).

Tabela 4 – Sujeitos da pesquisa relacionados aos Operadores das Comunidades

Comunidades	Operadores /Informantes *	Grau de Instrução	Gratificação
Angicos	1	-	Prefeitura
Arerê	2	-	Era Prefeitura
Batalha	-	-	-
Caiana	3*	-	-
Croatá	4	Ensino	Era Prefeitura

²³ Para preservar a identidade dos sujeitos informantes o nome foi omitido.

		Médio	
Córrego	5	-	Será com arrecadação
Cruz	6*	Ensino Médio	Era Prefeitura
Exu II	7	Ensino Médio E.	Era Prefeitura
Grossos	8	Fundamental I	Arrecadação
Lagoa do Barro	9	Ensino Médio E.	SISAR
Lagoa do Canto	10	Fundamental II E.	Arrecadação
Lagoa do Meio	11* e 12	Fundamental I	Arrecadação
Mearim I	13 e 14*	Ensino Médio	Sem
Pascoalzinho (3)	15, 15*, 16*	-	Sem
Torre de Aço	17*	-	-
Uruá	18	Ensino Médio	Prefeitura

* Informante

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Vale ressaltar que existe a necessidade de se preservar as identidades dos entrevistados, assim, por questões de ética, foi atribuído números sequenciais aos participantes da pesquisa.

Nesse contexto, assinala-se que os responsáveis pelas informações diretas foram 19 participantes, sendo que 12 atuam como operadores e 7 não operam os sistemas, porém residem nas comunidades e têm conhecimento de como funciona o equipamento de dessalinização, onde na ocasião repassaram informações valiosas e foram classificados unicamente como informantes.

Positivamente, a maioria dos informantes são os operadores dos sistemas com nível de escolaridade básica concluída, prevalecendo a terceira etapa da educação (Ensino Médio) com 6 e

a segunda etapa (Ensino Fundamental) com 3. Então, notou-se que para operar o sistema não se exige mão de obra com grau de especialidade na área, identificando-se cartaz afixado com instruções de como operar o dessalinizador nas comunidades Lagoa do Meio e Grossos.

Quanto à gratificação dos responsáveis pela gestão do equipamento, os custos que deveriam contar com o apoio do ente público municipal, apenas 2 operadores estão recebendo, 4 estão sem receber da prefeitura, 2 falaram que operam sem remuneração, 3 recebem com percentual extraído da arrecadação advinda das fichas e um equipamento montado (Córrego) que passará também a funcionar com fichas destinará um percentual não informado ao operador.

Portanto, conforme apresentado na Tabela 4, a variação no quesito atribuído à responsabilidade com a gratificação destinado aos operadores demonstra instabilidade, evidenciou que não houve cumprimento com os acordos coletivos e, por isso, permite identificar a necessidade de ajustes para que os sistemas possam funcionar em atendimento às reais necessidades. Como já citado anteriormente, a comunidade Grossos é uma realidade em que o operador deveria receber 30% da arrecadação, contudo, não funciona, e meio salário também seria repassado pelo poder público municipal, o que não foi efetivado.

5.2 A efetividade dos sistemas de dessalinização em Barreira

Uma importante discussão sobre a efetividade dos sistemas de dessalinização para inferir o contexto das comunidades em situação de desabastecimento hídrico baseou-se no modelo integrado desenvolvido pela Embrapa semiárido, que contempla os subsistemas interligados envolvendo basicamente a dessalinização em si; o aproveitamento do concentrado para a criação de peixes; o efluente dessa criação para a irrigação da Erva-Sal; e a forrageira utilizada na produção de feno para alimentar os animais. Para tanto, tem-se que:

- **Cruz:** O sítio Cruz está dividido em três áreas (I, II e III) que interagem com total de 110 famílias. O dessalinizador foi implantado para atender aproximadamente 40 famílias da comunidade Cruz II que dispõe de um poço tubular com

considerável teor de sais, mas sem rede de distribuição de água. O sítio Cruz I tem apenas uma família residindo, sendo atendida por carro pipa, enquanto Cruz III recebe recurso hídrico menos salino comparado a Cruz II e possui rede de distribuição de água, permitindo o abastecimento normal dessa comunidade. O destino final do concentrado advindo do processo de dessalinização tem o solo como receptor, ou seja, todo rejeito é destinado a céu aberto.

- **Grossos:** O sistema de dessalinização de água (Figura 9) foi implantado para atender 48 famílias, porém 16 optam em não pegar água no sistema porque não concordam com a taxa. Diante dessa situação, o operador se dispõe a levar até as residências tambores com água por taxas variadas já mencionadas, como meio de custear as despesas com energia elétrica, flocon, etc., chegando a realizar de três a cinco viagens por dia. Outras comunidades buscam esporadicamente água no sistema. Possui tanque de concentrado para criação de peixes e uma pessoa desenvolve a atividade de criação de tilápia. Para o aproveitamento do rejeito, dois canos de saída foram instalados, um de água bruta e o outro de rejeito, para que as águas se misturem e possam ser aproveitadas para tomar banho, consumo animal, entre outros usos.

Figura 9 – Sistema de dessalinização de água da Comunidade Grossos



Fonte: Autoria própria (2019).

A Figura 9 revela as etapas do processo de dessalinização, no item A) acontece a separação dos sais da água por osmose reversa; B) Reservatórios de armazenamento de água dessalinizada e de água bruta; C) Tanque de concentrado ou tanque de rejeito; C) Ponto de junção da água bruta com o rejeito para aproveitamento nas residências.

- **Lagoa do Barro:** Embora o sistema da localidade se apresente em perfeito estado, está sem funcionar desde 2011 porque não atende à demanda das 46 famílias beneficiadas, considerando os múltiplos usos (doméstico, animal, limpeza do caju, dentre outros), principalmente no verão. Destarte, o consumo humano da comunidade é suprido com água acumulada nas cisternas de 16 mil litros de água. A comunidade promove um diferencial no que concerne à gestão compartilhada com o Sistema Integrado de Saneamento Rural (Sisar). Ela possui atribuições que se

destacam pela assistência técnica, controle de qualidade da água, definição coletiva do cálculo de tarifas e emissão de contas. É importante citar que a comunidade dispõe de hidrometração individualizada, aspecto crucial no controle do consumo.

- **Lagoa do Canto:** o sistema foi implantado para atender 20 (vinte) famílias; destas, 15 (quinze) são beneficiadas e também as comunidades Lagoa Nova, Uruá e Lagoa do Barro quando falta água nessas localidades. O concentrado oriundo desse processo é usado em três casas, posto que não há projeto para reaproveitamento do mesmo.
- **Lagoa do Meio:** o sistema atende 62 famílias das comunidades Lagoa do Meio, Arisco e Catolé, as duas últimas formam a própria Lagoa do Meio, mas recebem nomes diferentes. As comunidades Torre de Aço e Riacho também são atendidas quando falta água doce em suas localidades. O rejeito é direcionado ao tanque de concentração. Neste tanque há apenas duas gaiolas com peixes. Um outro tanque bem menor foi construído próximo à estrada com finalidade de atender ao abastecimento animal, a água concentrada vem diretamente da caixa de 5000 litros.
- **Mearim I:** O sistema simplificado de abastecimento d'água (dessalinizador) atende às comunidades Mearim I (50 famílias), II, III, o Centro de Barreira e outras localidades, não tendo o controle exato de quantas famílias são atendidas. Cada usuário adquire a ficha por R\$1,00 para cada 20 litros de água. O rejeito ou concentrado resultante do processo de extração do sal da água é armazenado em anéis e reaproveitado nas atividades diárias, os interessados buscam a pé no chafariz. A comunidade Mearim I é atendida pela Cagece e dispõe de rede de distribuição de água, logo a água do sistema simplificado tem como uso prioritário o consumo humano e o rejeito advindo deste tende a favorecer outras atividades, em razão da inexistência de projeto que o destine adequadamente. O sítio Mearim II

também visitado dispõe de um poço desativado e um perfurado recentemente, contudo, ainda sem funcionar, ambos com elevados teores de sais, sendo que o primeiro tem mais do que o segundo, de acordo com um informante da Comunidade Mearim II que não revelou o seu nome, expondo ainda que provou da água do poço recém-perfurado, por isso chegou a tal conclusão. Atualmente a comunidade recebe água do Mearim I.

- **Pascoalzinho:** O Terceiro Sistema ou Sistema III (funciona parcialmente), O dessalinizador foi implantado para atender 80 famílias, mas somente a escola recebe água doce do sistema. Diariamente o equipamento funciona com fornecimento de água salgada.
- **Uruá I:** A implantação do dessalinizador (Figura 10) objetivou fornecer água para 200 famílias das comunidades Uruá I e II, Angico, Lagoa Nova e Arroz com finalidade exclusiva para o consumo humano (cozinhar e beber). Faz-se necessário destacar que o rejeito (concentrado) oriundo do processo de dessalinização está sendo aproveitado quando misturado com água normal do chafariz (salgada) e usada nas residências. Por outro lado, há desperdício por parte de alguns usuários.

Figura 10 – Sistema de dessalinização de água da Comunidade Uruá



Fonte: Autoria própria (2019).

É possível identificar na Figura 10 às etapas do processo de dessalinização na Comunidade Uruá I, sendo composto por: A) Dessalinizador por osmose reversa que torna a água potável; B) Chafariz com reservatório de água bruta; C) Ponto de localização do poço tubular que fornece água bruta ao sistema; C) Ponto de localização da ficha automatizada de captação de água doce.

Estrategicamente foi feito um quadro ilustrativo para simplificar o agrupamento das informações e possibilitar uma análise e interpretação dos dados. Diante da situação peculiar de cada sistema, as localidades foram trabalhadas individualmente e depois discutido o conjunto das informações. O Quadro 5 apresenta a lista das comunidades atendidas com o total de famílias e se estão organizadas por meio de associação, bem como o contexto prático de ativação dos sistemas envolvendo a destinação dos rejeitos e a responsabilidade dos custos com a energia desses sistemas.

Quadro 5 – Sobre o Dessalinizador nas comunidades

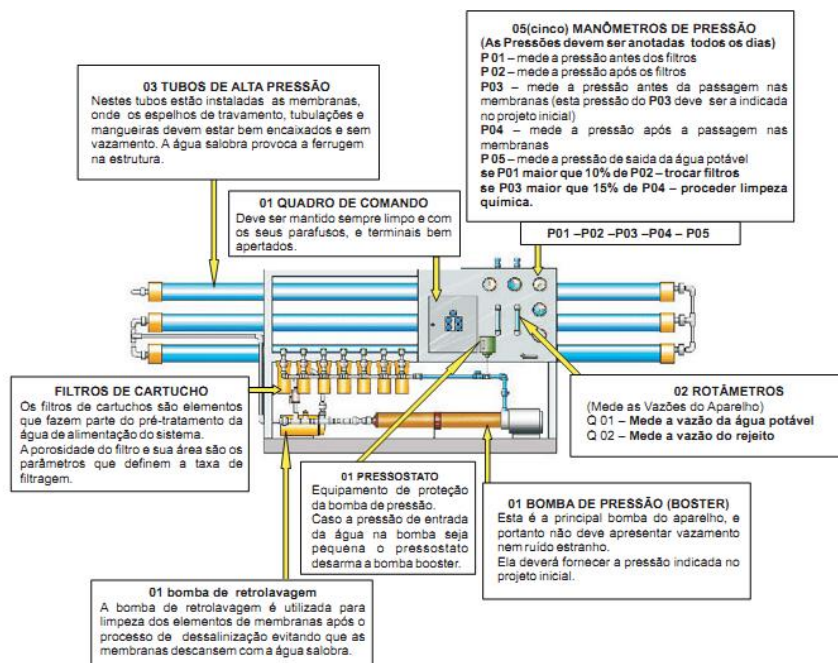
Comunid. atendidas	Total de famílias	Funcion. do sistema	Destin. do rejeito	Energia	Organiz. social
SISTEMA CRUZ (FUNCIONOU EM MARÇO 2017)					
Cruz II e III	110	Dias alternados com 3 a 4 horas por dia	A céu aberto	-	Sim
SISTEMA GROSSOS					
Grossos	32	Diariamente das 7h às 11 horas e das 14h às 17 horas.	Aproveitado	Comunidade	Sim
SISTEMA LAGOA DO BARRO (FUNCIONOU EM 2011)					
Lagoa do Barro	46	Diariamente das 6 h às 19 horas	A céu aberto	-	Sim
SISTEMA LAGOA DO CANTO					
Lagoa do Canto, Lagoa Nova, Uruá e Lagoa do Barro	15	3 dias por semana	Aproveitado	Comunidade	Não (faz parte do Uruá)
SISTEMA LAGOA DO MEIO					
Lagoa do Meio, Arisco e Catolé, Torre de Aço e Riacho	62	Diariamente das 6h às 8h e das 16 às 18 horas	Tanque de concentrado	Associação	Sim
SISTEMA MEARIM I					
Mearim I, II, III, o Centro de Barreira e outras localidades	Mais de 50	De 2ª a 6a, das 7h às 17 horas.	Anéis de concreto	Prefeitura	Não
SISTEMA PASCOALZINHO I (FUNCIONOU EM 2017)					
Pascoalzinho	40	Dois dias na semana (3ª e 6ª), das 08 às 11 horas	A céu aberto	Prefeitura	Não
SISTEMA URUÁ I					
Uruá I e II, Angico, Lagoa Nova e Arroz	200	2ª, 4ª e 6ª das 06 às 11 horas	Aproveitado	Prefeitura	Sim

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Primeiramente, é preciso notar que todos os sistemas tem o mesmo modo operante para o processo de dessalinização de água, em que o poço tubular é a principal fonte de captação e compõe a primeira etapa do sistema, seguido por bomba de poço, reservatório de alimentação (água bruta), abrigo de alvenaria (estrutura

física/casa), reservatório do permeado (água doce), reservatório do concentrado (rejeito), tanque para contenção do concentrado, chafariz e o próprio dessalinizador, que é um equipamento dotado de componentes; os principais podem ser vistos na Figura 11.

Figura 11 – Componentes principais do Dessalinizador



Fonte: Cerb, 2014.

Neste tópico tem-se que dos 8 sistemas ativos, são mais de 555 famílias atendidas com água doce e a única diferença encontrada nos equipamentos consiste na quantidade de membranas, variando de 2 a 6 unidades entre os sistemas. Essa variação de membranas corresponde ao número a ser utilizado que depende da vazão de entrada e do grau de salinidade da água (BRASIL, 2001).

Nas informações proferidas, Uruá I apresentou o número maior de famílias atendidas, com 200, a vazão do poço de 6.700 litros/hora é igualmente superior às vazões dos outros poços, consequentemente o sistema também recebeu um equipamento maior, conforme expresso na Figura 12 (A). Os dados também

confirmaram que Lagoa do Canto tem o menor número de famílias atendidas com 15 e vazão do poço menor comparado com outros, de 1.200 litros/hora.

No que tange à ativação do equipamento, cada comunidade adota os dias e horários conforme sua necessidade, ocorrendo diariamente (3), dias alternados (1), três dias (2), dois dias (1) e cinco dias (1). Nem sempre um número diminuto de famílias é o que aciona menos o sistema, por exemplo, Lagoa do Canto atende 15 famílias e coloca pra funcionar três dias da semana, ao passo que Pascoalzinho aciona dois dias para atender 40 famílias. Na fala do operador do sistema Lagoa do Barro, ficou claro o elevado desperdício de água, quando o sistema estava funcionando todos os dias para atender 46 famílias.

Os resultados obtidos apontam que as comunidades Uruá, Lagoa do Canto, Mearim I, Grossos e Lagoa do Meio aproveitam o efluente (concentrado) do dessalinizador. Porém, apenas as localidades de Grossos e Lagoa do Meio têm tanque de concentrado, enquanto as localidades de Uruá, Lagoa do Canto e Mearim I não dispõem da estrutura de armazenamento, mas aproveitam de alguma forma, como já informado.

Pode-se inferir que nenhum sistema de dessalinização funciona efetivamente de forma integrada para compor um ciclo de produção, ao mesmo tempo em que se observou pessoas com situações semelhantes ao difícil acesso à água de qualidade.

Sobre a organização social, 5 comunidades com associação se mostram favoráveis. Por outro lado, 3 comunidades apontam um agravante na inexistência de uma organização formal que possa buscar coletivamente os seus direitos. Indica-se como desafio a reorganização dessas existentes para melhor obter um resultado satisfatório do potencial local.

Analisou-se a existência de um ponto importante que merece atenção: a comunidade Mearim I tem rede de distribuição de água, está assistida pela Cagece, recebe auxílio da prefeitura com o custo da energia elétrica e demonstra funcionar bem a cobrança pela água através da ficha, mesmo sem uma organização social.

Na comunidade Grossos, mesmo organizada em associação e tendo a vantagem de água encanada, encontra-se dificuldade principalmente na “cobrança” pelo uso da água pra garantir o funcionamento do sistema, bem como na implantação do projeto de aproveitamento do concentrado com a criação de tilápia, pois um

único morador (vice-presidente da associação) cria peixe no tanque do concentrado.

O nível de organização da comunidade Lagoa do Barro consequentemente proporcionou a presença do Sisar para o monitoramento do sistema de abastecimento de água, com isso houve garantia na disponibilidade hídrica. Por outro lado, embora a comunidade Uruá I tenha associação, não funciona a contento.

As informações obtidas, apresentaram indicativos de que as comunidades como Lagoa do Meio, mesmo organizada, enfrenta desafios e ainda demonstra que não se apropriou dos benefícios que o sistema de dessalinização dispõe.

Por fim, é fato que os sistemas na fase inicial funcionam com garantia porque têm o prazo de dois anos estabelecido pela empresa na implantação, realizando limpeza das membranas e análise da água. Passado esse período, houve casos em que essa garantia foi reduzida para um ano (a comunidade Grossos vive tal realidade); dessa maneira, a gestão fica comprometida, principalmente no que diz respeito aos gastos para manutenção do equipamento.

5.3 O modelo de DRP

Para elaboração do modelo de Diagnóstico Rápido Participativo aplicado ao município de Barreira foi pensado a partir da comunidade e de ela construir uma possível relação mais harmoniosa e sustentável entre o ser humano e a natureza. Essa ideia de criar um modelo que contemple alternativas coletivas próprias sugere uma forma inovadora de rompimento do habitual.

Em caráter de proposição, foi pensado na efetivação da metodologia ativa, considerada como premissa a simplicidade, visto que modelos complexos são complicados de aplicação e não contemplam, muitas vezes, os interesses locais. Referente a essa abstração, Vieira e Martins (2016) conceituam que os modelos são significativos instrumentos para entender os fenômenos naturais e sociais capazes de representar simplificadamente a realidade.

O modelo de gestão inclusiva, pautado nos princípios da participação, requer uma racionalidade social e ambiental para o aprimoramento da tecnologia de dessalinização. Dessa forma, foram ponderados os seguintes elementos:

- a) Observação do atual método de diagnóstico das localidades realizado com formulário padrão para o seu resultado ser comunicado às comunidades e às Prefeituras. Ou seja, informar para, e não, validar com;
- b) Circunscrição do funcionamento de cada sistema de dessalinização sem perder a dimensão interdependente de todos os subsistemas, vindo a conceber uma visão integradora;
- c) Adoção de uma abordagem participativa envolvendo ferramentas adaptativas à realidade, dividindo em etapas sequenciais (aplicação, validação e planejamento) para entender o comportamento de todo o processo e apropriar-se da realidade. A metodologia do modelo intenciona elaborar o Diagnóstico Rápido Participativo com:
 - **Aplicação** de ferramentas participativas, com destaque para as que seguem: Diagrama de Venn; Gráfico Histórico da Comunidade; Lista da Agrobiodiversidade; Mapa Histórico do Uso de Agrobiodiversidade; Análise FOFA; Priorização das Estratégias de Enfrentamento; Análise Social CLIP; Construção Conjunta de Uma Visão (BOEL; THIJSSSEN, 2007);
 - **Validação** das informações, para tornar legítimo o panorama construído pelos envolvidos, tendo assim um direcionamento das ações que serão realizadas a partir da proposição dos participantes;
 - **Planejamento** que procura agregar visões múltiplas e integradas, visando a implementação de ações, para que haja sucesso na obtenção dos resultados planejados.

A disponibilidade de um guia usado como referência no campo por Boef e Thijssen foi fator chave para estruturação desse modelo com adoção de Ferramentas Participativas na Gestão dos Dessalinizadores.

5.3.1 Descrição do modelo

É proposto o modelo que contempla dois momentos com atividades interdependentes: o primeiro consiste no diagnóstico participativo com aplicação das ferramentas acompanhadas de desenhos e/ou tabelas, as quais proporcionam o aprendizado

interativo, a troca de conhecimento e o empoderamento, visto abrangerem todas as faixas etárias dos envolvidos.

O segundo concerne em validar os dados colhidos na fase anterior; nesse estágio se confirma a veracidade do desenvolvimento do modelo participativo. Por fim, o planejamento das ações enumeradas e passíveis de serem implantadas, além das funções e atribuições firmadas pelos parceiros. O modelo adotado segue detalhado:

No primeiro momento, oito principais ferramentas que são trabalhadas pela comunidade, de preferência em grupos e apresentadas na ocasião com duração de aproximadamente de seis horas. A sequência das ferramentas: inicia com as gerais, apresenta depois as mais detalhadas em tópicos específicos e culmina com as analíticas.

Não se pode esquecer que o pesquisador tem o papel de facilitar o processo, para que não haja indução no resultado. Logo, a facilitação torna-se uma atividade de ponderação.

1) **Diagrama de Venn**, cujo objetivo identifica quais atores sociais internos e externos são considerados parte da comunidade e/ou importantes para o seu desenvolvimento.

2) **Gráfico Histórico da Comunidade**, possibilita a percepção de aspectos em um contexto histórico com diferentes assuntos, sejam eles sociais ou ligados à saúde, produção, recursos naturais, etc.

3) **Lista da Agrobiodiversidade**, mostra a diversidade disponível na comunidade ou variedades de produção familiar. Auxilia a identificar variedades únicas, comuns e raras de espécie cultivadas na comunidade, bem como determinar a origem, grau de troca, área e outros.

4) **Mapa Histórico do Uso de Agrobiodiversidade** para avaliar as mudanças nos recursos naturais e na biodiversidade, facilitando, assim, a troca de informações entre os membros da comunidade. Esse mapa auxilia a entender os problemas atuais num contexto histórico.

5) **Análise FOFA**, objetiva identificar as fortalezas, oportunidades, fraquezas e ameaças da situação. Ressalta-se que esta ferramenta é uma das mais importantes, por auxiliar na identificação de aspectos positivos e negativos dos sistemas, resultando numa compreensão holística de todo o processo.

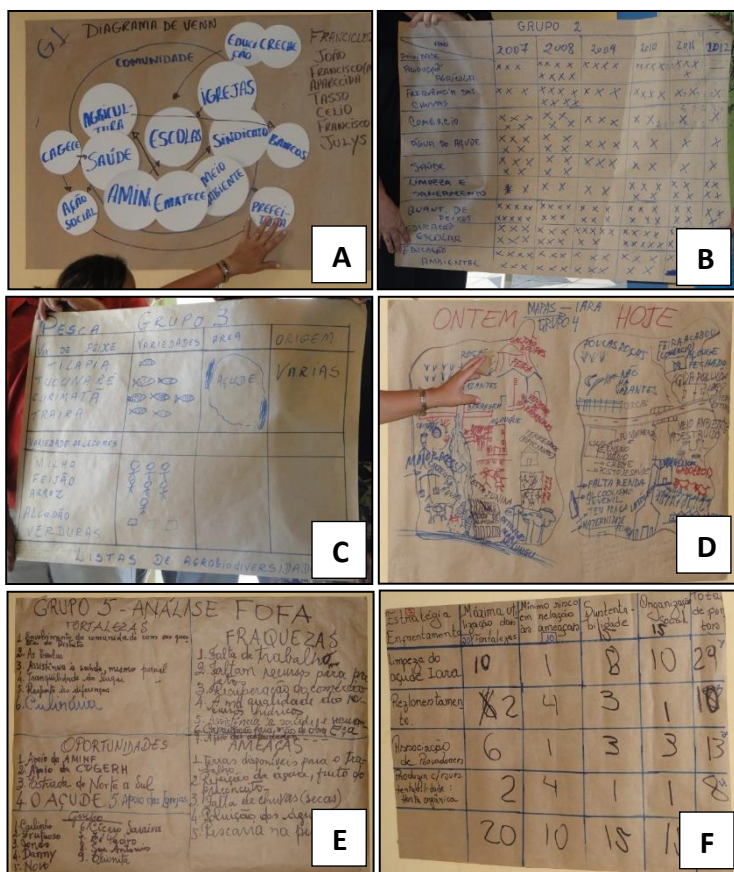
6) **Construção Conjunta de Uma Visão**, facilita a formulação de uma visão compartilhada do resultado que o grupo gostaria de um projeto, com tema específico e baseado no que realmente é possível.

7) **Priorização das Estratégias de Enfrentamento**, permite o grupo de participantes a desenvolver uma estratégia, ação ou atividade para melhorar determinada situação. Essa ferramenta requer uso máximo das fortalezas, um olhar para a visão anteriormente construída. Deve-se formular um máximo de sete estratégias e classifica-las baseadas na fortaleza, sustentabilidade, Organização Social, etc.

8) **Análise Social CLIP**, constrói o perfil dos atores sociais e caracteriza quanto ao poder, interesse e legitimidade. É uma ferramenta que facilita no desenvolvimento de um projeto e, ao mesmo tempo, identifica os parceiros críticos para tornar o projeto um sucesso. É importante lembrar que a análise social se baseia no Diagrama de Venn e nas Estratégias de Enfrentamento.

Na Figura 12, pode ser vista a forma com que as ferramentas são construídas e apresentadas pelos participantes.

Figura 12 – Diagnóstico realizado no Distrito Iara, município de Barro/CE.



Fonte: COGERH (2012).

A Figura 12 apresenta o diagnóstico rápido participativo realizado no Distrito de Iara, a partir do: A) Diagrama de Venn; B) Gráfico Histórico da Comunidade; C) Lista da Agrobiodiversidade; D) Mapa Histórico do Uso da Biodiversidade; E) Análise FOFA; F) Priorização das Estratégias de Enfrentamento.

Dessarte, essas ferramentas retratam a realidade local, estabelecem algumas conclusões e propõem ações ou atividades futuras a serem desenvolvidas. Diante desse contexto, entendem-se

como estratégias orientadas à participação e à aprendizagem social, resultando num processo de construção do ontem, do hoje e de um planejar o futuro através do “diagnóstico” resumo, construído e apresentado pela própria comunidade e posteriormente discutido entre os participantes.

No segundo momento, valida-se o diagnóstico e realiza-se o planeamento das ações com duração de aproximadamente seis horas. Aqui, confere a proposta com sentido não exclusivamente participativo mas também de mudança de atitude, desde que busque a conexão entre a comunidade e os envolvidos direta e/ou indiretamente com as ações.

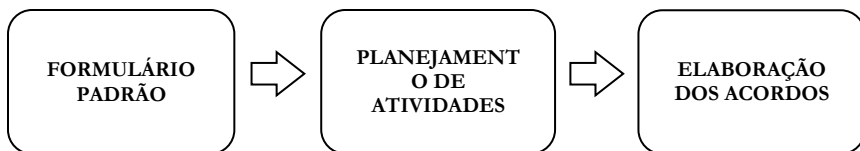
Optou-se por estruturar um quadro comparativo com a metodologia atual de diagnóstico realizado pelo PAD para implantação dos sistemas e com o modelo proposto de DRP, o qual resulta no que pode ser implementado especificamente na realidade de Barreira (Quadro 6).

Quadro 6 – Comparação entre os modelos de diagnóstico

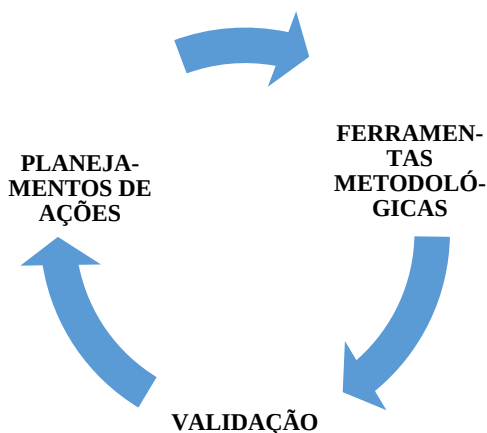
MODELO	ETAPA 1	ETAPA 2
Atual	Entrevista	Planejamento de atividades (visitas)
		Elaboração dos Acordos
Proposto	Ferramentas interativas	Validação
		Planejamento das ações

Fonte: Autoria própria (2019).

Assim, para a prática do modelo, foram consideradas duas linhas de raciocínio: uma linear (atual) em que é utilizado formulário padrão nas visitas para coleta de dados da comunidade, tendo seu resultado comunicado aos envolvidos no intuito de serem colaboradores na elaboração do acordo local; e a outra circular (proposto), onde todo processo deva ter a participação ativa das comunidades para o processo de construção e tomada de decisão (Figuras 13 e 14).

Figura 13 – Modelo linear de diagnóstico

Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 14 – Modelo circular de diagnóstico

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Na figura 13, o modelo vigente de diagnóstico emprega um formulário (guia) para preenchimento das informações com base nas entrevistas, com a participação de um número definido de pessoas. Realizado o diagnóstico social, a comunidade contribui com a construção de mecanismos de gestão dos sistemas (acordo), acordo este explicado e discutido, para posteriormente ser votado e operacionalizado.

O modelo proposto na Figura 14, se aplicado no processo de gestão do equipamento, pode colaborar significativamente na melhoria de funcionamento dos sistemas, porque permite que as comunidades possam adquirir habilidades, conhecimento e

experiência para assumir maior responsabilidade (ter o domínio) no desenvolvimento. Além disso, o modelo de construção de ferramentas didáticas, trabalhadas pela própria comunidade, facilita o rearranjo das ideias a partir de consenso, dispensando a atitude de votação.

Outro ponto que merece relevância é a participação das diferentes gerações da localidade sem a seleção de pessoas-chave, o que contribuiu com a reconstrução de uma trajetória maior de vivência, incluindo o envolvimento dos atores na formatação de perspectiva de futuro.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciaram que, na maior parte dos casos, a realidade das comunidades contradiz os objetivos preconizados na Lei 9.433/07 e na Lei 14.844/10, pois não promove a disponibilidade de água, em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, de modo a assegurar água, recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento sustentável.

Há uma percepção clara que a perfuração de poços em si não resolve a carência de água para o consumo humano, uma vez que os níveis de sais presentes no líquido indispensável à sobrevivência excede os padrões permissíveis; como não foi realizada análise laboratorial, fundamenta-se em dados secundários.

Logo, os sistemas implantados encontram-se em situação precária de funcionamento, precisando urgentemente de reparo geral para atender às comunidades em situação de desabastecimento hídrico, para a produção de água doce.

Identifica-se no diálogo com os operadores dos sistemas a ausência de organização social como prática de buscar os seus direitos, portanto, as comunidades não foram preparadas para receber o sistema integrado de dessalinização e desconhecem os seus benefícios e importância.

A questão do dessalinizador é puramente gestão; diante disso, sem uma gestão autônoma e participativa para operar o equipamento e ser autossustentável, a situação se agrava, comprometendo o direito fundamental de acesso à água potável. Dado o exposto,

pensar em medidas socioeducativas de natureza solidária tenderia para uma frente inovadora, de forma a garantir o processo de empoderamento das pessoas da comunidade, aliando ensino-aprendizagem e sustentabilidade.

Algumas informações não foram proferidas por falta de conhecimento e, ao mesmo tempo, houve controvérsia da fala em relação à prática, quando registra-se que o concentrado estava sendo armazenado em anéis para o aproveitamento, contudo é presenciado o lançamento diretamente no solo. Ademais, houve resistência no fornecimento dos dados, apesar de nossa longa vivência no local.

Realidades distintas foram identificadas em comunidades como Batalha e Lagoa do Barro, pois a primeira representa um sistema sucateado com total descaso com o equipamento público, e a segunda retrata um cenário favorável, apesar de falho em alguns aspectos já discutidos.

Evidenciou-se na comunidade Pascoalzinho II um investimento estagnado há dois anos, que deveria estar ativo e proporcionando qualidade de vida a população, mas que não cumpre a função esperada pelos usuários. Com efeito, a tese desse contexto tende a envolver questões políticas, sociais e econômicas.

O estudo mostrou que as comunidades conclamam por melhorias na sua estrutura interna de organização, a partir de um processo sensibilizatório para construção de alternativas modificantes da realidade atual. Então, com base no modelo proposto, pode-se responder se a proposta consegue influenciar para o funcionamento sustentável dos sistemas.

O potencial hídrico local existe, mesmo que salgado, e que o sistema de dessalinização está implantando, ainda que inoperante. Assim, os achados da pesquisa constatarem que inexistia uma gestão participativa e a realidade representa o descompromisso com o sentido fundamental do programa, que traria qualidade de vida para as comunidades.

O sistema não tem sido o suficiente para resolver o problema de escassez de água doce nas comunidades, mas pode, com o rearranjo da metodologia do diagnóstico, influenciar positivamente os atores na tomada de decisões conscientemente. Por conseguinte, esta pesquisa oferece suporte para novas pesquisas que busquem uma gestão autônoma para o desenvolvimento das comunidades.

Contribuições acadêmicas e práticas

- ✓ Proposição de ferramentas de diagnóstico participativo integrando visões múltiplas, aliando ensino-aprendizagem e sustentabilidade.
- ✓ Construção de conhecimento na área de dessalinização.
- ✓ Viabilidade de um modelo de gestão inclusiva, pautado nos princípios da participação, requer uma racionalidade social e ambiental para o aprimoramento da tecnologia de dessalinização

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 2018.
<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/textos-das-paginas-do-portal/publicacoes>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A questão da Água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE, 2012.

BACCHIEGGA, F. Sustentabilidade e análise sociológica: revisão de artigos selecionados. *In: XXIX CONGRESSO ALAS CHILE*, 29., 2013. **Anais [...]** Santiago: Crisis y emergencias Sociales en América Latina, 2013.

BARACUHY, J. G. V.; FURTADO, D. A.; FRANCISCO, P. R. M. (orgs.). **Tecnologias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**. Campina Grande, PB: EDUEFCG, 2017.

BARBALHO, H. **Crises hídricas no Brasil**. Fórum Mundial da Água. Brasília, DF: 2018.

BARBOSA, V. 10 países no mundo sob risco extremo da falta d'água. **Exame**. 2016. Disponível em:
<https://exame.abril.com.br/economia/10-paises-em-risco-extremo-de-secar/>. Acesso: 11 fev. 2019.

BOEF, W. S.; THIJSSEN, M. H. **Ferramentas participativas no**

trabalho com cultivo, variedade e sementes. Um guia para profissionais que trabalham com abordagens participativas no manejo da agrobiodiversidade, no melhoramento de cultivos e no desenvolvimento do setor de sementes. Wageningen Internacional, 2007. 87 p.

BODNAR, Z.; FREITAS, V. P. de; SILVA, K. C. A epistemologia interdisciplinar da sustentabilidade: por uma ecologia integral para a sustentação da casa comum. **Revista Brasileira de Direito**, 12(2), jul.-dez. 2016. 59-70 p.

BOFF, L. **O pecado maior do capitalismo:** o risco do ecocídio e do biocídio. [2010]. Disponível em:

<http://www.leonardoboff.com/site/vista/outros/o-pecado.htm>.

Acesso em: 26 nov. 2010.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1998, atualizada até a Emenda Constitucional nº 96, de 06 de junho de 2017. Disponível em:

https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/CON1988.as. Acesso em: 02 abr. 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Processo TC nº 012.376/2000-8. **Relatório de Planejamento da Auditoria de Natureza Operacional na "Ação de Instalação de**

Dessalinizadores no Semiárido. Brasília, 2001. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?inline=1&fileId=8A8182A14D92792C014D9280C6130915>. Acesso em: 10 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 1.469 de 29 de dezembro de 2000.** Dispõe sobre procedimentos e

responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano e estabelece seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde. 2011b. Disponível em:

<https://dajundiai.com.br/wp-content/uploads/2013/10/Portaria-1469-2000.pdf>.

Acesso: 10 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Política de águas e Educação Ambiental:** processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos. (Organização) Franklin de Paula Júnior e Suraya Modaelli. Brasília, 2011. 120 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Água Doce:** Documento base. 2012. Disponível em: http://www.mma.gov.br/images/arquivos/agua/agua_doce/2018/ANEXO_I_-_PAD_-_Documento_Base_Final_2012.pdf. Acesso em: 30 ago. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Sistema de Informações do Programa Água Doce.** Disponível em: <https://aguadoce.mma.gov.br/>. Acesso em: 21 fev. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Água Doce. Sistema de Dessalinização.** Disponível em: www.mma.gov.br/agua/agua-doce/sistema-de-dessanizacao.html. Acesso em: 05 maio 2019.

BRASIL. Lei nº. 9.433, em 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 05 dez. 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 22 dez. 1997. Seção 1. Disponível em: www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237. Acesso em: 14 jan. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ciclo Hidrológico.** 2019. Disponível em: www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-

subterraneas/ciclo-hidrologico.html. Acesso em: 14 jan. 2019.

BURITI, C. O.; BARBOSA, H. A. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformam o semiárido brasileiro?** 1ª edição: Chiado Editora, 2018. 427 p.

CAMPOS, J. N. B. **A água e a vida: textos e contextos.** Fortaleza: ABC Fortaleza, 1999. 142 p.

CELETI, F. R. “Tales de Mileto”; **Mundo Educação.** Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/filosofia/tales-mileto.htm>. Acesso em: 05 jan. 2019.

CELLI, R. **Modelos de dessalinização e sua eficiência: comparativo entre tecnologias.** Revista Gestão, Tecnologia e Inovação, v.1, n.1, 2017. Disponível em: <http://www.opet.com.br/faculdade/revista-engenharias/pdf/n1/Artigo3-n1-Robson.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2019.

CHAMBERS, R. **The Origins and Practice of Participatory Rural Appraisal.** Elsevier Science Ltd. Institute of Development Studies, Brighton. World Development, v. 22, n. 7, 1994. p. 953-969. Disponível em: https://entwicklungspolitik.uni-hohenheim.de/uploads/media/Day_4_-_Reading_text_8.pdf. Acesso em: 14 jan. 2019.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH. **Comitês de Bacias Hidrográficas.** Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/comite-das-bacias-hidrograficas-metropolitanas/>. Acesso em: 11 mar. 2019.

COGERH. **Oficina de Ferramentas Participativas.** Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/cogerh-realiza-oficina-para-utilizacao-de/>. Acesso em: 06 jul. 2019.

COGERH. **Formação 1ª Comissão Gestora da Fonte Batateiras.** Crato, 2009. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/formação-1a-comissao-gestora-da-fonte-batateiras/>. Acesso em: 11 mar. 2019.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005.

Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005. 58-63 p. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.

Acesso em: 05 jan. 2019.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. Ministério das Minas e Energia. **SIAGAS**.

Brasília, DF. Disponível em:

http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php.

Acesso: 12 mar. 2013.

CRUZ, C. E. M. da. **Dessalinização da água do mar através da energia solar**: caso de estudo: Salamansa - Cabo Verde.

Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Faro, 2012.

CUNHA, B. P. da; MORAES, A. P. de; DINIZ, R. H. C.; CATÃO, S. L. C. Política nacional dos resíduos sólidos: análise jurídica a partir da história ecológica, da sustentabilidade, do consumo e da pobreza no Brasil. *In*: CUNHA, B. P. da; AUGUSTIN, S (Orgs.). **Sustentabilidade ambiental**: estudos jurídicos e sociais. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

DOVERS, S.R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v.2, n.4, 1992. 262-276 p.

DUTRA, K. H. **Montagem e teste de um novo arranjo do dessalinizador solar térmico de múltiplos estágios com recuperação de calor**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável**: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. Cad. EBAPE.BR, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

FERNANDES, A. B. B.; SILVEIRA, F. R.; CASTRO, A. M. M. G.; LIMA, E. S.; NERY, V. L. H. O processo de dessalinização da água para consumo. *In: IV Simpósio em Saúde Ambiental*. Atas de Saúde Ambiental - ASA (São Paulo, Online), v. 3 n. 2, Ago. 2015. 38-43 p. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ASA/article/view/951/882>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FILHO, H. R. G.; ROCHA, E. F. C.; OLIVEIRA, V. P. S. Produção e consumo de água dessalinizada em plataforma de petróleo. **IV Seminário Regional Sobre Gestão dos Recursos Hídricos (IV SRHIDRO)**. Campus: Rio Paraíba do Sul/UPEA, 2014.

FRANCISCO, L. V. Tales de Mileto: Tudo Começa na Água. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/filosofia/tales-mileto.htm>. Acesso em 05 jan. 2019.

FURTADO, D. A.; BARACUHY, J. G.; FRANCISCO, P. R. M. (Orgs.). **Difusão de tecnologias apropriadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro**. Campina Grande: EPGRAF, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303921232_Difusao_de_tecnologias_apropriadas_para_o_desenvolvimento_sustentavel_d_o_semiarido_brasileiro. Acesso em: 14 mar. 2017.

FWR – FOUNDATION FOR WATER RESEARCH. **A review of current knowledge desalination for water supply**. 3 ed. 2015. 50 p.

GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALES, V. G. (Orgs.) **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

GIANELLA, V. Gestão Social: da prática ao ingresso na academia. *In: JUNQUEIRA, L. A. P.; DIAS, S. L. F. G.; WANDERLEY, M. B.; MENDONÇA, P. (Orgs) Gestão social: mobilizações e conexões*. São Paulo: LCTE Editora, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Sustentabilidade. *In*: BOULLOSA, R. de F. (org.). **Dicionário para a formação em gestão social**. Salvador: CIAGS/UFBA, 2014. 165-168 p.

GUERREIRO RAMOS, A. **A nova ciência das organizações: uma reconceitualização da riqueza das nações**. Rio de Janeiro: FGV, 1981.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências, Geografia, Áreas Especiais: Semiárido**. 2017a. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm?c=4>. Acesso em: 01 mar. 2019.

IBGE. **IBGE, cidades, Barreira**, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/barreira.html>. Acesso em: 01 mar. 2019.

IGUTI, A. M; MONTEIRO, M. I. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E O DESAFIO DE SUA AVALIAÇÃO. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 10, n. 1, junho 2014.

INTERNATIONAL DESALINATION ASSOCIATION (IDA). **Dessalinização pelos números**. 2018. Disponível em: <https://idadesal.org/>. Acesso em: 10 fev. 2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil básico municipal - Barreira**. Fortaleza, Ceará. 2017. 18 p. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/perfil_basico_municipal/2017/Barreira.pdf. Acesso em: 15 nov. 2018.

KALOGIROU, S. **Engenharia de energia solar: processos e sistemas**. [Tradução Luciana Arissawa]. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 864 p.

LEFF, H. Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. *In*: PHILIPPI

JUNIOR, ARLINDO *et al.* (Org.) **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Ed. Signus, 2000. Disponível em:
<http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/Descargas/philippi01.pdf>. Acesso em: 15 maio 2013.

LEFF, E. Saber Ambiental. Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder. Petrópolis, RJ, Vozes/PNUMA, 2001. 343p. *In*: RODRIGUES, G. S. S. C. **Caminhos de Geografia**, Resenha 1(11)199 - 200, Fev/2004. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15335/8634>. Acesso em: 10 fev. 2019.

LEMO, M. E.; FALCOSKI, L. A. N.; CASTRO, C. M. P. 2012. Implantação de bancos comunitários e o desenvolvimento social dos territórios. CONGRESO DE MEDIO AMBIENTE, 7., 2012. **Anais [...]** AUGM. UNLP: La Plata, Argentina, 2012.

LIMA, G. C. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, v. 4, n. 2, jul./dez. 2003. 99-109. p.

LUNA, F. M. **Desenvolvimento e testes de um dessalinizador solar com pré-aquecimento de água**. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MENEZES, J. da S.; CAMPOS, V. P.; COSTA, T. A. de C. Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra a partir de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 2, 2012. 379-385 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v35n2/26.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

MESTRINHO, S. S. P. Qualidade e Classificação das Águas Subterrâneas. *In*: GIAMPÀ, C. E. Q.; GONÇALVES, V. G. (Orgs.) **Águas subterrâneas e poços tubulares profundos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 109 p.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos

teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, nº 16, 2004.

MOCOCK, J. F. B.; PESSÔA, C. N.; RABBANI, E. R. K. Estudo dos Métodos de Dessalinização de Águas Subterrâneas: Proposta Mais Adequada para Abastecimento de Populações Difusas do Semiárido Brasileiro. *In*: XIV Fórum Ambiental da Alta Paulista – Edição Online, 14ª edição, **Anais... 2018**, 98-112 p. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/eventos/data/inscricoes/3774/form217412785.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2019.

MORAIS, F. S.; LOSS, M. M. M. **O sentido da sustentabilidade como categoria Normativa**, 2019. Disponível em <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=2255538166d2e6f3>. Acesso em: 01 de fev. 2019.

MOURA, J. P.; MONTEIRO, G. S., SILVA, J. N.; PINTO, F. A.; FRANÇA, K. P.; Aplicações do processo de osmose reversa para o aproveitamento de água salobra do semiárido nordestino. **Material Didático da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – LABDES – Laboratório de dessalinização**, Campina Grande.

NEVES, A. L. R; ALVES, M. P; LACERDA, C. F; GHEYI, H. R. Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores nas comunidades rurais de Pentecoste-CE. **Revista Ambiente & Água**. v. 12, n. 1, p. 124-135, nov. 2016. Disponível em: www.ambi-agua.net. doi:10.4136/1980-993X

ONU. Organização das Nações Unidas. **A ONU e o meio ambiente**. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

PAULINO, W. D.; TEIXEIRA, F. José C. A questão ambiental e a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Nordeste. *In*: **Agência Nacional de Águas**. A Questão da Água no Nordeste. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. Brasília, DF: CGEE, 2012.

PEREIRA, J. R. Visões mediadoras e o papel dos diagnósticos participativos na organização de assentamentos rurais.

Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 3, n. 2, 2001.

Disponível:

<http://revista.dae.ifla.br/index.php/ora/article/view/268>. Acesso em: 07 mar. 2019.

PEREIRA, M. M. F. Regulação e políticas públicas ambientalmente sustentáveis. *In*: CUNHA, B. P. da; AUGUSTIN, S (Orgs.).

Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais. Caxias do Sul, RS: Educus, 2014.

PEREIRA, V. F. Estudo dogmático do direito para otimização sustentável dos tributos. *In*: CUNHA, B. P. da; AUGUSTIN, S (Orgs.).

Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais. Caxias do Sul, RS: Educus, 2014.

PINHEIRO, J. C. V.; CALLADO; S. M. G. Avaliação de Desempenho dos Dessalinizadores no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 43-59, jan./mar. 2005.

PINHEIRO, L. G.; FERREIRA, D. M.; SILVA, F. L.; MEDEIROS, J. A.; MEDEIROS, L. C.; PEIXE, P. D.; MOREIRA, S. A. Avaliação da sustentabilidade do processo de dessalinização de água no semiárido potiguar: Estudo da comunidade Caatinga Grande. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, 2018. 132-157 p. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/37175/pdf>.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-6-X>.

POMPEU, C. T; BARTH, F. T. Gerenciamento de recursos hídricos. *In*: GIAMPÁ, C. E. Q; GONÇALVES, V. G. (Orgs.)

Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 109 p.

REBOUÇAS E PALMA. Preservação das águas subterrâneas. *In*: GIAMPÁ, C. E. Q; GONÇALES, V. G. (Orgs.)

Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

REZENDE, A. S. B. *et al.* Interfaces da Comunicação no Paradigma do Desenvolvimento Sustentável: Reposicionamento Organizacional e Coexistência Comunicativa no Cenário da Mediação de Interesses. *In*: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUDESTE, 17., 2012. **Anais [...]** Ouro Preto, MG, 2012.

RESOLUÇÃO Nº64/292. **Organização das Nações Unidas.** Assembleia Geral das Nações Unidas. Disponível em: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf. Acesso em: 15 jan. 2018.

ROSA, A. M.; STAFFEN, M. R. **Ensaaios sobre o discurso constitucional e da sustentabilidade** [recurso eletrônico]. Itajaí: UNIVALI, 2012. Coleção Osvaldo Ferreira de Melo, v.1.

RUAS, E. D. *et al.* **Metodologia participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável – MEXPAR.** Belo Horizonte, março 2006. 134 p.

RUOTOLO, L. A. M.; TEJEDOR-TEJEDOR, M. I.; ANDERSON, M. A. Deionização capacitiva para dessalinização de água. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA (COBEQ), 20., 2014. **Anais [...]** Florianópolis, SC, 2014. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/1668-18140-140942.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2019.

SACHS, I. STROH, P. Y. (Org.). **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTOS, B. S. **A Gramática do Tempo:** para uma nova cultura política. São Paulo: Cortez, 2006.

SANTOS, B. S. “Introducción: las epistemologías del Sur”. *In*: CIDOB (org.), **Formas-Otras.** Saber, nombrar, narrar, hacer. Barcelona: CIDOB Ediciones (2011-2012), 9-22 p.

SARTORI, S; LATRÔNICO, F. CAMPOS, L. M. S.

Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo v. XVII, n. 1, jan/mar, 2014. 1-22 p.

SCHISTEK, Haroldo. O Semiárido Brasileiro: uma região mal compreendida. In: CONTI, Irio Luiz; SCHROEDER, Edni Oscar (Orgs). **Convivência com o Semiárido Brasileiro**: Autonomia e Protagonismo Social. Editora IABS: Brasília-DF, 2013.

SRH, Secretária dos Recursos Hídricos. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Dessalinizadores Existentes no Estado. 2019. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/dessalinizadores/index.php>. Acesso em: 15 fev. 2019.

SRH. Portal. **Lei que institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH**. 2010. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/leis-2010/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SILVA, S. S.; REIS, R. P.; AMÂNCIO, R. Conceitos atribuídos à sustentabilidade em organizações de diferentes setores. **Revista de Ciências da Administração** [em linea] 2014. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/2735/273532832007.pdf>. Acesso em 01 fev. 2019.

SILVA, T. S. A governança das águas no Brasil e os desafios para a sua democratização. **Rev. UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.2, jul./dez. 2013. 236-253 p.

SILVA, U. M. Q. Viúvas da seca: as relações de gênero no sertão. ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA DA ANPUH-PE, 10., 2014. **Anais [...]** Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina, dias 23 e 25 de julho de 2014. Disponível em: http://encontro2014.rj.anpuh.org/resources/anais/35/1401422518_ARQUIVO_VIUVASDASECA-ASRELACOESDEGENERONOSERTAO.pdf. Acesso em: 10 dez. 2018.

SILVEIRA, A. P. S; DEGASPERI, F. T; ARIOVALDO, N; WLADEMIR, F. **Dessalinização de águas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 288 p.

SOUZA, C. A. V.; COSTA, M. D. G.; GONÇALVES, J. Y. B. Gestão Participativa na Fonte da Batateira, no Município do Crato, Ceará, Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013. **Anais [...]** Bento Gonçalves, RS. 2013.

SOUZA, F. P.; PERTEL, M.; TEXEIRA, T.; FERREIRA, A. V.; MENEZES, L. E. C. F.; PERREIRA, P. S. F. Qualidade da água de abastecimento da comunidade tamarindo em Campos dos Goytacazes/RJ. **Perspectivas online**; Ciências Exatas e Engenharia, v.11, n.5, 2015. 1-16 p. Disponível em: http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/602/521. Acesso em: 07 mar. 2019.

SOUZA, M. M. O. A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o diagnóstico rural/rápido participativo (DRP). **Em Extensão**, Uberlândia, v. 8, n. 1, 2009. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20380>. Acesso em: 07 mar. 2019.

SOUZA, R. O. **Por outros modos de perceber a pobreza**: Narrativas imagéticas de moradores do bairro Alto da Penha, em Crato – Ceará. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável) – Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, Ceará, 2014.

SUDENE. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE 2017. Brasília: MDR, 2018. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso: 09 jan. 2019.

TARANTO, D. A dessalinização como opção de abastecimento. **Saneamento Ambiental**, 2015. Disponível em: <http://www.sambiental.com.br/noticias/dessalinizacao-como-opcao-de-abastecimento>. Acesso: 11 fev. 2019

TENÓRIO, F. G. Democracia. *In*: BOULLOSA, R. de F. (org.). **Dicionário para a formação em gestão social**. Salvador: CIAGS/UFBA, 2014. 45-47 p.

TEXEIRA, F. J. C. **Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Proposta de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará**. Brasília, DF: [s.n.], 2004.

TONSO, S. Diálogo e Educação Ambiental no campo das águas. *In: Ministério do Meio Ambiente. Política de Águas e Educação Ambiental: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos*. Brasília, DF, 2011.

TORRI, J. B. **Dessalinização de água salobra e/ou salgada: métodos, custos e aplicações**. 2015. 51 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2015.

UCHÔA, N. **Água pra que te quero!** Caderno de Viagem. Fortaleza: Local Foto, 2010.

VALOURA, L. de C. **Paulo Freire**, o educador brasileiro autor do termo empoderamento em seu sentido transformador. Instituto Paulo Freire, 2006.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico Rural Participativo**. Brasília: MDA/Secretaria da Agricultura Familiar, 2010. 65 p.

VIEIRA, B. C.; MARTINS, T. D. Modelos em geografia física: conceitos e aplicações na previsão de escorregamentos. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 1, mês. 2016. 194-206 p.

WHO/UNICEF. 2017. **Progress on Sanitation and Drinking-Water: 2017 Update**. New York, WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation.

YOUSSEF, P. G.; AL-DADAH, R. K.; MAHMOUD, S. M. **Comparative Analysis of Desalination Technologies**. *Energy Procedia*, v. 61, 2014. 2604-2607 p. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em: 04 jan. 2019.

ANEXOS

ANEXO A – UTM DE LOCALIZAÇÃO E DISCRETIZAÇÃO DAS UNIDADES DESSALINIZADORAS EM BARREIRA/CE

UTMs DE LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DESSALINIZADORAS EM BARREIRAS-CE					
ID	Comunidades	ZONA	Easting	Northing	Dessalinizador
UND-DES-01	Angicos		549432	9518896	Desativado
UND-DES-02	Batalha	24M	541540	9529050	Desativado
UND-DES-03	Croatá	24M	539391	9527430	Desativado
UND-DES-04	Córrego	24M	548369	9525401	Ainda não funcionou
UND-DES-05	Cruz	24M	540378	9513731	Ativo
UND-DES-06	Exu II	24M	544917	9530025	Desativado
UND-DES-07	Grossos	24M	548295	9528025	Ativo
UND-DES-08	Lagoa do Barro	24M	539950	9526250	Ativo
UND-DES-09	Lagoa do Canto	24M	546426	9519031	Ativo
UND-DES-10	Lagoa do Meio	24M	538896	9520072	Ativo
UND-DES-11	Mearim I	24M	541171	9525514	Ativo
UND-DES-12	Pascoalzinho I	24M	546583	9531125	Desativado
UND-DES-13	Pascoalzinho II	24M	546777	9530688	Ainda não funcionou
UND-DES-14	Pascoalzinho III	24M	547024	9531321	Funciona parcialmente
UND-DES-15	Torre de Aço	24M	540423	9523050	Desativado
UND-DES-16	Uruá	24M	545992	9520604	Ativo
LEGENDA: UND-DES: UNIDADES DESSALINIZADORAS					
DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000					

DISCRETIZAÇÃO DAS UNIDADES DESSALINIZADORAS / BARREIRAS-CE	
IDENTIFICAÇÃO	Nº DESSALINIZADORES
AINDA NÃO FUNCIONOU	1
FUNCIONANDO PARCIALMENTE	2
ATIVO	7
DESATIVADO	6
TOTAL	16
Fonte: SIAGAS/CPRM	

SOBRE OS AUTORES



Maria Dasdores Gonçalves Costa: Possui Graduação em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (2003), especialização em Saúde e Meio Ambiente pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (2005) e em Inovação Social em Economia Solidária pela Universidade Federal do Cariri (2018), licenciatura em Química no Programa Especial de Formação Pedagógica pela Universidade Estadual do Ceará (2005) e mestrado em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (2019). Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com destaque em Gestão de Recursos Hídricos, atuando substancialmente nas seguintes questões: planejamento integrado de bacias hidrográficas, legislação ambiental, resíduos sólidos, técnicas de abastecimento de água, educação ambiental, gestão socioambiental e metodologias participativas.



Juan Carlos Alvarado Alcócer: Possui graduação em Física com o grau de Bacharel pela Universidad de Costa Rica (1988), Mestrado (1994) e doutorado (1999) em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1994)). Foi professor Titular da Universidade de Fortaleza. Na UNIFOR foi coordenador das turmas 1 e 2 do curso de especialização em Automação Industrial. Tem experiência em projetos de pesquisa e desenvolvimento para o setor elétrico, e também na área de Ciência da Computação, com ênfase em Software Básico. Tem orientado trabalhos de graduação na área de engenharia elétrica, engenharia de controle e automação e engenharia biomédica. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: setor elétrico, simulação computacional, filmes de diamante, ensino em engenharia, software, engenharia biomédica e energia da biomassa. Tem experiência na construção de gaseificadores e biodigestores. Atualmente é professor da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - UNILAB no curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia de Desenvolvimento Sustentável. É também professor efetivo do Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis – MASTS.



Olienai de Oliveira Pinto: Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Ceará (2006), mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (2008) e doutora em Agronomia/Fitotecnia pela Universidade Federal do Ceará (2016). Atualmente desempenha estágio de pós-doutorado como bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD)/CAPES vinculado ao

Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis (MASTS) na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) desenvolvendo atividades de pesquisa e ensino. Possui experiência nas seguintes áreas: Fitotecnia, Engenharia Agrícola e Tecnologias Sustentáveis (energia da biomassa por meio de biodigestores; sistema de hibridação: energia solar com biomassa, dessalinização de água utilizando energia solar térmica e sistema de dessalinização).