



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS MARACANAÚ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

ARIADNE FERREIRA GOMES

**UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE PARA DESTINAÇÃO FINAL DO
CONCENTRADO SALINO ORIUNDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA POR
OSMOSE REVERSA: COMUNIDADE RURAL RIACHO DOS GOMES**

MARACANAÚ-CE

2021

ARIADNE FERREIRA GOMES

UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE PARA DESTINAÇÃO FINAL DO
CONCENTRADO SALINO ORIUNDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA POR OSMOSE
REVERSA: COMUNIDADE RURAL RIACHO DOS GOMES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energias Renováveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Energias Renováveis. Área de concentração: Energias Renováveis.

Orientadora: Profa. Dra. Érika da Justa Teixeira Rocha

Coorientador: Prof. Dr. Enio Costa

Maracanaú, CE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação Instituto Federal do Ceará -
IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

G633p Gomes, Ariadne Ferreira.
UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE PARA DESTINAÇÃO FINAL DO CONCENTRADO
SALINO ORIUNDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA POR OSMOSE REVERSA:
COMUNIDADE RURAL RIACHO DOS GOMES / Ariadne Ferreira Gomes. - 2021.
105 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Energias Renováveis,
Campus Maracanaú, 2021.

Orientação: Profa. Dra. Érika da Justa Teixeira
Rocha. Coorientação: Profa. Dra. Enio Costa.

1. Planejamento Ambiental. 2. Convivência com a Seca. 3. Energias Renováveis. I. Título.

CDD 620.91

ARIADNE FERREIRA GOMES

UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE PARA DESTINAÇÃO FINAL DO
CONCENTRADO SALINO ORIUNDO DO TRATAMENTO DE ÁGUA POR OSMOSE
REVERSA: COMUNIDADE RURAL RIACHO DOS GOMES

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-graduação em Energias Renováveis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Energias Renováveis, área de concentração Energias Renováveis.

BANCA EXAMINADORA

Érika da Justa Teixeira Rocha (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Enio Costa (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

João Roberto Façanha de Almeida
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Heloísa Beatriz Cordeiro Moreira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Ao que virá.

AGRADECIMENTOS

De tudo o que me foi dado, peço algo mais: um coração agradecido...

Ao Pai pela vida e pela oportunidade de respirar e de sonhar em meio ao caos de uma pandemia.

À minha família, pelo amor e pela dedicação de tantos anos. Pelas renúncias, pelas noites mal dormidas. Por quererem que eu seja uma pessoa melhor, ainda estou tentando, graças a vocês.

Para dizer ao meu Thiago, obrigada meu amor, por vibrar a cada conquista e por me apoiar sempre. Pela paciência e dedicação, pelo carinho e pelo amor de todos os dias.

Para demonstrar à minha orientadora, professora Érika da Justa, minha gratidão. Por ter acreditado e confiado em mim para a realização deste importante trabalho. Obrigada por cada apontamento e ensinamento. Foi uma honra ter sido orientada por uma pessoa tão valorosa, competente, forte e engajada como você.

Um coração agradecido também por meu coorientador, professor Enio Costa, sempre ênico, que me incentiva desde antes do pré-projeto. Sua ajuda tem sido fundamental ao longo desses anos. Obrigada por querer que eu cresça, por partilhar ideias e dividir projetos e missões.

Para agradecer à disponibilidade dos membros da banca, professor João Roberto, pelas reuniões, críticas construtivas, ideias compartilhadas, trabalhos em campo e todo o auxílio prestado no decorrer desses dois anos de pesquisa. E à Professora Beatriz Cordeiro, por aceitar prontamente ao convite, por somar experiências e por trazer vivências. Obrigada por contribuir em mais uma etapa desta caminhada.

Para agradecer à UTE Pecém pelo financiamento e por acreditar nesse belíssimo projeto.

Para agradecer também à professora Aline Carvalho, por tudo o que me foi ensinado durante as horas de estágio à docência, nas atividades de campo (debaixo de chuva e sol), na elaboração e aplicação dos questionários e nas entrevistas.

Para agradecer imensamente à comunidade Riacho dos Gomes, que nos recebeu prontamente e compartilhou um pouco da sua história conosco. Pelos cafés oferecidos, pelas informações prestadas e pela ajuda mostrada em um simples “bom dia!”.

Aos professores, amigos e colegas do PPGER. À Rafaely Alcântara, secretária do PPGER, sempre disposta a ajudar. Aos alunos de graduação que participaram do projeto, especialmente à Paloma Paiva e Sarah Sucupira.

Quero um coração agradecido para dizer: Obrigada, Senhor, pela sorte de ter ao meu lado pessoas tão maravilhosas! Alguns passaram, alguns ficaram. Cada um contribuiu de alguma forma e eu serei verdadeiramente agradecida.

“Eita, Nordeste da peste,
Mesmo com toda seca
Abandono e solidão,
Talvez pouca gente perceba
Que teu mapa aproximado
Tem forma de coração.”.

(Luiz Gonzaga de Moura)

RESUMO

No Estado do Ceará, a captação de água por meio de poços ainda é uma alternativa para o abastecimento de comunidades rurais difusas que sofrem com a seca e a falta de acesso à água. Porém, grande parte dos poços tem águas com características salobras, com altas concentrações de sais dissolvidos, sendo impróprias para o consumo humano. Na busca pelo aumento da oferta hídrica nessas localidades, foram desenvolvidas diversas propostas envolvendo principalmente a implantação de sistemas de dessalinização para o aproveitamento dessas águas. Entretanto, a falta de planejamento para a sustentabilidade culminou na desativação ou abandono desses sistemas. Além disso, duas questões restringem a utilização dessa tecnologia: o elevado consumo energético e o impacto ambiental gerado pelo rejeito salino produzido. Nesse contexto, buscou-se como alternativa para essas condicionantes a construção de um sistema de dessalinização que utiliza fontes de energia renovável e engloba a análise da destinação dos rejeitos utilizando um Plano de Sustentabilidade. Para a elaboração desse documento, a revisão de literatura indica que devem ser utilizadas metodologias para garantir o planejamento participativo, pois, geralmente, o suporte e o comprometimento crescem à medida que as pessoas se tornam mais envolvidas no processo e começam a tirar proveito das recompensas obtidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é elaborar um Plano de Sustentabilidade para o Rejeito Salino da solução alternativa coletiva de abastecimento de água implantada na comunidade rural Riacho dos Gomes, São Gonçalo do Amarante-CE, visando a manutenção sustentável desse sistema. Para isso, foi utilizada a pesquisa descritiva, com a pesquisa documental e de campo além da pesquisa-ação. Na etapa de planejamento foi utilizada a metodologia dos Padrões Abertos para a Prática da Conservação (CMP), com o *software* Miradi® e uma matriz para análise das forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (matriz de F.O.F.A) para a implantação das ações do Plano de Sustentabilidade. Essas ferramentas auxiliaram a elaboração de questionários para aplicação na comunidade, visando o planejamento colaborativo e adaptativo em um único processo. Como resultado, entrega-se aos gestores do sistema de dessalinização um Plano de Sustentabilidade com um conjunto das ações voltadas para a manutenção efetiva e sustentável desse sistema.

Palavras-chave: Planejamento Ambiental. Convivência com a Seca. Energias Renováveis.

ABSTRACT

In Ceará, the water catchment wells are still an alternative to supplying for diffuse rural communities that suffer from drought and the lack of access to water. But most of the wells have brackish water, with high dissolved salts, so unfit for consumption. Searching for to increase water supply in this communities, miscellaneous proposals involving the implementation desalination systems were developed looking for the uses of this waters. However, lack of planning for sustainability finished in the deactivation or abandonment of these system. In addition, two issues restrict the use of this technology, the high energy consumption and the environment impact generated by saline waste produced. In this context, sought as alternative for this condition, the build of a desalination system that uses sources of renewable energy and that includes the analyze and final disposal of waste using a Sustainability Plan. To produce this document, the literature review indicates using of methodologies that ensuring participatory planning, as the support and commitment generally grow as people become involved in the process and begin to take advantage of the rewards obtained with this. So, the objective of this work is to draw up a sustainability plan for the saline tailings of the collective alternative water supply solution implemented in the rural community Riacho dos Gomes, São Gonçalo do Amarante, Ceará, aiming at the sustainable maintenance of the system. For this, descriptive research was used, with documental and field research in addition to action research. In the planning stage, the methodology of the Open Standards for Conservation Practice (CMP) was used, with the Miradi ® software, and a matrix to analyze the strengths, weaknesses, opportunities, and threats (SWOT) of the implementation of the actions of the Sustainability Plan. These tools helped to develop questionnaires for application in the community, aiming at collaborative and adaptive planning in a single process. As a result, the managers of the desalination system will be given a Sustainability Plan with a set of actions aimed at the effective and sustainable maintenance of this system.

Key words: Environmental Planning. Living with drought. Renewable Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitação do Semiárido Cearense analisadas as Terras Secas no Globo	19
Figura 2 – Síntese dos processos de dessalinização apresentados.....	26
Figura 3 – Publicações com tema <i>Renewable energies in desalination</i> (2000 – 2021)	27
Figura 4 – Sistema integrado para o reaproveitamento do concentrado.....	33
Figura 5 – Protótipo do Sistema de Osmose Reversa.....	34
Figura 6 – Componentes do Projeto BDE	35
Figura 7 – Modelo de Planejamento dos Padrões Abertos, CMP	37
Figura 8– Modelo simplificado de reaproveitamento do rejeito no cultivo de tilápias.....	40
Figura 9 – Componente irrigação de erva-sal.....	42
Figura 10 – Componente forragem para produção de feno	43
Figura 11 – Modelo de destinação de rejeito utilizando tanque e sistema de infiltração	45
Figura 11 – Etapas da metodologia	46
Figura 12 – Aplicação dos Questionários em agosto de 2020.....	49
Figura 13 – Aplicação dos Questionários em setembro de 2020	49
Figura 15 – Modelo conceitual para a elaboração do Plano de Sustentabilidade.....	51
Figura 16 – Localização da comunidade Riacho dos Gomes.....	53
Figura 17 – Poço de água salobra localizado na comunidade Riacho dos Gomes.....	54
Figura 18 – Poço de água salobra localizado na comunidade Riacho dos Gomes.....	54
Figura 19 – Infográfico do perfil residencial e de acesso aos meios de comunicação	56
Figura 20 – Pirâmide etária por sexo, considerando o total de entrevistados	57
Figura 21 – Infográfico do perfil de renda da comunidade	58
Figura 22 – Perfil de Escolaridade	59
Figura 23 – Infográfico de Saneamento e Saúde	60
Figura 24 – Infográfico das principais fontes de suprimento de água.....	62
Figura 25 – Percepção sobre o atual sistema e principais doenças manifestadas.....	64
Figura 26 – Infográfico percepção quanto aos cuidados com o sistema de osmose	65
Figura 27 – Infográfico sobre representatividade e participação	66
Figura 28 – Abrigo de animais em Riacho dos Gomes	67
Figura 29 – Infográfico sobre as ações para o Plano de Sustentabilidade.....	68
Figura 30 – Modelo Tanque e Valas de Infiltração	76
Figura 31 – Visão do Objeto Proposto	78
Figura 32 – Fluxos completo do Sistema de Dessalinização por Osmose Reversa	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura do Programa Água Doce (PAD)	32
Quadro 2 – Principais parâmetros físicos e químicos em piscicultura	41
Quadro 3 – Parâmetros ideias para a qualidade de água de viveiros de Tilápias	41
Quadro 4 – Matriz F.O.F.A. do o Plano de Sustentabilidade do Rejeito Salino	52
Quadro 5 – Análise da Matriz F.O.F.A. e atribuição das partes interessadas	69
Quadro 6 – Dimensões e indicadores utilizados para avaliar o Plano de Sustentabilidade.....	79
Quadro 7 – Plano de Sustentabilidade: ações, prazo, metas, indicadores e responsáveis	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores críticos associados ao grau de confiança da amostra.	50
Tabela 2 – Coordenadas UTM da comunidade Riacho dos Gomes	53
Tabela 3 – Matriz de Risco da implementação do Plano de Sustentabilidade	77

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Determinação do tamanho da amostra.....	50
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
Ca – Cálcio
CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CIPP – Complexo Industrial e Portuário do Pecém
CMP – Aliança para Medidas de Conservação
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONDEL – Conselho Deliberativo da Sudene
CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
DM – Dessalinização por Membrana
DRHB – Departamento de Recursos Hídricos e Revitalização de Bacias Hidrográficas
ED – Eletrodíálise
EDR – Eletrodíálise Reversa
EDP – Energias de Portugal
EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO – *Food and Agriculture Organization*
FCPC – Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura
F.O.F.A. – Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (tradução de *SWOT*)
IA – Índice de Aridez
ISO – *International Organization for Standardization*
IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
ISO – Organização Internacional de Normalização
K – Potássio
MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional
MED – *Multieffect Distillation Technology*
MFS – *Multistage Flash Distillation*
Mg – Magnésio
MMA – Ministério do Meio Ambiente
N – Nitrogênio
NBR – Norma Brasileira
NF – Nanofiltração
ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OR – Osmose Reversa
P – Fósforo
P&D – Pesquisa e desenvolvimento
PAD – Programa Água Doce
pH – Potencial Hidrogeniônico

PcD – Pessoa com deficiência

PLANERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

Projeto BDE – Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica

® Marca Registrada

RAS – Sistemas de Recirculação de Água

SAAA – Solução Alternativa coletiva de Abastecimento de Água

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

SRH – Secretaria de Recursos Hídricos

SSAA – Sistema Simplificado de Abastecimento de Água

SIGERH – Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UTE Pecém – Usina Termoelétrica Pecém

UTM – Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Justificativa.....	21
1.2	Objetivo.....	22
<i>1.2.1</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>22</i>
1.3	Escopo do Trabalho.....	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE.....	24
2.1	Sistemas de dessalinização.....	24
<i>2.1.1</i>	<i>Sistemas de dessalinização por Osmose Reversa (OR)</i>	<i>26</i>
<i>2.1.2</i>	<i>O uso de energias renováveis em sistemas de dessalinização</i>	<i>27</i>
2.2	A dessalinização como política e estratégia de convivência com a seca no Ceará...28	
2.3	O Programa Água Doce.....	31
2.4	O Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica	33
2.5	A necessidade de um Plano de Sustentabilidade	36
2.6	As alternativas de reaproveitamento e/ou descarte do Concentrado Salino	38
<i>2.6.1</i>	<i>Criação de Tilápias (Oreochromis sp.) para o reuso do concentrado salino</i>	<i>39</i>
<i>2.6.2</i>	<i>Fertirrigação com a água dos tanques</i>	<i>42</i>
<i>2.6.3</i>	<i>Engorda de caprinos com o feno a partir das espécies halófitas</i>	<i>43</i>
<i>2.6.4</i>	<i>Soluções simplificadas</i>	<i>44</i>
3	METODOLOGIA	46
3.1	Etapa 1: revisão de bibliografia	47
3.2	Etapa 2: análise das possibilidades de descarte/reuso do concentrado	47
3.3	Etapa 3: elaboração dos Questionários.....	47
3.4	Etapa 4: análise dos questionários.....	49
3.5	Etapa 5: metodologia utilizada na elaboração do cenário de planejamento	51
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
4.1	Características gerais da comunidade Riacho dos Gomes	53
4.2	Perfil da comunidade Riacho dos Gomes	55
4.3	Saneamento e saúde	59
4.4	Percepção ambiental	61
<i>4.4.1</i>	<i>Água – acesso, gestão e saúde</i>	<i>61</i>
<i>4.4.2</i>	<i>Os cuidados com o sistema de Osmose Reversa.....</i>	<i>64</i>
<i>4.4.3</i>	<i>Representatividade e participação.....</i>	<i>65</i>

4.5	Ações para o Plano de Sustentabilidade do Rejeito Salino	66
4.6	Análise da matriz F.O.F.A e discussão sobre as alternativas do Plano.....	69
5	CONCLUSÕES	71
5.1	Sugestões para trabalhos futuros.....	72
6	A PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE	73
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – MODELO DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS	98
	ANEXO A – PARECER FAVORÁVEL À APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS	104
	ANEXO B – PLANTA BAIXA DO SISTEMA	105

1 INTRODUÇÃO

A água, bem de domínio público, é um recurso natural renovável, limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). É fator limitante para o desenvolvimento da vida, sendo consumida à medida que uma comunidade se desenvolve. A água doce é o recurso vital mais importante e mais procurado da Terra (OSIPOV, 2019). Imprescindível para manter o desenvolvimento sustentável do equilíbrio ecológico e das atividades antrópicas (LIANG, *et al.*, 2020), é recurso crítico para os ecossistemas e as sociedades humanas (MISHRA *et al.*, 2021).

Apesar disso, o fenômeno da escassez hídrica, percebido quando os recursos de água doce são insuficientes para atender às demandas humanas e ambientais de determinada área (BRITANNICA ACADEMIC, 2020), agrava os problemas de gerenciamento desse recurso e aponta para a necessidade na adoção de alternativas que garantam segurança hídrica, alinhadas com a manutenção deste recurso no meio ambiente.

Resultado de fatores combinados, a escassez de água pode estar associada ao aumento da população humana, ao crescimento econômico, às condições de seca prolongadas e à aridez intrínseca de determinadas regiões, à poluição e ao desmatamento nas cabeceiras dos rios e nas matas ciliares, à contaminação da água devido à falta de saneamento básico ou ao uso de produtos químicos em atividades agrícolas (BONFIM 2020; LIANG *et al.*, 2020; LOU *et al.*, 2019; SCHEWE *et al.*, 2014; VILLES *et al.*, 2019; WORLD BANK, 2019), dentre outros.

Assim, constada em diversas localidades, a falta de água em quantidade e qualidade adequadas agrava-se e, como consequência, mais da metade da população mundial já experimentou alguma forma de escassez de água a cada ano (WORLD BANK, 2019). Esse problema ambiental é desafiador e o agravamento das condições de seca em escalas globais e regionais é crescente (MISHRA *et al.*, 2021; PAULINO, 2019; VELDKAMP *et al.* 2015; VELDKAMP *et al.*, 2016; VÖRÖSMARTY *et al.*, 2000; WADA *et al.* 2011).

A escassez hídrica é ainda mais preocupante nas regiões subúmidas secas, áridas, semiáridas e hiper-áridas, denominadas terras secas ou *drylands*, onde as chuvas são mal distribuídas e imprevisíveis. Essas áreas cobrem cerca de 41% da superfície da Terra e têm aproximadamente 6,1 bilhões de hectares, distribuídos entre todos os continentes, em latitudes tropicais e temperadas (FAO, 2019) e sustentam mais de dois bilhões de pessoas, sendo 90% de países em desenvolvimento (SANTOS; LEMOS, 2018).

As Nações Unidas classificam as *drylands* em função da razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial média anual, conhecida como Índice de Aridez (IA), que não deve ser superior a 0,65 (EMG, 2011; UNEP, 1992). A partir do IA, essas regiões são classificadas em quatro grandes zonas: hiper-áridas ($IA < 0,05$), árida ($0,05 < IA < 0,2$), semiárida ($0,2 < IA < 0,5$) e subúmida seca ($< 0,5 IA < 0,65$), sendo esta última a menos seca dentre as quatro zonas.

Nesse contexto, o Semiárido brasileiro, região que historicamente sofre com a escassez hídrica relacionada principalmente com as reduções nas precipitações pluviométricas e com as elevadas taxas de evaporação (GALVÍNCIO; OLIVEIRA; SOUZA, 2017) pode ser considerado uma *dryland*. Dessa forma, o gerenciamento do recurso hídrico naquela localidade tem fundamental importância para o desenvolvimento econômico e a sobrevivência de sua população. A região do Semiárido estende-se da porção mais seca do Nordeste brasileiro até o norte de Minas Gerais (XIMENES; SILVA; BRITO, 2019). Seus limites são definidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e devem atender aos seguintes critérios técnicos e científicos (BRASIL, 2017a):

- I. Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;
- II. Índice de Aridez de *Thorntwaite* igual ou inferior a 0,50;
- III. Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

De acordo com a última delimitação, Resolução CONDEL Nº 115, de 23 de novembro de 2017, o Semiárido brasileiro compreende 1.262 municípios e ocupa uma área de 1.128.697 km² (BRASIL, 2017b). Essa região deve ser entendida como uma estrutura complexa e interconectada onde os extremos coabitam, apresentando precipitação anual que varia tipicamente entre 300 e 800 mm e que se concentra de 3 a 4 meses (SOUZA *et al.*, 2021).

Embora a região seja fundamentalmente conhecida pelas dificuldades hídricas, devido às irregularidades na distribuição das chuvas e elevadas temperaturas durante o ano (PAULINO, 2019), o Semiárido brasileiro é considerado o semiárido mais chuvoso do mundo (SOUZA *et al.*, 2021).

Mesmo assim, da precipitação pluviométrica anual, estimada em 700 bilhões de m³, 642,6 bilhões de m³, ou seja, 92% do volume de água que cai, é consumido pelo fenômeno da evaporação e evapotranspiração (PORTO *et al.*, 2019). Por isso, um dos principais fatores para o déficit hídrico nas regiões do Semiárido brasileiro não é a ausência de chuvas, mas sua irregularidade espacial e temporal (GOMES; BORJA, 2018).

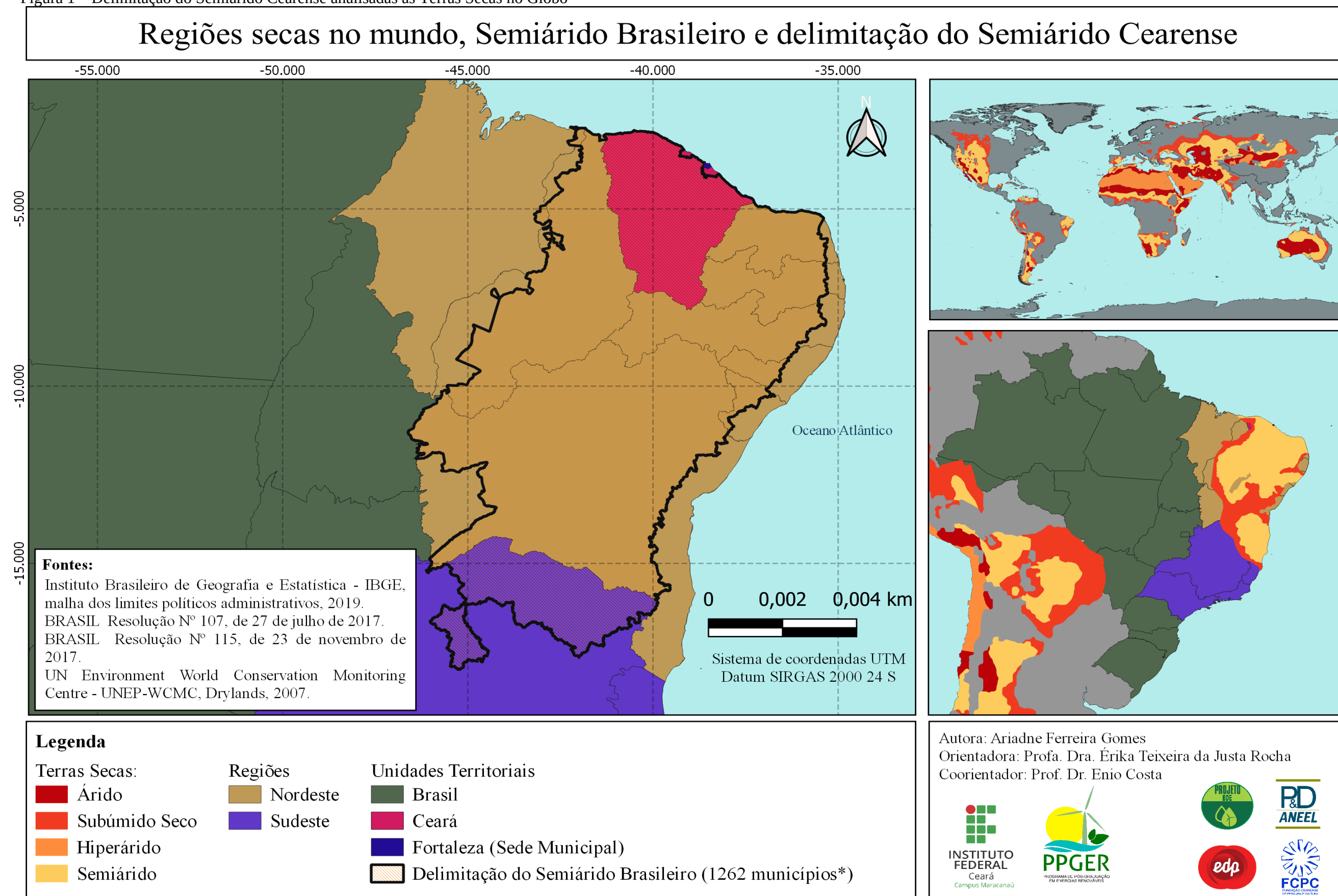
Além das condições climáticas típicas, o balanço hídrico no nordeste brasileiro sofre influência direta do contexto geológico da região (AUDRY; SUASSUNA, 1995), que apresenta quase a totalidade do seu território embasada no cristalino (PORTO *et al.* 2019). Esse embasamento, presente em cerca de 70% do Semiárido brasileiro, condiciona a região a uma pequena capacidade de armazenamento de água subterrânea, devido aos baixos níveis de permeabilidade e porosidade do solo. Assim, os reservatórios hídricos subterrâneos, quando existentes, apresentam altos teores de sais dissolvidos, oriundos da composição química das rochas formadoras desse embasamento (BRASIL, 2012). Por essa razão, a água subterrânea dessa localidade não é adequada para o consumo.

O estado do Ceará tem área aproximada de 148.894,442 km² (IBGE, 2017), sendo a quarta extensão territorial da região Nordeste e o 17º entre os estados brasileiros em termos de superfície territorial (BRASIL, PAD). O Estado tem quase 95% de seu território inserido no Semiárido brasileiro, dos 184 municípios, 175 pertencem a essa região. Em decorrência disso, questões relacionadas com a água e a escassez hídrica, são, desde sempre, fatores condicionantes para o desenvolvimento local. Os aspectos climáticos predominantes no Ceará são: concentração das chuvas em um curto período anual (de 3 a 5 meses), média de precipitação de 775 mm e coeficiente de variação de 30%, médias térmicas elevadas (de 23º a 27º C), forte insolação (média de 2.800 h/ano) e umidade relativa do ar entre 82% no litoral e inferior a 70% no sertão (BRASIL, PAD).

Além das características associadas ao clima, o Semiárido cearense tem cerca de 57% do seu território coberto por tipologias florestais, com 88% do tipo caatinga (BRASIL, 2016). O bioma da caatinga é o único exclusivamente brasileiro (BARBOSA, 2019; RAMOS, 2020). Rico em espécies vegetais endêmicas, com características adaptativas específicas para essa localidade, esse bioma tem grande importância para a sobrevivência humana nessa região.

Mesmo sendo um fator preponderante para a sobrevivência na região, a Caatinga é bastante afetada pelo desmatamento – em decorrência da expansão da agricultura, agropecuária e queimadas – que aumentam a pressão sobre os recursos naturais da região e ocasionam a desertificação, degradação e a utilização excessiva dos recursos disponíveis (SILVA *et al.*, 2019). Nesse sentido, muitos autores afirmam esse é o bioma brasileiro mais sensível à interferência humana e às mudanças climáticas globais (BRITO *et al.*, 2018; MARENGO *et al.*, 2017; PAULINO 2020). Dessa forma, mantido o cenário de superexploração, a escassez hídrica é um resultado esperado que agravará os problemas ambientais e sociais dessa região. A Figura 1 apresenta a delimitação das secas no mundo e dos Semiáridos brasileiro e cearense.

Figura 1 – Delimitação do Semiárido Cearense analisadas as Terras Secas no Globo



Fonte: elaborado pela autora.

Observadas as características do Semiárido brasileiro, conforme apresentado na Figura 1, cogitou-se durante muito tempo que a seca era responsável pelo impedimento do desenvolvimento econômico de parte do Nordeste (RAMOS, 2020). Por essa razão, houve um longo período em que as estratégias para o desenvolvimento dessa região estavam voltadas para o “combate às secas” (LINHARES; SOBRINHO; SILVA; SOUZA, 2019; RAMOS 2020). E, ao longo de décadas, várias políticas foram implementadas.

Contudo, após longos e sucessivos períodos de estiagem intercalados por períodos de chuvas intensas (CAVALCANTI *et al.*, 2020) entendeu-se a impossibilidade de combater um acontecimento natural. As políticas implementadas no Nordeste e mais precisamente no estado do Ceará não se mostraram eficientes em garantir o acesso à água para a população do campo (SILVA; SOUZA, 2019) e a ideia de combater a seca pouco a pouco cedeu espaço para “estratégias de convivência com o Semiárido”. Dessa forma, as comunidades nordestinas acabaram por se adaptar de maneira mediantemente satisfatória à sazonalidade climática, habituando-se a conviver com a ausência de precipitações durante um período anual de até oito meses (BONFIM, 2020).

Dentre as “estratégias de convivência com a seca” é possível citar o uso de tecnologias tradicionais de captação de água da chuva, construção de cisternas (BONFIM, 2020; LINDOSO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020), adutoras, barragens subterrâneas, barreiros, perfuração de poços profundos (BONFIM, 2020; LINHARES; SOBRINHO, 2019), cacimbas e açudes (BONFIM, 2020), operações carro-pipa para distribuição de água em comunidades rurais difusas (NUNES; MEDEIROS, 2020; SOUSA; SILVA, 2018) e a dessalinização (AKHATOV, 2019; CAVALCANTE JÚNIOR, 2019; NEVES *et al.*, 2016; VILLES, 2019).

Especificamente sobre a tecnologia de dessalinização, que desde a década de 1990 é apontada como uma solução para a convivência com as secas, principalmente nas comunidades difusas (CUNHA, 2020), tem-se uma opção oportuna, capaz de fornecer água de boa qualidade para produtores das áreas mais distantes dos centros urbanos (HERMES, 2019).

Assim, é apropriado que as tecnologias de dessalinização sejam apresentadas como uma medida para o equacionamento da segurança hídrica com diversos benefícios para abastecer suplementarmente a demanda de água (VILLES *et al.*, 2019) de comunidades rurais difusas. Porém, mesmo sendo promissor, o uso de dessalinizadores como alternativa para o abastecimento de água deve ser considerado adotando-se o princípio da precaução e ponderando-se sobre as vantagens e desvantagens do emprego dessa tecnologia. Isso porque conforme é realizado o tratamento da água é gerado um subproduto denominado concentrado,

que tem salinidade superior à da água do poço (PORTO *et al.*, 2019) e pode trazer, dentre outros prejuízos, a poluição da área onde é realizado o seu descarte.

Dessa forma, para que se justifique a dessalinização como alternativa para o abastecimento de água de comunidades rurais difusas no Semiárido cearense, é preciso considerar e analisar as diferentes alternativas para a destinação final, isto é, a reutilização, reciclagem, recuperação ou reaproveitamento energético do concentrado salino ou sua disposição final, que consiste em um descarte adequado. Isso porque o descarte da salmoura apresenta a interação final com o meio ambiente, sendo um problema significativo da dessalinização em geral (ELSAID *et al.*, 2020) que pode trazer impactos ambientais negativos.

1.1 Justificativa

É vantajoso utilizar a tecnologia de dessalinização como estratégia para a convivência com a seca. As comunidades rurais difusas, principalmente aquelas inseridas no Semiárido cearense – que sofrem com a escassez hídrica – são potenciais usuárias para esse tipo de sistema. Além disso, os dessalinizadores são uma alternativa viável, pois permitem o uso consultivo de águas subterrâneas salobras, outrora impróprias.

Associado a isso, é crescente o número de usinas de dessalinização movidas a recursos de energia renovável, especialmente nas regiões áridas (BDOUR *et al.*, 2020). As mesmas características naturais que contribuem com a escassez hídrica também destacam o potencial energético do semiárido no uso de fontes eólica e solar (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019). E, mais uma vez, as comunidades rurais difusas surgem como potenciais usuárias para os sistemas dessalinizadores que funcionam, em sua totalidade ou em parte, com recursos de energias renováveis.

A exemplo do que foi apresentado, está sendo instalado na Comunidade Rural Riacho dos Gomes, São Gonçalo do Amarante, Ceará, o projeto intitulado Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE). Esse projeto prevê a produção de água potável utilizando a tecnologia da dessalinização por Osmose Reversa (OR). A comunidade foi escolhida em decorrência das carências que apresenta e por estar atrelada a condicionantes do projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D). O projeto utilizará como fonte a água salobra oriunda de um poço subterrâneo cedido pela comunidade e a planta de dessalinização operará utilizando um sistema híbrido – fontes de energias renováveis e convencionais.

Contudo, embora viável, todo processo de dessalinização gera dois fluxos principais. O primeiro, o da água produzida, com baixa salinidade e adequada para o consumo

humano e o segundo, de concentrado, uma salmoura que tem alta salinidade (PORTO *et al.*, 2019; SILVEIRA *et al.*, 2015) e elevado poder poluente (NEVES *et al.*, 2017). Em decorrência do poder de poluição da salmoura é imprescindível que esse subproduto tenha uma destinação final adequada para evitar impactos ambientais negativos como a erosão e a salinidade do solo, alterações na fauna e flora do ecossistema aquático e a contaminação do lençol freático (BONFIM, 2020; VILLES *et. al*, 2019).

Para justificar a instalação do sistema de dessalinização proposto pelo projeto BDE – sem que a salmoura gerada traga ainda impactos negativos à comunidade – é primordial buscar alternativas para a destinação final desse subproduto. Nesse sentido, a elaboração de um Plano de Sustentabilidade para o concentrado salino surge de um esforço coletivo para promover uma destinação final ambientalmente adequada ao concentrado e evitar possíveis impactos negativos, dando continuidade à produção de água potável pelo sistema, trazendo benefícios para a comunidade.

1.2 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é propor um Plano de Sustentabilidade para destinação final do Concentrado Salino originado a partir do funcionamento de um sistema alternativo de abastecimento de água que utiliza um equipamento de Osmose Reversa (OR).

1.2.1 Objetivos Específicos

- Apresentar o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE) e a Solução Alternativa coletiva de Abastecimento de Água (SAAA) da comunidade Riacho dos Gomes;
- Identificar as possíveis formas de destinação e/ou descarte do concentrado salino;
- Aplicar questionários e escolher, juntamente com a comunidade, as melhores formas para a destinação e/ou descarte do concentrado salino;
- Aplicar uma matriz de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (F.O.F.A) para avaliar as alternativas de destinação e/ou descarte do concentrado salino;
- Apresentar: a comunidade Riacho dos Gomes e o resultado dos questionários.

1.3 Escopo do Trabalho

O capítulo 2 traz a fundamentação teórica e o estado da arte. Neste capítulo será apresentada uma abordagem geral sobre os sistemas de dessalinização, as principais tecnologias empregadas e o panorama do uso de energias renováveis por esse setor. Além disso, será apresentada a temática da dessalinização como política e estratégia de convivência com a seca no estado do Ceará. Serão apresentados: o Programa Água Doce (PAD), que serviu de inspiração para a proposição das ações do Plano de Sustentabilidade e o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE), que motivou esta dissertação. Finaliza-se o capítulo 2 com as alternativas para a destinação e/ou descarte do concentrado salino, trazidas pela revisão de literatura.

No Capítulo 3 será apresentada a metodologia utilizada neste trabalho. Serão apresentadas as etapas que envolveram a produção dos questionários para aplicação junto à comunidade, a tramitação desses documentos junto ao Conselho de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE, a forma de determinação do tamanho da amostra para aplicação dos questionários, as normas balizadoras do planejamento e o modelo de planejamento dos Padrões Abertos para a Prática da Conservação (CMP) com o uso da ferramenta MIRADI®. Também será apresentada a matriz de Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (F.O.F.A.) – ou matriz SWOT –, utilizada na detecção dos principais pontos de intervenção do projeto.

No Capítulo 4 será feita uma análise dos questionários aplicados na comunidade. Essa análise permitirá compreender as aptidões da comunidade e determinar quais as melhores estratégias para a elaboração do Plano de Sustentabilidade.

O Capítulo 5 apresenta as conclusões desta pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

O capítulo 6 sintetiza este trabalho e apresenta o Plano de Sustentabilidade para o reaproveitamento do Concentrado Salino originado a partir do funcionamento do sistema alternativo de abastecimento de água, que utiliza um equipamento de Osmose Reversa (OR) operacionalizado por um sistema de engrenagens/pistão e emprega energia eólica, solar e baterias na produção de água potável, instalado na comunidade Riacho dos Gomes- CE.

Ao final desta dissertação são apresentados os principais produtos empregados para a realização da pesquisa, na forma de Anexos e Apêndices.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO DA ARTE

A fundamentação teórica apresenta o uso da dessalinização como estratégia no combate à escassez hídrica, com foco nas regiões semiáridas.

Nas próximas seções serão abordadas as principais técnicas de dessalinização e o uso de energias renováveis nesses sistemas; as principais políticas e estratégias de convivência com a seca no Semiárido Cearense, considerando o uso da dessalinização; o Projeto Água Doce (PAD) e o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE) e suas similaridades; as alternativas para o reuso e/ou descarte do concentrado salino e, finalmente, a motivação para a elaboração de um Plano de Sustentabilidade para a Destinação Final do Concentrado Salino.

2.1 Sistemas de dessalinização

A dessalinização é uma técnica amplamente aplicada para combater a escassez global de água (IDA, 2020), principalmente nas regiões onde há menor disponibilidade do recurso hídrico superficial, como por exemplo nas regiões semiáridas. Trata-se de um processo de remoção de sais dissolvidos, que produz água potável a partir da água do mar ou de águas salobras (CURTO *et al.*, 2021; WORLD BANK, 2019).

Para fins de caracterização, a legislação ambiental brasileira classifica água salobra como aquela com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ e água salina como aquela com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (CONAMA, 2005). No contexto do Semiárido, principalmente o cearense, as águas subterrâneas apresentam características salobras e, portanto, são passíveis de dessalinização.

A ação de dessalinizar consiste basicamente em separar o sal da água promovendo o tratamento através da filtração. De forma técnica, é o processo de separação de partículas sólidas insolúveis, como sais e minerais, da água (ESMAEILION, 2020), que permite a utilização de águas, outrora impróprias.

Ao longo dos anos, diversas tecnologias de dessalinização foram desenvolvidas, aprimoradas e utilizadas de forma ampla. Os primeiros usos operacionais desses processos ocorreram entre os séculos XVI e XVII e as pesquisas e o desenvolvimento de usinas de dessalinização aceleraram-se em meados deste século (ESMAEILION, 2020). Desde 1928, quando as usinas de dessalinização começaram a surgir em muitas cidades do mundo devido à

escassez de água, as tecnologias de dessalinização tiveram um grande crescimento (EKE *et al.*, 2020).

As técnicas de dessalinização podem ser classificadas em dois grandes grupos: os que se baseiam em membrana e a dessalinização térmica (AHMED *et al.*, 2019; SHAHZAD *et al.*, 2017). É importante entender que essa divisão não esgota outras terminologias (ALKAISI *et al.*, 2017; CURTO *et al.*, 2021). Contudo as outras terminologias não serão abordadas neste trabalho, pois excedem seu escopo.

Considerando os dois grandes grupos de técnicas de dessalinização, até o ano de 1998 a maior parte da água dessalinizada no mundo era produzida por processos térmicos com o uso da evaporação e condensação. Essas técnicas foram as primeiras a serem historicamente introduzidas e usadas para a produção de água doce civil (CURTO *et al.*, 2021), e são consideradas as técnicas mais simples.

Fundamentalmente, dessalinizar utilizando métodos térmicos consiste em aplicar calor à água para produzir vapor e, ao condensá-lo, promover a separação entre a água e as impurezas. Nesta categoria, os processos comumente utilizados são o *Multistage Flash Distillation* (MFS) e o *Multieffect Distillation Technology* (MED).

Contudo, nos últimos anos, em decorrência das melhorias nos processos que utilizam membranas, viu-se um significativo aumento no uso dessa técnica. Isso foi comprovado pelo relatório *The Role of Desalination in an Increasingly Water-Scarce World*, apresentado pelo Banco Mundial em 2019. De acordo com esse documento, a dessalinização por membrana foi responsável por dois terços da capacidade de dessalinização em todo o mundo (WORLD BANK, 2019).

Os processos de Dessalinização por Membrana (DM) atuam através da filtração e, normalmente, utilizam pressão mecânica, energia elétrica (diferença de potencial elétrico) ou variações de concentração como fator de condução para a passagem da água por uma membrana semipermeável, resultando em uma separação física (ESMAEILION, 2020).

A DM é uma adaptação do processo natural de osmose, onde as membranas desempenham um papel importante na separação de sais em processos naturais – como osmose e diálise, além das membranas especiais, que permitem ou impedem seletivamente a passagem de sais (WORLD BANK, 2019).

Os principais tipos de dessalinização por membrana são a Osmose Reversa (OR), a Nanofiltração (NF), a Eletrodíálise (ED) e a Eletrodíálise Reversa (EDR). Essas técnicas não esgotam as tecnologias disponíveis, porém servem para apresentar o panorama sobre as técnicas de dessalinização por membrana sem fugir do escopo deste trabalho.

2.1.1 Sistemas de dessalinização por Osmose Reversa (OR)

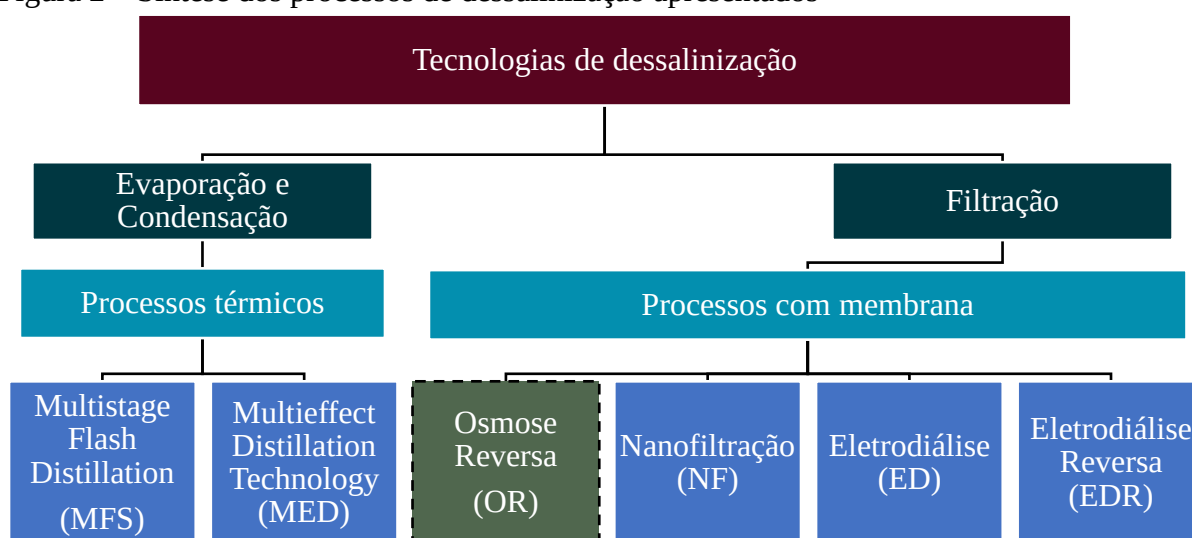
A Osmose é o processo natural pelo qual a água passa, por meio de uma membrana semipermeável, de uma região de menor salinidade para outra, com maior concentração salina, e tem como força motriz a pressão osmótica.

A Osmose Reversa (OR), como indica o nome, é o processo inverso, em que a água se difunde da solução aquosa mais concentrada para a de menor concentração, e que, portanto, necessita de uma diferença de pressão maior do que a pressão osmótica através da membrana semipermeável (ALZAFIN, 2020). Consiste no uso de uma membrana seletiva para a remoção de íons, moléculas e partículas maiores do que as da água, promovendo sua purificação.

Essa tecnologia é comumente utilizada para a produção de água dessalinizada devido à sua eficiência e menores custos econômicos em relação às outras tecnologias (JONES *et al.*, 2019; ZARZO e PRATS, 2018). Sua utilização também se dá devido à sua eficiência e custo-benefício geral e da capacidade de impedir que quase todos os coloides ou solutos passem pela membrana, garantindo assim água doce de alta qualidade (OKAMPO; NWULU, 2021).

A primeira planta de OR foi instalada em 1965 (EKE *et al.*, 2020) e as atividades de pesquisa envolvendo esse método continuam. As melhorias nas condições de aplicação desse método estão relacionadas principalmente com a economia de energia, redução de custos e redução da pegada ecológica (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019; EKE *et al.*, 2020; ESMAEILION, 2020; GEISE, 2021; MATIN *et al.*, 2021; TOTH, 2020; VILLES *et al.*, 2019; WORLD BANK, 2019). A Figura 2 traz uma síntese das tecnologias de dessalinização.

Figura 2 – Síntese dos processos de dessalinização apresentados



Fonte: elaborado pela autora a partir da revisão de literatura.

2.1.2 O uso de energias renováveis em sistemas de dessalinização

O desenvolvimento das técnicas de dessalinização surgiu como forma de contornar as crises de desabastecimento hídrico, principalmente nas regiões mais secas e a dessalinização apresenta-se como uma das soluções mais promissoras para o problema da escassez de água.

Contudo esse processo apresenta um intensivo consumo de energia (ALKAISI *et al.*, 2017) e, por essa razão, as fontes energéticas utilizadas para o funcionamento dos sistemas dessalinizadores atuam como fatores restritivos para a sua instalação.

Sabe-se que para produzir água doce os sistemas convencionais de dessalinização demandam elevados suprimentos energéticos, que geralmente são obtidos a partir de combustíveis fósseis (ABDELKAREEM *et al.*, 2018; FERIA-DÍAZ *et al.*, 2021; NASSRULLAH *et al.*, 2020). Também já foi provado que o uso de energias fósseis não é sustentável e, por isso, é importante obter energia de fontes seguras, confiáveis e ambientalmente corretas (ILBAHAR *et al.*, 2019).

Buscando alternativas para suprir energeticamente a cadeia produtiva humana, as energias renováveis surgem como uma área da Engenharia que vem recebendo atenção, principalmente devido aos muitos problemas decorrentes do aumento no consumo de água e energia (ESMAEILION, 2020).

Assim, como substituto ou substituição da energia elétrica, os sistemas de dessalinização movidos a energias renováveis representam uma alternativa real para reduzir os custos operacionais em sistemas de dessalinização convencionais (ABOELMAAREF *et al.*; KIM *et al.*, 2020). À vista disso, pesquisas sobre esse tema ganham destaque ao longo das décadas, conforme é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Publicações com tema *Renewable energies in desalination* (2000 – 2021)



Fonte: adaptado de *Web of Science*. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.

O panorama apresentado pela Figura 3 foi obtido a partir de uma busca com o tema “*Renewable Energies in Desalination*”, na base *Web Of Science*, considerando os últimos 21 anos.

Contudo, embora seja possível, o uso de energias renováveis na dessalinização, em todo ou em parte, não é muito comum e apenas 0,02% da capacidade total de dessalinização é impulsionada por recursos de energia renovável (CURTO *et al.*, 2021). Observou-se que as principais fontes de energia renovável utilizadas nesses processos são a energia solar, geotérmica, eólica, biomassa, hidrelétrica, oceânica, energia das marés, além dos sistemas híbridos eólicos e solares, que podem ser utilizados em áreas propícias – aquelas com altos níveis de radiação e potencial eólico adequado (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019; CURTO *et al.*, 2021; ESMAEILION, 2020; ZHANG *et al.*, 2018).

Na proporção de seu uso, as energias solar e eólica são aquelas com maior contribuição na capacidade geral de energias renováveis e, com menor contribuição, estão a energia geotérmica e das marés (OMAR *et al.*, 2020). A energia solar fotovoltaica tem a maior participação no uso de energias renováveis para dessalinização de água, representando 43% do total. Em seguida está a energia solar térmica, com 27% e os 30% restantes são rateados entre energia eólica, com 20%, e as energias renováveis híbridas, com 10% (SHAHZAD *et al.*, 2017; MUHSENAL-HRARI *et al.*, 2020).

Mesmo sendo pouco explorada, é previsível que a quota de energias renováveis utilizadas na dessalinização aumente progressivamente (FERIA-DÍAZ *et al.*, 2021). Ainda que seja combinada com fontes de energia tradicionais, o uso das energias renováveis em processos de dessalinização resulta de um esforço para minimizar a pressão sobre os combustíveis fósseis não renováveis (MEHMOOD *et al.*, 2019) e pode ser uma resposta ambiental e socialmente adequada (CAVALCANTE JÚNIOR *et al.*, 2019) para aumentar as fontes de abastecimento de água, principalmente nas terras semiáridas.

2.2 A dessalinização como política e estratégia de convivência com a seca no Ceará

Nesta seção será apresentada a perspectiva da dessalinização como estratégia de convivência com a seca no estado do Ceará. Essa região, que tem quase a totalidade de seu território inserido no Semiárido nordestino, apresenta características físicas e socioeconômicas que o tornam uma região única quanto ao estabelecimento de uma política de recursos hídricos (AQUINO, 2016). Por essa razão, desde sempre, o desenvolvimento de estratégias relacionadas com a gestão da água são pauta dos debates políticos, econômicos e sociais dessa região.

O marco legal das políticas de gerenciamento dos recursos hídricos no Ceará é a criação da Secretaria dos Recursos Hídricos, em 1987, com a promulgação da Lei Estadual Nº 11.996, em 1992. Essa lei foi atualizada e revogada, em 2010, e culminou na Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), Lei Estadual Nº 14.844/10.

A PERH subsidiou a criação do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) e o estabelecimento de seus instrumentos legais. Nesse contexto, foram elaborados diversos programas e planos para o gerenciamento dos recursos hídricos, dentre eles o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLANERH), primeiro grande plano de gerenciamento de recursos hídricos do Ceará.

Elaborado em 1992 e atualizado em 2005, o PLANERH apresentou, a partir do diagnóstico da situação hídrica do Estado, as diretrizes e os programas estratégicos básicos voltados para a gestão das águas no Ceará (CEARÁ, 2018). Fruto dessa temática, o Pacto das Águas, iniciativa que aconteceu de 2007 a 2010 com o objetivo de construir de forma conjunta e participativa um conhecimento sobre a realidade dos recursos hídricos do Estado (CEARÁ – Pacto das Águas: Continuando o Diálogo), trouxe aspectos multissetoriais para gestão de recursos hídricos e identificou alternativas e soluções para a segurança hídrica do Estado, estabelecendo compromissos institucionais e apontando para a necessidade do planejamento múltiplo.

Dentre os resultados do Pacto das Águas, o Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará representou um conjunto de programas e subprogramas gerais e por eixos temáticos que estabeleceu compromissos institucionais para a implementação da política de segurança hídrica no estado (CEARÁ, 2009). Esse plano abordou a temática da “Convivência com o Semiárido”, que ganhou relevância, não só por fazer parte transversalmente de todos os demais, mas por seu significado e expressão (CEARÁ, 2011). A partir disso, em 2009, inicia-se o debate sobre a dessalinização como estratégia de Convivência com a seca no Estado.

O Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará trouxe em um de seus eixos a proposta da dessalinização – da água do mar – como possibilidade de inovação tecnológica para resolver a crise hídrica do Estado (CEARÁ, 2009). Continuando com as estratégias de convivência com a seca, em 2011, foi a vez do Pacto pela Convivência com o Semiárido Cearense, que trouxe, como instrumento de implementação da Política de Saneamento, a temática da dessalinização, apresentada através da estratégia de recuperação de dessalinizadores (CEARÁ, 2011).

Continuando com o argumento “Convivência com a Seca”, em 2015 foi apresentado pelo Plano Estadual de Convivência com a Seca – Ações Emergenciais e

Estruturantes. Esse Plano, organizado por iniciativa dos governos Estadual e Federal, buscou contemplar um conjunto de ações voltadas para a superação dos complexos desafios provenientes da escassez de chuvas do período compreendido entre 2012 e 2015, que teve impactos negativos, de natureza econômica e social, sobre quase todos os municípios cearenses (CEARÁ, 2015). Novamente, a dessalinização foi discutida como ação estruturante.

No Plano Estadual de Convivência com a Seca, a dessalinização foi abordada em três eixos ou “Ações Emergenciais” e foi pontuada como a prática mais efetiva e duradoura para o problema da seca, que seguia as tendências mais modernas e visava ao uso sustentável dos recursos hídricos (CEARÁ, 2015). Dentre as Ações Emergenciais com o tema dessalinização, foram contempladas as seguintes categorias: poços, sistemas de abastecimento de água e ações ambientais.

Na categoria de poços, o Plano previa a instalação de chafarizes e/ou dessalinizador. Na categoria de sistemas de abastecimento de água, considerou-se a implantação de sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário – através do Projeto São José III; a implantação de Sistemas Simplificados de Abastecimentos de Água (SSAA) – por meio do Programa Água para Todos; e a implantação de Sistema Simplificado de Abastecimento de Água (SSAA) com dessalinizador – Projeto Água Doce (PAD). Finalmente, a categoria de ações ambientais, considerou a realização de estudo para utilização de água dessalinizada em municípios litorâneos (CEARÁ, 2015).

Continuadas as táticas de gerenciamento dos recursos hídricos, sob a perspectiva da dessalinização, o Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará, 2018 – 2027, trouxe esse tema como uma estratégia de garantia de água para o abastecimento da população rural. De acordo com esse documento, 70% dos poços perfurados no interior do Estado estão no meio cristalino e têm salinidade superior aos valores máximos permitidos, por isso é necessário instalar dessalinizadores para reaproveitar as águas salobras impróprias para o consumo humano.

O histórico apresentado, mostra como diversas ações serviram para ampliar de forma considerável a segurança hídrica e fortalecer todo o sistema de gestão de recursos hídricos no Estado (CEARÁ, 2018). Mesmo assim um dos maiores desafios do Estado ainda é garantir água em quantidade e qualidade, principalmente para a população rural difusa. Embora o planejamento tenha apresentado êxitos, a experiência acumulada revela que ainda existem vulnerabilidades e por isso, a gestão da água no semiárido cearense precisa ser proativa para tentar garantir de modo satisfatório a segurança hídrica de sua população.

2.3 O Programa Água Doce

Nesta seção será apresentado o Programa Água Doce (PAD), uma estratégia do governo federal para a convivência com o Semiárido brasileiro e que serviu de base para a proposição das alternativas de reuso do concentrado salino, como será apresentado a seguir.

A dessalinização, conforme vem sendo justificado, é uma estratégia empregada mundialmente para o enfrentamento da escassez hídrica, principalmente em regiões semiáridas. No Brasil, as políticas voltadas para a gestão e o acesso à água na região do Semiárido existem desde o período colonial, sendo abundante a literatura sobre esse fenômeno (LEITE; AMORIM, 2020).

Em mais uma tentativa de solucionar a questão do acesso à água de boa qualidade e utilizando a promissora tecnologia de dessalinização, em 1996, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA) implantou o Programa Água Boa. O objetivo desse programa era instalar dessalinizadores em localidades do Semiárido usando como fonte de abastecimento poços tubulares com água salobra ou salina (BRASIL, 2012).

Embora tenha possibilitado o desenvolvimento de estudos, pesquisas e projetos de sistemas de dessalinização, o Programa Água Boa não incorporou os cuidados com a destinação dos concentrados salinos gerados – o que trouxe impactos ambientais negativos. Esse Programa também não apresentou uma previsão para a manutenção dos sistemas dessalinizadores – o que causou a perda na qualidade da água tratada e, por consequência, sua desativação. Após o fracasso de suas ações o Programa Água Boa foi substituído, em 2004, pelo Programa Água Doce (PAD).

O PAD foi uma ação do Governo Federal em conjunto com instituições federais, estaduais e organizações da sociedade civil que buscou aumentar a oferta de água de boa qualidade para dessedentação humana em comunidades instaladas no Semiárido substituindo o Água Boa. Em 2021 esse programa ainda está em vigor e seu objetivo é estabelecer uma política pública permanente de acesso à água para o consumo humano em comunidades rurais difusas do Semiárido brasileiro, incorporando os cuidados ambientais e sociais na gestão de sistemas de dessalinização (BRASIL – PAD).

O lançamento do PAD ocorreu sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente e até 2012 o programa havia implantado 150 sistemas de dessalinização, beneficiando 94.340 pessoas residentes em localidades dispersas do Semiárido brasileiro (BRASIL, 2012). A partir de 2010, de acordo com seu Documento Base, suas ações foram direcionadas pelos Planos

Estaduais de Gestão e Implementação do Programa Água Doce, estruturados para atenderem a dois cenários de 5 anos: o primeiro até 2014 e o segundo até 2019.

Em 2011, o PAD passou a fazer parte do Programa Água Para Todos, por meio do Decreto Federal Nº 7535, de 26 de julho de 2011 e passou a receber recursos do Programa de Segurança Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2020). Em 2019, após a reforma administrativa do Governo Federal, toda a agenda de água foi transferida do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e o Departamento de Recursos Hídricos e Revitalização de Bacias Hidrográficas – DRHB, da Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, passou a coordenar o Programa Água Doce (BRASIL, 2020).

O PAD configura-se como um compromisso conjunto que busca garantir o acesso à água de boa qualidade para a população do Semiárido. Esse Programa utiliza sistemas de dessalinização integrados a unidades de aproveitamento do concentrado salino e está estruturado em 6 componentes, conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 – Estrutura do Programa Água Doce (PAD)

Componentes	Descrição
Gestão	Atividades de apoio. Recursos humanos, consolidação dos centros de referência, sistemas de informação e monitoramento, operacionalização e manutenção dos sistemas.
Estudos, pesquisas e projeto	Atividades de pesquisas e desenvolvimento das tecnologias.
Sustentabilidade Ambiental	Análise de risco socioambiental das comunidades, definindo as comunidades que serão atendidas. Acompanha os resultados e monitora a qualidade ambiental.
Mobilização Social	Realiza o diagnóstico social e celebra os acordos de gestão, acompanhando-os.
Sistema de Dessalinização	Recupera os sistemas já implantados, implanta novos sistemas, monitora a qualidade da água nos tanques de contenção.
Unidades de Aproveitamento do Concentrado	Implanta as unidades demonstrativas e produtivas.

Fonte: elaborado pela autora a partir de Brasil (2012).

Dentre os componentes do PAD, as Unidades de Aproveitamento do Concentrado serviram de suporte para proposição das ações do Plano de Sustentabilidade. Essas tecnologias correspondem a unidades de reaproveitamento do rejeito (concentrado) e fazem parte de um estudo que vem sendo desenvolvido há mais de 15 anos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). O sistema integrado proposto pelo PAD utiliza três elementos básicos, que correspondem ao cultivo de peixes no efluente salino, seguido pela irrigação de culturas resistentes ao sal (plantas halófitas) com a água enriquecida nos tanques de peixes e a

utilização dessas plantas para a produção de feno que auxilia na alimentação de pequenos animais, caprinos (*Capra aegagrus hircus*) e ovinos (*Ovis aries*).

A Figura 4 mostra o esquema de reaproveitamento do concentrado, conforme previsto no PAD.

Figura 4 – Sistema integrado para o reaproveitamento do concentrado



Fonte: elaborado pela autora a partir de Brasil (2012).

2.4 O Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica

O projeto intitulado “Produção de Água Potável por Osmose Reversa a partir de um Sistema Operacionalizado por Engrenagens/Pistão via Energia Eólica, Solar e/ou Baterias” (Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica – BDE) é uma ação em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) desenvolvida por um grupo de pesquisadores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Maracanaú, em parceria com a UTE Pecém, empresa do grupo Energias de Portugal (EDP).

O Projeto teve início em junho de 2019 e apresentou cronograma com previsão de execução de 24 meses, podendo ser prorrogado por igual período. O objetivo dessa ação é a construção e a instalação de um equipamento de Osmose Reversa (OR) operacionalizado por um sistema de engrenagens/pistão via energia eólica, solar e/ou baterias para produção de pelo menos 20 m³/dia de água potável (BDE, 2020). Esse sistema está sendo instalado na comunidade rural Riacho dos Gomes, localizada no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará. A escolha da comunidade foi condicionada pela agência de fomento, isto é, o órgão ou a instituição de natureza pública ou privada que tem entre seus objetivos o financiamento de

ações que visem estimular e promover o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação (BRASIL, 2004), representada pela UTE Pecém, considerando as características e localização da comunidade.

O Projeto compreende todas as fases de um sistema de dessalinização que utiliza a OR e emprega como fonte de energia um sistema híbrido, que utiliza fontes de energia alternativas e convencionais. A água salobra é bombeada de um poço, que foi cedido pela comunidade, e passa por um sistema de filtração simples para a remoção das impurezas de maior tamanho. Posteriormente, vai para a unidade de Osmose Reversa (OR) onde ocorre o tratamento. Após o tratamento a água é separada em duas correntes: a primeira de água permeado – própria para o consumo, com baixo teor de sais dissolvidos e livre de microrganismos ou outros resíduos – e a segunda, água de rejeito – com alto teor de sais dissolvidos, ainda mais concentrada do que a água salobra que ingressou no sistema.

O diferencial do Projeto BDE é a utilização de um sistema híbrido, que pode ser operacionalizado tanto pela energia elétrica (convencional) quanto por fontes alternativas de energia (energia eólica e/ ou solar), para o suprimento energético. O sistema de produção de água encontra-se na fase de instalação. Atualmente estão sendo construídos o abrigo para o sistema de osmose e as valas para a disposição do excedente do concentrado. Um protótipo do sistema de Osmose Reversa, Figura 5, foi instalado no IFCE, *campus* Maracanaú, para a realização de testes.

Figura 5 – Protótipo do Sistema de Osmose Reversa



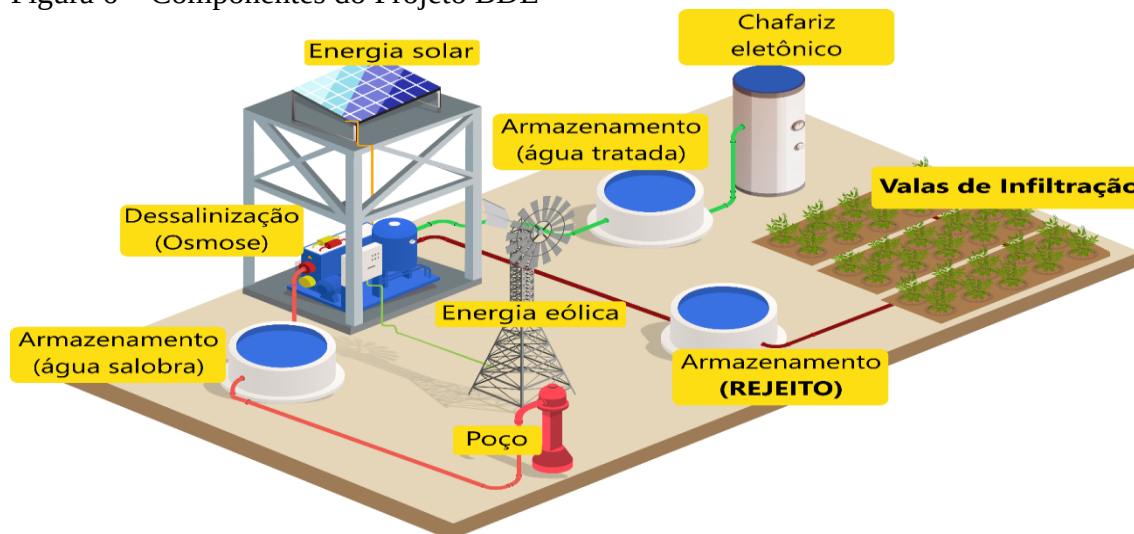
Fonte: registro feito pela equipe em agosto de 2021.

Após o tratamento, a água permeada (de boa qualidade) é direcionada para chafarizes eletrônicos, onde a comunidade deve captá-la. Não haverá rede de distribuição, pois essa alternativa envolve custos que excedem a viabilidade econômica do projeto e o tempo para a sua construção. Como não existe a rede de distribuição, o Projeto BDE compreende um sistema de dessalinização de uma Solução Alternativa coletiva de Abastecimento de Água (SAAA) para consumo humano, que é a modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e **sem rede de distribuição** (BRASIL, 2017c).

Para cada fase do sistema de dessalinização há um eixo de pesquisa específico. O estudo das alternativas para a destinação da água concentrada, e consequente elaboração do Plano de Sustentabilidade para esse produto, são objeto desta pesquisa de mestrado. Essa iniciativa envolve o estudo de alternativas adequadas para reaproveitamento ou descarte da salmoura e serão discutidas no próximo capítulo.

Os principais componentes do Projeto BDE estão esquematizados na Figura 6. Ao final deste trabalho, o Anexo A traz a planta baixa com os componentes do sistema.

Figura 6 – Componentes do Projeto BDE



Fonte: elaborado pela autora a partir de BDE (2020).

Após a leitura das seções anteriores é possível perceber diversas semelhanças entre o Programa Água Doce e o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica. Em decorrência disso, presume-se que as ações voltadas para o eixo de sustentabilidade daquele programa possam ser trazidas para o contexto do Projeto, desde que sejam analisadas as particularidades e os pontos de ajuste necessários.

2.5 A necessidade de um Plano de Sustentabilidade

O impacto ambiental da disposição da salmoura ainda é considerado a maior preocupação no desenvolvimento sustentável da dessalinização (IBRAHIM *et al.*, 2018) e a incerteza sobre esse assunto representa uma barreira para a produção de água dessalinizada em vários países (SOLA *et al.*, 2019). Além da preocupação com possíveis impactos ambientais negativos, as lições aprendidas com os diversos programas de dessalinização implantados no Semiárido reforçam a ideia de que somente instalar ou recuperar sistemas de dessalinização não garante o abastecimento da população com água de qualidade e de forma contínua. Para isso, é necessário o estabelecimento de instrumentos de gestão que visem à manutenção sustentável desses sistemas.

Um exemplo de instrumento de gestão é o Plano de Sustentabilidade, que deve ser entendido como um documento norteador com um conjunto de alternativas para o manejo da salmoura, considerando os riscos e as oportunidades do processo. Para a elaboração de um Plano de Sustentabilidade o conteúdo mínimo de planejamento deve considerar três perguntas básicas: “O que se pretende fazer?”, “Por quê?” e “Como?” (ISO 14005:2012).

Respondendo a esses questionamentos o Plano de Sustentabilidade é o documento com um conjunto de estratégias para a destinação adequada da salmoura, que busca prevenir a poluição na área de descarte, dificultando ou reduzindo possíveis impactos ambientais adversos. Sua validação pode ser feita por meio da aplicação e do monitoramento de suas ações e, caso as alternativas não estejam adequadas à realidade da comunidade, deverão ser reestruturadas. O conteúdo mínimo desse tipo de plano deve contemplar (ISO 14005:2012):

- a) as ações necessárias para alcançar os objetivos e metas;
- b) os recursos humanos e financeiros;
- c) a escala temporal de aplicação de suas ações e de revisão; e,
- d) as responsabilidades adequadas para sua implementação.

Na etapa de planejamento e estruturação das ações de um Plano de Sustentabilidade podem utilizadas diversas metodologias. A lógica trazida pelos Padrões Abertos para a Prática da Conservação (CMP), versão 3.0, permite que o planejador desenvolva um manejo fundamentado em um ciclo de cinco passos, conforme é apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Modelo de Planejamento dos Padrões Abertos, CMP



Fonte: adaptado de CMP, 2013.

O resumo dessa estrutura é:

- i. conceituação da visão do projeto e do contexto: onde são definidos o propósito de planejamento, as equipes, o escopo, a visão e alvos de conservação, com a identificação das ameaças críticas;
- ii. planejamento das ações e do monitoramento: onde são estabelecidos os objetivos estratégicos, pressupostos, metas e planos;
- iii. implementação das ações e do monitoramento: com a utilização de planos de trabalho e cronogramas;
- iv. análise dos dados para adaptação das ações, e;
- v. documentação e compartilhamento do aprendizado.

Uma estratégia interessante trazida por essa metodologia é a possibilidade da utilização do *software* de gerenciamento de projetos Miradi®. Esse programa utiliza assistentes, exemplos e visualizações múltiplas e ajuda as equipes a projetar, planejar, implementar e monitorar os projetos de conservação (MIRADI.ORG), permitindo a elaboração de modelos conceituais, uma espécie de painel visual que facilita o entendimento das possíveis interações entre estratégias e os impactos sobre diversos meios.

Os Planos de Sustentabilidade podem ser entregues juntos ou consecutivamente à inauguração ou recuperação dos sistemas de dessalinização. Contudo, durante as etapas de concepção, elaboração e implementação de suas ações, o engajamento dos cidadãos será o eixo ou centro de um processo circular e, em cada etapa, a educação e o envolvimento dessas pessoas fornecerão *feedbacks* para sua modificação (KINZER, 2017).

Os membros da comunidade devem fazer parte do processo, não sendo apenas meros espectadores do que está acontecendo pois, quanto maior for a participação das pessoas, maiores serão as chances desses projetos e programas darem certo (HERMES, 2007). Entende-se que a sustentabilidade do sistema estará diretamente relacionada a fatores como a técnica de dessalinização empregada, as fontes para o suprimento energético, a qualidade da água que deverá ser tratada, dos incentivos oferecidos pelos gestores locais e das alternativas de reuso ou reaproveitamento. Ainda assim, um fator fundamental para a manutenção desse planejamento é quem vai gerenciar esses sistemas. Visto que, para que seja garantida a sustentabilidade é imprescindível o engajamento da comunidade, pois, em geral, é na comunidade onde poderão se instalar problemas decorrentes do gerenciamento incorreto.

Trazendo essa realidade para o enfoque da NBR ISO 37101:2017 – Sistemas de Gestão para o Desenvolvimento Sustentável de Comunidades, os planos de gerenciamento devem ser projetados de modo a promover a capacitação das comunidades e devem ser construídos sobre as iniciativas locais, considerando questões sociais, ambientais e econômicas. Esses planos devem prever a melhoria dos serviços comunitários e dos benefícios socioeconômicos e devem ser apoiados em bases sustentáveis, promovendo sistemas de planejamento sadios para conseguir seus objetivos. O Plano de Sustentabilidade proposto fundamenta-se nessa perspectiva, de buscar, entre a coletividade alternativas para o concentrado, podendo ser alterado ao longo da implementação de suas ações e do esforço voltado para a educação ambiental na comunidade.

2.6 As alternativas de reaproveitamento e/ou descarte do Concentrado Salino

Essa seção apresenta as principais formas de reaproveitamento e/ou descarte do concentrado salino considerando as principais literaturas sobre este tema.

A primeira opção apresentada é a de reuso do concentrado. Essa proposta emprega o uso das Unidades de Aproveitamento do Concentrado, conforme proposto no Programa Água Doce (PAD). Essa alternativa utiliza o rejeito salino em um sistema integrado que abrange a piscicultura, aproveitando a água de rejeito para a criação de peixes tolerantes à salinidade, por exemplo tilápias (*Oreochromis sp.*); seguida pela fertirrigação de plantas forrageiras halófitas, isto é, espécies resistentes à salinidade, e pela produção de feno para a complementação alimentar de pequenos animais.

Os componentes desse sistema integrado fecham um ciclo produtivo e trazem, além do elemento ambiental, a possibilidade de geração de renda para a comunidade, que pode ser

obtida pela venda do pescado. Esse aumento na renda é vantajoso e pode, inclusive, auxiliar com a manutenção financeira do sistema de dessalinização.

Os componentes desses sistemas são pormenorizados nos subitens a seguir.

2.6.1 Criação de Tilápias (*Oreochromis sp.*) para o reuso do concentrado salino

Aquicultura é o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático (CONAMA, 2009). Dentre as espécies criadas em cativeiro, as tilápias (*Oreochromis sp.*), originárias da África, são peixes de águas quentes, altamente rústicos e dotados de elevada capacidade de adaptação às mais diferentes condições ambientais (PAULINO; ARAÚJO; PORTO, 2003). Apresentando geralmente crescimento rápido, têm carne saborosa e sem espinhas intramusculares (SILVA, 2007). A espécie foi difundida em todo o mundo e se consolidou como uma das mais cultivadas em cativeiro no Brasil, que ocupava, em 2020, a 4ª posição entre os maiores produtores do mundo (PEIXE BR, 2020).

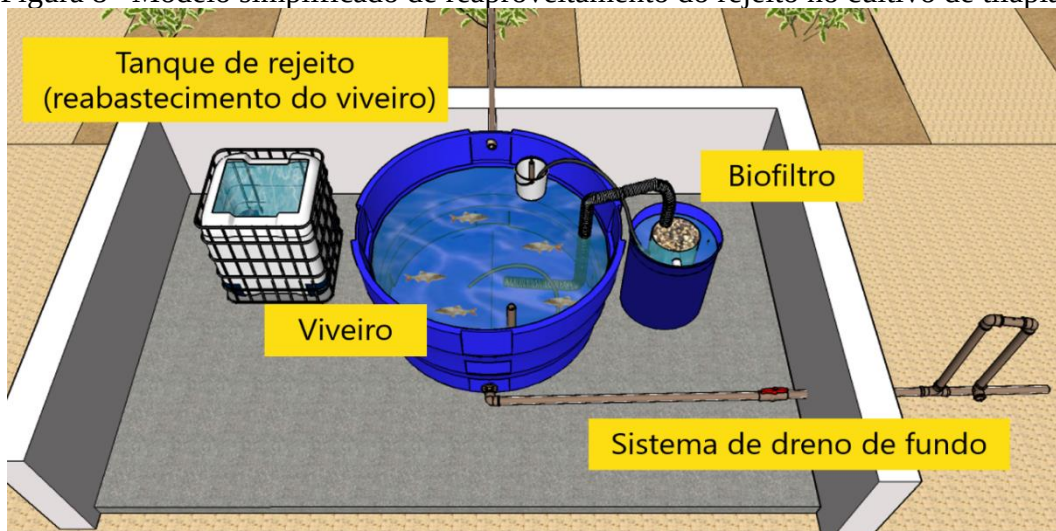
A tilápia é a principal recomendação para a região Nordeste, visto que no clima dessa localidade, quente e com pouca variação na temperatura, o peixe se adapta muito bem, apresentando crescimento rápido e constante, além de ser um produto com boa aceitação no mercado para a alimentação da família e de fácil aquisição de alevinos (GUILHERME *et. al.*, 2019). Quando comparada com outros peixes de clima tropical, a tilápia é a espécie que possui maior capacidade de adaptação a diferentes condições de água, sendo esse um diferencial favorável para a expansão da criação (BORGES, 2009). Entre as características que conferem vantagem para o cultivo desse peixe estão: a fácil reprodução, a elevada resistência às doenças, a tolerância a baixos teores de oxigênio e a aceitação de altas taxas de densidade no viveiro, a grande variedade de alimentos que pode receber e, não menos importante, a grande capacidade de adaptação às águas residuais de dessalinização (PAULINO; ARAÚJO; PORTO, 2003; SENAR, 2018; SOUSA; FILHO, 2007).

Para a criação dos peixes podem ser empregados os Sistemas de Recirculação de Água (RAS). Esses sistemas são compostos por tanques para o cultivo dos peixes, sistemas de bombeamento e filtragem de água (AZEVEDO *et. al.*, 2014). Os RAS têm vantagens sobre os sistemas de aquicultura convencionais, pois reduzem o consumo de água, permitindo que 90% a 99% da água sejam reciclados (GUNNING; MAGUIRE; BURNEL, 2016). O princípio básico desse sistema é o tratamento do efluente através de uma série de processos consecutivos que

compreendem: (1) a filtração – física e mecânica; (2) a desinfecção; e (3) a oxigenação do efluente antes deste ser reinjetado no tanque de criação (SUANTIKA, 2018).

Os tanques podem ter diferentes formatos, mas circulares são considerados ideais. Devem ser equipados com um dreno de fundo central para a remoção dos sólidos decantáveis (AZEVEDO *et. al.*, 2014) e deve ser feito o planejamento dos pontos de entrada e saída de água para facilitar a circulação. O local para a instalação do tanque deve ser próximo a uma fonte de energia elétrica para a instalação do sistema motobomba de oxigenação da água. Um esquema simplificado para esse componente é apresentado na Figura 8.

Figura 8– Modelo simplificado de reaproveitamento do rejeito no cultivo de tilápias



Fonte: elaborado pela autora a partir de Guilherme *et. al.* (2019).

Embora o RAS consiga manter a qualidade da água estável por longos períodos, e possa ser empregado inclusive para o reaproveitamento de rejeitos salinos, o custo operacional, principalmente o de energia elétrica, pode tornar esse sistema pouco atraente. Ademais, devem ser considerados os custos referentes à manutenção da qualidade da água nos viveiros, pois mesmo sendo um peixe adaptado e resistente, a tilápia necessita de um ambiente controlado.

Para avaliar essas questões, esta revisão buscou entender os parâmetros físicos e químicos da qualidade da água em piscicultura e os parâmetros ideais para viveiros de Tilápias para atestar a viabilidade dessa solução. Esses valores são apresentados nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Principais parâmetros físicos e químicos em piscicultura

Parâmetros Físicos	Parâmetros Químicos
Temperatura	pH
Cor	Alcalinidade
Turbidez	Dureza
Visibilidade e Transparência	Oxigênio Dissolvido
	Amônia

Fonte: adaptado de Manual de qualidade da água para aquicultura, Alfakit Ltda.

Quadro 3 – Parâmetros ideais para a qualidade de água de viveiros de Tilápias

Parâmetros ideais da qualidade de água para a Tilápia				
Parâmetro	Equipamento de medição	Valor ideal	Frequência de medição	Observação
Temperatura	Termômetro (°C)	26 a 30 °C	Diária	Influencia a taxa metabólica do peixe.
Oxigênio Dissolvido	Oxímetro	Acima de 4 mg/l	Diária	É o parâmetro mais crítico de sobrevivência dos peixes.
pH	Peagâmetro ou Kit de análise	6,5 a 8,5	Semanal	A variação diária deve ser inferior a 2 unidades
Transparência	Disco de Secchi	30 a 40 cm	Quinzenal	Baixa transparência aumenta o risco de ocorrência de baixos valores de oxigênio dissolvido

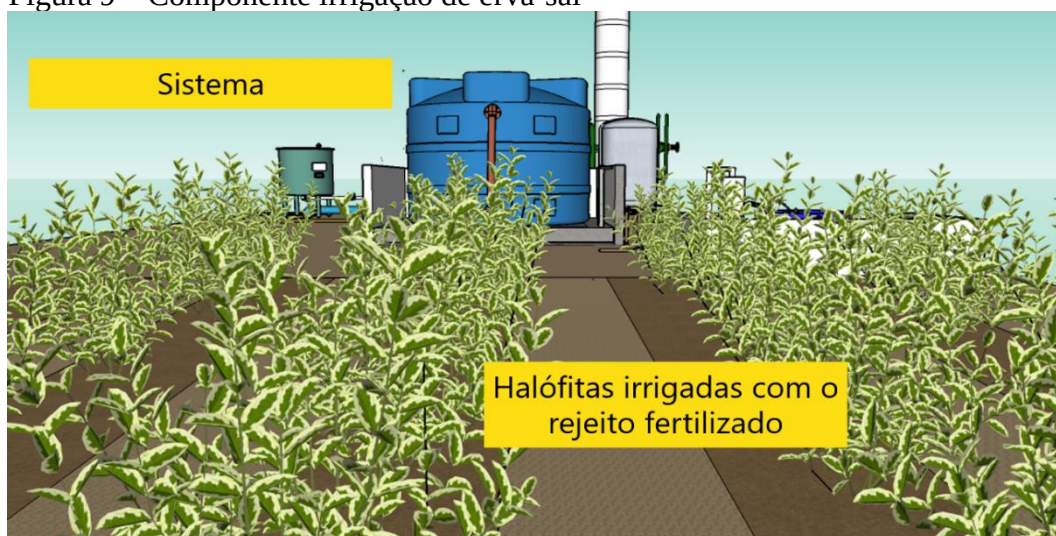
Fonte: adaptado de SENAR, 2018.

As análises da qualidade de água podem ser realizadas pela própria comunidade. Para isso, considerou-se a utilização de *kits* específicos que estão disponíveis no mercado e possuem custo relativamente acessível. Um exemplo é o Kit de análise da qualidade de água, Alfakit Ltda. O material permite a realização de até 100 análises de cada parâmetro (pH, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrito, transparência, alcalinidade total, salinidade e temperatura). Uma cotação realizada em março de 2020, mostrou que um Alfakit® custava em média R\$ 705,00 e, considerando a quantidade de análises possíveis e a possibilidade das análises *in loco*, essa opção pode ser viável.

2.6.2 Fertirrigação com a água dos tanques

O segundo componente é a fertirrigação de plantas resistentes à salinidade (halófitas) com a água retirada dos tanques dos peixes. De acordo com pesquisas da Embrapa Semiárido (PORTO *et al.*, 2006; HERMES *et al.*, 2014), o conjunto composto pela criação de tilápia (*Oreochromis sp.*) em meio concentrado salino e o uso do efluente desse sistema na irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*) traz diversos benefícios. O efluente, enriquecido com, além das fezes, nitrogênio (N) nas formas de amônio (NH_4^+), nitritos (NO_2^-) e nitratos (NO_3^-); fósforo (P) – comumente encontrado na forma do íon fosfato (PO_4^{3-}); potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e outros nutrientes (GUILHERME *et al.*, 2019) atende às demandas das culturas por nutrientes. Além disso, os sólidos acumulados no sedimentador podem ser utilizados na irrigação e adubação das plantas. O esquema simplificado para esse componente é mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Componente irrigação de erva-sal



Fonte: elaborado pela autora a partir de Brasil (2012).

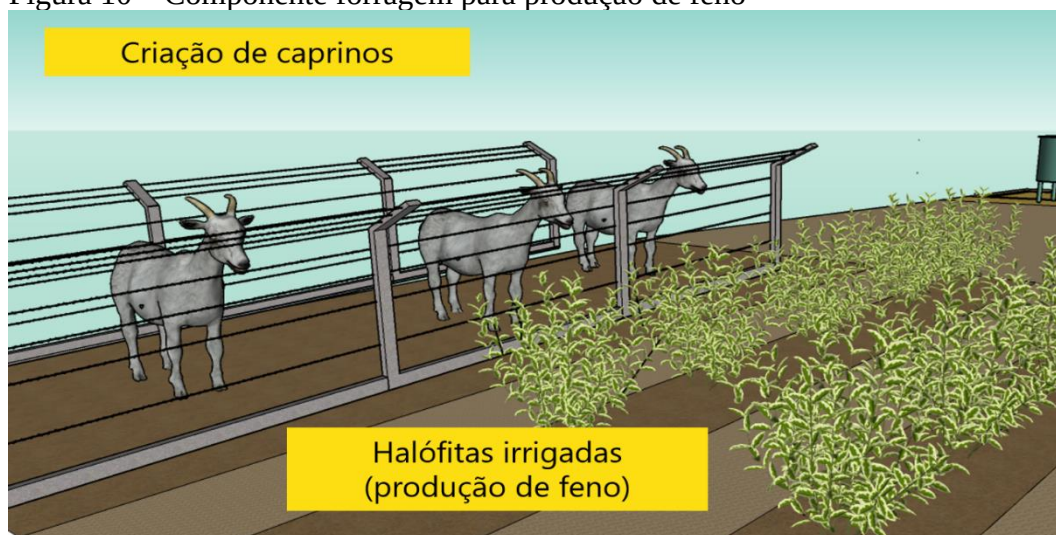
O uso das espécies halófitas é defendido por diversos autores que demonstraram seu elevado poder de fitorremediação em solos salinos, a alta produção de biomassa e a elevada tolerância ao déficit hídrico comum das zonas semiáridas (DIAS *et al.*, 2018). Para o uso no componente integrado, além da erva-sal (*Atriplex nummularia*), podem ser utilizadas outras espécies halófitas como a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), a gliricídia (*Gliricidia sepium*, Jacq.), a leucena (*Leucaena leucocephala*), o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) e o sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Hermes *et al.*, 2014).

Ressalta-se que, no modelo de produção integrado, a quantidade de sais não é reduzida, porém a matéria orgânica presente nutre as plantas e melhora as propriedades físicas e químicas do solo, atenuando os efeitos negativos dos sais sobre as plantas (DIAS *et al.*, 2021)

2.6.3 Engorda de caprinos com o feno a partir das espécies halófitas

O último componente corresponde à produção de feno para complementação alimentar de ovelhas (*Ovis aries*) ou cabras (*Capra aegagrus hircus*). Esses animais aceitam uma dieta contendo feno da erva-sal. Todavia, não é recomendada a dieta com base apenas na erva-sal (PORTO *et al.*, 2004). A forragem feita com erva-sal vem sendo estudada pelos pesquisadores da Embrapa e mostra um teor médio de proteína bruta entre 14 e 18%, que pode ser utilizada na complementação alimentar e engorda de caprinos e/ou ovinos (DIAS *et al.*, 2021). Além da erva-sal e das outras culturas mencionadas, podem ser utilizadas a cana crioula (*Saccharum sp*), o feijão bravo-do-Ceará (*Canavalia brasiliensis*), a melancia forrageira (*Citrullus lanatus cv. citroides*) e a quinoa (*Chenopodium quinoa*) (HERMES, 2019). O componente é apresentado a seguir, na Figura 10.

Figura 10 – Componente forragem para produção de feno



Fonte: elaborado pela autora a partir de Brasil (2012).

Caso a comunidade tenha interesse na Unidade de Aproveitamento do Concentrado, deverá ser firmado um acordo de parceria entre os pesquisadores do Projeto BDE e órgãos responsáveis por capacitações e construções de conhecimentos em meio rural, como, por exemplo, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE) e o

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) para capacitar a comunidade quanto ao uso desse sistema.

2.6.4 Soluções simplificadas

Além dos componentes previstos no PAD, foram consideradas algumas opções simplificadas. Essas soluções abrangem um cenário em que a comunidade não demonstre interesse nas ações do sistema integrado. Para essa circunstância, foi constatada a viabilidade técnica e operacional das soluções simplificadas, uma vez que a população atendida pelo Projeto corresponde a apenas 50 famílias e, nesse contexto, o concentrado pode ser armazenado em reservatórios e, desses reservatórios, pode ser encaminhado para a destinação final em usos menos nobres.

Como possibilidade, uma parte do concentrado poderá ser utilizada em cochos para dessedentação animal e a outra, pela própria comunidade em consumos menos nobres, como descargas em sanitários. Nessa situação, sugere-se que a utilização do concentrado seja multimodal.

O concentrado deve ser armazenado em um reservatório semienterrado, semelhante a uma cisterna. Esse reservatório deve ser coberto para evitar a poluição e a evaporação da água armazenada e semienterrado a aproximadamente dois terços da sua altura para a garantia de sua segurança estrutural. Estimando-se a produção diária de 8.000 L de água concentrada (rejeito), conforme previsto no plano de trabalho do projeto, e a capacidade de armazenamento do reservatório deve ser de 20.000 L, superior à de uma cisterna, para suportar 2,5 dias de produção.

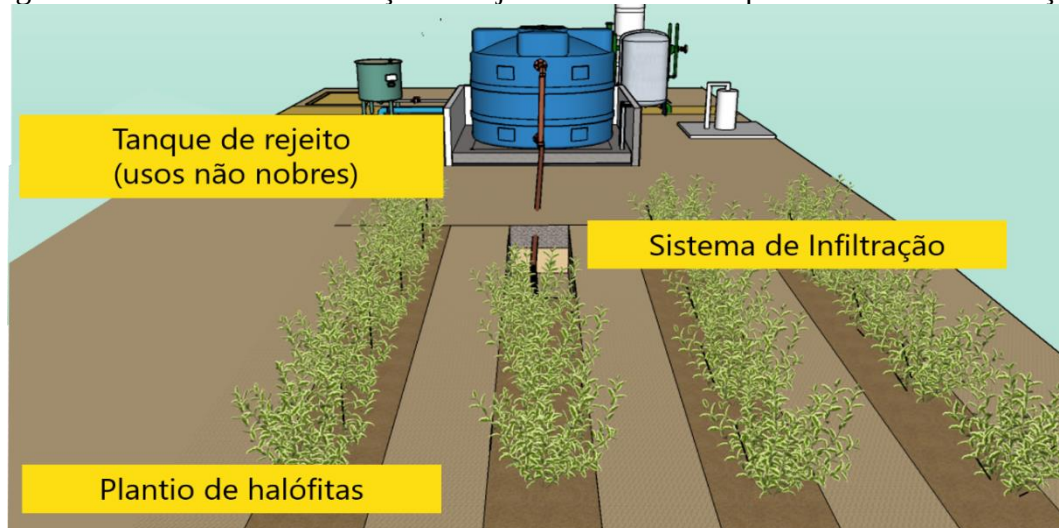
Sabendo que poderá haver excedente de concentrado, deve ser acoplado ao reservatório um sistema de valas de infiltração, isto é, um conjunto de tubulações perfuradas e envoltas por uma manta drenante assentado a uma profundidade determinada em subsuperfície em um solo que permite a absorção da água de rejeito.

Esse tipo de sistema, apesar de permitir a recarga dos aquíferos subterrâneos, pode aumentar a concentração de sais na água subterrânea e no solo em virtude de o rejeito ser uma água residuária com concentração salina muito maior que a água salobra submetida ao tratamento. Por essa razão, existe nesse componente um alto risco de contaminação ambiental (BEZERRA *et. al.*, 2019).

Para minimizar um possível impacto ambiental adverso, o sistema de infiltração deverá ser alocado a jusante do poço de captação de água, em uma distância entre 20 e 30

metros. Em consórcio, deve ser cultivada na superfície do sistema alguma espécie arbustiva forrageira capaz de absorver parte do sal retido no solo. Para isso, poderá ser utilizada a forrageira erva-sal (*Atriplex nummulária*). Essa alternativa é mostrada na Figura 11.

Figura 11 – Modelo de destinação de rejeito utilizando tanque e sistema de infiltração



Fonte: elaborado pela autora.

3 METODOLOGIA

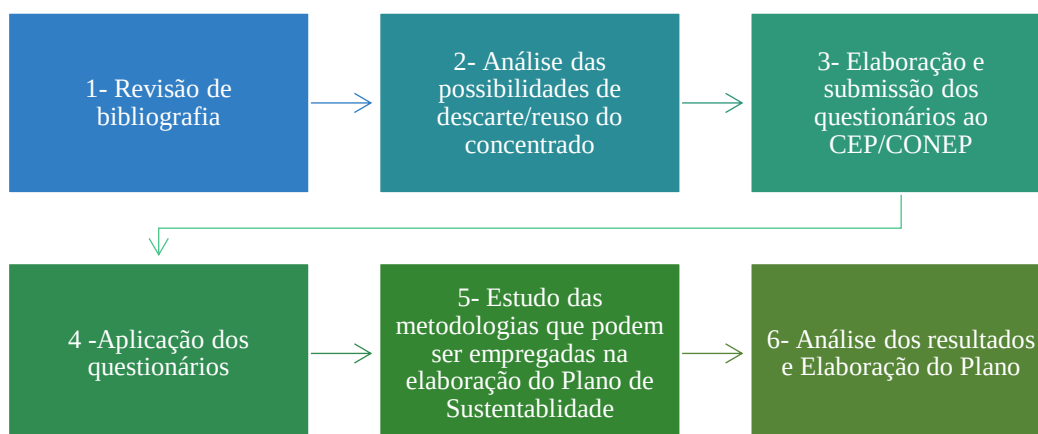
Neste estudo foi utilizada a pesquisa descritiva, aquela onde não há interferência do pesquisador e o objeto de pesquisa é descrito buscando entender como ocorre o fenômeno, sua natureza, causas, relações e conexões com outros acontecimentos (BARROS; LEHFELD, 2007; KÖCHE, 2011).

Esse tipo de pesquisa engloba a pesquisa documental ou bibliográfica – aquela que se desenvolve tentando explicar o problema, utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres e que tem o objetivo de conhecer e analisar as principais contribuições teóricas existentes sobre determinado tema ou problema, sendo parte indispensável em qualquer tipo de pesquisa (KÖCHE, 2011) – e a pesquisa de campo – fase em que o investigador assume o papel de observador e explorador, coletando diretamente os dados no local em que se deram ou surgiram os fenômenos (BARROS; LEHFELD, 2007), tendo o contato direto com o fenômeno de estudo e obtendo as informações sobre o objeto de estudo *in loco* utilizando técnicas como entrevistas, questionários, coleta de depoimentos, dentre outras.

Também foi aplicada a pesquisa-ação, um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de problemas coletivos e no qual os pesquisadores e os participantes da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2018). A coparticipação é observada quando da busca em trabalhar de acordo com o interesse da comunidade.

As etapas da metodologia desta pesquisa são apresentadas na Figura 11, a seguir:

Figura 12 – Etapas da metodologia



Fonte: elaborado pela autora.

3.1 Etapa 1: revisão de bibliografia

A revisão bibliográfica que embasou este trabalho foi apresentada nos capítulos anteriores e serviu para a elaboração dos questionários com as alternativas para o reaproveitamento ou o descarte do concentrado salino. Os questionários serviram para a proposição das ações do Plano de Sustentabilidade que será apresentado no capítulo 6.

3.2 Etapa 2: análise das possibilidades de descarte/reuso do concentrado

Esta etapa consistiu na análise das possibilidades de reuso e/ou descarte do concentrado salino considerando os principais estudos disponíveis. Foram realizadas visitas à comunidade a fim de entender as peculiaridades e os costumes locais e trazer propostas condizentes com o perfil dos moradores e com os meios disponíveis na comunidade e no seu entorno. Após essas análises, as alternativas de reuso e/ou descarte do concentrado salino foram apresentadas para a comunidade, para validação através de questionários estruturados.

3.3 Etapa 3: elaboração dos Questionários

A segunda etapa consistiu na elaboração de dois questionários estruturados: Questionário 1 – Residencial, aplicado em cada moradia e Questionário 2 – Individual, respondido por cada morador com idade superior a 18 anos. O objetivo dos questionários foi analisar as condições ambientais, de sustentabilidade e de censo da comunidade rural Riacho dos Gomes. O tempo estimado para o preenchimento desses questionários foi de até 10 minutos. A aplicação desse material teve a finalidade de investigar as características e aptidões da comunidade.

Para que os questionários pudessem ser aplicados, foi necessária a apreciação e aprovação por parte do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE, pois, conforme preconiza a Resolução Nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, as pesquisas com a participação de seres humanos, de forma individual ou coletiva, em sua totalidade ou partes dele, que os envolva de forma direta ou indireta, incluindo o manejo de seus dados, informações ou materiais biológicos (BRASIL, 2012) dependem de aprovação do Sistema CEP/CONEP.

Para a aprovação dos Questionários 1 e 2 foi necessária a elaboração dos seguintes documentos:

- i. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): documento que explicita o consentimento livre e esclarecido do participante, de forma escrita, e que possui todas as informações necessárias, em linguagem clara, objetiva e de fácil entendimento, para garantir a mais completa elucidação sobre a pesquisa que se propõe participar;
- ii. Declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa;
- iii. Declaração de compromisso de apresentação de resultados;
- iv. Previsão do cronograma de execução;
- v. Termo de autorização e existência de infraestrutura, e;
- vi. Previsão de orçamento.

Esta etapa foi realizada em conjunto com a professora Aline de Oliveira Carvalho e, considerando especificamente as ações do Plano de Sustentabilidade, com a professora Érika Teixeira da Justa Rocha, orientadora deste trabalho.

A documentação foi cadastrada na Plataforma Brasil em 31 de março de 2020 e o parecer favorável foi emitido em 08 de maio do mesmo ano. O início da aplicação dos questionários foi autorizado para 15 de maio de 2020, contudo, devido às restrições impostas pela pandemia de Covid-19, as pesquisas em campo só foram iniciadas no mês de agosto.

Os questionários foram aplicados entre agosto e setembro e todas as entrevistas foram realizadas seguindo protocolos de segurança que implicaram, dentre outras medidas, no distanciamento social, uso de máscaras e na impossibilidade de aplicação dos questionários no interior dos domicílios – toda a pesquisa foi realizada em ambientes externos, nas portas das residências, “alpendres” ou espaços ao ar livre. Participaram da etapa de aplicação dos questionários as pesquisadoras Aline de Oliveira Carvalho e Ariadne Ferreira Gomes, autorizadas pelo Sistema CEP/CONEP. Houve a participação dos pesquisadores João Roberto Façanha de Almeida, coordenador do projeto, Érika da Justa Teixeira Rocha, orientadora, e Sarah Sucupira Gregório de Castro, aluna de graduação, em atividades de suporte. As Figuras 12 e 13 mostram a realidade da aplicação das pesquisas na comunidade.

Figura 13 – Aplicação dos Questionários em agosto de 2020



Fonte: registro feito pela equipe em agosto de 2020.

Figura 14 – Aplicação dos Questionários em setembro de 2020



Fonte: registro feito pela equipe em setembro de 2020.

Todas as entrevistas foram gravadas e deverão ficar arquivadas por cinco anos. Após esse período os arquivos serão descartados. Ao final desta dissertação o ANEXO A traz os pareceres do sistema CEP/CONEP e o APÊNDICE A mostra os modelos dos questionários.

3.4 Etapa 4: análise dos questionários

A quarta etapa consistiu na análise dos questionários. A população do estudo é caracterizada pelo conjunto de moradores da comunidade Riacho dos Gomes, maiores de idade, que aceitaram participar dos questionários. O TCLE deixou claro que o entrevistado, na

condição de voluntário, poderia deixar de responder a qualquer pergunta, solicitar o encerramento da entrevista ou não responder.

O plano de trabalho apresentado pelo Projeto BDE indicou que o número total de moradias atendidas era de 50 residências. A quantidade de pessoas por residência, que atendem aos critérios para esta pesquisa, geralmente varia entre dois e três moradores. Para este estudo estimou-se que a população de entrevistados deveria ser de 150 pessoas, tomando três moradores por casa.

Sabendo que o tamanho da população é finito e conhecido, a amostra pode ser tratada como um subconjunto de indivíduos escolhidos de maneira aleatória. Para o cálculo da amostra foi utilizada a equação para a definição do tamanho da amostra quando o tamanho da população é conhecido:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)} \quad (1)$$

Onde:

n – tamanho da amostra procurada;

N – tamanho da população;

Z – variável normal crítica padronizada associada ao nível de confiança;

p – probabilidade verdadeira de ocorrência do evento;

e – erro amostral.

Para essa análise optou-se pelo nível de confiança igual a 90%, que implica em um erro amostral $e = 10\% = 0,1$. Determinado o nível de confiança é possível encontrar o valor da variável normal padrão (valor crítico Z), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores críticos associados ao grau de confiança da amostra.

Grau de Confiança	Valor Crítico (Z)
90%	1,645
95%	1,96
97%	2,17
99%	2,576

Fonte: adaptado pela autora a partir da Tabela Normal de Distribuição.

Por convenção, adota-se o valor de $p = 50\% = 0,5$ quando não se sabe a probabilidade verdadeira de ocorrência do evento e de posse dos valores e foi possível determinar o tamanho da amostra substituindo-os na equação (1), como segue:

$$n = \frac{150 \times 1,645^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{(150 - 1) \times 0,1^2 + 1,645^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}$$

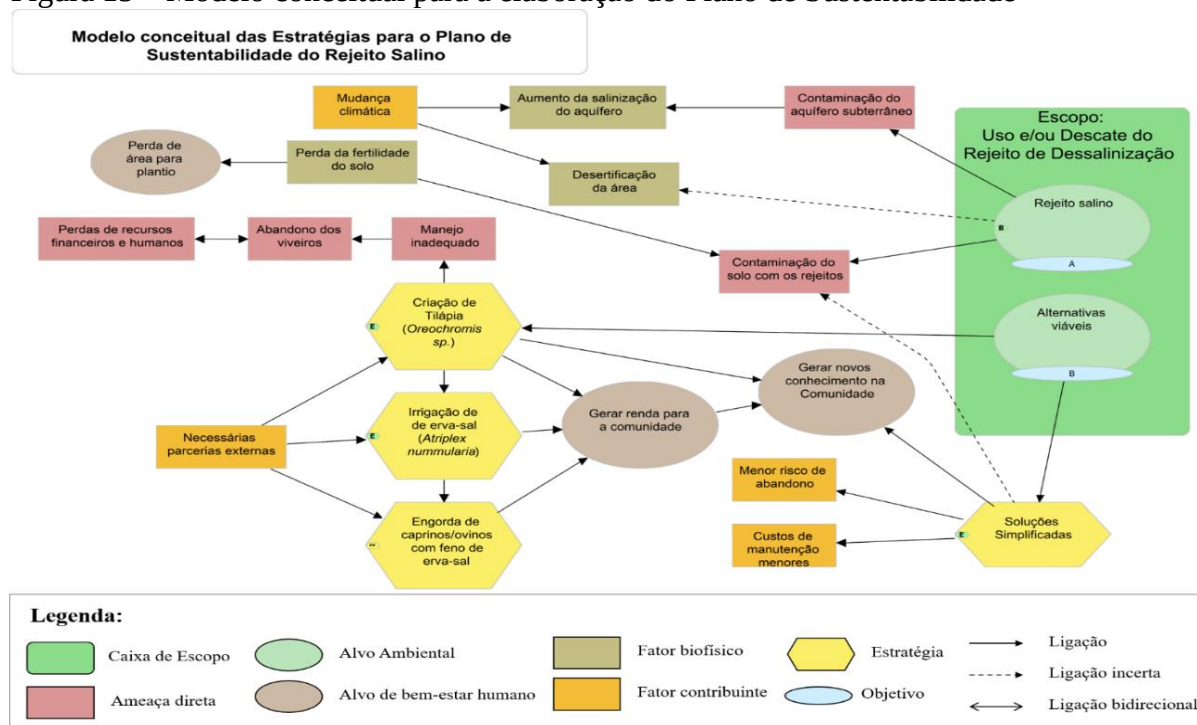
$$n = 46,84$$

Assim, o número mínimo de amostras que satisfaz às condições estabelecidas é de 47 entrevistas individuais.

3.5 Etapa 5: metodologia utilizada na elaboração do cenário de planejamento

Nesta etapa foi elaborado um modelo conceitual com as principais estratégias para o Plano de Sustentabilidade. Este Modelo Conceitual representa o primeiro passo do ciclo de projeto apresentado pela metodologia dos Padrões Abertos para a Prática da Conservação (CMP) e traz os elementos-chave de planejamento das ações do Plano de Sustentabilidade e é apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Modelo conceitual para a elaboração do Plano de Sustentabilidade



Fonte: elaborado pela autora com Miradi®.

De posse do Modelo Conceitual, utilizou-se uma matriz de Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (F.O.F.A.) ou matriz “SWOT” para confrontar as estratégias apresentadas com a realidade da comunidade. Com isso foi possível gerar informações sobre possibilidades futuras. Para analisar as possibilidades de planejamento foram identificadas algumas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do sistema e foi elaborada a matriz F.O.F.A., apresentada no Quadro 4:

Quadro 4 – Matriz F.O.F.A. do o Plano de Sustentabilidade do Rejeito Salino

<u>FORÇAS</u>	<u>FRAQUEZAS</u>
• Soluções simplificadas exigem menos recursos humanos e de tecnologia; • Experiência dos moradores com o manejo de animais; • Pesquisadores buscam soluções que podem ser adotadas pela própria comunidade.	• Pesquisa implementada durante um período determinado; • Infraestrutura administrativa média; • Conflitos na gestão do sistema.
<u>OPORTUNIDADES</u>	<u>AMEAÇAS</u>
• Geração de renda para a comunidade; • Parcerias com outros setores; • Participação no planejamento.	• As soluções não serem adequadas; • Evasão dos parceiros; • Sistema não operar como o planejado.

Fonte: elaborado pela autora.

Na avaliação da matriz, as forças e as oportunidades estão relacionadas aos fatores internos e poderão ser controlados sempre que necessário pelas partes interessadas. Fraquezas e ameaças têm relação direta com fatores externos. Esses fatores poderão afetar as ações de planejamento, contudo não são passíveis de controle ou modificação pelos gestores do sistema.

A matriz F.O.F.A. aqui apresentada será reavaliada, após a aplicação dos questionários, e discutida na seção de resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será apresentado o contexto em que se insere a comunidade Riacho dos Gomes e os resultados obtidos com a aplicação dos questionários.

4.1 Características gerais da comunidade Riacho dos Gomes

Riacho dos Gomes é um distrito rural de São Gonçalo do Amarante-CE e tem como principal via de acesso uma estrada de terra próxima à BR-222/CE-085. Seus limites são definidos pela poligonal apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Coordenadas UTM da comunidade Riacho dos Gomes

Ponto	Sistema UTM (m)	Zona: 24 S
	Coordenada m E	Coordenada m S
P1	478.691,952	9.599.399,782
P2	478.673,642	9.599.425,357
P3	478.662,638	9.599.440,981
P4	478.040,096	9.600.665,085
P5	478.152,436	9.600.674,109
P6	478.880,196	9.600.642,429
P7	479.284,066	9.600.609,786
P8	480.959,861	9.600.128,255
P9	481.089,097	9.600.092,689
P10	481.063,486	9.600.067,381
P11	481.005,767	9.600.024,451

Fonte: elaborado pela autora a partir das informações do Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica.

Os limites da comunidade são mostrados na Figura 16.

Figura 16 – Localização da comunidade Riacho dos Gomes



Fonte: elaborado pela autora a partir de Brasil (2012).

O município de São Gonçalo do Amarante tem área de 842,635 km² (IBGE, 2020) e a Sede está localizada nas coordenadas 503.532,179 m E e 9.600.793,879 m S no norte cearense. O município dista 58 Km da capital e tem como região de planejamento a bacia Metropolitana, com o Curu como rio principal. Além da Sede, fazem parte do município os distritos de Pecém, Taíba, Siupé, Umarituba, Croatá, Serrote e Cágado (IPECE, 2018).

Assim como o restante do município, a comunidade Riacho dos Gomes está totalmente inserida no Semiárido cearense e apresenta características climáticas típicas desse domínio morfoclimático. As chuvas se concentram nos primeiros meses do ano e, após esse período, predomina o clima seco e árido. Esse contexto é evidenciado nas Figuras 17 e 18, que mostram o mesmo poço de captação de água salobra em duas épocas distintas.

Figura 17 – Poço de água salobra localizado na comunidade Riacho dos Gomes



Fonte: registro feito pela autora em fevereiro de 2020.

Figura 18 – Poço de água salobra localizado na comunidade Riacho dos Gomes



Fonte: registro feito pela autora em setembro de 2020.

Em decorrência de suas características edafoclimáticas, a comunidade Riacho dos Gomes tem água subterrânea salobra, com condutividade elétrica variando entre 4000 e 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, que classifica a água imprópria para o consumo direto. A validação desses dados pode ser atestada consultando Plano de Trabalho do Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE), uma vez que para o escopo deste trabalho não foram necessárias análises da qualidade de água desses poços.

Para solucionar o problema de falta d'água na comunidade, o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE) propõe a instalação de um sistema de dessalinização que será instalado em um poço cedido (Figuras 17 e 18). Além do componente social, a principal inovação desse projeto é o uso misto das fontes de energia. Serão utilizadas tanto a energia gerada por uma turbina eólica quanto a energia solar. O sistema pode utilizar energia elétrica (convencional) nos períodos em que as fontes alternativas não sejam capazes de suprir a demanda energética, por exemplo à noite.

O gargalo desse projeto é a destinação correta do concentrado salino gerado no processo de dessalinização. Pensando nisso, a elaboração de um Plano de Sustentabilidade para destinação final do concentrado salino oriundo do tratamento de água por Osmose Reversa torna-se uma alternativa viável. Para compor as ações do Plano de Sustentabilidade foram aplicados alguns questionários a fim de verificar a receptividade da comunidade quanto às alternativas de destinação do rejeito e avaliar essas possibilidades. Os resultados dos questionários serão apresentados nas seções seguintes.

4.2 Perfil da comunidade Riacho dos Gomes

Após aplicação de 32 questionários do tipo 1 (Residencial) e 44 questionários do tipo 2 (Individual) traçou-se o perfil da comunidade.

As primeiras perguntas avaliavam características gerais da comunidade. Sobre o tema “moradias”, de acordo com as respostas, constatou-se que a maior parte das residências (93,8%) são do tipo “casa” e 6,3% são do tipo “barraca”. A maior parte dos domicílios é “própria” (90,6%) e 9,4% são “alugadas”. A maior parte dos domicílios (62,5%) tem como material prioritário de construção “alvenaria”, seguido por “taipa” (31,3%) e “madeira” (6,2%). 93,7% das residências têm energia elétrica, contra 6,3% que não possuem esse componente.

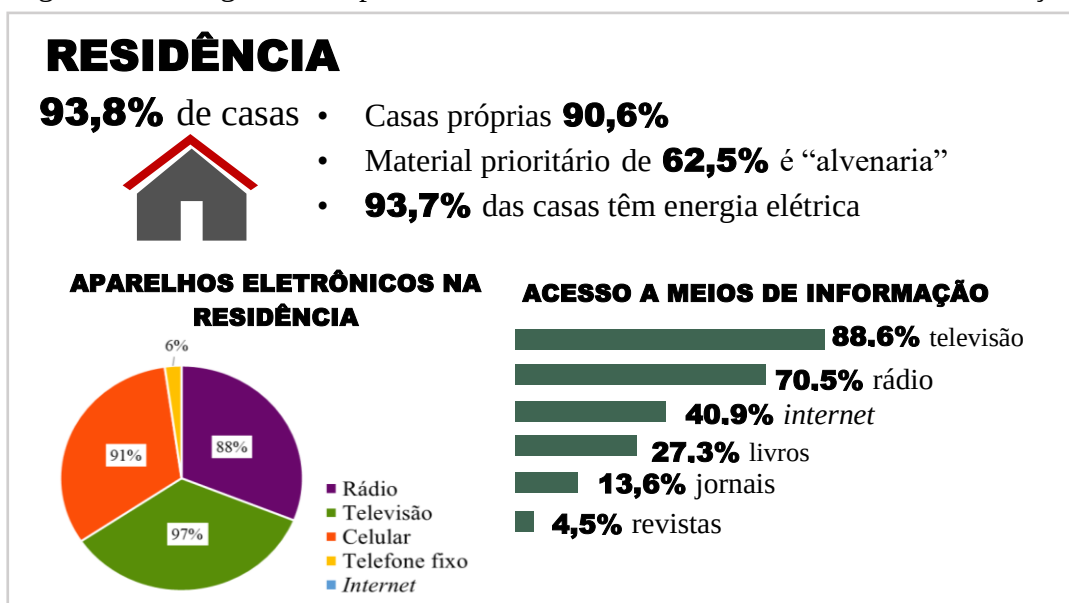
As primeiras respostas apontam para o perfil de uma comunidade formada por núcleos familiares, com moradias que trazem um grau mínimo de conforto para alguns de seus moradores. Algumas residências estão em processo de construção e outras passam por reforma.

O segundo grupo de perguntas buscou entender quais os principais meios de acesso à informação e comunicação. Foi perguntado sobre os tipos de aparelhos eletrônicos existentes nas residências e, para essa pergunta, foram obtidas as seguintes respostas: em 28 residências havia pelo menos um rádio (87,5%), em 31 casas havia pelo menos uma televisão (96,9%), em 29 residências havia pelo menos um celular (90,6%) e em duas casas havia telefone fixo (6,2%). Em nenhuma casa havia microcomputador com acesso à *internet*.

Também foi perguntado sobre os meios de informação aos quais as pessoas tinham acesso. Essas respostas podiam ser múltiplas e apresentaram como fonte principal de informação a televisão (88,6%), seguida pelo rádio (70,5%) e, de maneira surpreendente, considerando as respostas do questionário residencial, 40,9% dos entrevistados citaram a *internet* como fonte de informação. Para justificar o percentual de respostas que mencionaram a *internet* é possível observar o acesso à rede fora dos limites da comunidade. Outras fontes de informação citadas foram livros (27,3%), jornais (13,6%) e revistas (4,5%).

O município de São Gonçalo do Amarante oferta *internet* sem fio para a comunidade, entretanto muitos dos entrevistados relataram que o sinal não chega às residências com qualidade. Dessa forma, só é possível utilizá-la nas proximidades do roteador. Tanto o sinal de *internet* quanto o de telefonia, de modo geral, não são bons na comunidade. Um primeiro resumo do perfil da comunidade Riacho dos Gomes é apresentado na Figura 19.

Figura 19 – Infográfico do perfil residencial e de acesso aos meios de comunicação



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

Continuando com a avaliação da comunidade, foi perguntada a quantidade de pessoas por residência, suas respectivas idades e ocupações. Essas perguntas buscaram traçar o perfil social e etário da comunidade.

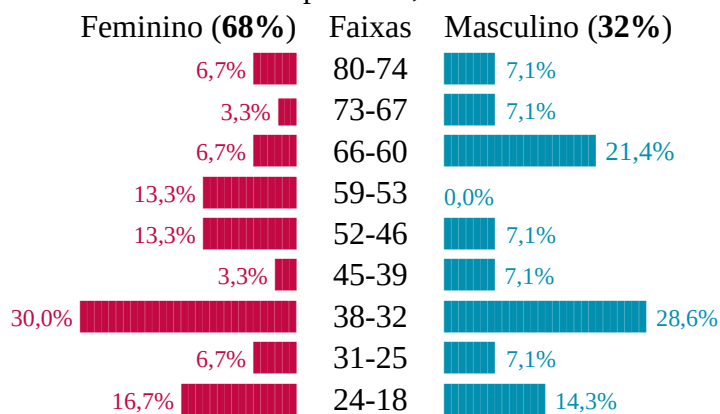
O resultado foi 121 moradores, o que representa em média 4 habitantes por domicílio. Nessa população, o número de crianças e adolescentes foi 36 (29,7%) e idosos, isto é, pessoas com idade superior a 65 anos, representavam 5,7% do total.

Também foi perguntado sobre a existência de pessoas com deficiência (PcD). Do total de entrevistados, apenas duas pessoas (6,2%) disseram ter algum morador da residência com algum tipo de deficiência. Foi apontado como deficiência a “deficiência intelectual” e o outro entrevistado não soube dizer qual era a deficiência da pessoa residente no domicílio.

A avaliação do perfil de entrevistados mostrou que a maior parte era do sexo feminino (68%). Considerando somente essa parcela, 30% estavam na faixa etária entre 28 e 32 anos. A maioria das respondentes informou que tinha como ocupação principal “dona de casa” (40%), “agricultora” (16,7%) ou “aposentada” (13,5%). Também foram mencionadas as profissões de “professora” (10%), “orientadora social” (3,3%), “secretária do lar” (3,3%), “comerciante” (3,3%), “estudante” (3,3%) e “auxiliar de serviços gerais” (3,3%). Uma pessoa estava desempregada (3,3%).

Dentre os homens que responderam aos questionários (32%), também predominou a faixa etária de 28 a 32 anos. O perfil profissional predominante foi de agricultores” (14%) e “aposentados” (36%). Foram apontadas também as profissões de “vigia noturno” (14%), “operador portuário”, “estudante”, “aviarista” e “pedreiro”. Um homem estava desempregado. Cada uma das respostas, considerando apenas o universo dos homens, correspondeu a 7,2%. A pirâmide etária do total de entrevistados é mostrada na Figura 20.

Figura 20 – Pirâmide etária por sexo, considerando o total de entrevistados



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

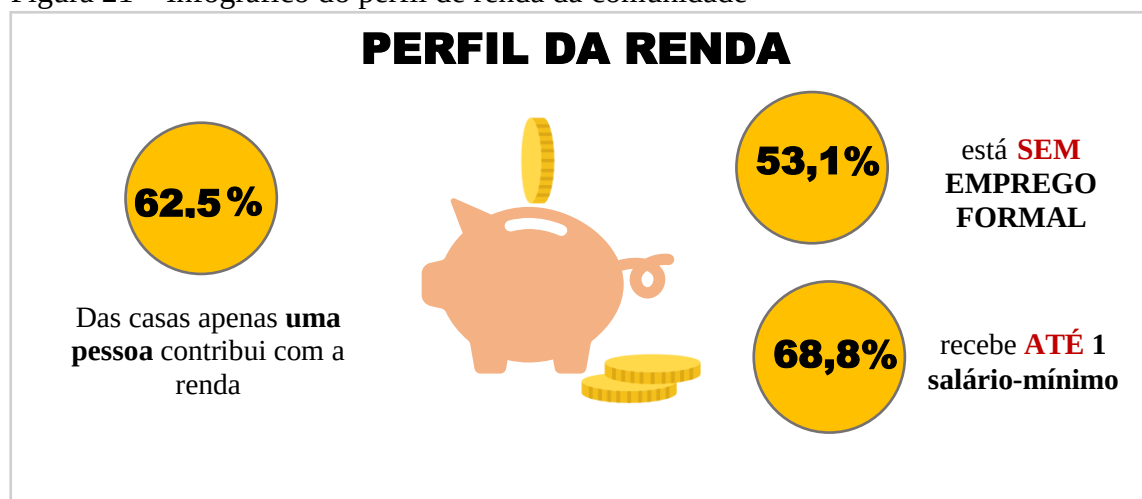
Para avaliar as características associadas com a renda foi realizado um segundo bloco de perguntas.

Inicialmente foi perguntado o total de pessoas que contribuíam com a renda no domicílio. As respostas foram: em 20 residências (62,5%), apenas uma pessoa contribuía para a renda; em 8 residências (25%) duas pessoas contribuíam; em 3 residências (9,4%) três pessoas contribuíam de alguma forma com a renda e uma pessoa não tinha renda fixa (3,1%).

Para avaliar o nível de formalização dos empregos, foi perguntado quantas pessoas na residência possuíam emprego formal. Para essa pergunta, 17 entrevistados (53,1%) disseram que não havia pessoas empregadas, 12 moradores (37,5%) disseram que uma pessoa tinha emprego formal e 3 moradores (9,4%) apontaram duas pessoas com emprego formal. A carência dos empregos pode estar relacionada com o cenário da pandemia. Além disso, muitos desempregados exercem atividades temporárias.

Finalizou-se esta série de perguntas questionando o total de renda mensal por família. As respostas foram: 22 pessoas (68,8%) disseram que a renda máxima era de até um salário-mínimo; 6 pessoas (18,8%) recebiam entre um e dois salários-mínimos; 3 entrevistados (9,4%) afirmaram ter renda entre dois e três salários-mínimos e 1 pessoa (3,1%) disse receber mais que três salários-mínimos. A temática da renda é bastante delicada, principalmente nas comunidades rurais mais afastadas onde os ganhos mensais podem variar de forma sazonal. Observou-se que muitos moradores da comunidade são aposentados e que algumas pessoas, principalmente aquelas que responderam como atividade principal “dona de casa” têm nos auxílios governamentais (Bolsa Família e Auxílio Emergencial) a principal fonte de renda da família. A Figura 21 mostra o resumo dessa segunda avaliação.

Figura 21 – Infográfico do perfil de renda da comunidade



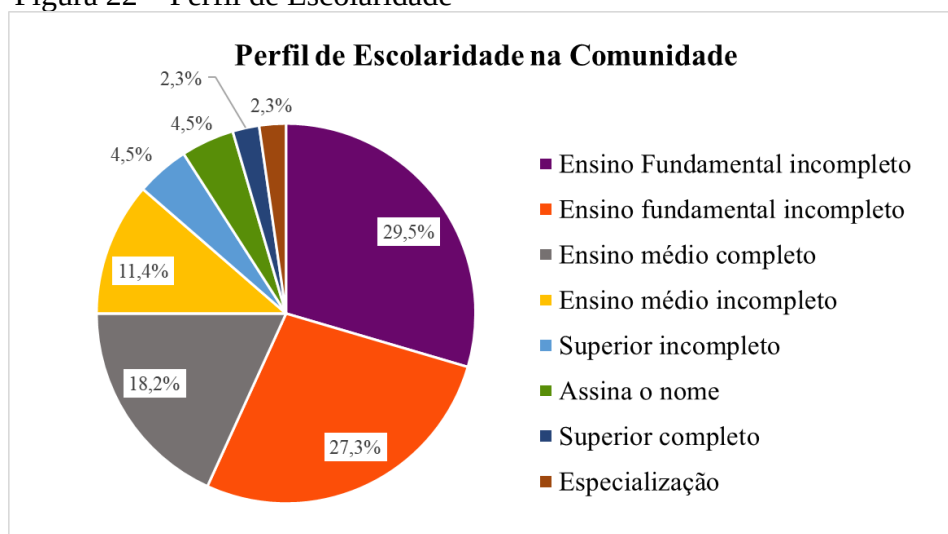
Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

Além da renda foi perguntado sobre a forma de deslocamento para o trabalho. As respostas para esse tipo de questionamento podem ser associadas com os meios de transporte disponíveis na comunidade, o perfil socioeconômico e as condições gerais das vias de acesso. Sobre esse tema, a maior parte dos entrevistados respondeu que utilizava moto (50%) e 21,9% disseram que utilizavam bicicleta. Outros meios de transporte foram: a pé (15,6%), de carro e de ônibus (6,25% cada).

A última etapa de perfil da comunidade buscou analisar o perfil de escolaridade. O resultado para o perfil escolar foi: 13 pessoas (29,5%) com ensino fundamental incompleto; 12 pessoas (27,3%) com ensino médio completo; 8 moradores (18,2%) têm o ensino fundamental completo e 5 pessoas (11,4%), o ensino médio incompleto. Da população entrevistada, 2 pessoas (4,5%) têm ensino superior incompleto; 2 pessoas (4,5%) sabem assinar apenas o nome; uma pessoa (2,3%) tem ensino superior completo e uma pessoa, especialização (2,3%).

A Figura 22 mostra um resumo do perfil de escolaridade na comunidade.

Figura 22 – Perfil de Escolaridade



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

4.3 Saneamento e saúde

Dentre as perguntas sobre saneamento e saúde a primeira tem relação com a existência de banheiros. Os banheiros fazem parte do componente de saneamento básico e, juntamente com o acesso à água, integram do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 6. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), o acesso a esses dois componentes deve ser universalizado até o ano de 2030, porém, em todo o mundo, 4,2 bilhões de pessoas não têm acesso a esse serviço (ONU Brasil, 2020), principalmente nas comunidades

rurais. Para essa pergunta a maior parte dos entrevistados (71,9%) afirmaram ter pelo menos um banheiro na casa e três (9,4%) disseram não possuir banheiro. Dentre o grupo que respondeu não possuir banheiro, algumas pessoas disseram que “o banheiro está sendo construído” ou “o banheiro vai ser construído assim que for possível”.

Essa pergunta pode ter causado algum tipo de constrangimento, porém, nenhuma pessoa recusou-se a respondê-la.

Para as pessoas que disseram possuir banheiro, foi perguntado sobre a utilização do sanitário – isso pode ser relacionado com a existência de redes de esgotos ou fossas sépticas para a disposição dos efluentes. Desse grupo, 84,4% disseram que utilizavam vaso, 12,5% não utilizavam e em 3,1% das moradias estava em construção.

Ainda sobre essa temática foi perguntada a forma de lançamento do esgoto. As respostas de 27 pessoas (84,4%) foram que ocorre “em fossa” e 8 entrevistados (25%) disseram que ocorre “em solo a céu aberto”. O total de respostas ultrapassa 100%, pois, em uma mesma residência o esgoto pode ser direcionado tanto para as fossas, geralmente o esgoto do banheiro, quanto para o quintal, o que acontece com o esgoto das pias e dos chuveiros.

O tema coleta convencional de lixo resultou nas seguintes respostas: 24 entrevistados disseram haver coleta (75%) e 7 disseram que não havia (21,9%). Um morador (3,1%) não soube responder. Perguntados sobre a periodicidade do serviço houve unanimidade na resposta “a coleta deveria acontecer uma vez na semana”. No entanto, esse mesmo grupo afirmou que essa coleta não ocorria com a periodicidade prevista devido à falta de infraestrutura viária de acesso à comunidade. Por essa razão, a maior parte dos entrevistados preferiam queimar o lixo. A Figura 23 sintetiza essas informações.

Figura 23 – Infográfico de Saneamento e Saúde



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

4.4 Percepção ambiental

A percepção ambiental pode ser entendida como as formas distintas de perceber ou sentir o espaço vivido, onde cada sujeito constrói seus valores ao se relacionar consigo mesmo e com o que o cerca (HELBEL; VESTANA, 2017). Nesse sentido, o questionário individual (Questionário 2), buscou analisar a percepção ambiental dos moradores da comunidade Riacho dos Gomes, utilizando os eixos de água – acesso, gestão e saúde; cuidados com o meio ambiente, de forma geral; e a representatividade feminina.

É importante dizer que algumas das respostas excedem os 100%, pois, para algumas perguntas era possível mais de uma resposta. Também é importante dizer que o açude mencionado nesta seção está representado na Figura 15, mostrada no início deste capítulo. Esse açude pertence a uma fazenda que não faz parte da comunidade. Contudo, nos períodos de seca, os moradores são autorizados a utilizar esse reservatório.

4.4.1 *Água – acesso, gestão e saúde*

Sobre esse tema, foram elaboradas perguntas que englobaram desde as fontes de suprimento de água até a percepção sobre a qualidade e a quantidade de água recebidas. Essas perguntas buscaram avaliar o grau de satisfação da comunidade a partir do sistema atual, enquanto o sistema de Osmose Reversa não foi instalado. Dessa forma, para que seja possível avaliar o grau de satisfação da comunidade com relação ao novo sistema é importante a aplicação de um novo questionário após a implementação do Sistema de Osmose Reversa.

As quatro primeiras perguntas buscaram avaliar as fontes de suprimento de água. A primeira pergunta foi “De onde vem a água que você utiliza para beber?”. A maioria dos entrevistados (88,6%) disseram que utilizavam cisternas abastecidas por água da chuva e 2,3% utilizavam cisternas abastecidas por carro-pipa. Essas duas respostas indicam que as estratégias governamentais de convivência com a seca, apresentadas no capítulo 2, são adotadas pela comunidade. Também foi observado que 4,5% dos moradores compram água de garrafão durante o ano todo; 9,1% compram água de garrafão apenas nos períodos de seca; 2,3% recebem doação de garrafão nos períodos de seca; 2,3% utilizam a água do poço (salobra); 2,3% utilizam a água do açude e 2,3% utilizavam recipientes com água da chuva.

A segunda pergunta foi “De onde vem a água que você utiliza para tomar banho?”. A maior parte dos entrevistados (81,8%) respondeu que utilizava água proveniente de cisterna

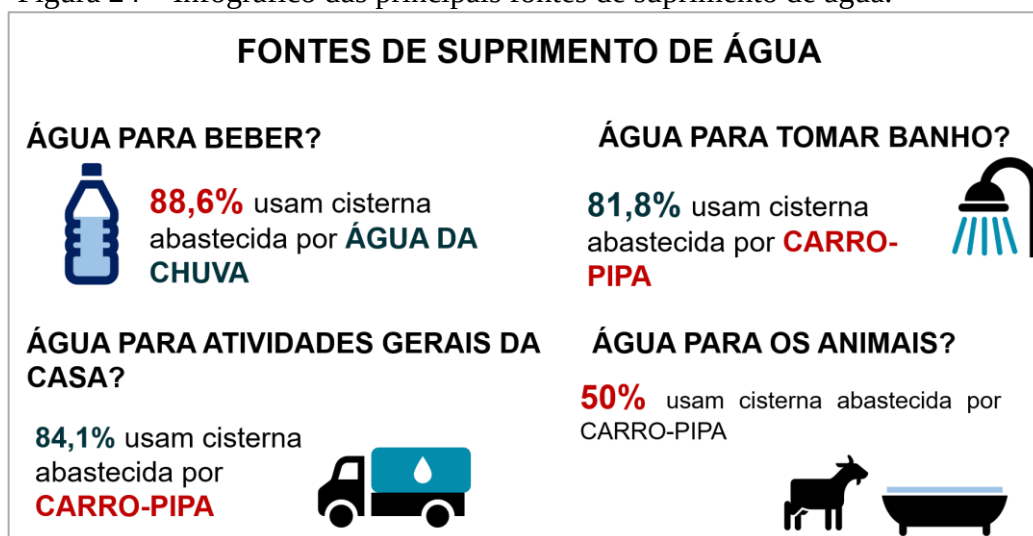
abastecida por carro-pipa; 9,1% utilizavam água de chuva armazenada em cisterna; 13,6% utilizavam água do poço e 11,4% usavam a água do açude.

A terceira pergunta foi “De onde vem a água que você utiliza para atividades gerais da casa (lavar roupas, lavar louças, limpeza da casa etc.)?”. A resposta da maioria (84,1%) foi que utilizava água da cisterna abastecida por carro-pipa; 13,6% disseram que utilizavam água do poço e 13,6% utilizavam água do açude. Nenhum morador disse utilizar a água de cisterna abastecida por água da chuva para “gastar”, pois essa água, de melhor qualidade, é utilizada nos consumos mais nobres.

Essa resposta está diretamente relacionada com a afirmação feita por Bonfim (2020), de que as comunidades nordestinas acabaram adaptando-se a conviver de maneira mediantemente satisfatória com a sazonalidade climática. Assim, como a água utilizada em atividades gerais pode ser de pior qualidade é preferível armazenar a água da chuva, de melhor qualidade, para utilizá-la nos períodos de seca garantindo a sobrevivência das pessoas e dos animais.

A última pergunta do bloco foi “De onde vem a água que você utiliza para dar aos animais de criação (porcos, ovelhas e cabras)?” As respostas foram: em 50% dos casos, água da cisterna abastecida por carro-pipa; 2,3% dos entrevistados utilizavam a água da cisterna abastecida por água da chuva; 27,3% disseram utilizar a água do poço; 11,4% usavam a água do açude e o restante dos entrevistados (9%) disse que não tinha animais. O infográfico da Figura 24 mostra esses resultados.

Figura 24 – Infográfico das principais fontes de suprimento de água.



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

O segundo bloco de perguntas sobre a água buscou avaliar a percepção dos moradores quanto a qualidade e a quantidade de água que recebem, além da confiança no sistema de abastecimento atual. Também foi perguntado sobre as principais doenças manifestadas no último ano. As respostas para esse item podem ser relacionadas com a qualidade da água que é recebida.

A primeira pergunta “Atualmente, você está satisfeito com a qualidade da água que recebe?” teve (47,7%) de respostas satisfatórias, o que corresponde a 21 respostas. Para 23 pessoas (52,3%) a qualidade da água recebida não é satisfatória. Para a pergunta “Atualmente, você está satisfeito com a quantidade de água que recebe?”, 47,6% das respostas foram satisfatórias e 52,4% insatisfatórias.

O principal motivo para insatisfação com relação à qualidade da água recebida tem relação com o gosto salobro. Embora muitas pessoas tenham demonstrado satisfação com a qualidade da água que recebem, muitas delas, na verdade, mostraram o sentimento de agradecimento pelo fato de receberem a água, mesmo sendo de baixa qualidade. Isso foi demonstrado com as seguintes afirmações “é melhor ter essa água, que não é tão boa, do que não ter nenhuma água” ou “graças a Deus que a gente recebe essa água, se não fosse por ela, a situação seria bem pior, eu lembro da época que não tinha essa cisterna, era mais sofrido”.

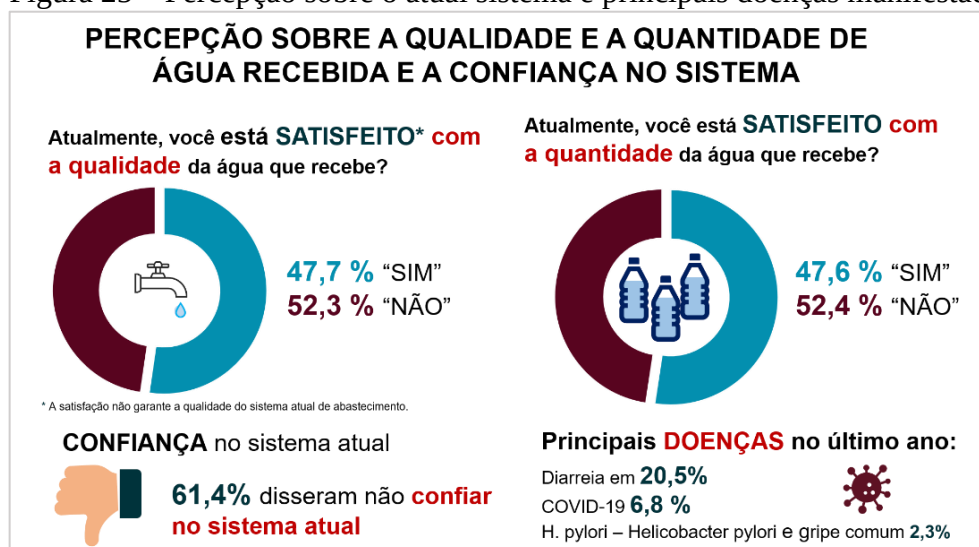
A partir dessas respostas percebe-se que, mesmo existindo alto percentual de respostas “estou satisfeito com a água”, essas respostas não podem garantir que o sistema de abastecimento atual esteja adequado.

As respostas para “Você acredita que o sistema atual de abastecimento de água é confiável?” contribuem com essa análise pois, do total de respostas, 61,4% afirmaram não confiar no sistema, enquanto 38,6% disseram que o sistema é confiável.

Finalizou-se esse bloco com a pergunta “Você apresentou alguma dessas doenças no último ano?”. As principais queixas foram diarreia, com 20,5% das respostas, seguida por COVID-19 (6,8 %), *H. pylori* – *Helicobacter pylori* – (2,3%) e gripe (2,3%). A maioria dos entrevistados (63,6%) não manifestou qualquer doença e duas pessoas não responderam a essa pergunta. O quadro de diarreia, informado por mais de 20% dos indivíduos, pode estar relacionado com a qualidade da água recebida por essa comunidade. Porém, não é possível afirmar que o quadro derive exclusivamente da qualidade da água que é ingerida. Para comprovar ou descartar essa hipótese devem ser conhecidas outras informações, como boletins médicos e análises da qualidade de água de abastecimento.

Os resultados para esse bloco de respostas são mostrados na Figura 25.

Figura 25 – Percepção sobre o atual sistema e principais doenças manifestadas



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

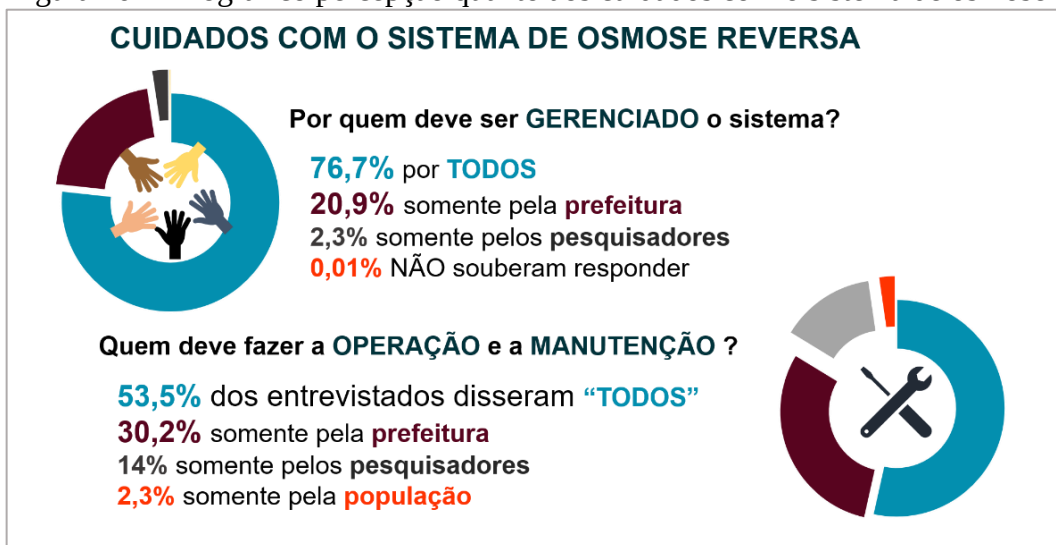
4.4.2 Os cuidados com o sistema de Osmose Reversa

Para analisar a percepção da comunidade quanto aos componentes do futuro sistema de abastecimento, considerando a solução alternativa coletiva proposta pelo Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica e algumas possíveis temáticas para trabalhos futuros, foram elaboradas perguntas com temas diversos.

As primeiras perguntas buscaram avaliar o entendimento da comunidade sobre o gerenciamento do sistema. Para isso foi questionado: “Por quem deve ser gerenciado o sistema de abastecimento de água?”. A maioria das respostas (76,7%) foi que o gerenciamento deveria ser múltiplo, realizado por todas as partes interessadas. Isso é muito interessante, pois confirma a hipótese de que a comunidade reconhece a importância do gerenciamento múltiplo. As outras respostas foram: 20,9% optaram por “somente pela prefeitura” e 2,3% por “somente pelos pesquisadores”. Uma pessoa não soube responder a esse questionamento.

Também foi questionado: “Por quem você acha que deve ser feita a operação e a manutenção desse sistema?”. Para essa pergunta, 53,5% dos entrevistados disseram que a operação deveria ser realizada por todos; 30,2% disseram “somente pela prefeitura”; 14% “somente pelos pesquisadores” e 2,3% “somente pela população”. Sobre o componente de operação do sistema percebeu-se que as respostas também convergem para a gestão conjunta e participativa. Essas respostas são mostradas em forma de infográfico na Figura 26.

Figura 26 – Infográfico percepção quanto aos cuidados com o sistema de osmose



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

Além dessas perguntas foram elaborados questionamentos sobre temas diversos, como, por exemplo, meio ambiente, lixo e análises gerais da comunidade. Essas perguntas são apresentadas no Apêndice A e foram utilizadas na elaboração de outros trabalhos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa. Os resultados desses questionamentos não serão apresentados aqui, pois extrapolam os objetivos deste trabalho.

4.4.3 Representatividade e participação

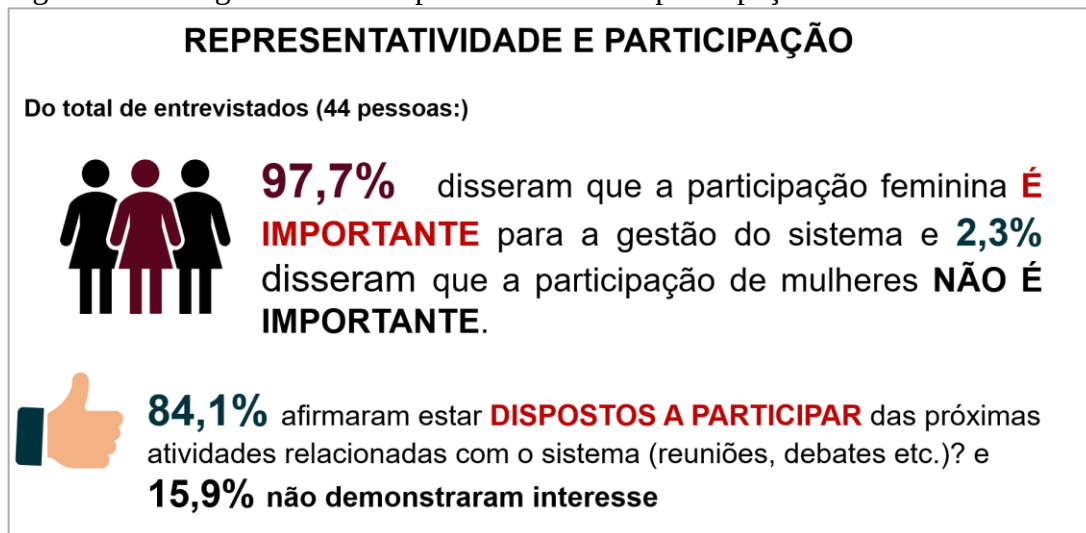
A representatividade e a participação representam um tópico importante para o gerenciamento do sistema de dessalinização. O desenvolvimento sustentável está intimamente relacionado com a igualdade de gênero e aparece nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de número 5. Nesse sentido, o grupo de perguntas sobre esse tema buscou testar o grau de envolvimento da comunidade, principalmente, das mulheres, que devem participar ativamente das decisões dentro da comunidade.

Sobre esse tema foi perguntado “Você considera importante a participação de mulheres para a gestão do sistema?”. Do total de entrevistados, 97,7% responderam “sim” e apenas 2,3% responderam “não”.

Para testar o grau de participação da comunidade em futuras ações do projeto foi perguntando “Você está disposto a participar das próximas atividades relacionadas com o sistema (reuniões, debates etc.)?”. Dos entrevistados, 84,1% afirmaram estar dispostos a participar e 15,9% não demonstraram interesse. Dentre os entrevistados que não demonstraram interesse, justificaram a não participação com “eu estou muito velho para esse tipo de coisa” ou

“eu tenho crianças muito pequenas em casa, e isso atrapalha”. Os resultados para as perguntas desse bloco apresentado a seguir, na Figura 27.

Figura 27 – Infográfico sobre representatividade e participação



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

4.5 Ações para o Plano de Sustentabilidade do Rejeito Salino

A última etapa da análise dos questionários consistiu na discussão sobre as possíveis ações para o Plano de Sustentabilidade. As perguntas desse bloco tinham o objetivo de avaliar as aptidões da comunidade, ponderando sobre as vontades de cada morador para entender seus interesses. As ações simplificadas não fizeram parte desses questionários, pois essas ações não precisam outras parcerias, além daquelas já realizadas pela equipe de pesquisadores e podem ser aplicadas sem maiores conflitos.

No primeiro bloco buscou-se avaliar a experiência dos moradores considerando os componentes do sistema integrado.

A primeira pergunta foi “Você já teve alguma experiência com criação de ovelhas?”. Para esse questionamento, 59,1% das respostas foram negativas. Embora a comunidade tenha demonstrado alguma experiência sobre o assunto (27,3% dos entrevistados disseram ter experiência no manejo de ovelhas), não foi demonstrado interesse na criação de ovelhas ou de outros animais. Dentre as justificativas, muitas pessoas apontaram as dificuldades do manejo de animais e a necessidade de “muito tempo”, além de que “elas dão muito trabalho”. As outras respostas negativas (31,8%) correspondem às pessoas que disseram não ter experiência com a criação de ovelhas, mas também não têm interesse no assunto.

As respostas positivas (40,9%) foram igualmente divididas entre aqueles que não tinham experiência com o manejo de animais, mas possuíam interesse em aprender sobre o tema, e aqueles com experiência, que ainda realizam esse tipo de atividade. O grupo que demonstrou interesse por essa proposta é representado por pequenos núcleos que exercem atividades agrícolas e criam animais.

A segunda pergunta foi “Você já teve alguma experiência com o cultivo de plantas forrageiras para auxiliar na alimentação de ovelhas?”. Para esse questionamento obteve-se 77,3% de desinteresse, distribuídos da seguinte forma: 61,4% de respostas foram “não, nem tenho interesse” e 22,4%, “sim, mas não tenho intenção de voltar”. A justificativa para o desinteresse foi, novamente, o manejo dos produtos. Apenas 10 pessoas (15,9%) optaram por “não, mas tenho interesse.”.

As respostas positivas vieram de pequenos núcleos que ainda exercem atividades agrícolas e, diferente do que foi imaginado, a comunidade não apresentou interesse significativo nesse componente. Alguns grupos de moradores criam animais, inclusive das espécies apresentadas na proposta integrada do PAD, como pode ser observado na Figura 28.

Figura 28 – Abrigo de animais em Riacho dos Gomes



Fonte: registro feito pela equipe em agosto de 2020.

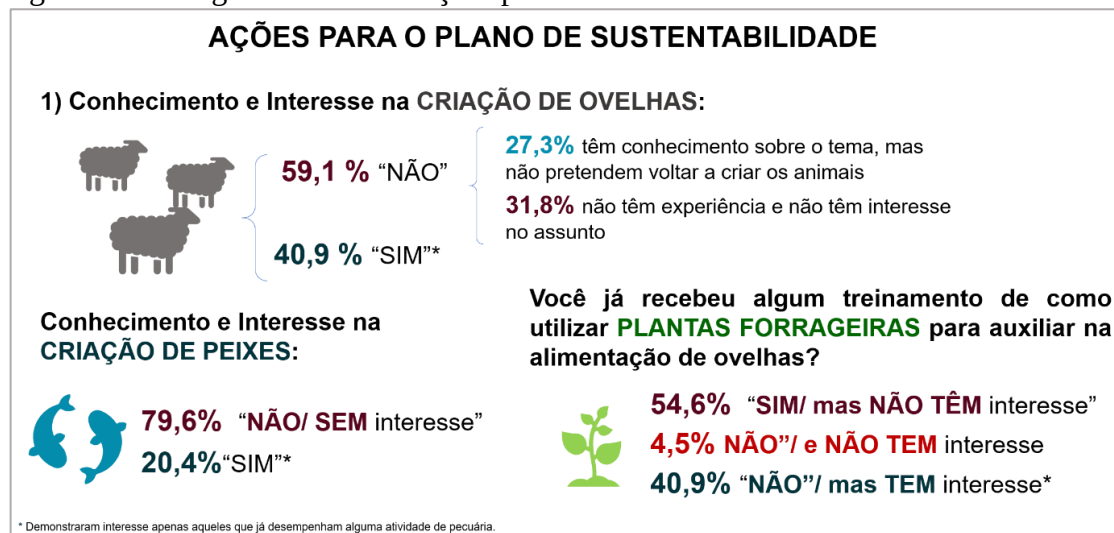
A última pergunta desse bloco foi “Você já teve alguma experiência com a criação de peixes?”. Essa pergunta, além de avaliar os conhecimentos dos moradores, buscou analisar a necessidade de parcerias para a promoção dessa prática.

Seguindo a tendência mostrada nas perguntas anteriores, 79,6% dos entrevistados não demonstraram interesse nessa alternativa e apresentaram as mesmas justificativas do manejo das espécies. Do total, 77,3% das respostas foram “não, nem tenho interesse” e 2,3% “sim, mas não tenho intenção de voltar”. Para justificar o desinteresse, além das dificuldades com o manejo, foram apontados os custos relacionados com a manutenção desse sistema. Apenas 9 moradores (20,4%) disseram que não tinham experiência, mas demonstraram interesse nesta alternativa.

O último bloco de perguntas buscou informações para possíveis treinamentos. A pergunta “Você já recebeu algum treinamento sobre como criar peixes em cativeiro?” teve 59,1% de respostas negativas. Essa tendência acompanhou o perfil apresentado pela comunidade. Contudo 36,4% dos entrevistados demonstraram interesse em aprender sobre esse tema. Esse resultado mostra que a comunidade é receptiva quanto à obtenção de novas habilidades. Essa característica é importante, pois permite que novas alternativas sejam discutidas em um momento posterior. Do total de entrevistados, 4,5% disseram já possuir esse conhecimento.

A proposta de treinamento para a criação de ovelha teve 54,4% de desinteresse. A pergunta sobre treinamento de como utilizar plantas forrageiras para auxiliar na alimentação de ovelhas obteve 54,6% de respostas “tenho esse conhecimento, mas não tenho interesse”. Dos entrevistados, 40,9% afirmaram não ter recebido qualquer treinamento, mas demonstram interesse em recebê-lo. Apenas 4,5% das pessoas disseram não possuir esse conhecimento e que não desejam obtê-lo. A realidade do último bloco de perguntas é apresentada no infográfico da Figura 29.

Figura 29 – Infográfico sobre as ações para o Plano de Sustentabilidade



Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários.

4.6 Análise da matriz F.O.F.A e discussão sobre as alternativas do Plano

A análise da matriz F.O.F.A e a avaliação das respostas dos questionários permitem visualizar quais alternativas devem compor o Plano de Sustentabilidade. O primeiro ponto de avaliação foi a “experiência dos moradores com o manejo de animais”, considerada uma **força** dentro do sistema. Após verificação dos questionários percebeu-se que, embora a comunidade possua características rurais, não há interesse expressivo por alternativas que envolvam os componentes do Sistema Integrado. Assim, as Unidades de Aproveitamento do Concentrado não serão utilizadas pelo Plano. Com isso, as **oportunidades** “geração de renda para a comunidade” e “parcerias com outros setores” deixam de ser aplicáveis.

Outras **forças** “soluções simplificadas exigem menos recursos humanos e de tecnologia” e “pesquisadores buscam soluções que podem ser adotadas pela própria comunidade” permanecem inalteradas. A combinação desses elementos com a **oportunidade** “participação no planejamento”, atua como uma força impulsionante do sistema e pode auxiliar com o manejo do concentrado salino.

Os fatores externos, representados nas **fraquezas** “implementação da pesquisa em um período determinado”, “infraestrutura administrativa média” e “conflitos na gestão do sistema” e nas **ameaças** “soluções inadequadas para a realidade do sistema”, “evasão dos parceiros” e “sistema não operar como o planejado”, resultam em fatores restritivos à implementação do Plano. Essas condições afetam o sistema e não podem ser controladas nem modificadas por seus gestores. A análise da matriz F.O.F.A é mostrada no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise da Matriz F.O.F.A. e atribuição das partes interessadas

<u>FORÇAS</u>	<u>FRAQUEZAS</u>
- Soluções simplificadas exigem menos recursos humanos e de tecnologia; Experiência dos moradores com o manejo de animais; - Pesquisadores buscam soluções que podem ser adotadas pela própria comunidade.	- Pesquisa implementada durante um período determinado; - Infraestrutura administrativa média; - Conflitos na gestão do sistema.
<u>OPORTUNIDADES</u>	<u>AMEAÇAS</u>
Geração de renda para a comunidade; Parcerias com outros setores; - Participação no planejamento.	- Soluções não serem adequadas; - Evasão dos parceiros; - Sistema não operar como o planejado.

Fonte: elaborado pela autora, com base no resultado dos questionários e na primeira matriz F.O.F.A.

Na análise da matriz as fraquezas e ameaças não sofreram adequação, porém forças e oportunidades precisaram ser readequadas. Os fatores restritivos (fraquezas e ameaças) deverão ser avaliados e monitorados por meio de uma Matriz de Avaliação de Riscos que deve ser entregue junto ao Plano de Sustentabilidade.

Depreende-se dos resultados obtidos que as ações simplificadas podem ser consideradas a melhor solução para a destinação final do concentrado salino, considerando os atuais interesses da comunidade – buscam soluções o mais simplificadas possíveis.

A escolha das ações simplificadas **não invalida a proposição de novas alternativas** em futuras avaliações. Contudo, para o *status* atual do projeto, essas serão as ações adotadas.

É importante avaliar que a utilização das Soluções Simplificadas resulta em novos riscos para o Sistema. Esses riscos podem ser representados por uma possível contaminação do solo, devido ao descarte do concentrado nas valas de infiltração. Essa ação poderá culminar na salinização do solo e, por conseguinte, na inutilização de plantas glicófitas (que têm menor resistência à salinidade). Dessa forma, a Matriz de Avaliação dos Riscos deverá contemplar essa possibilidade e deve ser elaborado um plano para o monitoramento da região de descarte do concentrado.

As ações do Plano de Sustentabilidade derivaram do entendimento sobre as necessidades dos *stakeholders* ou partes interessadas. Parte interessada é qualquer pessoa que pode afetar ou ser afetada por uma decisão ou atividade decorrente da implementação do Plano. Para esse projeto são partes interessadas: os moradores, pesquisadores e gestores do projeto.

Cada parte interessada tem um papel para a efetivação das ações do Plano. Os pesquisadores desenvolvem ações para instalação e operação do sistema de produção de água potável e buscam estratégias para promoção da sustentabilidade – ambiental, econômica e social desse sistema. Os gestores financiam as ações e regulam o andamento das atividades de acordo com o cronograma físico-financeiro. Os moradores têm papel fundamental na tomada de decisão das ações que irão compor o Plano e serão os responsáveis por sua implementação.

Dessa forma, a proposição das ações para um Plano de Sustentabilidade devem contemplar alternativas viáveis (avaliadas pelos pesquisadores), que sejam adequadas quanto aos custos (previstos no contrato) e exequíveis (com relação ao tempo para sua implementação). Essas ações devem ser fundamentadas pelos interesses da comunidade, suas peculiaridades e capacidade de implementação. Dessa forma será possível manter ativo o sistema de produção de água potável.

5 CONCLUSÕES

O trabalho realizado permitiu apresentar o Projeto Bomba Dessalinizadora Eólica (BDE) e a Solução Alternativa coletiva de Abastecimento de Água (SAAA) da comunidade Riacho dos Gomes. Também foi possível caracterizar a comunidade e o contexto em que ela se insere. Foram identificadas as possíveis formas de destinação final do concentrado, que envolvem tanto o reuso quanto o descarte desse produto. De posse das alternativas para reuso ou descarte do concentrado salino foi aplicada uma matriz de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (F.O.F.A) para avaliar das opções sob a perspectiva dos pesquisadores. Partindo disso foram elaborados questionários para validação, junto à comunidade, das ações para o Plano de Sustentabilidade.

A aplicação dos questionários na comunidade Riacho dos Gomes culminou com a escolha das alternativas que irão compor o Plano de Sustentabilidade para destinação final do Concentrado Salino originado no funcionamento do sistema de Osmose Reversa (OR). A análise dos questionários mostrou que uma parcela razoável da comunidade Riacho dos Gomes, no cenário atual, não demonstra interesse nas soluções que compõem o sistema de reaproveitamento integrado. Por essa razão, sugere-se que o Plano de Sustentabilidade seja composto, nesta etapa, por ações simplificadas, como o tanque de armazenamento do concentrado para usos menos nobres em consórcio com as valas de infiltração para a disposição do excedente. Além do uso nas soluções simplificadas, o concentrado salino será reutilizado na irrigação de uma plantação de coqueiros pois, durante as entrevistas nos foi informado que um dos moradores tinha interesse em reutilizar essa água nessa finalidade.

Considerando a parcela de moradores que demonstrou interesse nas soluções do sistema integrado sugere-se, neste primeiro momento, que sejam fortalecidos os diálogos com a comunidade, através de treinamentos que incentivem ações voltadas para o reuso do concentrado. Por meio desses treinamentos deverá ser apresentado à comunidade, de forma prática, as vantagens e desvantagens desse tipo de prática. Sobre esse quesito a Educação Ambiental atuará como fator capaz de impulsionar novas ações para a sustentabilidade.

Como produto, entrega-se um modelo de Plano de Sustentabilidade para a destinação final do Concentrado Salino, que será apresentado no capítulo 6. As ações que compõem esse Plano foram escolhidas a partir da análise do perfil da comunidade, considerando as soluções que demandam menos recursos financeiros, de tempo e pessoal.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros deixa-se a análise das ações propostas pelo atual Plano de Sustentabilidade, que deverá ser implantado e monitorado por pelo menos um primeiro ano. Também podem ser realizadas análises físico-químicas na área de despejo do concentrando para verificar a efetividade das ações do Plano e aprovar sua continuidade ou exigir sua adequação. Para isso poderá ser utilizada tanto a mesma metodologia dos Padrões Abertos para Prática da Conservação (CMP), como um outro modelo de planejamento e gestão. O componente da sustentabilidade financeira proposto pelo PAD não foi englobado por esta pesquisa, assim também há possibilidade dessa avaliação, caso as propostas do sistema integrado sejam reconsideradas.

6 A PROPOSIÇÃO DE UM PLANO DE SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo serão apresentadas ações para o Plano de Sustentabilidade proposto. O Plano pretende dar destinação final ambientalmente adequada ao Concentrado Salino que resulta do tratamento de água salobra utilizando um processo de Osmose Reversa (OR) para a produção de água potável na comunidade Riacho dos Gomes.

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

Nome do Projeto: “Produção de Água Potável por Osmose Reversa a partir de um Sistema Operacionalizado por Engrenagens/Pistão via Energia Eólica, Solar e/ou Baterias”.

Vigência do Projeto: 24 meses, podendo ser prorrogado por igual período.

Início da vigência do Projeto: 04/06/2019

Escopo: O Projeto consiste na operacionalização de um Sistema de Produção de Água Potável que emprega um equipamento de Osmose Reversa (OR) e utiliza energia solar, eólica e/ou baterias. O Projeto será instalado na comunidade rural Riacho dos Gomes, São Gonçalo do Amante, Ceará. O Sistema de Produção de Água é uma modalidade de abastecimento de água coletivo que realiza a captação de água subterrânea salobra e não possui rede de distribuição. Como resultado deverá ser produzido pelo menos 20 m³/dia (20.000 L/dia) de água potável. Contudo, a eficiência do sistema é de 60% e, portanto, serão gerados pelo menos 8 m³/dia (8.000 L/dia) de concentrado salino (rejeito).

Objeto de Planejamento: O **Plano de Sustentabilidade** busca uma alternativa para promover uma destinação final adequada para o concentrado salino gerado durante a operação do Sistema. As ações do Plano de Sustentabilidade compreendem a instalação de um tanque de 10.000 L para o armazenamento do concentrado, que deverá ser reutilizado em fins menos nobres (destinação) e, em consórcio, deverá ser construído um sistema de valas para infiltração (disposição) do excedente.

Vigência do Objeto de Planejamento: O **Plano de Sustentabilidade** deverá ter suas ações implementadas de forma conjunta com a operação do Sistema de Produção de Água Potável.

2. OBJETIVOS DO PLANO DE SUSTENTABILIDADE

1. Dar uma destinação final para o concentrado salino gerado na operação do Sistema.
2. Minimizar possíveis impactos negativos gerados pela disposição do concentrado.
3. Trazer alternativas para a destinação e disposição do concentrado.
4. Promover o gerenciamento do sistema pela comunidade.

3. IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS ESPERADOS

1. Sustentabilidade do Sistema (dar continuidade à produção de água potável).
2. Evitar impactos negativos (decorrentes de uma possível salinização na área de despejo).
3. Incentivar o consumo do concentrado salino em atividades menos nobres.

4. DURABILIDADE E MANUTENÇÃO DO OBJETO

As ações deverão ser avaliadas durante **o primeiro ano de funcionamento do Sistema de Osmose Reversa** para validar as alternativas de destinação do concentrado. Caso seja constatada a inviabilidade de alguma proposta, a ação deverá ser reavaliada e readequada. Caso haja viabilidade, a ação deverá ser mantida. Verificadas a viabilidade técnica, econômica e ambiental de **novas ações para a sustentabilidade** do sistema e, mediante acordo com a comunidade, essas novas ações poderão ser adicionadas ao conteúdo do Plano de Sustentabilidade. Sempre que for constatada a necessidade devem ser realizadas manutenções nos componentes da Osmose Reversa.

5. CUSTOS E FONTES DE RECURSOS

O custo para a construção do Sistema Simplificado apresentou um valor global de R\$ 105.759,54. Foram contempladas a construção do abrigo para o sistema de Osmose Reversa e a unidade para destinação do concentrado (valas de infiltração). Não foram realizadas cotações para manutenções periódicas ou reparos emergenciais no Sistema.

6. AÇÕES E PARTES INTERESSADAS

As ações para a destinação do concentrado salino compreendem o uso de um **sistema simplificado** composto por um tanque (10.000 L) para o armazenamento do concentrado, que deverá ser reutilizado pela comunidade em fins menos nobres (**destinação**), consorciado com três valas de infiltração para **disposição** do excedente.

Para estimar a área de instalação do sistema das valas de infiltração foi realizado o seguinte dimensionamento: o volume de concentrado produzido (8.000 L/dia) foi dividido pelo coeficiente de infiltração do solo (estimado em 50 L/m². dia). Desprezou-se um volume de (4.000 L/dia) manifestado pela comunidade para a irrigação de uma plantação de coqueiros. O total de

concentrado a ser destinado para o sistema de infiltração, considerando o pior cenário, deverá ser de 4.000 L/dia.

A área requerida para as valas de infiltração é de 80 m² distribuída em 3 valas com as dimensões: 1,5 m de largura por 3,5 m de comprimento. Adicionalmente será necessário mais 1 m para a instalação da linha de distribuição do concentrado e, na lateral, uma distância entre as valas de 1 m. As valas serão assentadas em subsuperfície em uma profundidade de 2,6 m. A área total requerida para o sistema de valas será de 32 m². Um esquema simplificado das valas é apresentado na Figura 29.

Figura 30 – Modelo Tanque e Valas de Infiltração



Fonte: elaborado pela autora.

São partes interessadas, além de outros, os gestores do projeto (responsáveis pelo financiamento e acompanhamento das ações do projeto até a data de entrega do sistema de produção de água potável), os pesquisadores (que desenvolveram as etapas de planejamento, execução e deverão acompanhar as ações do Plano de Sustentabilidade) e os moradores (que participaram da tomada de decisão e serão os responsáveis pela implementação das ações do Plano). Para o acompanhar as ações do Plano de Sustentabilidade deverá ser instituído um **Comitê Gestor**, que deve ter a participação da comunidade, do poder público e da academia.

7. MATRIZ DE RISCO

Considerando os fatores restritivos (fraquezas e ameaças) da matriz de forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (F.O.F.A.) foi elaborada uma Matriz de Avaliação de Riscos. Essa nova matriz serve para nortear as ações e as metas do Plano de Sustentabilidade e, a partir de suas informações. A matriz de Avaliação de Riscos é apresentada na Tabela, a seguir.

Tabela 3 – Matriz de Risco da implementação do Plano de Sustentabilidade

Categoria do risco	Risco	Alto	Médio	Baixo	Medidas preventivas
Financeiro	Insuficiência de recurso para manutenção/reparo do Sistema de Osmose Reversa		X		Buscar alternativas de financiamento externo
Humano/ Técnico	Falta de equipe técnica para acompanhar a implementação das ações do Plano de Sustentabilidade		X		Buscar parcerias de pesquisa trabalhos na comunidade
	Falta de equipe técnica para realizar as manutenções no Sistema Simplificado		X		Buscar novos projetos que possam trabalhar com os componentes do Plano de Sustentabilidade
	Falta de interesse da comunidade em utilizar os componentes do sistema simplificado		X		Incentivar o uso da água concentrada nas atividades menos nobres
Ambiental	Salinização do solo na área de descarte do concentrado		X		Buscar projetos que trabalhem com as análises de solo e água na região de descarte da salmoura
	Outros danos ambientais causados pela execução das ações do Plano			X	Buscar novas parcerias para estudos de análises de impacto na vizinhança do Sistema
Tempo	Ausência ou insuficiência de tempo para implementação das ações propostas	X			Buscar parcerias para acompanhar as ações do Plano
Material	Inexistência de assistência técnica especializada na região		X		Buscar parceiros que possam executar o serviço.
	Entrega do objeto defeituoso ou inacabado			X	Prezar pela qualidade dos componentes do Projeto
Funcionamento	O sistema deixar de funcionar			X	Criar um comitê gestor para acompanhar e avaliar a manutenção do Sistema

8. VISÃO DO OBJETO

A **Solução Simplificada** funcionará com o seguinte fluxo: do ponto inicial (poço com água salobra) será feito o transporte até um reservatório (10.000 litros) denominado abrigo. A água salobra armazenada no abrigo será direcionada para o sistema dessalinizador onde acontecerá a Osmose Reversa. O resultado desse processo passará por duas derivações, uma de **concentrado** (rejeito) que vai para o reservatório de rejeitos de 10.000 litros, onde existirá uma torneira para reutilização em fins não nobres, e outra que direcionará o **permeado** (água potável) para um reservatório de 5.000 litros com outras duas derivações. A primeira canalização do reservatório de permeado direcionará a água potável para um chafariz eletrônico

para consumo local, a outra será bombeada para o enchimento de uma caixa d'água de 10.000 litros. A água potável armazenada no reservatório de 10.000 litros será projetada para uma bomba para ser pressurizada e distribuída em três redes de distribuição para a comunidade. A distribuição da água ocorrerá por meio de 12 chafarizes eletrônicos, instalados em pontos estratégicos da comunidade, de modo a diminuir ao máximo esforço diário necessário para a coleta e o transporte de água. Cada chafariz será composto por uma caixa d'água de 3.000 litros com torneiras acopladas. O concentrado excedente (que não for reutilizado) será direcionado para um sistema de valas de infiltração. O objeto proposto é apresentado na figura 31.

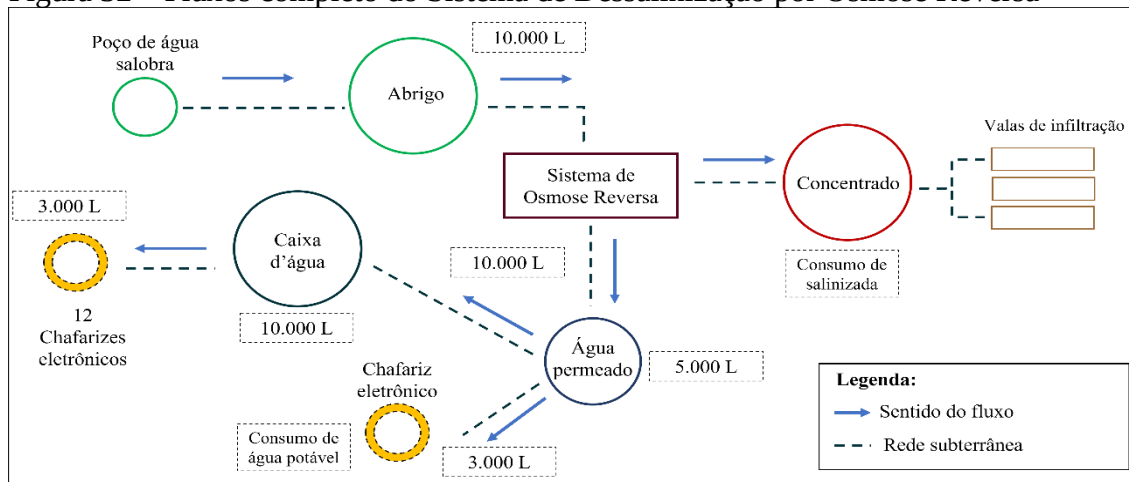
Figura 31 – Visão do Objeto Proposto



Fonte: elaborado pela autora.

Os fluxos do Sistema são mostrados no esquema da Figura 32.

Figura 32 – Fluxos completo do Sistema de Dessalinização por Osmose Reversa



Fonte: elaborado pela autora.

9. ÓRGÃOS E ENTIDADES RESPONSÁVEIS

A Equipe Projeto BDE é responsável pela elaboração do Plano de Sustentabilidade, treinamento da comunidade quanto ao uso e implementação do Sistema e pelo monitoramento das ações do Plano. A comunidade é responsável pela execução das ações do Plano.

10. AÇÕES DO PLANO DE SUSTENTABILIDADE

O Plano de Sustentabilidade foi projetado para dar viabilidade à operação do Sistema de Osmose Reversa (OR) no que diz respeito ao destino do concentrado salino produzido. Esse Plano compreende um conjunto de ações delineadas a partir dos resultados das visitas à comunidade e dos questionários aplicados. Abrange também as análises das matrizes F.O.F.A. e de Risco. Para cada ação foram determinados indicadores de sustentabilidade, do tipo quantitativo e qualitativo, divididos em quatro dimensões, conforme é mostrado no Quadro 6:

Quadro 6 – Dimensões e indicadores utilizados para avaliar o Plano de Sustentabilidade

Dimensões			
Indicadores	Econômica	Ambiental	Política – Institucional
	Verificação da inércia (dependência) financeira na gestão do sistema	Verificação da salinização na área de descarte de salmoura	Representatividade das mulheres na gestão do sistema
	Capacidade de planejar novas alternativas para a sustentabilidade do sistema.	Volume de concentrado utilizado em atividades menos nobres	Participação na implementação das ações do Plano

Fonte: elaborado pela autora.

Os indicadores servirão como ferramentas-chave que auxiliarão nas tomadas de decisão e permitirão avaliar se as ações propostas serão capazes de atingir as metas almejadas. A **Educação Ambiental** será uma importante ferramenta para impulsionar a articulação entre as partes interessadas (pesquisadores, comunidade e financiadores) e construir um conhecimento interdisciplinar que, futuramente, poderá ser utilizado para implementar novas alternativas ao Plano. O conjunto de ações do Plano de Sustentabilidade são apresentados a seguir, no Quadro 7:

Quadro 7 – Plano de Sustentabilidade: ações, prazo, metas, indicadores e responsáveis

Dimensão: Econômica	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Buscar parcerias para o desenvolvimento de ações de Sustentabilidade. Meta: Firmar parcerias e desenvolver novas ações para a sustentabilidade do sistema. Indicador: Verificação da inércia (dependência) financeira na gestão do sistema. Capacidade de planejar novas alternativas para a sustentabilidade do sistema.	
Implementação: Pesquisadores	Verificação do indicador: Comitê gestor
Dimensão: Ambiental	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Incentivar o uso da água concentrada nas atividades menos nobres. Meta: Utilizar pelo menos 25% da água concentrada em atividades menos nobres. Indicador: Volume de concentrado utilizado em atividades menos nobres.	
Implementação: Comunidade	Verificação do indicador: Comitê gestor
Dimensão: Ambiental	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Irrigação de uma plantação de coqueiros com o concentrado salino. Meta: Utilizar até 4.000 l/dia da água de rejeito na plantação de coqueiros. Indicador: Volume de concentrado utilizado para a irrigação dos coqueiros.	
Implementação: Comunidade	Verificação do indicador: Comitê gestor
Dimensão: Ambiental	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Infiltrar o excedente de água concentrada nas valas de infiltração. Meta: Descartar até 75% da água concentrada. Indicador: Volume de concentrado utilizado em atividades menos nobres.	
Implementação: Comunidade	Verificação do indicador: Comitê gestor
Dimensão: Ambiental	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Plantio de erva-sal (<i>Atriplex nummularia</i>) nas valas de infiltração. Meta: Realizar fitorremediação na área de descarte da salmoura. Indicador: Verificação da salinização na área de descarte de salmoura.	
Implementação: Pesquisadores	Verificação do indicador: Comitê gestor
Dimensão: Política – Institucional	Prazo: 1º ano de funcionamento do sistema
Ação: Promover a Educação Ambiental na Comunidade. Meta: Estabelecer uma relação ensino-aprendizagem em práticas de gestão ambiental. Indicador: Representatividade das mulheres na gestão do sistema. Participação na implementação das ações do Plano.	
Implementação: Pesquisadores	Verificação do indicador: Comitê gestor

Fonte: elaborado pela autora.

REFERÊNCIAS

ABDELKAREEM, M.A.; EL HAJ ASSAD, M.; SAYED, E.T.; SOUDAN, B. Recent progress in the use of renewable energy sources to power water desalination plants. **Desalination**, v. 43, p. 97–113, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.11.018>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916417321306>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ABOELMAAREF, M.M.; ZAYED, M.E.; ZHAO, J.; LI, W.; ASKALANY, A.A.; SALEM AHMED, M.; ALI, E.S. Hybrid solar desalination systems driven by parabolic trough and parabolic dish CSP technologies: Technology categorization, thermodynamic performance and economical assessment. **Energy Convers. Manag.**, v. 22, 33 p. 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113103>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890420306476>. Acesso em: 22 mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução Normativa N° 754**, de 13 de dezembro de 2016. Aprova os Procedimentos do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento – PROP&D e altera os Submódulos 2.7: Outras Receitas e 9.1: Revisão Periódica das Receitas das Concessionárias Existentes dos Procedimentos de Regulação Tarifária – PRORET. 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2016754.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

AHMED, F.E.; HASHAIKEH, R.; DIABAT, A.; HILAL, N. Mathematical and optimization modelling in desalination: State-of-the-art and future Direction. **Desalination**, v. 469, 22 p. 2019. DOI <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.desal.2019.114092>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916419312366>. Acesso em: 22 mar. 2021.

AKHATOV, J.S. Desalination of Saline Water with the Use of RES: Demand, Current Situation, Development Trends, Forecasts for the Future (Review). **Appl. Sol. Energy**, v. 55, p. 133–148, 2019. DOI <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.3103/S0003701X19020026>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.3103%2FS0003701X19020026>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ALFAKIT. **Manual de qualidade da água para aquicultura**. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743436/Manual+Qualidade+%C3%81gua+Aquicultura.pdf/674c0a9a-2844-43e2-9462-04fddd387529?version=1.0#:~:text=%2D%20Entre%2055%20e%20200%20mg,mole%20\(tem%20poucos%20sais\).>](https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743436/Manual+Qualidade+%C3%81gua+Aquicultura.pdf/674c0a9a-2844-43e2-9462-04fddd387529?version=1.0#:~:text=%2D%20Entre%2055%20e%20200%20mg,mole%20(tem%20poucos%20sais).>)>. Acesso em: 18 mar. 2020.

Al-HRARI, M.; CEYLAN, İ.; NAKOA, K.; ERGÜN, A. Concentrated photovoltaic and thermal system application for fresh water production. **Appl. Therm. Eng.**, v. 171, 13 p.

2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2020.115054>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431119345211>. Acesso em: 22 mar. 2021.

ALIANÇA PARA MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO. CMP. **Padrões Abertos para a Prática da Conservação**. Versão 3.0. abril de 2013. Tradução Conserve Brasil (2017). Disponível em: https://conservationstandards.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/CMP-OS-V3-0-v-2013-05-06_Portuguese.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

ALKAISI, A.; MOSSAD, R.; SHARIFIAN-BARFOROUSH, A. A Review of the Water Desalination Systems Integrated with Renewable Energy. **Energy Procedia**, v. 110, p. 268–274, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.138>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217301686>. Acesso em: 18 mar. 2021.

ALZAFIN, Y. Case study of manufacture and operation of mobile solar powered desalination unit. The Essentials: An Initiative of the IDA. **Issue 3.0: Renewable Energy and Desalination – Solar Energy**, p.95-101, 2020.

APTEL, P.; ARMOR J.; AUDINOS, R.; BAKER, R.W.; BAKISH, R.; BELFORT, G.; BIKSON, B.; BROWN, R.G.; BRYK, M.; BURKE, J.J.; CABASSO, I.; CHERN, R.T.; CHERYAN, M.; CUSSLER, E.L., DAVIS, R.H. Terminology for membranes and membrane processes (IUPAC Recommendations 1996). **J. Membr. Sci.**, v.120, ed. 2, p. 149-159, 1996. DOI [https://doi.org/10.1016/0376-7388\(96\)82861-4](https://doi.org/10.1016/0376-7388(96)82861-4). Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1351/pac199668071479/html>. Acesso em: 22 mar. 2021.

AQUINO, Marisete Dantas de. **Gestão de recursos hídricos** (Apostila Gestão de Recursos Hídricos). Fortaleza, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14005: Sistemas de gestão ambiental – Diretrizes para a implementação em fases de um sistema de gestão ambiental, incluindo o uso de avaliação de desempenho ambiental**. Primeira edição 16. 05. 2012. Exemplar de uso exclusivo Ariadne Ferreira Gomes. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 78 p. ISBN 978-85-07-03413-1.

_____. **ABNT NBR ISO 37101: Desenvolvimento Sustentável de comunidades – Sistemas de gestão para desenvolvimento sustentável – Requisitos com orientações para uso**. Primeira edição 23. 08. 2017. Exemplar de uso exclusivo Ariadne Ferreira Gomes. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 43 p. ISBN 978-85-07-07115-0.

AUDRY, Pierre; SUASSUNA, João. **A salinidade das águas disponíveis para a pequena**

irrigação no sertão nordestino. Recife: CNPq, 1995. 128 p.

AZEVEDO, V. G.; NETO, H. G.; ALMEIDA, H. L. P. S de; SANCHES, E. G. **Sistemas de Recirculação para Cultivo de Peixes Marinhos - Procedimento Operacional Padrão (POP).** Instituto de Pesca [Textos técnicos]. 2014. Disponível em: <https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/publicacoes/outros-textos-para-consulta>. Acesso em: 10 mar. 2020.

BARBOSA, H.A.; LAKSHMI KUMARB, T.V.; PAREDES, F.; ELLIOTT, S.; AYUGAE, J.G. Assessment of Caatinga response to drought using Meteosat-SEVIRI Normalized Difference Vegetation Index (2008–2016). **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v.148, p. 235-252. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.12.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271618303496>. Acesso em: 20 mar. 2021.

BARROS, Adail Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Fundamentos da Metodologia Científica.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2007. 176 p.

BDOUR, M.; DALALA, Z.; AL-ADDOUS, M. KHARABSHEH, A.; KHZOUZ, H. Mapping RO-Water Desalination System Powered by Standalone PV System for the Optimum Pressure and Energy Saving. **Appl. Sci**, v.10, p. 2161. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10062161>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/6/2161/htm>. Acesso em: 16 mar. 2021.

BEZERRA, V. R.; LIMA, C. A. P.; MELO, V. S.; ALBUQUERQUE, M. V. C.; MONTEIRO, L. R. R. Reutilização de rejeito de dessalinizadores na Paraíba. **Mix Sustentável**. v. 5, p. 105 – 116, 2019. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n1.105-116>. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3392>. Acesso em: 6 abr. 2021.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 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. Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 8 out. 2020.

_____. Lei Nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre realização de **investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética** por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm. Acesso em: 10 jan. 2021.

_____. Lei Nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre **incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo** e dá outras providências. Brasília,

DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/L10.973compilado.htm. Acesso em: 09 set. 2021.

_____. a. Ministério da Integração Nacional. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Conselho Deliberativo. **Resolução N° 107, de 27 de julho de 2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 set. 2017. N° 176, Seção 1, p. 48.

_____. b. Ministério da Integração Nacional. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Conselho Deliberativo. **Resolução N° 115, de 23 de novembro de 2017**. Aprova a Proposição n° 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL n° 107, e 27 de julho de 2017. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 5 dez. 2017. N° 232, Seção 1, p. 32-34.

_____. c. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX: do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021

_____. Ministério do Desenvolvimento Regional. Segurança Hídrica. **Programa Água Doce**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/programa-agua-doce-1>. Acesso em: 24 mar. 2020.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Documento Base - Programa Água Doce**. Brasília, DF, 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Programa Água Doce (PAD). **Sumário Executivo: Planos Estaduais do Programa Água Doce 2010-2019**. DF, Brasília. 376 p.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Serviço Florestal Brasileiro. **Ceará: inventário florestal nacional: principais resultados**. Brasília: MMA, 2016. 104 p. ISBN: 978-85-7738-278-1.

BONFIM, Fabrícia de Melo. **Qualidade das águas de abastecimento do município de Crateús –CE, nos anos de estiagem: águas naturais, dessalinizadas e rejeito salino**. 2020. 156 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Ceará,

Fortaleza, 2020.

BORGES, Adalmyr Moraes. **Criação de Tilápias**. 2ª ed. revisada e ampliada. Brasília DF: EMATER, 2009. 44 p.

BRITANNICA ACADEMIC. **Water scarcity**. Disponível em: <https://academic-eb-britannica.ez11.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/water-scarcity/631730>. Acesso em: 08 out. 2020.

BRITO, S.S.B.; CUNHA, A.P.M.A.; CUNNINGHAM, C.C.; ALVALÁ, R.C.; MARENGO, J.A., CARVALHO, M.A. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **Int. J. Climatol.**, v. 38, p. 517 – 529, 2018. DOI: 10.1002/joc.5225. Disponível em: <https://rmets-onlinelibrary-wiley.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/joc.5225>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CATRINI, P.; CIPOLLINA, A.; GIACALONE, F.; MICALE, G.; PIACENTINO, A.; TAMBURINI, A. Exergy analysis and thermoeconomic cost accounting of a Combined Heat and Power steam cycle integrated with a Multi Effect Distillation-Thermal Vapour Compression desalination plant. **Energy Conversion and Management**, v. 149, p. 950-965, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.04.032>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890417303436>. Acesso em: 14 mar. 2021.

CAVALCANTE JÚNIOR, R.G; VASCONCELOS, M.A.F.; SILVA, N.F.; AZEVEDO FILHO, F.R. Sustainable Groundwater Exploitation Aiming at the Reduction of Water Vulnerability in the Brazilian Semi-Arid Region. **Energies**, v. 12, p. 904, 2019. DOI <https://doi.org/10.3390/en12050904>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/5/904>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CAVALCANTI, J.E.; MOURA, D.C.; WANDERLEY, L.S.A.; NÓBREGA, R.S. 2020. Análise dos extremos climáticos no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 27, p. 202 – 221, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61385>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Plano estratégico dos recursos hídricos do Ceará**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza: INESP, 2009. 408 p. il. ISBN 978-85-7973-011-5.

_____. **Lei Nº 14.844**, de 28 de dezembro de 2010, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências. Fortaleza, 2010. Disponível em:

<https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2010/14844.htm>. Acesso em: 12 mar. 2021.

_____. **Bases para a formulação de uma política estadual de convivência com o semiárido cearense**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP. 2011, 134 p. ISBN: 978-85-7973-020-7.

_____. **Plano Estadual de Convivência com a Seca – Ações emergenciais e estruturantes**. 2015, 94 p.

_____. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano de ações estratégicas de recursos hídricos do Ceará**. 2018, 171 p.

_____. Assembleia Legislativa do Estado do Ceará. Pacto das Águas – Compromisso sócio-ambiental compartilhado. **Continuando o Diálogo**. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, [entre 2007 a 2010]. 32 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. **Resolução N° 357**, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília- DF, 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 15 mar. 2020.

_____. **Resolução N° 413**, de 26 de julho de 2009. Publicada no DOU n° 122, de 30 de junho de 2009, págs. 126-129. Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, e dá outras providências. Brasília- DF, 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=608>. Acesso em: 20 mar. 2021.

CUNHA, L.H. Desigualdades nos padrões de acesso à água e limites da cidadania hídrica em comunidades rurais no semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente no Semiárido**. Edição especial - Sociedade e ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens. v. 55, p. 99-116. 2020. DOI: 10.5380/dma.v55i0.73371. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73371>. Acesso em: 15 mar. 2021.

CURTO, D.; FRANZITTA, V.; GUERCIO, A. A Review of the Water Desalination Technologies. **Appl. Sci.**, v.11, n. 670, 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/app11020670>. Disponível em: <https://doaj.org/article/d165cf9e865d4b05a73de5d6cab9f4bd>. Acesso em: 15 mar. 2021.

DIAS, N. S.; QUEIROZ, R. N. F.; MELO, M. R. S.; FERNANDES, C. S.; FREITAS, J. M. C. Cultivo da erva sal fertilizado com efluente da piscicultura de viveiros preenchidos com rejeito da dessalinização. **Irriga.**, v. 1, n. 2, p. 40 – 46, 2018. Edição Especial Winotec. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2018v1n2p40-46>. Disponível em: <https://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/3599>. Acesso em: 6 abr. 2020.

DIAS, N. S.; SOUZA, A. C. M.; FERNANDES, C. S.; SARMENTO, J. D. A.; JÚNIOR, C. C. S. Uso de rejeito salino para a produção de tilápias e forrageiras. **Rev. Cient. Prod. Anim.** v. 23, p. 47 – 51, 2021. DOI <http://dx.doi.org/10.5935/2176-4158/rcpa>. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/rcpa/article/view/58278/33082>. Acesso em: 6 abr. 2020.

EKE, J.; YUSUF, A.; GIWA, A.; SODIQ, A. The global status of desalination: An assessment of current desalination technologies, plants and capacity. **Desalination.**, v. 495, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114633>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916420313114#bb0020>. Acesso em: 18 mar. 2021.

ENVIRONMENT MANAGEMENT GROUP. EMG. **Global drylands: a UN system-wide response**. Geneva, Switzerland. 2011. Disponível em: <https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/global-drylands--a-un-system-wide-response>. Acesso em: 6 abr. 2020.

ESMAEILION, F. Hybrid renewable energy systems for desalination. **Appl Water Sci**, v. 10, 2020. DOI <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13201-020-1168-5>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s13201-020-1168-5>. Acesso em: 16 abr. 2020.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cad. EBAPE.BR.**, v. 14, 2017. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395157473>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512017000300667&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 16 abr. 2020.

FERIA-DÍAZ, JJ; LÓPEZ-MÉNDEZ, MC; RODRÍGUEZ-MIRANDA, JP; SANDOVAL-HERAZO, LC; CORREA-MAHECHA, F. Commercial Thermal Technologies for Desalination of Water from Renewable Energies: A State of the Art Review. **Processes**, v. 9, p. 262, 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/pr9020262>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/search?q=Commercial+Thermal+Technologies+for+Desalination+of+Water+from+Renewable+Energies%3A+A+State+of+the+Art+Review&journal=processes>. Acesso em: 22 mar. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. Trees, forests and land use in drylands: the first global assessment – **Full report**. FAO Forestry Paper, 184. Roma, 2019.

FRITZMANN, C.; LÖWENBERG, J.; WINTGENS, T.; MELIN, T. State-of-the-art of reverse osmosis desalination. **Desalination**, v. 216, p. 1-76, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2006.12.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916407004250>. Acesso em: 18 mar. 2021.

GALVÍNCIO, J. D; OLIVEIRA, V. S; SOUZA, W. M (Org). **Mudança climáticas, sociedade, cidade e meio ambiente**. Recife: Editora UFPE, 2017.

GEISE, G.M. Why polyamide reverse-osmosis membranes work so well. **Science**, v. 371, p. 31 – 32, 2021. DOI: 10.1126/science.abe97412021. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/371/6524/31>. Acesso em: 18 mar. 2021.

GOMES, A. T. P; BORJA, P. C. Programa Água Doce (PAD) e convivência com o semiárido: uma avaliação da autogestão dos sistemas a partir do município de Brumado na Bahia. In. **Anais 48º Congresso Nacional de Saneamento da ASSEMAE**. Alternativas de financiamento para o saneamento público. Fortaleza, CE, mai. 2018. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2019/09/programa-agua-doce-autogestao-sistemas.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

GUILHERME, Luiz Carlos; SOBREIRA, Robério dos Santos; OLIVEIRAS, Valdemir Queiroz de. Sisteminha Embrapa - UFU - FAPEMIG. **Sistema Integrado de Produção de Alimentos. Módulo 1: tanque de peixes**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 63 p.

GUNNING, D.; MAGUIRE, J.; BURNEL, G. The Development of Sustainable Saltwater-Based Food Production Systems: A Review of Established and Novel Concepts. **Water.**, v. 8, p. 598, 2016. <https://doi.org/10.3390/w8120598>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/12/598>. Acesso em: 18 mar. 2021.

HELBEL, M. R. M; VESTANA, C. L. B. Fenomenologia: a percepção ambiental como objeto de construção à educação ambiental. **Revbea**. São Paulo, v. 12, p. 67 – 78, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2225>. Acesso em: 16 abr. 2021.

HERMES, Luiz Carlos. **Guia Prático para Caracterização e Priorização de Comunidades quanto ao Manejo Sustentável dos Recursos Hídricos Locais, com Ênfase na Dessanilização de Água Salobra**. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, SP, 65 p., il. 2007.

_____. **Potencial de uso de águas salobras em sistemas produtivos integrados para convivência com a seca no semiárido brasileiro**. (Nota Técnica). Embrapa

Meio Ambiente: Jaguariúna, SP. 2019.

HERMES, L. C.; ARAÚJO, G. L. G.; FAY, E. F.; BOEIRA, R. C. Potencial de uso das águas salobras em sistemas produtivos visando o aumento da capacidade de suporte das comunidades difusas do Semiárido com mínimo impacto ambiental. *In*: FÓRUM DE APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE PESQUISA: AVANÇOS E OPORTUNIDADES. 2014, Jaguariúna. **Anais** [...] Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2014.

IBRAHIM, Y.; ARAFAT, H.A.; MEZHER, T.; ALMARZOOQI, F. An integrated framework for sustainability assessment of seawater desalination. **Desalination**., v. 447, p. 1–17, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2018.08.019>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0011916418310841>. Acesso em: 5 abr. 2021.

ILBAHAR, E.; CEBI, S.; KAHRAMAN, C. A state-of-the-art review on multi-attribute renewable energy decision making. **Energy Strategy Reviews**., v. 25, p.18-33, 2019. DOI <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.esr.2019.04.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X19300410>. Acesso em: 5 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Cidades. **Ceará**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>. Acesso em: 8 mar. 2021.

_____. Cidades e Estados. **São Gonçalo do Amarante**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/sao-goncalo-do-amarante.html>. Acesso em 3 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. IPECE. **Perfil municipal 2017: São Gonçalo do Amarante**. Ano I. Fortaleza, Ceará: Ipece, 2018. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Sao_Goncalo_do_Amarante_2017.pdf. Acesso em: 3 abr. 2021.

_____. **Perfil demográfico do estado do Ceará a partir dos dados da Pesquisa Regional por Amostra de Domicílios (PRAD-CE)**. Fortaleza, Ceará: Ipece, 2021. ISSN: 2675-8679.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. BDE. Projeto de Pesquisa: Produção de água potável por osmose reversa a partir de um sistema operacionalizado por engrenagens/pistão via energia eólica, solar e/ou baterias. **Plano de Trabalho**. 2020, 49 p.

INTERNATIONAL DESALINATION ASSOCIATION. IDA. The Essentials: An Initiative of the IDA. **Issue 3.0: Renewable Energy and Desalination – Solar Energy**. 2020.

JONES, E.; QADIR, M.; van VLIET, M.T.H.; SMAKHTIN, V.; KANG, S. The state of desalination and brine production: a global outlook. **Sci. Total Environ.**, v. 657, p. 1343-1356, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.076>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0048969718349167>. Acesso em: 5 abr. 2021.

KIM, B.; SEO, J.Y.; CHUNG, C.H. A hybrid system of capacitive deionization and redox flow battery for continuous desalination and energy storage. **J. Power Sources.**, v. 448. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.227384>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775319313771>. Acesso em: 22 abr. 2021.

KINZER, K. Picking up speed: public participation and local sustainability plan implementation. **Journal of Environmental Planning and Management.** 2017, v. 6, n.9, p. 1594–1611. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1358154>.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2011. 185p.

LEITE, M. J. S.; AMORIM, F. C. L. Convivência com a seca e políticas públicas no Nordeste Brasileiro. **História Unicap.**, v. 7, 2020. DOI <https://doi.org/10.25247/hu.2020.v7n13.p197-213>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/5/3/034006/meta>. Acesso em: 9 mar. 2021.

LIANG, J.; LIU, Q.; ZHANG, H.; LI, X.; QIAN, Z.; LEI, M.; LI, X.; PENG, Y.; LI, S.; ZENG, G. Interactive effects of climate variability and human activities on blue and green water scarcity in rapidly developing watershed. **Journal of Cleaner Production**, v. 265, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121834>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620318813?casa_token=IqnQiEcr2zIAAAAAA:r8_FZyiviAdj4Sz75xEXlKhkh89sRkM5ljogrql82BtITFXVM6ytSBiwHfuNigtKeax0dn13c78. Acesso em: 8 mar. 2021.

LINDOSO, D.P.; EIRÓ, F.; BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO, S.; NASUTI, S. Harvesting Water for Living with Drought: Insights from the Brazilian Human Coexistence with Semi-Aridity Approach towards Achieving the Sustainable Development Goals. **Sustainability**, v. 10, p. 622, 2018. DOI <https://doi.org/10.3390/su10030622>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/3/622>. Acesso em: 8 mar. 2021.

LINHARES, L.; SOBRINHO, J.F. Do combate à seca a convivência com o semiárido: um estudo de caso no distrito de caracará, Sobral, Ceará. *In*. I CONIMAS e III CONIDIS. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63454>. Acesso em: 09 mar. 2021.

LOU, S.; HUANG, W.; LIU, S. ZHONG, G. Scarcity of Drinking Water in Taihu Lake Basin, China: A Case Study of Yixing City. **Water**, v. 11, p. 362, 2019. DOI <https://doi.org/10.3390/w11020362>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/2/362/htm>. Acesso em: 8 mar. 2021.

MARENGO, J.A.; TORRES, R.R.; ALVES, L.M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189–1200, 2017. DOI <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-016-1840-8#citeas>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MATIN, A.; LAOUI, T.; FALATH, W.; FAROOQUE, M. Fouling control in reverse osmosis for water desalination & reuse: Current practices & emerging environment-friendly technologies. **Science of The Total Environment**, vol. 765, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142721>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0048969720362501?via%3Dihub>. Acesso em: 18 mar. 2021.

MEHMOOD, AA; WAQAS, A.; SAID, Z.; RAHMAN, SMA; AKRAM, M. Performance evaluation of solar water heating system with heat pipe evacuated tubes provided with natural gas backup. **Energy Rep.**, v. 5, p.1432–1444, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.10.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719303269>. Acesso em: 22 mar. 2021.

MIRADI. ORG. Adaptative Management software for Conservation Projects. **About Miradi**. Disponível em: <https://www.miradi.org/about-miradi/>. Acesso em: 17 marc. 2021.

MISHRA, B.K.; KUMAR, P.; SARASWAT, C.; CHAKRABORTY, S.; GAUTAM, A. Water Security in a Changing Environment: Concept, Challenges and Solutions. **Water**, v. 13, p. 490, 2021. DOI <https://doi.org/10.3390/w13040490>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/4/490#cite>. Acesso em: 8 mar. 2021.

NASSRULLAH, H.; ANIS, S.F.; HASHAIKEH, R.; HILAL, N. Energy for desalination: A state of the art review. **Desalination.**, v. 491, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2020.114569>. Disponível em: <https://nyuscholars.nyu.edu/en/publications/energy-for-desalination-a-state-of-the-art-review/fingerprints/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

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. **Rev. Ambient. Água**, v. 12, 2017. DOI <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1722>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2017000100124&script=sci_arttext. Acesso em: 12 mar. 2021.

NOGUEIRA, Cleber Suckow. **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. 128 p.

NUNES, L. F. C. V.; MEDEIROS, P. H. A. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, 2020. DOI <https://doi.org/10.21168/reg.v17e18>. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/409>. Acesso em: 15 abr. 2021.

OKAMPO, E. J.; NWULU, N. Optimisation of renewable energy powered reverse osmosis desalination systems: A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 140, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110712>. Disponível <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032121000095?via%3Dihub>. Acesso em: 30 jun. 2021.

OMAR A.; NASHED, A.; LI, Q.; LESLIE, G.; TAYLOR, R.A. Pathways for integrated concentrated solar power - Desalination: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 119, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109609>. Disponível <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119308172>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS: BRASIL. ONU Brasil. **Mais de 4,2 bilhões de pessoas vivem sem acesso a saneamento básico**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/101526-mais-de-42-bilhoes-de-pessoas-vivem-sem-acesso-saneamento-basico#:~:text=Para%20a%20ONU%2C%20o%20acesso,c%3%B3lera%20e%20a%20febre%20tifoide>. Acesso em: 10 abr. 2021.

OSIPOV, V.I. Sustainable Development: Environmental Aspects. **Her. Russ. Acad. Sci**, v. 89, p. 396–404. 2019. DOI <https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1134/S1019331619040087>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1134/S1019331619040087>. Acesso em: 9 mar. 2020.

PAULINO, Lindemberg Costa. **Gestão das águas no semiárido brasileiro: o caso do assentamento rural Che Guevara em Ocara**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Ceará, Fortaleza. 2019.

PAULINO, R. V.; ARAÚJO, O. J.; PORTO, E.R. Cultivo de Tilápia Rosa (*Oreochromis sp.*) utilizando-se rejeito de dessalinização de água salobra subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, v.13, 2003, Porto Seguro. **Resumos** [...] Porto Seguro: ABEP; 2003.

PEEVA, L.G.; SAIRAM M.; LIVINGSTON, A.G. 2.05 - Nanofiltration Operations in Nonaqueous Systems. DRIOLI Enrico; GIORNO Lidietta (Ed). **Comprehensive Membrane Science and Engineering**. Elsevier, 2010, p. 91-113. ISBN 9780080932507.

PEIXE BR. Anuário Brasileiro da Piscicultura: PEIXE BR 2020. 136 p. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>. Acesso em: 06 abr. 2021

PORTO, E. R.; ARAÚJO, G. G. L.; AMORIM, M. C. C.; PAULINO, R. V.; MATOS, A. N. B. **Sistema de Produção Integrado usando Efluentes da Dessalinização**. Embrapa Semi-Árido (Documentos, 187). 2004, 22 p.

PORTO, E. R.; ARAÚJO, O.; DUTRA, M. T.; PAULINO, R. L.; BRITO, L. T. de L.; MATOS, A. N. B. Rendimento da Atriplex nummularia irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p.97-103, 2006.

PORTO, Everaldo Rocha; HERMES, Luiz Carlos; FERREIRA, Renato Saraiva; VEIGA, Henrique Pinheiro; SAIA, Aelxandre. **Agricultura bioessalina: desafios e alternativas para o uso de águas salobras e salinas no semiárido brasileiro**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 38p. ISSN 1516-4691.

RAMOS, Daniela Brito. **Tecnologias hídricas sociais como estratégias de convivência com a seca no recorte geográfico de Sumé, PB**. 2020. 101 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2020.

SANTOS, R. A.; LEMOS, J. J. S. O Semiárido no Mundo. **Revista Encontros Universitários da UFC**, Fortaleza, v. 3, 2018.

SCHEWE, J.; HEINKE, J.; GERTEN, D.; HADDELAND, I.; ARNELL, N. W.; CLARK, D. B.; DANKERS, R.; EISNER, S.; FEKETE, B. M.; COLÓN-GONZÁLEZ, F. J.; GOSLING, S.N.; KIM, H.; LIU, X.; MASAKI, Y.; PORTMANN, F. T.; SATOH, Y. STACKE. T.; TANG, Q.; WADA, Y.; WISSER, D.; ALBRECHT, T.; FRIELER, K.; PIONTEK, F.; WARSZAWSKI, L.; KABAT, P. Water scarcity and climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, p. 3245-3250, 2014. DOI: 10.1073/pnas.1222460110. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/111/9/3245>. Acesso em: 7 mar. 2021.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Piscicultura: criação de tilápias em tanques-rede**. Brasília: SENAR, 2018. 108 p.; il. ISBN: 978-85-7664-181-0.

SHAHZAD, M.W.; BURHAN, M.; ANG, L.; NG, K.C. Energy-water-environment nexus underpinning future desalination sustainability. **Desalination**., v. 413, p. 52–64, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.03.009>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916417303703#bb0085>. Acesso em: 18 mar. 2021.

SUANTIKA, G.; SITUMORANG, M. L.; KURNIAWAN, J.B; PRATIWI, S.A; ADITIAWATI, P.; ASTUTI, D.I; AZIZAH, F. F. N.; DJOHAN, Y. A.; ZUHRI, U.; SIMATUPANG, T. M. Development of a zero water discharge (ZWD) — Recirculating aquaculture system (RAS) hybrid system for super intensive white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture under low salinity conditions and its industrial trial in commercial shrimp urban farming in Gresik, East Java, Indonesia. **Aquacultural Engineering**., v. 82, p. 12-24, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.04.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860917302625>. Acesso em: 4 mai. 2020.

SILVA, José William Bezerra e. **Tilápias: Técnicas de Cultivo - o Caso de uma Comunidade Cearense**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. 2007. 77 p.

SILVA, D.R; SOUSA, J.A. As faces da seca: as transformações socioespaciais das grandes secas no Ceará (1979-83 e 2011-16). **Conex. Ci. e Tecnol**. Fortaleza, CE, v. 13, p. 105 - 111. 2019. DOI: 10.21439/conexoes.v13i5.1869, Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1869>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SILVA, A. S.; SILVA, F. H. S; SANTOS, G.; LEITE, M. J. H. Desmatamento multitemporal no bioma Caatinga no município de Delmiro Gouveia, Alagoas. Multitemporal deforestation in the Caatinga biome in the municipality of Delmiro Gouveia, Alagoas, Brazil. **Revista Verde**., v. 14, p. 654-657, 2019. DOI: 10.18378/rvads.v14i5.7592. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339993539_Desmatamento_multitemporal_no_bioma_Caatinga_no_municipio_de_Delmiro_Gouveia_Alagoas. Acesso em: 12 mar. 2021.

SOLA, I.; SÁNCHEZ-LIZASO, J.L.; MUÑOZ, P.T.; GARCÍA-BARTOLOMEI, E.; SÁEZ, C.A.; ZARZO, D. Assessment of the requirements within the environmental monitoring plans used to evaluate the environmental impacts of desalination plants in Chile. **Water**., v. 11, p. 1-17, 2019. DOI <https://doi.org/10.3390/w11102085>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/10/2085/htm>. Acesso em: 5 abr. 2021

SOUSA, E. Ceci P. M. de; FILHO, Alcides R. Teixeira. **Piscicultura Fundamental**. São

Paulo: Nobel: Companhia Agrícola Imobiliária e Colonizadora, 1985. Reimpresso em 2007. ISBN 978-85-213-0306-0.

SOUSA, J.A. de; SILVA, D.R. da. As faces do uso dos carros-pipa no sertão de Quixadá. XIX Encontro Nacional de Geógrafos. PENSAR E FAZER A GEOGRAFIA BRASILEIRA NO SÉCULO XXI: ESCALAS, CONFLITOS SOCIOESPACIAIS E CRISE ESTRUTURAL NA NOVA GEOPOLÍTICA MUNDIAL. In. **Anais [...]**. João Pessoa, PB. 2018. Disponível em: <http://www.eng2018.agb.org.br/site/anaiscomplementares2?AREA=17>. Acesso em 9 mar. 2021.

SOUZA R.; HARTZELL, S.; FENG, X.; ANTONINO, D. A.; SOUZA, C. E. S.; MENEZES, R. S. C.; PORPORATO, A. Optimal management of cattle grazing in a seasonally dry tropical forest ecosystem under rainfall fluctuations. **Journal of Hydrology**, v. 588, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125102>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216942030562X>. Acesso em: 5 abr. 2021.

TOTH, A. J. Modelling and Optimisation of Multi-Stage Flash Distillation and Reverse Osmosis for Desalination of Saline Process Wastewater Sources. **Membranes**, v. 10, p. 265, 2020. DOI <https://doi.org/10.3390/membranes10100265>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0375/10/10/265>. Acesso em: 5 abr. 2021.

TRIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 18ª ed., 2018.

UNEP. **World Atlas of desertification**. London, UK, & Baltimore, USA, United Nations Environment Programme. 1992.

VELDKAMP, T.I.E; WADA, Y; AERTS, J. C. J. H.; WARD, P J. Towards a global water scarcity risk assessment framework: incorporation of probability distributions and hydro-climatic variability. **Environ. Res. Lett.**, 2016. DOI <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/2/024006>. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/2/024006/pdf>. Acesso em: 8 mar. 2021

VELDKAMP, T. I.E.; WADA, Y.; DE MOEL, H.; KUMMU, M.; EISNER, S.; AERTS, J. C. J. H.; WARD, P. J. Changing mechanism of global water scarcity events: impacts of socioeconomic changes and inter-annual hydro-climatic variability. **Glob. Environ. Change**, v. 32, p. 18–29, 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.02.011>. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378015000308?casa_token=62PVpHZWrn4AAAAA:QF3bWM78jRA512Qe93ZU7L1hJNMCCABeXa-U9iLLgxHQYtD-0JrD6jnBqEQV8S4bQhLGhFPzVbY. Acesso em: 8 mar. 2021

VILLES, V.S.; VELHO, J.P.; CHRISTOFARI, L.F.; LAZZARI, R. Água como bem

econômico: dessalinização para o combate da escassez hídrica no agronegócio. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 24, p. 217-231. 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.20435/multi.v24i57.2152>. Disponível em: <https://interacoes.ucdb.br/multitemas/article/view/2152>. Acesso em: 8 mar. 2021

VIVEKH, P.; SUDHAKAR, M.; SRINIVAS, M.; VISHWANTHKUMAR, V. Desalination technology selection using multi-criteria evaluation: TOPSIS and PROMETHEE-2. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v.12, p. 24–35. 2017. DOI <https://doi.org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1093/ijlct/ctw001>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301241781_Desalination_technology_selection_using_multi-criteria_evaluation_TOPSIS_and_PROMETHEE-2. Acesso em: 8 mar. 2021.

VÖRÖSMARTY, C.J.; GREEN, P.; SALISBURY, J.; LAMMERS, R.B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. **Science**, v. 14, 2000. DOI doi: 10.1126/science.289.5477.284. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10894773/>. Acesso em: 8 mar. 2021.

WADA, Y.; VAN BEEK, L. P. H.; BIERKENS, M. F. P. 2011 Modelling global water stress of the recent past: on the relative importance of trends in water demand and climate variability Hydrol. **Earth Syst. Sci.**, v. 15, p. 3785–808, 2011. DOI <https://doi.org/10.5194/hess-15-3785-2011>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/252834559_Modelling_global_water_stress_of_the_recent_past_On_the_relative_importance_of_trends_in_water_demand_and_climate_variability. Acesso em: 10 mar. 2021.

WANG, K.; QIN, Y; QUAN, S.; ZHANG, Y.; WANG, P.; LIANG, H.; MA, J; CHENG, X. Q. Development of highly permeable polyelectrolytes (PEs)/UiO-66 nanofiltration membranes for dye removal. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 147, p. 222-231, 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2019.05.014>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0263876219302242?via%3Dihub>. Acesso em: 10 mar. 2021.

WORLD BANK. **The Role of Desalination in an Increasingly Water-Scarce World**. World Bank, Washington, DC. 2019.

XIMENES, Luciano Feijão; SILVA, Maria Sonia Lopes da; BRITO, Luiza Teixeira de Lima **Tecnologias de convivência com o semiárido brasileiro**. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. 1116 p. (Série BNB Ciência e Tecnologia). ISBN: 978-85-68360-28-6.

YAZDANDOOST, F.; NORUZI, M. M.; YAZDANI, S.A. Sustainability assessment approaches based on water-energy Nexus: Fictions and nonfictions about non-conventional water resources. **Environment**, v. 758, 2021. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143703>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972037234X>. Acesso em: 10 mar. 2021.

ZARZO, D.; PRATS, D.; Desalination and energy consumption. What can we expect in the near future? **Desalination**, v. 427, p. 1-9, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.desal.2017.10.046>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0011916417319173>. Acesso em: 10 mar. 2021.

APÊNDICE A – MODELO DOS QUESTIONÁRIOS APLICADOS

QUESTIONÁRIO RESIDENCIAL

Dados sobre a equipe			
Nome do entrevistador:		Cargo/Nível:	
Instituição/ Campus	IFCE / Maracanaú	Data: _____	
Número do questionário:	/2020	Hora de início: _____ Hora de Término: _____	

Dados sobre o entrevistado			
Nome do entrevistado:		Idade:	Sexo: F () M ()
Endereço:			
Profissão:		Telefone:	

TEMA 1: CARACTERÍSTICAS DO DOMICÍLIO

1. Qual o tipo de domicílio? () Casa () Barraca () Outro. _____
2. Próprio (), alugado () ou outro ()?
3. Material utilizado prioritariamente na construção:
() Alvenaria () Madeira () Taipa () Palha () Outro _____
4. Quantas pessoas residem no domicílio? Discriminar as idades.
5. Quantos cômodos há no domicílio? _____
6. Quantos quartos há no domicílio? _____
7. Quantos banheiros há no domicílio? _____
8. Há energia elétrica na casa? () Sim () Não.
9. Há no domicílio:
() RÁDIO? Quantos? _____
() TELEVISÃO? Quantos? _____
() TELEFONE CELULAR? Quantos? _____
() TELEFONE FIXO? Quantos? _____
() MICROCOMPUTADOR COM ACESSO À INTERNET? Quantos? _____

TEMA 2: SANEAMENTO E SAÚDE

10. Utiliza vaso sanitário? () Sim () Não. Especifique. _____
11. Como ocorre o lançamento do esgoto?

() Em rede geral de esgoto ou pluvial () Em fossa () Em vala () Em recursos hídricos
() Em solo a céu aberto () Não sei () Outro _____

12. Há coleta convencional de lixo? () Sim () Não.

13. Se respondeu sim na questão anterior, qual a frequência da coleta?

() 1 vez por semana () 2 vezes por semana () três a cinco vezes por semana () diariamente
() Não sei

14. Há alguém com algum tipo de deficiência (visual, auditiva, física ou mental/intelectual)?

() Não () Não sei () Sim. Especifique

TEMA 3: TRABALHO E RENDA

15. Quantas pessoas contribuem para a renda do domicílio? _____

16. Quantas pessoas no domicílio estão empregadas formalmente? _____

17. Qual a renda total mensal do domicílio?

() Até um salário () Entre um e dois salários () Entre dois e três salários () Mais de três salários

18. Como é o seu deslocamento para o trabalho?

() A pé () De bicicleta () De moto () De carro () Outro _____

QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL

Dados sobre a equipe			
Nome do entrevistador:		Cargo/Nível:	
Instituição/Campus	IFCE / Maracanaú	Data:	_____
Número do questionário:	/2020	Hora de início: _____	Hora de Término: _____

Dados sobre o entrevistado			
Nome do entrevistado:		Idade:	Sexo: F () M ()
Endereço:			
Profissão:		Telefone:	

TEMA 1: CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO

1. Qual o seu grau máximo de escolaridade?

- ☐ Ensino fundamental incompleto
☐ Ensino fundamental completo
☐ Ensino médio incompleto
☐ Ensino médio completo
☐ Ensino superior incompleto
☐ Ensino superior completo
☐ Curso técnico
☐ Especialização
☐ Mestrado
☐ Outro () _____

2. A quais destes meios de informação você tem acesso?

- ☐ Jornal
☐ Revistas
☐ Televisão
☐ Internet
☐ Livros
☐ Rádio

3. Qual é o seu trabalho ou ocupação principal? _____

TEMA 2: ÁGUA – ACESSO, GESTÃO E SAÚDE

4. De onde vem a água que você utiliza para beber?

- ☐ Cisterna abastecida por carro Pipa
☐ Cisterna abastecida por água da chuva
☐ Poço
☐ Outro. Qual? _____

5. De onde vem a água que você utiliza para tomar banho?

- ☐ Cisterna abastecida por carro Pipa
☐ Cisterna abastecida por água da chuva
☐ Poço
☐ Outro. Qual? _____

6. De onde vem a água que você utiliza para atividades gerais da casa (lavar roupas, lavar louças, limpeza da casa, etc.)?

- ☐ Cisterna abastecida por carro Pipa
☐ Cisterna abastecida por água da chuva
☐ Poço
☐ Outro. Qual? _____

7. De onde vem a água que você utiliza para dar aos animais de criação (porcos, ovelhas e cabras)?

- ☐ Cisterna abastecida por carro Pipa
☐ Cisterna abastecida por água da chuva
☐ Poço
☐ Outro. Qual? _____

8. Atualmente, você está satisfeito com a qualidade da água que recebe?

- ☐ Sim ☐ Não

9. Atualmente, você está satisfeito com a quantidade da água que recebe?

- ☐ Sim ☐ Não

10. Você acredita que o sistema atual de abastecimento de água é confiável?

- ☐ Sim ☐ Não

11. Você apresentou alguma dessas doenças no último ano?

- | | | |
|---|---|-----------------------------------|
| ☐ Diarreia | ☐ Cólera | ☐ Dengue |
| ☐ Febre tifoide/ paratifoide | ☐ Ascaridíase (lombriga) | ☐ Hepatite |
| ☐ Amebíase | ☐ Outra: _____ | |

12. Sobre o sistema de abastecimento de água, você acha que esse sistema deve ser gerenciado por quem?

- ☐ Somente pela prefeitura
☐ Somente pela população
☐ Somente pelos pesquisadores
☐ Por todos (população, prefeitura, pesquisadores e outras pessoas interessadas)

13. Sobre o sistema de abastecimento de água, por quem você acha que deve ser feita a operação e a manutenção desse sistema?

- ☐ Somente a prefeitura
☐ Somente a população
☐ Somente os pesquisadores
☐ Todos (população, prefeitura, pesquisadores e outras pessoas interessadas)

TEMA 3: PERCEPÇÃO AMBIENTAL

14. Você acha importante cuidar do meio ambiente?

() Sim () Não () Não sei

15. Você cuida do ambiente ao redor da sua casa?

() Sim, sempre () Às vezes () Não

16. Você acha importante cuidar da água?

() Sim () Não () Mais ou menos

17. Você joga lixo na rua?

() Sim, sempre () Sim, as vezes () Não, nunca

18. Você separa seu lixo?

() Sim, sempre () Sim, as vezes () Não, nunca

19. Você sabe o que é coleta seletiva de lixo?

() Sim () Não () Mais ou menos

20. Você sabe o que é adubo orgânico?

() Sim () Não () Mais ou menos

21. Você gostaria de aprender a fazer adubo orgânico?

() Sim () Não

22. Você sabe a importância das árvores para a sua vida?

() Sim () Não

23. Você tem ou gostaria de ter um viveiro de mudas ou uma horta?

() Já tenho () Não tenho, mas gostaria de ter. () Não, não gostaria de ter

24. Pra você quem são os principais responsáveis pela degradação do meio ambiente?

() As pessoas () As empresas/indústrias () O governo () Os animais () Outro.

25. Você acredita que você é responsável por cuidar do meio ambiente?

() Sim () Não () Não sei

26. Na sua opinião, quais as principais carências que existem na comunidade?

() Falta de acesso à água de boa qualidade () Coleta irregular de lixo

() Vias de transporte precárias () Outros _____

TEMA 4: REPRESENTATIVIDADE E PARTICIPAÇÃO

27. Você considera importante a participação de mulheres para a gestão do sistema?

() Sim () Não

28. Você está disposto a participar das próximas atividades relacionadas com o sistema (reuniões, debates etc.)?

☐ Sim ☐ Não

29. Você conhece ou já ouviu falar da Termelétrica do Pecém?

☐ Sim ☐ Não ☐ Talvez

30. Você trabalha ou já trabalhou no Complexo Industrial do Porto do Pecém?

☐ Sim ☐ Não

TEMA 5: AÇÕES PARA O PROGRAMA

31. Você já teve alguma experiência com criação de ovelhas?

☐ Sim, mas não tenho intenção de voltar a criar ovelhas.

☐ Sim, ainda crio algumas ovelhas.

☐ Não, mas tenho interesse na criação de ovelhas.

☐ Não, e não tenho interesse em criar ovelhas.

32. Você já teve alguma experiência com o cultivo de plantas forrageiras para auxiliar na alimentação das ovelhas?

☐ Sim, mas não tenho intenção de voltar a criar peixes.

☐ Sim, ainda crio algumas peixes.

☐ Não, mas tenho interesse na criação de peixes.

☐ Não, não tenho interesse.

33. Você já teve alguma experiência com a criação de peixes?

☐ Sim, mas não tenho intenção de voltar a criar peixes.

☐ Sim, ainda crio algumas peixes.

☐ Não, mas tenho interesse na criação de peixes.

☐ Não, não tenho interesse.

34. Você já recebeu algum treinamento sobre como criar peixes em cativeiro?

☐ Sim, já tenho esse conhecimento.

☐ Não, mas tenho interesse em aprender a criar de peixes.

☐ Não, não tenho interesse.

35. Você já recebeu algum treinamento sobre a criação de ovelhas?

☐ Sim, já tenho esse conhecimento.

☐ Não, mas tenho interesse em aprender a criar ovelhas.

☐ Não, não tenho interesse.

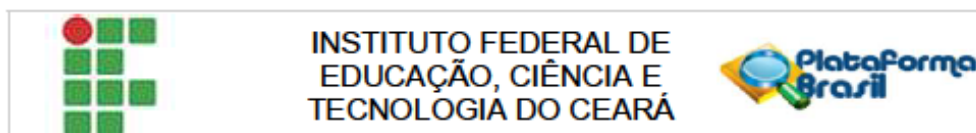
36. Você já recebeu algum treinamento sobre como utilizar plantas forrageiras para auxiliar com a alimentação das ovelhas?

☐ Sim, já tenho esse conhecimento.

☐ Não, mas tenho interesse em aprender.

☐ Não, não tenho interesse.

ANEXO A – PARECER FAVORÁVEL À APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS



Continuação do Parecer: 4.016.378

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto não possui pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1522116.pdf	27/04/2020 19:28:59		Aceito
Cronograma	Cronograma_BDE_Comitee_Assinado.pdf	27/04/2020 19:05:22	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Abril_2020.docx	27/04/2020 19:04:38	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_BDE_Abril_2020.pdf	27/04/2020 19:02:59	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	SEI_IFCE_Termo_de_Infraestrutura.pdf	27/04/2020 19:01:10	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_Rosto_Assinada.pdf	30/03/2020 20:19:31	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Outros	Declaracao_Regresso_Beneficios.pdf	30/03/2020 19:34:42	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Outros	Declaracao_Compromisso_Apres_Resultados.pdf	30/03/2020 19:28:16	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	30/03/2020 19:26:40	ALINE DE CARVALHO OLIVEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
 Bairro: Jardim América CEP: 60.410-426
 UF: CE Município: FORTALEZA
 Telefone: (85)3401-2332 E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B – PLANTA BAIXA DO SISTEMA

