



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-  
BRASILEIRA  
INSTITUTO DE ENGENHARIAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM GESTÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS, AMBIENTAIS E ENERGÉTICOS**

**ANTONIO ELVES BARRETO DA SILVA**

**TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO  
HÍDRICA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: O CASO DO BIOÁGUA**

**REDENÇÃO**

**2018**

ANTONIO ELVES BARRETO DA SILVA

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO  
HÍDRICA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: O CASO DO BIOÁGUA

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão de Recursos Hídrico, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rejane Felix Pereira

REDENÇÃO

2018

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA  
AFRO-BRASILEIRA

ANTONIO ELVES BARRETO DA SILVA

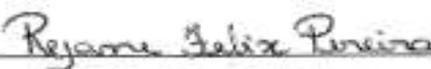
TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO  
HÍDRICA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: O CASO DO BIOÁGUA

Monografia julgada e aprovada para obtenção do título de Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira.

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nota: 10,0

Banca Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Rejane Felix Perreira

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Rita Karolinny Chaves de Lima

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Maria Patricia Sales Castro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Sistema de Bibliotecas da UNILAB  
Catalogação de Publicação na Fonte.

---

Silva, Antonio Elves Barreto da.

S578t

Tecnologias sustentáveis como ferramenta de gestão hídrica no semiárido Nordeste: o caso do bioágua / Antonio Elves Barreto da Silva. - Redenção, 2018.

25f: il.

Monografia - Curso de Especialização em Gestão De Recursos Hídricos, Ambientais E Energéticos, Instituto De Engenharias E Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientadora: Profa. Dra. Rejane Felix Pereira.

1. Água - Conservação. 2. Recursos hídricos. 3. Água - Reúso.  
4. Alimentos - Produção. 5. Sustentabilidade. I. Título

CE/UF/BSCL

CDD 363.61

---

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, a universidade pela oportunidade a mim concedida. Sou grato a minha orientadora, aos professores e companheiros que me ajudaram a conseguir trilhar esse caminho.

Registrar também o apoio da minha família que sempre me incentiva e me concede confiança em minhas decisões.

Agradecer aos meus amigos, em especial a Andreza, Fábio, Thomas, Rute e Hermeson pelo apoio emocional de sempre. Ao Rafael pelas contribuições sobre questões teóricas, e ao Marcio pelos conselhos valiosos e elaboração do sumário.

Quero ainda, agradecer ao meu amigo Aldemario pelos dias estudando juntos e pela troca de conhecimento.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa representando a região do semiárido (p.11)

Figura 2. A figura apresenta o esquema do sistema bioágua (p.15)

Figura 3. Matriz SWOT (p.19)

Quadro 1. Elaboração da matriz SWOT (p.21)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 A água e o semiárido .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 O Sistema de Reuso Bioágua Familiar.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.1 O funcionamento do sistema bioágua .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 vantagens do projeto.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 A cultura do reuso e suas possibilidades.....</b>	<b>17</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Elaboração da Matriz SWOT (FOFA).....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

# TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: O CASO DO BIOÁGUA

Antonio Elves Barreto da Silva<sup>1</sup>

Rejane Felix Pereira<sup>2</sup>

## RESUMO

A água constitui-se como elemento essencial para a manutenção da vida no planeta. Participa de todos os processos metabólicos em animais e plantas. O semiárido brasileiro é marcado e conhecido por escassez de recursos hídricos, existindo uma série de questões ambientais e históricas envolvidas. Dessa forma, é importante avaliar e propagar tecnologias que otimizem o uso desse recurso, contribuindo, principalmente para sustentabilidade e qualidade de vida da população que reside nesse contexto. Esta pesquisa é de natureza básica e teve como objetivo analisar a tecnologia de reuso de água denominada bioágua enquanto mecanismo de gestão de recursos e sua contribuição na produção de alimentos. Por meio de literatura sobre o tema, construiu-se uma matriz SWOT da tecnologia, abordando seus aspectos positivos e negativos. Conclui-se que a tecnologia se apresenta como uma boa alternativa para o semiárido, necessitando de mais pesquisas sobre o assunto e sua real viabilidade técnica-econômica.

**Palavras-chave:** Reuso de água. Recursos hídricos. Produção de alimentos. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Water is an essential element for the maintenance of life on the planet. It participates in all metabolic processes in animals and plants. The Brazilian semi-arid region is tagged and known for its scarcity of water resources. there are a number of environmental and historical issues involved. That way, it is important to evaluate and propagate technologies that optimize the use of the resource, contributing mainly to the sustainability and quality of life of the communities that reside in that context. This research is of a basic type and aimed to analyze the water reuse technology called bioágua as a resource management engine and its contribution to food production. Through bibliography on the subject, a SWOT mold of technology was constructed, addressing its positive and negative aspects. It is concluded that technology presents itself as a good alternative for the semiárido zone, require more research on the subject and its real technical-economic feasibility.

**Keywords:** Water recycling. Water resources. Food production. Sustainability.

---

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e energéticos pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira e Universidade Aberta do Brasil, polo Redenção-Ce.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia civil (Recursos hídricos). Professora do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS), Unilab.

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos no semiárido nordestino é sabida por todo o cenário brasileiro. Esse contexto é marcado por secas que povoam, também, o imaginário dos nordestinos. Tanto é, que é retratado por obras literárias como o quinze de Raquel de Queiroz.

O semiárido é marcado por questões climáticas, mas também sociais e políticas. Um dos critérios que se estabeleceu para definir essa região foi relacionado a fatores climáticos como a precipitação, evapotranspiração, risco de secas, entre outros.

Essa região abrange uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup> (SOUSA FILHO, 2011) tendo em sua maioria Estados na região nordeste do país. Esses Estados são: Piauí (PI), Ceará (CE), Rio grande do Norte (RN), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Alagoas (AL), Sergipe (SE), Bahia (BA) e parte de Minas Gerais (MG).

A agricultura do nordeste, em comparação ao sul do país é pobre em tecnologia, assim como em pesquisas que proponha o uso dos recursos locais. É importante pensar em tecnologias apropriadas, isso devido as características locais, e não reproduzir pacotes tecnológicos vigentes.

Devido a essas características peculiares da região, é necessário pensar em políticas e tecnologias que otimizem os recursos hídricos, principalmente sobre a produção de alimentos, já que essa região demanda produção agrícola irrigada.

Diante dessa situação, faz-se necessário identificar e produzir conhecimento sobre estratégias de melhor gestão sobre os recursos naturais. Assim, quais mecanismos podem ser utilizados para administrar recursos hídricos no semiárido em meio a constantes crises? Como se pode produzir alimento e garantir qualidade de vida a população residente dessa região?

Esse trabalho teve como objetivo analisar como as tecnologias sociais, especialmente a bioágua pode contribuir para a gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro, em uma região que apresenta dificuldades dessa magnitude (climáticas), qualificar essas tecnologias é crucial para futura elaboração de políticas públicas.

Essa pesquisa é de natureza básica. Pretendeu-se aqui contribuir sobre o tema e suas possibilidades. Por meio de uma análise utilizando a matriz SWOT e referencial teórico sobre o tema – foi utilizado o próprio manual de implementação do

sistema – procurou-se estabelecer os pontos positivos e negativos da tecnologia, enfatizando essa, como um mecanismo de gestão.

Primeiramente é feito uma revisão de literatura sobre a região e o tema geral. Depois, é apresentado alguns aspectos técnicos sobre a implementação do sistema. Nos resultados, são levantados os pontos positivos e negativos dos sistemas. Dialogando com estudos sobre o tema e sustentabilidade, é discutido a abrangência da tecnologia estudada.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A água e o semiárido

A água é um elemento de manutenção da vida no planeta. Este nutriente é responsável por constituir mais da metade do corpo humano e participar da maioria dos processos metabólicos. É essencial para o crescimento de plantas, animais, a até mesmo, no controle do clima por meios dos oceanos, por exemplo.

Este nutriente não tem uma distribuição uniforme no planeta, principalmente de boa qualidade. Existe no globo regiões mais chuvosas e secas. Os desertos são exemplos de regiões onde quase não chove.

No Brasil existe, assim como em todo mundo, regiões onde as chuvas são mais escassas e descontínuas, necessitando dessa forma um gerenciamento melhor e maior planejado desse recurso essencial a vida.

Dentre estas regiões está o semiárido nordestino. Este por ser tão castigado por inúmeras secas, povoa o imaginário brasileiro, tanto que está presente em obras literárias como os sertões, o quinze, além de filmes como narradores de javé, entre outras obras. Todas estas, trabalham com a temática da seca, em menor ou maior escala.

Segundo Sousa Filho (2011), existem alguns critérios usados para definir a região objetivo desse trabalho. São pontos como:

Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800mm; índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico, que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990; e risco de seca maior que 60% tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (SOUSA FILHO, 2011, p.09).

De acordo com estes requisitos os Estados Piauí (PI), Ceará (CE), Rio grande do Norte (RN), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Alagoas (AL), Sergipe (SE), Bahia (BA) e parte de Minas Gerais (MG) se enquadram no semiárido, abrangendo uma área de 969.589,4 km<sup>2</sup> (SOUSA FILHO, 2011). Percebe-se que a maioria dessa delimitação está na região Nordeste.

Pode-se ver no mapa ilustrado na figura 1 os Estados que estão nessa região.

Figura 1. Mapa representando a região do semiárido



Fonte: Agência Nacional de Águas.

No que se refere a legislação sobre as águas no Brasil, existe uma preocupação bem antiga. Segundo Tonello et al. (2011), em 1930 já havia o código das águas: o decreto 24.643, de 10 de julho de 1934. Entretanto, segundo esta autora, esse ordenamento jurídico não foi suficiente para combater o desequilíbrio e conflitos

acerca do uso do recurso, conflitos estes que aumentaram durante a revolução industrial.

A legislação sobre os recursos hídricos está alicerçada na Lei Federal 9.433/97. Esta lei ressalta o uso adequado do recursos e garantia para a gerações futuras, pautando assim seu uso racional e gestão na busca da sustentabilidade. Como princípios de gestão, a lei apresenta:

Reconhecimento da água como um bem público, finito e vulnerável, dotado de valor econômico; Necessidade do uso múltiplo das águas: gestão integrada; Prioridade do uso dos recursos hídricos em situações de escassez: consumo humano e dessedentação de animais; Adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão das águas: gestão descentralizada; Participação dos diferentes níveis do poder público, dos usuários e da sociedade civil no processo de tomada de decisão: gestão participativa (TONELLO et al, 2011, p. 26).

Percebe-se o quanto a lei reitera a importância da gestão do recurso, e principalmente, a gestão participativa, inserindo a sociedade civil nas decisões sobre o uso do recurso. A gestão participativa atribui caráter democrático e de transparência na tomada de decisões.

Esta lei também define os instrumentos da política nacional de recursos hídricos. São eles: “Planos de Recursos Hídricos, enquadramento dos corpos de água, outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos” (TONELLO et al, 2011, p. 28). Estes instrumentos não serão detalhados aqui, são apenas para demonstrar a amplitude da lei.

Para Viera (2002), quando se pensa em planos e programas de desenvolvimento sustentável, independentemente do nível, enfrenta-se problemas complexos que devem ser analisados de forma conjuntas. Segundo este autor:

Entenda-se por sustentabilidade hídrica do SemiÁrido a manutenção continuada de um balanço hídrico favorável, em quantidade e qualidade, entre a oferta de água com elevados níveis de garantia e a demanda social para usos múltiplos. A gestão integrada dos recursos hídricos é, portanto, fator primordial na consecução do desenvolvimento sustentável, tanto na dimensão econômico-social quanto na dimensão geo-ambiental (em particular, quanto ao ordenamento do espaço regional) (VIEIRA, 2002, p. 106).

Deve-se levar em conta um planejamento holístico, mas que considere as características próprias da região semiárida

O gerenciamento dos recursos ambientais, hídricos e energéticos (Aqui é mencionado os três porque eles sempre caminham lado a lado nas discussões) ganharam bastante discussão no século XX e, principalmente, neste século. No âmbito jurídico, no mundo e no Brasil, foram editadas leis que têm como objetivo proteger este patrimônio.

O Brasil tem uma legislação bem elaborada no que se refere a este tema. A década de 80 foi um marco no avanço destas discussões, com a elaboração de legislações que abarcam o tema de forma ampla. Dentro destas leis pode-se citar a lei de n. 9.433/97, lei de política Nacional de Recursos Hídricos, além, da criação no ano 2000, da Agencia Nacional das Águas (ANA).

Mesmo com todo esse avanço, é preciso existir tecnologias que otimizem o uso do recurso, principalmente na região na qual este trabalho aborda. Essas tecnologias devem ser de fácil implementação, baixo custo e que insira os atores beneficiados no processo.

É sabido que há uma legislação moderna quando se trata de águas, atualizada e descentralizada que permite um planejamento adequado e participativo. Entretanto, no tocante a essa região é necessária uma atenção a mais. Devido sua heterogeneidade e tamanho, é primordial o desenvolvimento de tecnologias capazes de otimizar o uso da água. É interessante, haver uma reeducação acerca do uso dos recursos hídricos.

Diante disto, é importante identificar tecnologias de convivência com essa região. Além disso, é válido quantificar e qualificar seus usos e acessos, viabilidade e importância para seu entorno. Uma dessas tecnologias é o sistema de reuso Bioágua Familiar.

## *2.2 O Sistema de Reuso Bioágua Familiar*

O sistema de reuso Bioágua familiar é um sistema de reuso de águas cinzas. Segundo o manual de implementação Bioágua familiar: “Pode-se considerar água cinza, as águas provenientes do chuveiro, lavatório, pia de cozinha, tanque ou máquina de lavar dos domicílios, com exceção da água do vaso sanitário” (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 15). É, além de tudo um processo de reciclagem. O sistema consiste em “um processo de filtragem por mecanismos de impedimento físico e biológico dos resíduos presentes

na água cinza, sendo a matéria orgânica biodegradada por uma população de microorganismos e minhocas (*Eisenia foetida*)” (BIOÁGUA FAMILIAR, 2012, p. 07).

Estes microorganismos destroem os poluentes biodegradáveis da água, e esta é utilizada para irrigação de quintais produtivos, principalmente de hortaliças de agricultores familiar. O projeto bioágua familiar nasce como uma tecnologia de experimentação, uma ideia.

O sistema Bioágua Familiar foi desenvolvido pelo Projeto Dom Helder Camara, vinculado a Secretaria de Desenvolvimento Territorial (SDT) do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), em colaboração com o Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura (FIDA) e o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), em parceria com a ONG ATOS (BIOÁGUA FAMILIAR, 2012, p. 07).

Este sistema é um mecanismo de filtragem que purifica a água de forma simples e barata. Por meio dos seguintes elementos:

- Filtro biológico;
- Tanque de reuso;
- Sistema de irrigação.

### 2.2.1 O funcionamento do sistema bioágua

O sistema é composto por um filtro biológico com áreas superficial de 1,77 m<sup>2</sup> cada filtro, tendo duas camadas de material orgânico (húmus e serragem de madeira). Há também duas camadas de material inorgânico (cascalho e seixo), em uma camada cama de 1 m<sup>2</sup>. Deve-se atentar que “é importante observar que um filtro tem capacidade de tratamento de até 500 litros de água cinza por dia, e que essa água deve ser distribuída uniformemente, de modo a proporcionar a multiplicação e desenvolvimento das minhocas na superfície do filtro” (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 15). Assim, o desenho do projeto depende da quantidade de água a ser tratada.

Outra peça é o tanque de reuso, que tem a função de armazenar a água para depois ser transferida para o sistema de irrigação. Esse tanque deve ser fechado para evitar a incidência de luz solar, assim impede a proliferação de algas. O importante é evitar qualquer contaminação externa.

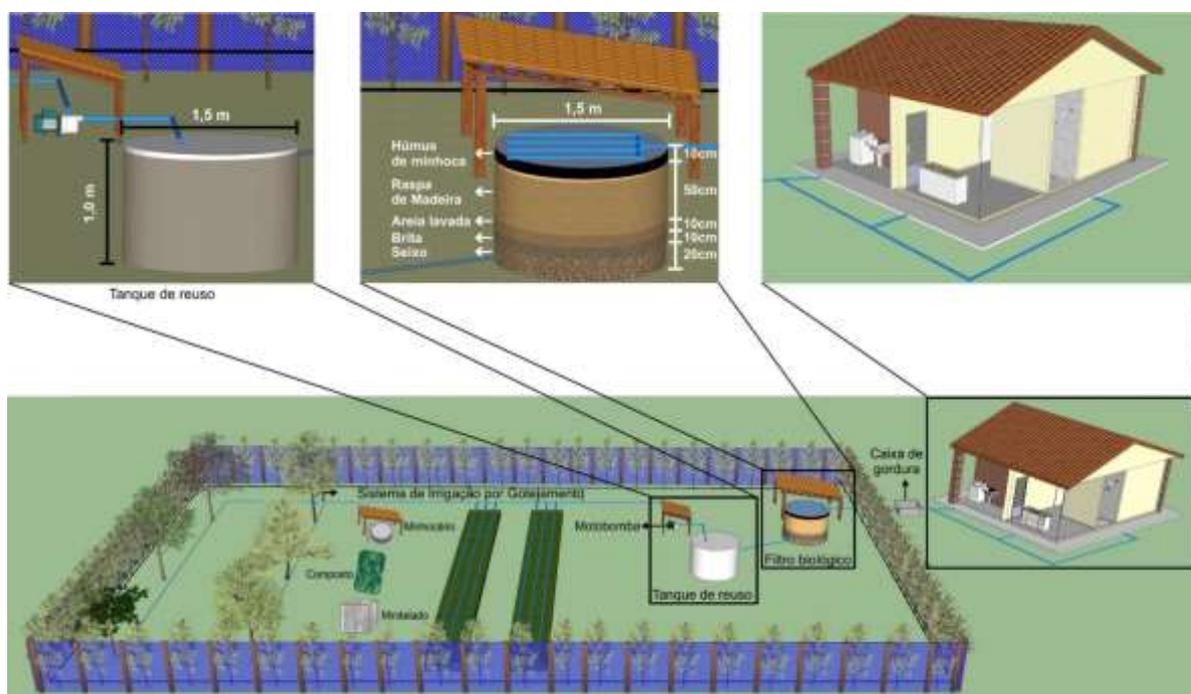
O tanque de reuso é acoplado ao sistema de irrigação. Este sistema se dá por gotejamento, mecanismo que otimiza o consumo de água. Assim:

É importante que haja a compreensão por parte das famílias contempladas

com o Sistema Bioágua Familiar de que a irrigação por gotejamento além de ser suficiente para o cultivo, se adequadamente dimensionada e instalada, é fundamental para aumentar a segurança sanitária do SBF. Portanto, o sistema de irrigação utiliza eletrobomba e mangueiras de polietileno de gotejamento (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 17).

Sobre a fonte hídrica, a água é impulsionada por gravidade do filtro até o tanque de reúso. Depois, “a água tratada deverá ser pressurizada por eletrobomba para o sistema de irrigação por gotejamento” (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 17).

Figura 2. A figura apresenta o esquema do sistema bioágua.



Fonte. Manual Bioágua Familiar, 2015

### 2.3 vantagens do projeto

Com a pesquisa da implementação do bioágua realizada pelo projeto Dom Helder, essa realizada desde 2009, ficou constatado benefícios para o uso agrícola. foram apresentados alguns dados como:

O comportamento das plantas sob a irrigação da água pós-tratamento segue padrões normais de crescimento e desenvolvimento vegetal; As propriedades físicas e químicas do solo irrigado com a água pós-tratamento apresentam padrões normais para uso agrícola; As propriedades químicas da água pós-tratamento atendem os parâmetros requeridos para o uso agrícola. A água de reúso apresenta boas quantidades de nutrientes e não representou fonte de poluição ambiental (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 12).

Sobre a tecnologia, a pesquisa que acompanhou o projeto ainda constatou que:

O Sistema Bioágua tem potencial de redução global de *E. coli* de 4 a 7 unidades logarítmicas, atendendo a meta de saúde mencionada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para água cinza. A água não produz mau cheiro devido aos processos biológicos usados, evitando a situação de “esgoto a céu aberto”. O Sistema Bioágua apresenta um baixo custo de implantação e manutenção (o custo de energia é insignificante), tendo uma operacionalização adequada à dinâmica e disponibilidade de mão de obra familiar; A quantidade e tipo de água cinza produzida pelas famílias que fazem parte da pesquisa são, respectivamente, suficiente e adequada para o funcionamento do Sistema Bioágua. O monitoramento da produção de água cinza de 20 sistemas apresentou média diária variando de 17,8 a 451 litros por residência, e produção per capita oscilando de 5,9 a 126 litros (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO E MANEJO DO SISTEMA BIOÁGUA FAMILIAR, 2015, p. 13).

Segundo esta mesma pesquisa, estes dados permitem pensar essa tecnologia para o semiárido. Durante o levantamento dos dados, a produção agrícola como o uso desse sistema, supriu a demanda pela família, gerando até excedentes em períodos chuvosos. Como comentado no início, essa geração de alimentos gera um excedente econômico por que diminui a compra desses alimentos em supermercados.

#### *2.4 A cultura do reuso e suas possibilidades*

Tem -se falado bastante em gestão de recursos hídricos, distribuição igualitária e decisões participativas em seus usos. Como sugere Viera (2002), a regularização de vazões, segurança de barragens, capacitação recursos humanos, participação da comunidade e operações integradas, entre outras medidas, são fundamentais para uma boa gerencia do recurso.

Todas estas medidas são eficazes, entretanto, é deixado de lado que existe um ciclo hidrológico, sendo viável uma ciclagem que minimize o desperdício. Como enfatiza Hespanhol (2002):

Através do ciclo hidrológico a água se constitui em um recurso renovável. Quando reciclada através de sistemas naturais, é um recurso limpo e seguro que é, através da atividade antrópica, deteriorada a níveis diferentes de poluição. Entretanto, uma vez poluída, a água pode ser recuperada e reusada para fins benéficos diversos. A qualidade da água utilizada e o objeto específico do reuso, estabelecerão os níveis de tratamento recomendados, os critérios de segurança a serem adotados e os custos de capital, operação e manutenção associados. As possibilidades e formas potenciais de reuso dependem, evidentemente, de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômicos, sociais e culturais (HESPANHOL, 2002, p. 76).

É importante planejar tecnicamente, economicamente e socialmente o projeto, ou tecnologia de reuso, atentar para legislação, controle de qualidade e para os fins que se destina o recurso tratado.

O reuso de água na agricultura, tema aqui abordado, se constitui como elemento importante de políticas de gestão (HESPANHOL, 2002). Este autor ainda afirma que em regiões semiáridas, como o Norte da África por exemplo, lança mão desse recurso de reuso.

Deve haver uma reeducação sobre a gestão do recurso. Políticas que elabore projetos mais eficientes. É necessário marcos legais que orientem estas atividades.

Atualmente, nenhuma forma de ordenação política, institucional, legal ou regulatória orienta as atividades de reuso praticadas no território nacional. Os projetos existentes são desvinculados de programas de controle de poluição e de usos integrados de recursos hídricos nas bacias hidrográficas onde estão sendo implementados, não empregam tecnologia adequada para os tipos específicos de reuso implementados e não incluem as salvaguardas necessárias para preservação ambiental e proteção da saúde pública dos grupos de risco envolvidos (HESPANHOL, 2002, p.93).

No Brasil, não há uma cultura de reuso de água, necessitando assim trabalhos que explorem ações e tecnologias sustentáveis sobre o tema. Por mais que exista carência do recurso, principalmente no semiárido, nosso país ainda dispõe de quantidades significativas deste recurso.

O uso dessas alternativas traz benefícios a agricultura e ao meio ambiente. Para Hespanhol (2002), quando esgotos são tratados de forma adequada, podem favorecer a agricultura das seguintes formas:

Evita a descarga de esgotos em corpos de água; preserva recursos subterrâneos, principalmente em áreas onde a utilização excessiva de aquíferos provoca intrusão de cunha salina ou subsidência de terrenos; permite a conservação do solo, através da acumulação de "humus" e aumenta a resistência à erosão; contribui, principalmente em países em desenvolvimento, para o aumento da produção de alimentos, elevando, assim os níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais de populações associadas aos esquemas de reuso (HESPANHOL, 2002, p.82).

Outro ponto importante, que esse autor afirma, é que o esgoto doméstico, esse utilizado pela tecnologia tem menos riscos de salinizar o solo, problema esse de muita expressão no nordeste brasileiro. Ademais, é necessário estabelecer limites de uso e quais culturas pode ser utilizado. Importante estabelecer as reais necessidades e instalações dessas tecnologias, traçar planos metas objetivas.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia adequada é chave principal para uma pesquisa de qualidade, confere confiabilidade ao trabalho, garante a veracidade das informações obtidas e analisadas. Segundo Minayo (1994), a metodologia é uma série de concepções teóricas. São um conjunto de técnicas, que de forma sistemática, possibilitam a construção da realidade.

Dessa forma, é válido adotar, metodologias que melhor se adequem a investigação, pois é isso que diferencia a pesquisa do senso comum. Neste trabalho os procedimentos metodológicos adotados se basearam em pesquisas bibliográficas. Além da ferramenta de análise matriz SWOT.

Esta pesquisa é de natureza básica. Como afirma Gerhard e Silveira (2009), ela objetiva gerar novos conhecimentos e dessa forma, contribuir para o avanço científico. Este trabalho tem caráter exploratório. Segundo Gil (2008):

As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores [...] habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas (GIL, 2008, p.27).

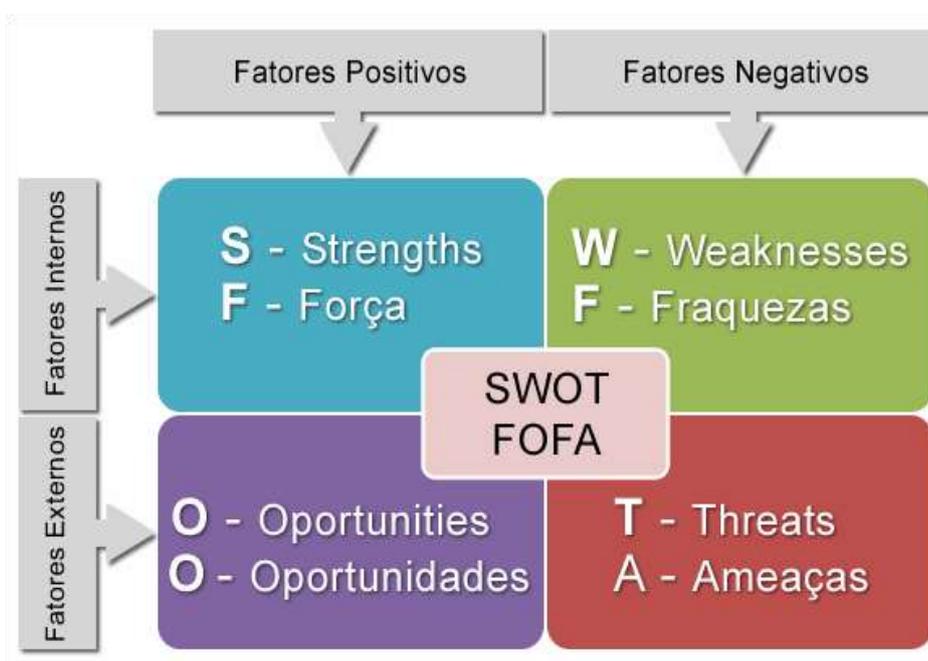
A metodologia aplicada para compreender as potencialidades da tecnologia, foi a análise SWOT, conhecida também como análise FOFA. Esta analisa as forças (Strengths), Fraquezas (Weaknesses), Oportunidades (Opportunities) e Ameaças (Threats).

Esta ferramenta nos ajuda a planejar e otimizar os recursos disponíveis, nesse caso, os recursos hídricos. Para Oliveira (2002), existem vários elementos do planejamento, como: objetivos, estratégias, programas, políticas, entre outros. A matriz SWOT, fornece informações para otimizar esses elementos.

Não há como negar que, atualmente, existe uma forte pressão sobre a utilização e planejamento dos recursos naturais. Diante disso, dispor de ferramentas e trabalhos que abordem maneiras de planejamento são válidas.

Nesta pesquisa, o objeto estudado será qualificado, ou seja, este trabalho tem finalidade qualitativa, que posteriormente, em trabalhos futuros, poderá quantificar os resultados da tecnologia estudada. A análise SWOT se configura como apresentado abaixo:

Figura 3. Matriz SWOT



Fonte. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), 2015.

De acordo com Sebrae (2013), essa metodologia é um análise simples e muito valiosa. “A análise F.O.F.A. leva o gestor a pensar nos aspectos favoráveis e desfavoráveis do negócio, dos seus proprietários e do mercado” (SEBRAE, 2013, p. 108).

Analisando ponto a ponto, as forças são características internas que favorecem a implantação do projeto. O baixo custo de implementação e conhecimento técnico é um exemplo. Já as oportunidades são situações positivas do ambiente externo. Uma política pública de financiamento é uma força externa. As fraquezas estão relacionadas ao ambiente interno, assim como as forças. A falta de conhecimento sobre a tecnologia pode ser considerada como uma fraqueza.

As forças e fraquezas podem ser controladas, por isso a importância de dados sobre a situação e o planejamento. As oportunidades e ameaças por não serem controladas, exige do gestor atenção e conhecimento para contornar essas situações. Um bom planejamento, com certeza, é a chave para uma boa gestão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por ser uma tecnologia nova, e por não existir dados quantitativos (numéricos), sobre o sistema, torna-se difícil quantificar e qualificar melhor a tecnologia em estudo, portanto, é feito aqui uma análise, baseada na literatura, sobre como o projeto Bioágua familiar pode ou não ser promissora.

### 4.1 *Elaboração da Matriz SWOT (FOFA)*

Iniciando-se a análise do ambiente interno, definiu-se as forças e as fraquezas. Os elementos listados que representam uma vantagem sobre as outras tecnologias são:

- Tecnologia social: ela foi desenvolvida de acordo com a necessidade da região;
- Fácil implementação: pode-se utilizar a própria mão de obra familiar para a construção;
- Gestão: pode ser feita pela família, já que o sistema de filtragem e irrigação é simples.

As fraquezas que também devem listadas a partir da observação do ambiente interno, nesta análise são:

- Pouco conhecimento sobre a tecnologia: conhecimento técnico que explore o projeto de forma mais adequada e quantifique a viabilidade, dependendo da situação;

Ao se analisar o ambiente externo, definiu-se que os elementos que proporcionam o desenvolvimento de um ambiente favorável ao projeto são:

- Produção de alimentos com menos desperdício: A região nordeste é bem carente de sistemas de irrigação para a produção de alimentos. Devido a deficiência dos recursos hídricos, encontrar maneiras mais eficientes no uso da irrigação é imprevisto;

Definiu-se que os elementos que proporcionam o desenvolvimento de um ambiente desfavorável são:

- Salinizar o solo: o não conhecimento da quantidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio, descarregados no solo pelo sistema;

Quadro 1: Elaboração da matriz SWOT

Forças	Fraquezas
Tecnologia social	Pouco conhecimento sobre a tecnologia (pesquisas)
Fácil implementação	Não atende a toda a necessidade, necessitando assim de complementos
Gestão de recursos hídricos	
Sustentabilidade	
Preservação do meio ambiente	
Reduz a contaminação nos quintais	
Valorização do saber local	
Oportunidades	Ameaças
Produção de alimentos com menos desperdício	Salinização do solo, caso não atenda os níveis corretos.
Soberania alimentar	Acidificação do solo, caso não atenda aos níveis corretos.
Políticas publicas voltados na área	Concorrência com pacotes tecnológicos, principalmente pelo grande capital
Gerar maior quantidade de alimentos sem expandir áreas plantas e desmatar	Falta de conhecimento da população acerca do reuso de esgotos.

Fonte. Autor

Pode-se inferir que a qualidade do recurso segue todos os padrões de qualidade, o que ainda existe é a falta de domínio e conhecimento da sociedade, e também de órgãos públicos e privados sobre o tema.

O sistema gera um excedente econômico, tendo em vista a produção de alimentos em quintais produtivos, otimização do uso da água, aumento da produção de alimentos, autonomia para famílias de baixa renda, diminui a poluição por conta de resíduos, reduz os custos com fertilizantes, entre outras possibilidades, é realmente inovadora e algo a ser pensado.

Para Santos et al (2016), uma tecnologia deve ser apropriada ao contexto em que ela está inserida. É importante uma abordagem holística que inclua todos os atores. Por meio dessa concepção, já que estamos também, falando em produção de alimentos, que o pacote tecnológico imposto pela revolução verde<sup>3</sup> não foi capaz de realizar os feitos a qual se propôs.

A tecnologia bioágua leva em consideração os recursos disponíveis, a necessidade local. Ao mesmo tempo ela otimiza os recursos hídricos, produz alimentos e valoriza o saber local. É uma tecnologia criada de acordo com as necessidades do semiárido.

Sobre o modelo de valorização, Santos contribui:

O Programa Bioágua se apresenta como uma alternativa agroalimentar adequada para a agricultura de base familiar, por basear-se na valorização dos recursos locais, na autonomia dos agricultores, tornando-os principais sujeitos no processo de produção de alimentos, do reuso da água, bem como da conservação do solo (SANTOS et al, 2016, p.102).

O importante é pensar nessa tecnologia enquanto alternativa, principalmente para agricultura familiar vigente no semiárido Nordeste, que não se enquadra no padrão tecnológico proposto pela revolução verde e do agronegócio brasileiro.

No tocante a sustentabilidade, cada dia que passa percebe-se que há certo modismo no uso desse termo. Deve-se compreender o desenvolvimento sustentável enquanto um processo contínuo (SANTOS et al, 2016).

Se tratando de sustentabilidade, a tecnologia propõe gerar alimentos por bases agroecológicas, ou seja, sem incremento de produtos químicos da indústria. “A ideia da agroecologia é ir além das práticas agrícolas alternativas e desenvolver agroecossistemas com dependência mínima de agroquímicos e energia externa”

---

<sup>3</sup>Ocorreu no pós segunda guerra mundial, se constituindo como um marco da agricultura. Pacote tecnológico de máquinas, fertilizantes e sementes melhoradas. Tinha como argumento suprir a falta de mão de obra no campo e alimentar uma população cada vez mais crescente.

(ALTIERI, 2002, p.15). Como reforça Altieri, as bases da agroecologia propõem não apenas desenvolver práticas agrícolas menos nocivas, ela tem como objetivo desenvolver mecanismos menos dependentes de meios externos (insumos).

Na prática, ao usar o sistema bioágua, há um redesenho do sistema agrícola. Os nutrientes reciclados na água contribuem para uma menor dependência de insumos externos, minimizando assim o gasto econômico, além de diminuir mais resíduos sintéticos ao solo.

A tecnologia ao otimizar, o uso da água para irrigação, supre alguns problemas na produção de alimentos. Sabe-se que, com a irrigação, pode-se ter maior produção em menor área disponível, isso é interessante quando se leva em consideração que os solos do Brasil estão cada vez mais perdendo sua capacidade produtiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme resultado da análise da matriz SWOT, a tecnologia se apresenta como promissora em meios as consecutivas crises hídricas. É um modelo de gerir os recursos hídricos, e proporcionar um aumento na produção de alimentos, proteção do meio ambiente e educação ambiental. Contudo, é necessário que haja mais pesquisas na área, no tocante às necessidades reais da tecnologia bioágua, seus impactos do ponto de vista técnico, econômico, social e político para a região.

Neste estudo, conclui-se ainda que, a tecnologia se constitui enquanto uma boa ferramenta de gestão dos recursos hídricos. Entretanto ainda há necessidade de dados quantitativos para inferir sua viabilidade técnico-econômico.

Percebe-se que as tecnologias sociais têm potencial de desenvolver regiões, como a tratada no trabalho, ressaltando a importância de tecnologias apropriadas ao contexto local. Existe ainda a necessidade de se pensar de forma holística e participativa na introdução de tecnologias.

É necessário que exista uma intensificação de informações sobre a necessidade de tratamento de água, uma cultura de reuso, desmistificar preconceitos acerca do assunto. O Nordeste, assim como todo o país, necessita investir mais em pesquisas que explore as potencialidades locais.

Apesar de características como a seca, o Nordeste tem potencial, falta apenas desenvolver mecanismos que elevem a região a outro patamar. Aqui, vale reafirmar a importância da continuidade de políticas públicas voltadas para o semiárido, principalmente as que incentivam a agricultura familiar.

Para finalizar, deve-se procurar investir em pesquisas, ensino e extensão voltadas ao desenvolvimento local. Pesquisas essas que dialoguem com a população mapeando as necessidades, custos e viabilidades. Dessa forma, serão desenvolvidas tecnologias uteis para a população.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI, Miguel. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3 ed., São Paulo, Rio de Janeiro, Editora Expressão Popular, 2012.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org). *Métodos de pesquisa*. UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de reuso da água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v.7, nº 4, p. 75-97, out/dez 2002.
- MINAYO, Cecilia de Sousa (org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas*. 18ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SANTIAGO, Fábio dos Santos *et al.* Bioágua familiar: reuso de água cinza para a produção de alimentos no semiárido. Recife: projeto Dom Helder Camara, 2012.
- SANTIAGO, Fábio *et al.* *Manual de implementação e manejo do sistema bioágua familiar: reuso da água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro*. Caraúbas – RN, ATOS, 2015.
- SANTOS, Christiane Fernandes dos, *et al.* A contribuição da bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no semiárido potiguar brasileiro. *Sustentabilidade em debate*. Brasília, v.7, edição especial, p.100-113, dez/2016.
- SEBRAE. *Como elaborar um plano de negócios*. Brasília, 2013.
- SOUSA FILHO, Francisco de A de. A política nacional de recursos hídricos: desafio para sua implementação no semiárido brasileiro. *In: recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande – PB, Instituto Nacional do Semiárido, 2011.
- TONELLO, Kelly Cristina (org.). *Gestão e planejamento de recursos hídricos no Brasil: conceitos, legislações e aplicações*. UAB-UFSCar. São Carlos, 2011.
- VIEIRA, Vicente P. P. B. Sustentabilidade do Semi-Árido Brasileiro: desafios e perspectivas. *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v.7, nº 4, p. 105-112, out/dez 2002.

